

RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS

Data de submissão: 05/06/2023

Data de aceite: 01/09/2023

Camila da Motta de Carvalho

UFRRJ, Departamento de Engenharia
Seropédica - RJ
<http://lattes.cnpq.br/0093872977556510>

Conan Ayade Salvador

UFRRJ, Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/9667991641636333>

Daniel Fonseca de Carvalho

UFRRJ, Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4871187664578422>

Henrique Vieira de Mendonça

UFRRJ, Departamento de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8897355054570578>

reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) se configura como uma alternativa eficaz na promoção do tratamento dos resíduos gerados pela atividade leiteira, ao minimizar o potencial de poluição e riscos envolvidos no manejo desses dejetos. Após o tratamento, há a geração do digestato, rico em macro e micronutrientes, com potencial de substituir ou complementar a adubação mineral de plantas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi calcular lâminas de água residuária da bovinocultura (ARB) previamente tratadas em reator UASB para diferentes culturas agrícolas, quando cultivadas em duas classes de solo (Argissolo e Planossolo), características do município de Seropédica – RJ. Como resultado, as menores lâminas de fertirrigação com ARB calculadas foram para as culturas do melão pele de sapo, mandioca e maracujazeiro-amarelo e as maiores para o capim-elefante, capim-pará e capim-guiné. Concluiu-se que a aplicação de ARB em culturas agrícolas, desde que sob aplicação de tecnologia adequada, além de apresentar-se como alternativa sustentável e segura para a disposição final dos efluentes agroindustriais, apresenta potencial para servir como fonte de nutrientes para as culturas agrícolas,

RESUMO: A maior parte da produção de leite no Brasil é resultado de criações de gado bovino em pasto ou em sistemas de confinamento (intensivo), nos quais há geração de um grande volume de efluentes orgânicos. Esse tipo de água residuária tem relevante potencial poluente em solos, águas superficiais, lençóis freáticos, entre outros. Tendo em vista essa problemática, a biodigestão anaeróbia em

gerando economia com o uso de fertilizantes inorgânicos.

PALAVRAS-CHAVE: Água Residuária da Bovinocultura, Nitrogênio, reator UASB.

RECOMMENDATION OF FERTIRRIGATION LEVELS FOR AGRICULTURAL CROPS WITH BIOFERTILIZER FROM THE ANAEROBIC DIGESTION OF CATTLE MANURE

ABSTRACT: The majority of milk production in Brazil based on pasture or confinement (intensive) systems. The latter, large amounts of organic effluents are generated. This type of wastewater has a high pollution potential for soils, surface water, water tables etc. According to this situation, anaerobic digestion in the UASB reactor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) is an efficient alternative for treating the residues produced by dairy production by minimizing the pollution potential and the risks involved in the management of these residues. By analysing the sources, this article is proposing how to calculate doses of cattle wastewater (CWW) previously treated in the UASB reactor for different crops when grown on two soils (Acrisol and Planosol) collected in Seropédica - RJ. Thus, the lowest fertirrigation levels with CWW were for piel de sapo melon, cassava, and yellow passion fruit crops, and the higher were for elephant grass, pará grass, and guinea grass. Based on these findings, the application of CWW besides presenting itself as a sustainable and safe alternative for the final disposal of agroindustrial effluents has the potential to serve as a source of nutrients for crops by generating savings with the use of inorganic fertilizers.

KEYWORDS: Bovine Wastewater, Nitrogen, UASB reactor.

INTRODUÇÃO

A maior parte da produção de leite no Brasil é resultado de criações de gado bovino em pasto ou em sistemas de confinamento (intensivo), no qual é gerado um grande volume de efluentes orgânicos em uma área reduzida. Estima-se que o volume diário desses resíduos, produzido por vacas leiteiras confinadas, seja equivalente a um valor entre 9 e 12% do peso vivo do animal (CAMPOS et al., 2002; PIREZ, 2020). Caso esses efluentes sejam dispostos na natureza de maneira inadequada poderão ocasionar contaminação dos solos, das águas superficiais e dos lençóis freáticos, além de ocasionarem outros prejuízos aos serviços ambientais (OTENIO et al., 2018), pois apresentam alta carga orgânica, sólidos suspensos e dissolvidos, metais pesados e sais, podendo conter ainda microrganismos potencialmente patogênicos. Quando atingem corpos hídricos, esses resíduos causam enriquecimento de águas superficiais com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), redução no teor de oxigênio dissolvido no meio, acréscimo da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), além da propagação de microrganismos patogênicos (SOUZA, 2012; SILVA, 2021).

Visando reduzir a capacidade poluidora dos efluentes da bovinocultura, recomenda-se o uso de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB). Após a degradação da matéria orgânica pelo reator UASB, o biofertilizante proveniente do processo possui potencial de aproveitamento na fertirrigação de culturas agrícolas,

devido à presença de macro e micronutrientes essenciais ao bom desenvolvimento de plantas. Segundo Mendonça et al. (2016), o nitrogênio amoniacal está presente em maior quantidade, além de potássio, cálcio, fósforo e magnésio.

Diversos estudos apontam que a prática de fertirrigação com ARB, se manejada corretamente, pode promover efeitos benéficos na estruturação e estabilização dos agregados do solo, aumento do pH, da CTC, dos níveis de matéria orgânica e teores de macronutrientes, principalmente N, P e Ca, além de poder contribuir para a redução da poluição ambiental e dos custos produtivos. Entretanto, para que os benefícios da utilização de ARB na fertirrigação de culturas possam ser aproveitados, é necessário adotar critérios técnicos e sanitários adequados durante o processo. Tendo em vista que a fertirrigação pode contribuir para a deposição de sais e esses, por sua vez, poderão acumular-se no solo, ou ainda, serem lixiviados, ocasionando a contaminação de águas subterrâneas (MATOS, 2017; MENEZES et al., 2018).

O uso de biofertilizantes derivados de águas residuárias é recomendado, mas para isso é necessário se conhecer o conteúdo de nutrientes e de outros componentes presentes nas águas residuárias, permitindo o cálculo correto das taxas de aplicação (Matos et al., 2013).

OBJETIVO

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo principal calcular e recomendar lâminas de fertirrigação com água residuária da bovinocultura (ARB), previamente tratada em reator UASB, para diferentes culturas agrícolas, quando cultivadas em duas classes de solo predominantes no município de Seropédica (RJ).

METODOLOGIA

A água residuária da bovinocultura (ARB) utilizada para o recomendação das lâminas foi obtida a partir dos efluentes gerados no estábulo do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), conhecido como “Fazendinha Agroecológica” (coordenadas: 22°45’22” S; 43°40’28” W), localizada no município de Seropédica – RJ.

O efluente foi coletado após separação dos sólidos grosseiros em esterqueira, seguida por tratamento em reator UASB, com tempo de retenção hidráulica no reator de 7,5 ($\pm 0,5$) dias. Após a coleta, a ARB foi analisada e caracterizada no Laboratório de Qualidade de Água, do Departamento Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Seropédica – RJ, conforme as metodologias do *Standard Methods* (APHA, 2012). Os valores médios e desvio padrão são apresentados na Tabela 1.

Parâmetro	Valor*	Desvio Padrão
CE (dS m ⁻¹)	0,15	0,00
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	150,00	5,60
N _{org} (mg L ⁻¹)	126,00	1,90
NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,75	0,10
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	12,00	2,20
P _i (mg L ⁻¹)	36,80	7,00
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	32,00	18,00
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	53,00	9,00
K ⁺ (mg L ⁻¹)	195,00	0,50
ST (mg L ⁻¹)	897,00	112,00
SD (mg L ⁻¹)	755,00	99,00
pH (1:2,5)	6,20	0,30

*valor médio da triplicata

Tabela 1. Valores médios das características físicas e químicas da água residuária da bovinocultura após reator UASB.

Para o cálculo da lâmina de fertirrigação foram avaliados materiais de solo coletados de um Planossolo e de um Argissolo, ambos localizados na área experimental do Instituto de Agronomia da UFRRJ (coordenadas 22°46'22" S e 43°42'44" W). As amostras foram obtidas a partir de duas camadas (0-20 e 20-40 cm), com amostragem composta advindas de oito pontos diferentes, e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ para que fossem realizadas as análises químicas e físicas em conformidade com o Manual de Métodos de Análise de Solo (TEIXEIRA et al., 2017). Os valores médios das amostras em triplicata e o desvio padrão resultantes destas análises constam na Tabela 2.

Parâmetro	Argissolo (0-40 cm)		Planossolo (0-40 cm)	
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,49	0,27	0,04	0,01
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,15	0,15	1,00	0,00
Mg (cmol _c dm ⁻³)	2,25	0,05	0,55	0,05
K (cmol _c dm ⁻³)	0,36	0,14	0,13	0,01
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	3,38	1,32	2,64	0,96
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,20	0,00	0,25	0,05
S (cmol _c dm ⁻³)	6,25	0,50	1,72	0,03
T (cmol _c dm ⁻³)	9,63	1,82	4,36	0,93
V (%)	66,30	7,31	41,41	9,47
m (%)	3,12	0,24	12,67	2,41
n (%)	4,75	1,88	0,84	0,07
pH _{água} (1:2,5)	4,40	0,10	5,10	0,00
MO (%)	1,16	0,11	1,03	0,36
P (mg L ⁻¹)	31,31	1,69	57,57	11,43
K (mg L ⁻¹)	140,44	53,43	51,23	3,77
ρ (g cm ⁻³)	1,33	0,02	1,58	0,08

Tabela 2. Valores médios das características físicas e químicas dos solos das diferentes classes de solo avaliadas.

Para o cálculo da dose única recomendada para a fertirrigação tomou-se o nitrogênio como nutriente de referência e realizou-se os cálculos conforme o método DEA/UFV, sugerido por Matos (2014) e apresentado a partir da Equação 1.

$$D_{AR} = 1000 \times \frac{[N_{abs} - (T_{m1} \times MO \times \rho_s \times p \times 10^7 \times 0,05 \times n/12)]}{T_{m2} \times n/12 \times N_{org} + (N_{amon} + N_{nitrate}) \times TR} \quad (1)$$

em que,

D_{AR} – dose de aplicação (m³ ha⁻¹);

N_{abs} – absorção de nitrogênio pela cultura para obter a produtividade desejada (kg ha⁻¹);

T_{m1} – taxa anual de mineralização da matéria orgânica anteriormente existente no solo (kg kg⁻¹ ano⁻¹).

MO – conteúdo de matéria orgânica do solo (kg kg⁻¹);

ρ_s – massa específica do solo (t m⁻³);

p – profundidade do solo considerada (m);

n/12 – fração do ano referente ao período de cultivo (ano);

T_{m2} – taxa de mineralização do N_{org} (kg kg⁻¹ ano⁻¹);

N_{org} – nitrogênio orgânico (mg L⁻¹);

N_{amon} – nitrogênio amoniacal (mg L⁻¹);

N_{nitrito} – nitrogênio nítrico (mg L^{-1}); e,

TR – taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura (kg kg^{-1}).

A taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura (TR) varia conforme a profundidade do sistema radicular da cultura e método de aplicação (MATOS, 2017), assumindo valores entre 0,70-0,85 kg kg^{-1} para aplicação superficial em culturas com sistema radicular extensivo, entre 0,30-0,50 kg kg^{-1} para o arroz inundado e 0,5 kg kg^{-1} para culturas anuais (Tabela 3).

Cultura	Absorção de N (kg ha^{-1})	Ciclo da Cultura (meses)	Profundidade efetiva (m)	TR ($\text{kg kg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)
Abacaxi Vitória	77,51 ⁽¹⁾	26,10 ⁽¹⁾	0,30 ⁽³⁶⁾	0,50
Abóbora Tetsukabuto	51,00 ⁽²⁾	3,30 ⁽²⁾	0,50 ⁽³⁷⁾	0,50
Acerola	85,10 ⁽³⁾	24,00 ^(3a)	0,70 ⁽³⁸⁾	0,50
Alface Elba	21,90 ⁽⁴⁾	2,20 ⁽⁴⁾	0,30 ⁽³⁹⁾	0,50
Algodão	30,00 ⁽⁵⁾	4,70 ⁽⁵⁾	0,60 ⁽⁴⁰⁾	0,50
Ameixeira Europeia	54,20 ⁽⁶⁾	24,00 ⁽⁶⁾	0,50 ⁽⁴¹⁾	0,50
Arroz (irrigado)	86,10 ⁽⁷⁾	3,90 ⁽⁷⁾	0,20 ⁽⁴²⁾	0,30
Arroz (sequeiro)	48,00 ⁽⁸⁾	3,80 ⁽⁸⁾	0,35 ⁽⁴³⁾	0,70
Banana Cavendish	68,00 ⁽⁹⁾	12,00 ^(9a)	0,40 ⁽⁴⁴⁾	0,85
Batata cv Atlantic	120,00 ⁽¹⁰⁾	3,70 ⁽¹⁰⁾	0,30 ⁽⁴⁵⁾	0,50
Beterraba Early Wonder	140,00 ⁽¹¹⁾	2,67 ⁽¹¹⁾	0,40 ⁽⁴⁶⁾	0,50
Cana-de-açúcar	254,00 ⁽¹²⁾	12,00 ⁽¹²⁾	0,40 ⁽⁴⁷⁾	0,70
Capim-elefante	800,00 ⁽¹³⁾	12,00 ⁽¹³⁾	0,50 ⁽⁴⁸⁾	0,85
Capim-guiné	560,00 ⁽¹⁴⁾	12,00 ⁽¹⁴⁾	0,50 ⁽⁴⁹⁾	0,85
Capim-pangola	400,00 ⁽¹⁵⁾	12,00 ⁽¹⁵⁾	0,50 ⁽⁵⁰⁾	0,85
Capim-pará	600,00 ⁽¹⁶⁾	12,00 ⁽¹⁶⁾	0,50 ⁽⁵¹⁾	0,85
Cebola	116,65 ⁽¹⁷⁾	5,60 ⁽¹⁷⁾	0,30 ⁽⁵²⁾	0,50
Cebola Optima	38,73 ⁽¹⁸⁾	5,00 ⁽¹⁸⁾	0,30 ⁽⁵³⁾	0,50
Cenoura Forto	156,30 ⁽¹⁹⁾	4,00 ⁽¹⁹⁾	0,35 ⁽⁵⁴⁾	0,50
Coco Anão	110,00 ⁽²⁰⁾	11,00 ^(20a)	0,60 ⁽⁵⁵⁾	0,85
Coentro Verdão	27,50 ⁽²¹⁾	1,20 ⁽²¹⁾	0,25 ⁽⁵⁶⁾	0,70
Feijão Comum	49,70 ⁽²²⁾	2,70 ⁽²²⁾	0,40 ⁽⁵⁷⁾	0,70
Mamona	35,00 ⁽²³⁾	6,00 ^(23a)	0,30 ⁽⁵⁸⁾	0,50
Mandioca	42,00 ⁽²⁴⁾	16,00 ^(24a)	0,45 ⁽⁵⁹⁾	0,50
Maracujazeiro-amarelo	42,82 ⁽²⁵⁾	12,00 ⁽²⁵⁾	0,40 ⁽⁶⁰⁾	0,50
Melancia Tide	106,40 ⁽²⁶⁾	2,50 ⁽²⁶⁾	0,40 ⁽⁶¹⁾	0,50
Melão Pele de Sapo	12,70 ⁽²⁷⁾	2,30 ⁽²⁷⁾	0,30 ⁽⁶²⁾	0,70
Milho	112,00 ⁽²⁸⁾	4,00 ^(28a)	0,40 ⁽⁶³⁾	0,70
Pimentão	23,05 ⁽²⁹⁾	3,70 ^(29a)	0,45 ⁽⁶⁴⁾	0,50
Soja	235,00 ⁽³⁰⁾	4,00 ^(30a)	0,45 ⁽⁶⁵⁾	0,70

Sorgo	200,00 ⁽³¹⁾	3,50 ^(31a)	0,30 ⁽⁶⁶⁾	0,70
Taro “Chinês”	79,00 ⁽³²⁾	9,00 ⁽³²⁾	0,40 ⁽⁶⁷⁾	0,85
Tomate Gault	157,00 ⁽³³⁾	2,80 ⁽³³⁾	0,40 ⁽⁶⁸⁾	0,70
Tomate Pomerano	120,00 ⁽³⁴⁾	2,80 ⁽³⁴⁾	0,40 ⁽⁶⁹⁾	0,70
Trigo	160,00 ⁽³⁵⁾	3,60 ^(35a)	0,35 ⁽⁷⁰⁾	0,70

Tabela 3. Remoção de nitrogênio, ciclo e taxa de recuperação do nitrogênio mineral das culturas agrícolas adotados nos cálculos das doses únicas de referência.

Fonte: ⁽¹⁾ PEGORARO et al., 2014; ⁽²⁾ VIDIGAL; PACHECO; FACION, 2007; ⁽³⁾ LIMA et al., 2008; ^(3a) BARBOZA et al., 1996; ⁽⁴⁾ PINHEIRO, 2015; ⁽⁵⁾, ⁽¹²⁾, ⁽¹³⁾, ⁽¹⁴⁾, ⁽¹⁵⁾, ⁽¹⁶⁾, ⁽²⁴⁾, ⁽³¹⁾, ⁽³⁵⁾ MATOS, 2014; ⁽⁶⁾ ROMBOLA et al., 2012; ⁽⁷⁾ SCIVITTARO et al., 2012; ⁽⁸⁾ CANTARELLA et al., 1996; ⁽⁹⁾ TEIXEIRA; RAIJ; BETTIOL NETO, 2008; ^(9a) FURLANETO et al., 2007; ⁽¹⁰⁾ YORINORI, 2003; ⁽¹¹⁾ SEDIYAMA et al., 2011; VIDIGAL et al., 2010; ⁽¹⁷⁾ MAY et al., 2008; ⁽¹⁹⁾ CECÍLIO FILHO et al., 2013; ⁽²⁰⁾ BENASSI et al., 2013; ^(20a) TEIXEIRA et al., 2005; ⁽²¹⁾ PINHEIRO, 2015; ⁽²²⁾ MAGALHÃES et al., 2017; ⁽²³⁾ SEVERINO et al., 2021; ^(23a) MELHORANÇA et al., 2005; ⁽²⁵⁾ adaptado de MATTAR et al., 2018; ⁽²⁶⁾ GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; ⁽²⁷⁾ SILVA JÚNIOR et al., 2006; ⁽²⁸⁾ FRANÇA et al., 2011; ^(28a) ANDRADE, 2006; ⁽²⁹⁾ ALBUQUERQUE et al., 2012; ^(29a) SEDIYAMA et al., 2014; ⁽³⁰⁾ KURIHARA et al., 2013; ^(30a) PACHECO, 2004; ^(31a) PARELLA et al., 2011; ⁽³²⁾ OLIVEIRA; ARAÚJO; GUERRA, 2011; ⁽³³⁾, ⁽³⁴⁾ TRANI et al., 2015; ⁽³⁶⁾, ⁽³⁷⁾, ⁽³⁸⁾, ⁽⁴⁵⁾, ⁽⁴⁶⁾, ⁽⁵²⁾, ⁽⁵³⁾, ⁽⁵⁴⁾, ⁽⁵⁷⁾, ⁽⁶⁰⁾, ⁽⁶¹⁾, ⁽⁶²⁾, ⁽⁶³⁾, ⁽⁶⁴⁾, ⁽⁶⁸⁾, ⁽⁶⁹⁾ SOUSA, 2011; ⁽³⁹⁾, ⁽⁴⁰⁾, ⁽⁴¹⁾, ⁽⁴⁴⁾, ⁽⁴⁷⁾, ⁽⁴⁸⁾, ⁽⁴⁹⁾, ⁽⁵⁰⁾, ⁽⁵¹⁾, ⁽⁵⁹⁾, ⁽⁶⁵⁾, ⁽⁶⁷⁾, ⁽⁷⁰⁾ FERREIRA, (2011); ^(35a) TOMAZI et al., 2021; ⁽⁴²⁾ ABICHEQUER, 2004; ⁽⁴³⁾ AUGUSTO; SILVA, 1990; ⁽⁵⁵⁾ SANTOS et al., 2003; ⁽⁵⁶⁾ MAROUELLI; BRAGA, 2016; ⁽⁵⁸⁾ NASCIMENTO et al., 2010; ⁽⁶⁶⁾ MAGALHÃES et al., 2000.

O valor da taxa de mineralização anual do material orgânico (T_{m1}) varia de 0,01 a 0,15 kg kg⁻¹ ano⁻¹, sendo usualmente utilizado de 1 a 2 dag kg⁻¹, ou seja, 0,01 a 0,02 kg kg⁻¹ ano⁻¹, para material orgânico residual de cultivos agrícolas. Neste estudo foi adotada uma T_{m1} de 0,01 kg kg⁻¹ ano⁻¹ por considerar a aplicação em dose única, uma vez que valores maiores da taxa de mineralização só seriam alcançados em função do acúmulo devido às aplicações anuais sucessivas. A taxa de mineralização do nitrogênio orgânico (T_{m2}) adotada foi de 0,5 kg kg⁻¹ ano⁻¹, conforme recomendação de Matos (2017) para resíduos orgânicos frescos produzidos por vacas leiteiras.

A fração do ano referente ao período de cultivo ($n/12$) variou conforme o ciclo de cada uma das culturas (Tabela 3), considerando valor igual a 1 (um) para culturas perenes. O valor da profundidade (p) utilizado nos cálculos das lâminas de fertirrigação variou conforme a profundidade efetiva do sistema radicular de cada uma das culturas.

MATOS (2014) recomenda que as taxas de aplicação não excedam o valor de 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para o sódio e 504 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para o potássio, tendo em vista a possibilidade de risco de salinização. Para avaliar se os valores encontravam-se dentro dos limites recomendados, a Quantidade de Nutriente Aplicada durante a fertirrigação (kg ha⁻¹) foi calculada pela Equação 2.

$$\text{Quantidade de Nutriente Aplicada} = \frac{D_{AR} \times [X]}{10^3} \quad (2)$$

em que,

D_{AR} – dose ou taxa de aplicação (m³ ha⁻¹);

[X] – concentração de Sódio ou Potássio contida na água residuária (mg L⁻¹); e,

10³ – valor utilizado na conversão de unidades.

A qualidade do efluente visando sua utilização na fertirrigação de culturas agrícolas foi avaliada pela Razão de Adsorção de Sódio (RAS), calculada pela Equação 3, proposta por Richards (1954):

$$\text{Quantidade de Nutriente Aplicada} = \frac{D_{AR} \times [X]}{10^3} \quad (2)$$

em que,

RAS – Razão de Adsorção de Sódio,

Na⁺ – Concentração de sódio presente na ARB, em mmol_c L⁻¹;

Ca²⁺ – Concentração de cálcio presente na ARB, em mmol_c L⁻¹; e,

Mg²⁺ – Concentração de magnésio presente na ARB, em mmol_c L⁻¹.

A partir do valor da RAS e da condutividade elétrica da ARB foi realizada a classificação da ARB quanto ao risco de causar sodificação e salinização, tomando-se por base os modelos propostos por Richards (1954).

RESULTADOS

Os valores de lâmina de fertirrigação (mm) recomendados para cada uma das 35 culturas agrícolas quando cultivadas em Argissolo e Planossolo são apresentados na Tabela 4, juntamente com os conteúdos de sódio e potássio aplicados ao se realizar a fertirrigação com base nessas doses.

Cultura	Rendimento (t ha ⁻¹)	Argissolo			Planossolo		
		Dose	K	Na	Dose	K	Na
		(mm)	(kg ha ⁻¹)	(mm)	(kg ha ⁻¹)	(mm)	(kg ha ⁻¹)
Abacaxi Vitória	71,77 ⁽¹⁾	37,76	8,31	8,31	36,87	71,90	8,11
Abóbora Tetsukabuto	3,70 ⁽²⁾	43,24	9,51	9,51	42,77	83,39	9,41
Acerola	37,49 ⁽³⁾	37,67	8,29	8,29	36,49	71,16	8,03
Alface Elba	1,56 ⁽⁴⁾	19,84	4,37	4,37	19,63	38,28	4,32
Algodão	0,80 ⁽⁵⁾	16,95	3,73	3,73	16,33	31,83	3,59
Ameixeira Europeia	3,50 ⁽⁶⁾	16,21	3,57	3,57	15,04	29,32	3,31
Arroz (irrigado)	8,40 ⁽⁷⁾	117,39	25,83	25,83	116,99	228,13	25,74
Arroz (sequeiro)	4,00 ⁽⁸⁾	29,58	6,51	6,51	29,23	57,00	6,43
Banana Cavendish	40,00 ⁽⁹⁾	18,51	4,07	4,07	17,66	34,45	3,89
Batata cv Atlantic	36,50 ⁽¹⁰⁾	112,39	24,73	24,73	112,00	218,39	24,64
Beterraba Early Wonder	34,22 ⁽¹¹⁾	140,12	30,83	30,83	139,72	272,45	30,74
Cana-de-açúcar	300,00 ⁽¹²⁾	126,50	27,83	27,83	125,54	244,80	27,62
Capim-elefante	46,00 ⁽¹³⁾	387,07	85,16	85,16	386,44	753,56	85,02

Capim-guiné	35,00 ⁽¹⁴⁾	267,49	58,85	58,85	266,86	520,38	58,71
Capim-pangola	31,00 ⁽¹⁵⁾	187,77	41,31	41,31	187,14	364,92	41,17
Capim-pará	30,00 ⁽¹⁶⁾	287,42	63,23	63,23	286,79	559,24	63,09
Cebola	60,30 ⁽¹⁷⁾	95,88	21,09	21,09	95,34	185,92	20,98
Cebola Optima	64,80 ⁽¹⁸⁾	27,12	5,97	5,97	26,63	51,93	5,86
Cenoura Forto	72,00 ⁽¹⁹⁾	144,41	31,77	31,77	143,93	280,66	31,66
Coco Anão	46,13 ⁽²⁰⁾	41,81	9,20	9,20	41,02	79,98	9,02
Coentro Verdão	3,39 ⁽²¹⁾	21,36	4,70	4,70	21,27	41,49	4,68
Feijão Comum	16,30 ⁽²²⁾	33,52	7,37	7,37	33,22	64,77	7,31
Mamona	1,20 ⁽²³⁾	20,83	4,58	4,58	20,26	39,51	4,46
Mandioca	59,00 ⁽²⁴⁾	7,74	1,70	1,70	6,56	12,80	1,44
Maracujazeiro-amarelo	17,00 ⁽²⁵⁾	8,31	1,83	1,83	7,13	13,91	1,57
Melancia Tide	40,00 ⁽²⁶⁾	106,21	23,37	23,37	105,84	206,38	23,28
Melão Pele de Sapo	21,97 ⁽²⁷⁾	6,59	1,45	1,45	6,39	12,47	1,41
Milho	8,92 ⁽²⁸⁾	75,68	16,65	16,65	75,26	146,76	16,56
Pimentão	23,19 ⁽²⁹⁾	13,48	2,97	2,97	12,96	25,27	2,85
Soja	4,00 ⁽³⁰⁾	167,20	36,78	36,78	166,78	325,22	36,69
Sorgo	16,00 ⁽³¹⁾	146,65	32,26	32,26	146,37	285,42	32,20
Taro “Chinês”	22,00 ⁽³¹⁾	30,20	6,64	6,64	29,52	57,56	6,49
Tomate Gault	148,00 ⁽³³⁾	116,94	25,73	25,73	116,63	227,43	25,66
Tomate Pomerano	119,00 ⁽³⁴⁾	88,06	19,37	19,37	87,75	171,11	19,30
Trigo	10,00 ⁽³⁵⁾	114,82	25,26	25,26	114,48	223,23	25,19

Tabela 4. Doses únicas de ARB (mm) calculadas para o fornecimento exigido de N para obtenção de máxima produtividade de culturas agrícolas comerciais e conteúdo de sódio e potássio contidos nas doses de ARB calculadas.

Fonte: ⁽¹⁾ PEGORARO et al., 2014; ⁽²⁾ VIDIGAL; PACHECO; FACION, 2007; ⁽³⁾ LIMA et al., 2008; ⁽⁴⁾ PINHEIRO, 2015; ⁽⁵⁾, ⁽¹²⁾, ⁽¹³⁾, ⁽¹⁴⁾, ⁽¹⁵⁾, ⁽¹⁶⁾ MATOS, 2014; ⁽⁶⁾ ROMBOLA et al., 2012; ⁽⁷⁾ SCIVITTARO et al., 2012; ⁽⁸⁾ CANTARELLA et al., 1996; ⁽⁹⁾ TEIXEIRA; RAIJ; BETTIOL NETO, 2008; ⁽¹⁰⁾ YORINORI, 2003; ⁽¹¹⁾ SEDIYAMA et al., 2011; VIDIGAL et al., 2010; ⁽¹⁷⁾, ⁽¹⁸⁾ MAY et al., 2008; ⁽¹⁹⁾ CECÍLIO FILHO et al., 2013; ⁽²⁰⁾ BENASSI et al., 2013; ⁽²¹⁾ PINHEIRO, 2015; ⁽²²⁾ MAGALHÃES et al., 2017; ⁽²³⁾ SEVERINO et al., 2021; ⁽²⁴⁾ MATOS, 2014; ⁽²⁵⁾ adaptado de MATTAR et al., 2018; ⁽²⁶⁾ GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; ⁽²⁷⁾ SILVA JÚNIOR et al., 2006; ⁽²⁸⁾ FRANÇA et al., 2011; ⁽²⁹⁾ ALBUQUERQUE et al., 2012; ⁽³⁰⁾ KURIHARA et al., 2013; ⁽³¹⁾ MATOS, 2014; ⁽³²⁾ OLIVEIRA; ARAÚJO; GUERRA, 2011; ⁽³³⁾, ⁽³⁴⁾ TRANI et al., 2015; ⁽³⁵⁾ MATOS, 2014.

As maiores doses recomendadas para os dois tipos de solo foram calculadas para o Capim-elefante (387,07 mm para o Argissolo e 386,44 mm para Planossolo), seguidas pelo Capim-pará (287,42 mm e 286,79 mm) e Capim-guiné (267,49 mm e 266,86 mm), respectivamente.

As taxas de absorção de nitrogênio dessas 3 culturas são as maiores dentre todas as outras avaliadas, contribuindo para a recomendação das maiores lâminas de fertirrigação com ARB. Esses resultados indicam que essas culturas possuem potencial para extrair nitrogênio do solo, sendo recomendadas para a produção de biomassa a partir da aplicação

de água residuária. Por outro lado, o melão pele de sapo (6,59 mm para o Argissolo e 6,39 mm para Planossolo), a mandioca (7,74 mm e 6,56 mm) e o maracujazeiro-amarelo (8,31 mm e 7,13 mm) foram as culturas que apresentaram as menores lâminas de fertirrigação para os dois solos estudados.

A menor relação entre absorção de nitrogênio e ciclo da mandioca e do maracujazeiro amarelo contribuíram para os menores valores de dose, uma vez que o cálculo também engloba o tempo disponível para a cultura absorver o nitrogênio. Assim, apesar dessas culturas não serem as que apresentaram a menor absorção de N dentre todas as demais, elas são as que absorvem o N em um ciclo maior.

O melão pele de sapo, além de apresentar o menor valor de absorção de N para a produtividade máxima, sua maior taxa de recuperação de nitrogênio mineral (TR) também contribuiu para que apresentasse a menor recomendação de lâmina de fertirrigação com ARB. Esse fato pode ser observado ao comparar as doses obtidas (de 6,59 mm para o Argissolo e de 6,39 mm para o planossolo) com as doses calculadas para a alface elba, por exemplo, que mesmo possuindo o segundo menor valor de absorção de N e ciclo de cultivo semelhante, porém com uma TR menor, apresentou uma lâmina três vezes superior à calculada para o melão pele de sapo.

A influência da TR no cálculo da lâmina também pode ser notada ao se comparar as doses calculadas para o arroz irrigado e para a cultura do trigo. Mesmo o trigo possuindo remoção de nitrogênio quase duas vezes superior à do arroz (160 e 86,10 kg ha⁻¹, respectivamente), o menor valor de TR do arroz (devido às maiores perdas de N apresentadas pela cultura sob irrigação) contribuiu para que o mesmo apresentasse lâmina semelhante à calculada para o trigo.

Conforme a classificação proposta por Richards (1954), a condutividade elétrica observada para a ARB caracterizada no presente trabalho indica uma baixa probabilidade da ocorrência de problemas relacionados à salinidade com seu uso. Com relação aos riscos de sodificação, o valor de RAS calculado para o efluente tratado (0,59) indica baixo risco de sodificação, uma vez que encontra-se dentro da classificação ($RAS \leq 32,19 - 4,44 \log CE$). Contudo, em caso de aplicação de doses em ciclos subsequentes, torna-se importante o monitoramento da água do solo, visando manter suas condições químicas sempre dentro do recomendado tecnicamente.

Quanto aos conteúdos de sódio e potássio aplicados no solo a partir de sua fertirrigação com as doses de ARB calculadas foi possível observar que para nenhum dos dois solos, a quantidade de sódio a ser fornecida com a aplicação da ARB ultrapassou o limite máximo proposto por Matos (2014), de 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Porém, o teor limitante de potássio proposto na literatura (504 kg ha⁻¹ ano⁻¹) foi excedido pelo capim elefante, capim-pará e capim-guiné, em ambos os solos. Esses resultados indicam a necessidade de recalculas as lâminas de aplicação tomando como referência as quantidades de potássio requeridas por cada uma dessas culturas.

Teixeira et al. (2017) avaliaram os efeitos da aplicação contínua de ARB sobre as propriedades químicas do percolado em diferentes profundidades do solo, em Brazópolis, Minas Gerais. Também avaliaram o efeito do biofertilizante na produção de capim *Brachiaria* com a análise da massa de vegetal da forragem. A partir dos resultados obtidos, os autores notaram um acréscimo na produção de matéria seca total (MST) propiciada pela adição de água residuária da bovinocultura nas 33 parcelas avaliadas, atingindo 753,29 g. Na parcela testemunha, a produção de MST foi de 133,1 g. Os autores também observaram uma melhora na fertilidade do solo a partir da aplicação de ARB na pastagem degradada, com acréscimo dos níveis de pH, P, K, Ca, matéria orgânica (MO) e níveis de CTC do solo.

Ao avaliarem o efeito residual da fertirrigação com diferentes porcentagens de ARB na qualidade de um solo argilo-arenoso, Bortoni et al. (2018) notaram que a água residuária de bovinocultura além de elevar a fertilidade do solo, também gerou um aumento no desenvolvimento do rabanete (*Raphanus sativus*), utilizado como bioindicador para avaliação, quando comparados ao tratamento controle. Porém, a aplicação de doses superiores de ARB promoveu um decréscimo no desempenho da cultura, provavelmente, ocasionado pelo aumento expressivo das concentrações de sódio no solo.

Erthal (2008) verificou que as taxas de ARB aplicadas em um Argissolo Vermelho Eutrófico não ocasionaram problema de salinização do solo, apesar de ter observado aumentos do percentual de argila dispersa em água (ADA) na camada de 0-10 cm e das concentrações de cálcio, magnésio e potássio trocáveis também nas camadas superficiais do solo. O autor destacou que esses resultados apontam a importância de monitorar o teor de K^+ ou, do índice de saturação por potássio (ISK) no solo, assim como também usá-los como referência na indicação das doses de ARB aplicadas.

CONCLUSÕES

Após tratamento em reator UASB, a fertirrigação com ARB anaerobiamente digerida pode possibilitar incrementos na produção agrícola ao servir como fonte de nutrientes para as culturas, desde que a aplicação seja bem manejada.

Dentre as culturas analisadas, o melão pele de sapo, a mandioca e o maracujazeiro-amarelo foram as culturas que apresentaram, nessa ordem, as menores recomendações de lâmina de fertirrigação com a ARB no presente trabalho.

O capim-elefante, capim-pará e capim-guiné apresentaram os maiores valores de lâmina de recomendação de fertirrigação, demonstrando que possuem potencial para serem utilizadas para extrair N do solo de forma mais eficiente.

REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A. D.; BOHNEN, H. **Morfologia e distribuição de raízes de arroz irrigado por inundação e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2004.

- ALBUQUERQUE, F. S et al. **Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio**. Horticultura Brasileira, v. 30, n.4, p. 681-687, 2012.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012. 1.220 p.
- ANDRADE C. L. T.; ALBUQUERQUE P. E. P., BRITO R. A. L., RESENDE M. **Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho** [internet]. Sete Lagoas, MG: Embrapa. 2006.
- AUGUSTO, S. G.; SILVA, J. G. F. da. **Manejo de irrigação para as culturas de feijão, milho e arroz de sequeiro favorecido**. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária; 1990.
- BARBOZA, S. B. S. C.; TAVARES, E. D.; MELO, M. B. **Instruções para o cultivo da acerola**. Aracaju - SE: EMBRAPA, 1996.
- BENASSI, A. C.; FANTON, C. J.; SANTANA, E. N. de. **O cultivo do coqueiro-anão: Tecnologias de produção**. Vitória, ES: INCAPER, 2013. 120 p.
- BORTONI, S. F.; SILVA, J. B. G.; SOUSA, C. P. DE. **Efeito residual da fertirrigação com água residuária de bovinocultura na qualidade de um solo argilo-arenoso**. Revista Engenharia na Agricultura, v. 26, n. 5, p. 452-463, 2018.
- CAMPOS, A. T. et. al. **Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de dejetos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 2, p. 426- 438, 2002.
- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.43-71 (Boletim Técnico, 100).
- CECÍLIO FILHO, A.B.; PEIXOTO, F.C. **Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura ‘Forto’**. Revista Caatinga, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013.
- ERTHAL, V. J. T. **Fertirrigação de capim-Tifton 85 e a aveia preta com águas residuárias de bovinocultura: efeitos no solo e nas plantas**. UFV: Viçosa MG, 2008. 96p.
- FERREIRA, V. M. **Técnico Agropecuário: Irrigação e Drenagem**. Ed. Floriano, 2001.
- FRANÇA, S. et al. **Nitrogênio disponível ao milho: crescimento, absorção e rendimento de grãos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 1143–1151, 2011.
- FURLANETO, F. P. B.; MARTINS, A. N.; ESPERANCINI, M. S. T. **Análise econômica da bananicultura, cultivares do subgrupo cavendish, na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo**. Informações Econômicas, v. 37, n. 2, p. 22-9, 2007.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide**. Horticultura brasileira, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.
- KURIHARA, C. H. et al. **Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo**. Revista Ceres, v. 60, p. 690-698, 2013.

LIMA, R. DE L. S. DE et al. **Exportação de nutrientes minerais por frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, p. 806– 811, 2008.

MAGALHÃES, I. DE P. B. et al. **Produtividade e exportação de nutrientes em feijão- vagem adubado com esterco de galinha.** Revista Ceres, v. 64, p. 98-107, 2017.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 2000, 46p. Circular Técnica, 3.

MARQUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. **Método prático do tato-aparência do solo para manejo de irrigação em hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, (Circular Técnica, 146), 2016. 20 p.

MATOS, A. T. DE et al. **Produtividade e composição química do capim-Tifton 85 submetido a diferentes taxas de aplicação do percolato de resíduo sólido urbano.** Engenharia Agrícola, v. 33, p. 188–200, 2013.

MATOS, A. T.; MATOS, M. P. **Disposição de Águas Residuárias no Solo e em Sistemas Alagados Construídos.** 1 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. 371p.

MATOS, A.T. de. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos.** Viçosa: Ed. UFV, 2014. 241p.

MATTAR, G. S. et al. **Accumulation and exportation of nutrients by yellow Passion fruit cv. IAC 275.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 40, n. 3, p. 1-10, 2018.

MAY, A. et al. **Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta.** Bragantia, v. 67, p. 507–512, 2008.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, T. A.; RICHETTI, A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 65p.

MENDONÇA, H. V. DE et al. **Crescimento de Cana-de-Açúcar sob Aplicação de Biofertilizante da Bovinocultura e Ureia.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 9, n. 4, p. 973–987, 2016.

MENEZES, L. A. N.; DE MATOS, A. T. **Nota Técnica: Condutividade elétrica do solo em função da dose de aplicação de água residuária em áreas de fertirrigação.** Revista Engenharia na Agricultura, v. 26, n. 4, p. 383-389, 2018.

NASCIMENTO, A. H. C. et al. **Desenvolvimento da mamoneira com diferentes níveis de calagem em um Latossolo Vermelho Amarelo compactado.** Revista Brasileira Ciências Agrárias, v. 5, n. 2, p. 163-169, 2010.

OLIVEIRA, F. L. DE; ARAÚJO, A. P.; GUERRA, J. G. M. **Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial.** Horticultura Brasileira, v. 29, p. 292-298, 2011.

OTENIO, M. H. et al. **Aplicação de biofertilizante de água residuária da bovinocultura leiteira na cultura do milho.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2018. 9p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 86).

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X.; EL HUSNY, J. C. **Identificação de período de risco climático para a semeadura da soa no município de Paragominas, PA.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004. Fortaleza. Meteorologia e o desenvolvimento sustentável: anais. Fortaleza, 2004.

PARELLA, R.A.C. et al. **BRS 511 – Variedade de Sorgo Sacarino para Produção de Etanol.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 2011.

PEGORARO, R. F. et al. **Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated “vitória” pineapple plant.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, p. 896-904, 2014.

PINHEIRO, D. T. **Estresse salino no potencial fisiológico de sementes e no desenvolvimento vegetativo de melão (Cucumis melo L.).** 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

PINHEIRO, J. I. **Acúmulo e exportação de N P K em plantas de alface e coentro produzidas em sistema orgânico.** Monografia- Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciências do solo, Ceará, 2015.

PIRES, C. S. **Tratamento da água residuária da bovinocultura de leite utilizando coagulante natural e filtro orgânico.** 2020. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2020.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis improvements of saline and alkaline soils.** Washington, Department of Agriculture, 1954. 160p.

ROMBOLA, A. D. et al. **Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado.** Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 2, p. 639-654, 2012.

SANTOS, A. B. DOS; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, p. 12-16, 2002.

SCIVITTARO, W.B. et al. **Manejo da adubação nitrogenada para o arroz irrigado por aspersão.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 177).

SEDIYAMA, M. A. N. et al. **Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 588-594, 2014.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. **Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 883-889, 2011.

SEVERINO, L. S. et al. **Marcha de absorção de macronutrientes na mamoneira híbrida de porte baixo em Mato Grosso.** Campina Grande: Embrapa Gado de Leite. 2021. 12p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 371).

SILVA JÚNIOR, M. J. DA et al. **Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 364-368, 2006.

SILVA, H. M. D. **Metassíntese de aplicações de água residuária da bovinocultura com ênfase nos atributos de solos**. 2021. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2021.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p.

SOUZA, W. J. **Resíduos: conceitos e definições para manejo, tratamento e destinação**. Piracicaba: FEALQ, 2012.

TEIXEIRA, F. O. P. et al. **Efeito da disposição de efluentes da bovinocultura no solo e na biomassa vegetal**. Revista Engenharia na Agricultura-REVENG, v. 25, n. 4, p. 326- 335, 2017.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. **Adubação com NPK em coqueiro anão-verde (Cocos nucifera L.): atributos químicos do solo e nutrição da planta**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 27, n. 1, p. 115–119, 2005.

TEIXEIRA, L. A. J.; RAIJ, B. V.; BETTIOL NETO, J. E. **Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, p. 540-545, 2008.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. EMBRAPA, 2017. 573p.

TOMAZI, C. V.; BORSOI, A.; FABIAN, F. M. **Produtividade e características agrônômicas do trigo mourisco (Fagopyrum esculentum) em função da aplicação de nitrogênio em cobertura**. Revista Cultivando o Saber, p. 13–23, 2021.

TRANI, P. E. et al. **Calagem e adubação do tomate de mesa**. Campinas: Instituto Agronômico. Boletim Técnico IAC, v. 215, 2015.

VIDIGAL, S. M. et al. **Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos**. Horticultura Brasileira, v. 28, p. 168–173, 2010.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; FACION, C. E. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto**. Horticultura Brasileira, v. 25, p. 375- 380, 2007.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. ‘Atlantic’**. 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.