



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA



GIOVANNI ZONATO MARCATTO

**MANEJO DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO BOVINO NA CULTURA
DE RABANETE (*Raphanus sativus* L.)**

ARARAS - 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA



GIOVANNI ZONATO MARCATTO

**MANEJO DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO BOVINO NA CULTURA
DE RABANETE (*Raphanus sativus* L.)**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônômica – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Victor Augusto Forti

ARARAS – 2021

Dedico este trabalho final de graduação aos meus pais, que tornaram possível e sempre prezaram pela minha educação com muito rigor, além de todos os meus amigos e professores. Sem eles, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a todos que me possibilitaram crescer e amadurecer durante minha passagem pela graduação, inclusive quem teve um impacto negativo, mas, no final, me ajudaram a me tornar quem sou hoje.

À toda comunidade acadêmica, toda a gestão e manutenção da UFSCar – Araras, meu sincero obrigado a todos que lutam diariamente para manter essa instituição em pé, frente ao descrédito público e falta de apoio governamental.

Ao Prof. Dr. Victor Augusto Forti, por toda a disponibilidade, orientação, incentivos, amizade, ajuda e conhecimentos que foram essenciais para a condução deste trabalho.

Aos integrantes do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agricultura Sustentável (NEPAS), que ajudaram a tornar esse projeto realidade.

À minha mãe Fátima e meu pai Sandro, minha gratidão pelo amor, apoio, sacrifício, sorrisos, entusiasmo e carinho. Eu sei o quanto vocês lutaram para que tenhamos a vida que temos hoje, jamais vou me esquecer disso.

Aos meus companheiros e irmãos de república, Davi, Harim, Leonardo, Liniker e Luan, a universidade não é fácil, mas se tornou muito mais tranquila com as palhaçadas de vocês, obrigado por tudo e saibam que vocês vão estar sempre no meu coração.

A toda a parceria do pessoal do Versalão, o tempo vai passar, mas nossas memórias estarão pra sempre marcadas pela nossa amizade!

A todos os meus amigos e colegas que não citei, saibam que estarão para sempre comigo.

A todos que contribuíram para este trabalho, direta ou indiretamente.

**“Toda unanimidade é tola. Quem pensa com
a unanimidade não precisa pensar”**

Nelson Rodrigues

RESUMO

A utilização da adubação orgânica com esterco bovino como alternativa à mineral pode proporcionar redução dos custos de produção, redução na necessidade de irrigação, proporciona um destino apropriado aos dejetos produzidos pela bovinocultura e melhor condicionamento do solo, além de permitir a comercialização do produto com certificação orgânica para diversas culturas, inclusive para a cultura do rabanete. Este trabalho buscou avaliar o efeito da adubação com esterco bovino curtido na produtividade e qualidade de rabanete. O experimento foi conduzido em dois ensaios, o primeiro em vasos de 20 litros, com seis tratamentos de inclusão de esterco bovino nas doses de 0, 30, 60, 90, 120, 150 t.ha⁻¹ em condição de solo arenoso e argiloso, e o segundo em canteiros com 0, 20, 40, 60, 80 e 100 t.ha⁻¹ de esterco bovino curtido incorporado. No momento da colheita, foi avaliada a massa de matéria seca de raízes (rabanetes), o comprimento e diâmetro das raízes, bem como área foliar e taxa de rabanetes com potencial comercial. No cultivo em solo argiloso, a adubação orgânica com esterco bovino, independentemente da dose aplicada, foi positiva para o cultivo de rabanete, em termos de maior biomassa de raiz e folhas e diâmetro do rabanete. Por outro lado, no cultivo em solo arenoso, a aplicação de esterco parece não ter interferido na produção de biomassa de raízes e folhas, independentemente da dose aplicada. Além disso, a adubação possibilitou uma maior taxa de rabanetes com potencial comercial.

Palavras-chave: agricultura familiar, hortaliça, horticultura.

ABSTRACT

The use of bovine manure as an alternative to mineral fertilization can reduce production costs, reduce the need for irrigation, provide an appropriate destination for manure produced by cattle farming and better soil conditioning, in addition to allowing the product to be certified organic for various crops, including the radish crop. This work aimed evaluate the effect of fertilizing with tanned manure on radish productivity and quality. The experiment was conducted in two trials, the first in 20-liter pots, with six treatments of inclusion of bovine manure at doses of 0, 30, 60, 90, 120, 150 t.ha⁻¹ in sandy and clayey soil condition , and the second in field with 0, 20, 40, 60, 80 and 100 t.ha⁻¹ of incorporated tanned bovine manure. At the time of harvest, the dry matter weight of roots (radishes), the length and diameter of the roots, as well as leaf area and rate of radishes with commercial potential were evaluated. In clay soil cultivation, organic fertilization with bovine manure, regardless of the applied dose, was positive for the cultivation of radish, in terms of greater root and leaf biomass and radish diameter. On the other hand, in the cultivation in sandy soil, the application of manure does not seem to have positively interfered in the production of root and leaf biomass, regardless of the applied dose. In addition, with fertilization, a higher rate of radishes showed commercial potential.

Palavras-chave: family farmimg, horticulture, greenery

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Desafios da agricultura e uso de fertilizantes	11
2.2. Utilização de esterco bovino como adubo orgânico	13
2.3. Cultura do rabanete	13
3. OBJETIVOS	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Análises de composição do solo e do esterco bovino	17
4.2. Cultivo em vasos	18
4.3. Cultivo em canteiros	19
4.4. Análises estatísticas	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1. Experimentos em vaso	22
5.2. Experimentos em canteiro	23
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos vinculada, principalmente, com o crescimento populacional mundial implica na otimização da produção de alimentos, buscando aumento da produtividade. Dentre as alternativas para buscar esse aumento da produtividade encontram-se técnicas de melhoramento vegetal clássico, modificação genética, aplicações biotecnológicas como inóculo de comunidades microbianas benéficas, otimização do uso e na escolha de fertilizantes, entre outros.

Contudo, essa busca pelo aumento da produtividade deve estar sempre associada a redução de danos ambientais. O uso de fertilizantes químicos, por exemplo, aumenta a produtividade da cultura aplicada, porém, pode impactar o meio ambiente por meio da lixiviação para lençóis freáticos, eutrofização de rios e lagos e volatilização, poluindo água, solo e a atmosfera. Dessa maneira, práticas sustentáveis que buscam o aumento da produtividade são cada vez mais necessárias (FOLEY et al., 2011; AUSTIN et al., 2013, ROCKSTRÖM et al., 2009; VITOUSEK et al., 2009).

A adubação orgânica tem se mostrado uma excelente alternativa à fertilização química, atendendo às necessidades nutricionais das culturas e levando à uma prática de agricultura mais sustentável. O adubo orgânico serve como recurso importante não apenas para fornecer nutrientes às plantas, mas também para repor o conteúdo de matéria orgânica da maioria dos solos cultivados. Diversos trabalhos já demonstraram vantagens da adubação orgânica, que incluem a redução do uso de adubação química, prevenção da poluição de fontes difusas, melhoria da qualidade do solo e redução da carga ambiental (RASUL e THAPA, 2004; BENGTSSON et al., 2005).

Portanto, é essencial investigar o uso de materiais orgânicos de origem local que sejam baratos e eficazes para melhorar os atributos dos solos e sustentar a produtividade das culturas. Essa crescente demanda por produtos com menor impacto ambiental favorece a agricultura como um todo, que, ao aplicar essas técnicas sustentáveis, como a adubação orgânica, obtém um produto com um valor de custo e venda diferenciados, sendo vantajoso ao produtor.

Os cultivos hortícolas são foco principal na agricultura familiar. Nessas culturas, é comum o uso de fertilizantes minerais e orgânicos, com destaque para o esterco bovino, que é amplamente disponível, uma vez que, para a produção comercial destes, há uma imensa geração desse subproduto. Um rebanho leiteiro

produz aproximadamente 10% da sua massa corporal de dejetos, dos quais 25% são sólidos (CARVALHO, 2002).

A cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma das exploradas comercialmente por agricultores familiares. Se trata de uma raiz tuberosa de curto ciclo pertence à família *Brassicaceae* e sua comercialização requer bons padrões visuais, como ausência de rachaduras, raízes isoporizadas e tamanho adequado. Para se atingir esses padrões a planta exige a manutenção da umidade e temperatura do solo, além de boa nutrição, especialmente de nitrogênio e potássio (OLIVEIRA et al., 2014). Variações na umidade do solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e qualidade das raízes (LEITE, 1976). Buscando favorecer o bom desenvolvimento de rabanetes e redução de insumos químicos, a adubação orgânica tem demonstrados bons resultados quando usadas em seu cultivo (VITTI et al., 2007; RODRIGUES, REIS e REIS, 2013).

Analisando esse cenário, o presente trabalho buscou realizar um levantamento da viabilidade da produção e comercialização de rabanete, por meio da análise do efeito da adubação com esterco bovino curtido na produtividade e na qualidade do produto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desafios da agricultura e uso de fertilizantes

Atualmente, o maior desafio enfrentado pela cadeia agroindustrial é garantir a produção de alimentos em quantidade e qualidade suficiente para suprir a demanda da crescente população mundial com o mínimo impacto na qualidade do solo e ecossistemas. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção de alimentos precisará crescer 60% para atender a demanda projetada para uma população de nove bilhões de pessoas em 2050 (FAO, 2018, TOMLINSON, 2011).

A produção agrícola também é continuamente desafiada pelo grande número de pragas, doenças e plantas daninhas, sendo estes fatores responsáveis por 40% das perdas que somam US\$ 2000 bilhões anuais (KASHYAP et al., 2015). Para contornar estas perdas e aumentar a produtividade, os agricultores, muitas vezes, acabam fazendo uso excessivo e indiscriminado de agroquímicos.

No entanto, a intensificação da produção também induz efeitos ambientais negativos, incluindo contaminação de águas subterrâneas, erosão do solo e perdas na biodiversidade. Neste sentido, vê-se uma crescente busca por alternativas que visam aumentar a produção de alimentos pela otimização do uso de insumos agrícolas (GHORMADE et al., 2011). Essas mudanças incluem o uso criterioso de pesticidas e fertilizantes, detecção rápida e precisa de patógenos e pragas, bem como níveis necessários de pesticidas e nutrientes, e promoção do melhoramento de solos degradados.

O uso de fertilizantes tem uma contribuição essencial para a sustentabilidade da agricultura (FERNANDEZ-PEREZ et al., 2008). Estes estão definidos na legislação brasileira (BRASIL, 1982) como “substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas” e têm como função repor ao solo os elementos retirados em cada colheita, com a finalidade de manter ou mesmo ampliar o seu potencial produtivo.

De acordo com dados da Associação Nacional para a Difusão de Adubos (ANDA, 2020) as entregas de fertilizantes ao consumidor final em 2019 foram superiores a 36 milhões de toneladas, com destaque para fertilizantes nitrogenados. Os fertilizantes nitrogenados têm em sua composição o nitrogênio como nutriente

principal e se originam da fabricação da amônia anidra, que é a matéria prima básica de todos os nitrogenados sintéticos (GONÇALVES et al., 2008).

O nitrogênio se acumula em plantas e vegetais, mas também, quando indevidamente aplicado, pode ser lixiviado para lençóis freáticos e rios, colocando em risco a saúde humana e animal. Fertilizantes nitrogenados, devido a sua mobilidade no solo, devem ser fornecidos as plantas de maneira controlada de forma a tornar a aplicação mais eficiente possível. Por outro lado, perdas de nitrogênio devido a volatilização e a lixiviação irão contribuir para a uma expressiva ineficiência, perda econômica da cultura, redução da biomassa produzida e impactos ambientais adversos (FOLEY et al., 2011; AUSTIN et al., 2013, ROCKSTRÖM et al., 2009; VITOUSEK et al., 2009).

Além disso, a produção industrial de fertilizantes químicos consome grande quantidade de gás natural e libera uma grande quantidade de CO₂, podendo contribuir para o fenômeno de aquecimento global. A União Europeia, já há alguns anos, vem incentivando os agricultores a reduzir o uso de fertilizantes sintéticos através da otimização da sua aplicação e pela sua substituição, parcial ou completa, por biofertilizantes ou adubação orgânica (IVANOVA et al., 2005).

A utilização de adubo orgânico para atender às necessidades de nutrientes das cultura agrícolas tem sido uma prática inevitável para promover a agricultura sustentável, isso porque, as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo são geralmente melhoradas pela adição de adubos orgânicos que, por sua vez, aumentam produtividade da colheita e mantém a qualidade da produção (MAHESWARAPPA et al., 1999).

O uso de fertilizantes inorgânicos para aumentar a produtividade tem se mostrado eficaz como uma solução de curto prazo, mas exige o uso consistente em longo prazo. O alto custo dos fertilizantes inorgânicos torna-os antieconômicos e fora do alcance dos agricultores de menor escala e familiares, além de ser indesejável devido aos seus perigosos efeitos ambientais (OLOWOAKE, 2014).

Portanto, o adubo orgânico serve como um recurso importante não apenas para fornecer nutrientes às plantas, mas também para repor o conteúdo de matéria orgânica da maioria dos solos cultivados. Diversos trabalhos já mostraram uma série de vantagens da adubação orgânica, que incluem a redução do uso de adubação química, prevenção da poluição de fontes difusas, melhoria da qualidade do solo e redução da carga ambiental (RASUL e THAPA, 2004; BENGTSSON et al., 2005).

Quando se compara o custo de produção de um hectare de tomate nos sistemas de produção convencional e orgânico, Souza (1998) concluiu que o sistema convencional teve um custo relativo 19% mais alto que o orgânico, o correspondente a 1268 dólares por hectare, enquanto o alho, no mesmo estudo, obteve um diferencial de 14% em média.

Além disso, os cultivos de base agroecológica sempre exigem grande demanda de mão-de-obra, gastos com certificação e menor produção inicial (ORMOND et al. 2002), porém, geralmente apresenta maior desempenho econômico. Dessa maneira, já que existem diferentes ações e formas de produção, implicando em diferentes custos, é provável que existam diferentes nichos de mercado e margens de preços para o produtor (SANTOS, 2018).

2.2. Utilização de esterco bovino como adubo orgânico

A utilização de esterco bovino como adubo é uma das alternativas sustentáveis de produção. O esterco bovino curtido possui a capacidade de melhorar a relação Carbono/Nitrogênio (C/N), bem como promover o aumento de macros e micronutrientes e aumentar a retenção hídrica do solo. O uso de compostos orgânicos, que são produzidos a partir destes subprodutos, permite melhora a fertilidade do solo, além de serem excelentes condicionadores, melhorando suas características físicas, químicas e biológicas (MIYASAK et al., 1997).

Grande parte do descarte dos dejetos animais é realizada de forma inadequada, ocasionando problemas de poluição ambiental promovendo a contaminação do solo, lagos e rios pela introdução direta de dejetos nos cursos d'água ou pela infiltração de águas residuárias no lençol freático ou ainda podem promover o aparecimento de moscas e gases malcheirosos (CAMPOS et al., 2002).

Entretanto, existe um limite proposto de 15 t.ha⁻¹ de composto de esterco e restos vegetais que é permitido na olericultura orgânica (SOUZA e RESENDE, 2006). Costa et al. (2006) destacaram que a raiz pode não responder a doses de húmus de minhoca ou esterco bovino curtido na faixa de 15 a 45 t.ha⁻¹, ou seja, o aumento na dose não incrementa de forma significativa o volume de raízes.

2.3. Cultura do rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma raiz tuberosa de pequeno porte, ciclo curto e pertencente à família *Brassicaceae*, possuindo raízes globulares e coloração avermelhada e polpa branca, com sabor picante (MAIA et al., 2011).

Por ser uma cultura plantada em pequenas áreas, o rabanete tem sido muito importante para pequenos produtores, pois, pode ser utilizado entre o plantio de outras culturas de verão ou inverno, com ciclos longos (MINAMI et al., 1998). Devido ao seu ciclo muito curto, por volta de 30 dias, e certa rusticidade, também permite um rápido retorno econômico (MENDOZA-CORTEZ et al., 2010).

Segundo Leite (1976), variações nas condições de temperatura e umidade do solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes. Outro fator que pode prejudicar a produtividade comercial de rabanete é a ocorrência de desordens fisiológicas de origem nutricional, principalmente em relação a nitrogênio e potássio (CECÍLIO FILHO et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2014). Sua comercialização requer bons padrões visuais, como ausência de rachaduras, raízes isoporizadas e tamanho adequado. Buscando favorecer o bom desenvolvimento de rabanetes e redução de insumos químicos a adubação orgânica tem demonstrados bons resultados quando usadas em seu cultivo (Linhares, 2010; Santos et al., 1999; Silva et al., 2017).

Exemplos da aplicação de adubação orgânica em rabanete e suas consequências podem ser encontrados na literatura. Linhares (2010) apresenta como o efeito residual de doses de jitirana (*Merremia aegyptia* L.), um adubo verde, e o tempo de decomposição afeta a produtividade do rabanete. Silva et al. (2017) conclui que outra adubação verde, com *Calotropis procera*, favorece seu desempenho e Santos et al. (1999) demonstra que com o uso de composto de lixo orgânico, obtém-se maiores níveis de nutrientes no solo. Estudos como estes revelaram que outras fontes de matéria orgânica podem proporcionar efeito semelhante ao industrial convencional. (adubação verde, deveria entrar no trabalho?)

3. OBJETIVOS

Objetivou-se com este trabalho identificar a melhor recomendação de adubação com esterco bovino para a produção comercial de rabanete em solo argiloso e arenoso, de acordo com a dose de fertilizante orgânico incorporado.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos apresentados neste trabalho foram realizados na Universidade Federal de São Carlos, *campus* Araras, nas coordenadas geográficas (22° 18' 26" S; 47° 22' 42" O; 620 metros de altitude). O clima local é definido como Cwa, segundo a classificação climática de Köppen, com verão quente e chuvoso e inverno com temperaturas amenas e baixa pluviosidade. As temperaturas máximas (T_{máx}), mínimas (T_{mín}) e médias (T_{méd}) durante o período experimental estão descritas na Figura 1.

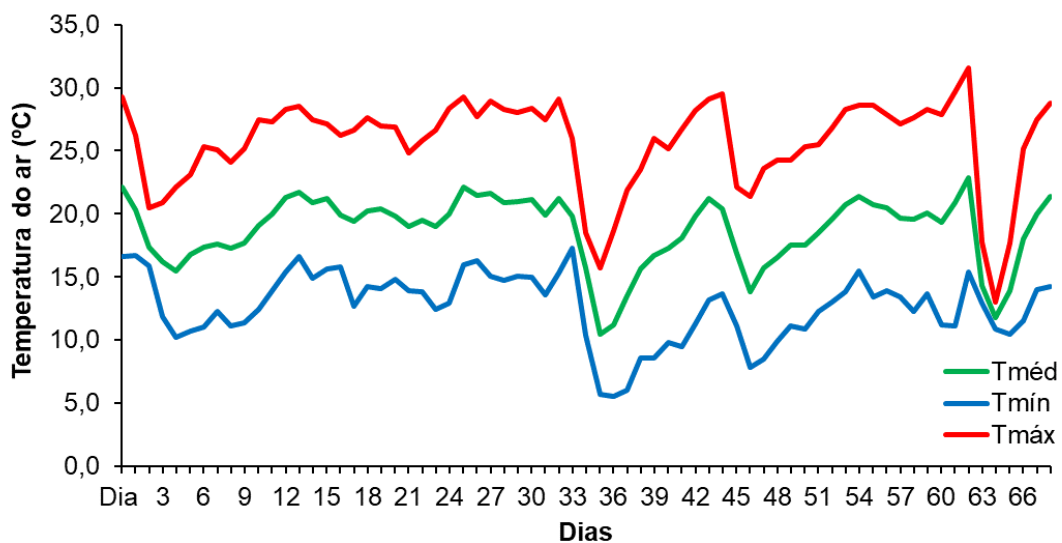


Figura 1. Temperatura do ar durante o período experimental (30/06/2019 a 08/08/2019). Fonte: Estação Meteorológica Automática – UFSCar/Araras (<http://www.meteorologia-ara.ufscar.br>).

Mediante resultados de experimentos preliminares, verificou-se que, dentre três fertilizantes orgânicos utilizados (cama de frango curtida, esterco bovino curtido e húmus), o esterco bovino apresentou melhor resposta para a cultura do rabanete, sendo escolhido para a realização dos experimentos apresentados neste trabalho.

Foram realizados dois ensaios, sendo o primeiro conduzido em vasos e o segundo em canteiros, cada um representando um ciclo completo do rabanete, cujo cultivar utilizado foi o rabanete SAXA (*Raphanus sativus* L.) cv. EarlyScarlet Globe.

4.1. Análises de composição do solo e do esterco bovino

Os solos argiloso e arenoso utilizados nos experimentos de vaso foram submetidos a uma análise química e granulométrica, para definição da sua composição em termos de argila, silte e areia.

O experimento em canteiro foi realizado em Latossolo Vermelho Distrófico da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras. Amostras foram coletadas do solo na profundidade de 0 – 0,20 m para a análise das características químicas, realizada no Laboratório de Análise Química de Solos e Planta da UFSCar-Araras. Utilizou-se a caracterização como base para os procedimentos de correção de pH e a elevação da saturação por base a 80%, com utilização de calcário com Poder Relativo de Neutralização Total de 70%. O esterco bovino utilizado no experimento também foi caracterizado quanto aos teores de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O) e umidade.

A análise granulométrica dos solos utilizados no experimento indicou que o solo argiloso apresentou 41,2% de argila, 14,7% de silte e 44,1% de areia, tendo textura argilosa, enquanto o solo arenoso apresentou 0,7% de argila, 14,6% de silte e 78,4% de areia, com textura franco arenosa. Os dados da análise química na camada de 0 a 0,20 m de profundidade do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento em canteiros estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo argiloso utilizado nos experimentos.

Parâmetro	Valores
pH	5,0
Matéria orgânica ($g.dm^{-3}$)	33,0
P resina ($mg.dm^{-3}$)	5,0
H + Al ($mmolc.dm^{-3}$)	33,0
SB ($mmolc.dm^{-3}$)	16,6
K ($mmolc.dm^{-3}$)	2,6
Ca ($mmolc.dm^{-3}$)	8,0
Mg ($mmolc.dm^{-3}$)	6,0
CTC ($mmolc.dm^{-3}$)	49,6
V (%)	33,0

Os dados da análise química do esterco bovino utilizado para realização dos experimentos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química do esterco bovino utilizado nos experimentos.

Parâmetros	Valores
N (%)	1,7
P ₂ O ₅ (%)	6,9
K ₂ O (%)	2,2
Umidade (%)	11,7

O esterco foi adquirido já curtido de uma produção bovina local em sacos de aproximadamente 15 quilos.

4.2. Cultivo em vasos

Para o ensaio conduzido em vasos, realizou-se a semeadura de doze sementes em vasos de 20 L, com espaçamento de 10 cm entre plantas, no dia 12 de junho de 2019. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituído de três blocos com os tratamentos de tipos de solos, arenoso (A) e argiloso (G) e 6 diferentes doses de esterco bovino curtido, nomeadas de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 que correspondem a 377, 754, 1131, 1508, 1885 g/vaso e que equivalem à 0, 30, 60, 90, 120, 150 t.ha⁻¹. O croqui experimental é apresentado na Figura 2.

A incorporação do adubo orgânico foi realizada através da mistura manual com enxada para homogeneização do solo utilizado. A irrigação foi realizada diariamente de modo manual, com um volume igual de água aplicado a todos os tratamentos, de acordo com a necessidade da cultura.

Durante todo o ciclo da cultura, foi realizado o controle de pragas, quando necessário, seguindo recomendações para seu cultivo orgânico, utilizando-se de receitas preparadas a base de extratos naturais (SOUZA, 1998). No caso, foi necessária a aplicação de calda sulfocálcica durante a última semana de cultivo para controle de cigarrinhas e lagartas.

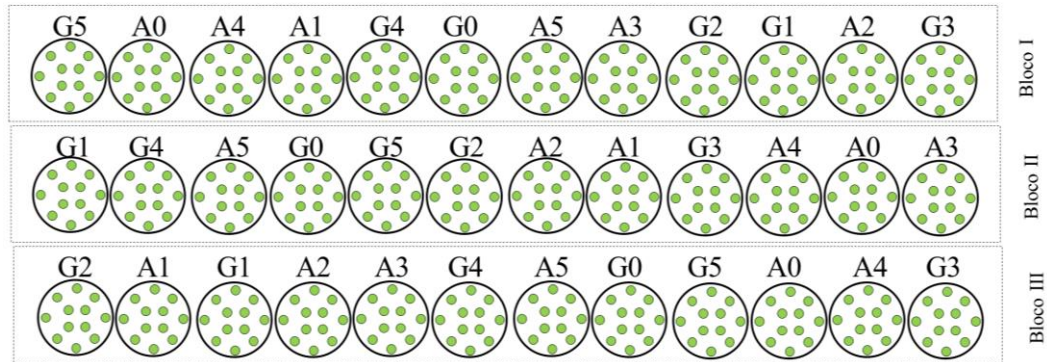


Figura 2. Croqui da disposição dos vasos com os tratamentos testados para a cultura do rabanete. G – solo argiloso, A – solo arenoso, 0 – sem adição, 1 – 30 t.ha⁻¹, 2 – 60 t.ha⁻¹, 3 – 90 t.ha⁻¹, 4 – 120 t.ha⁻¹, 5 – 150 t.ha⁻¹.

A colheita foi realizada 35 dias após a semeadura. Para determinação dos coeficientes técnicos, determinou-se o comprimento (diâmetro longitudinal) e diâmetro transversal dos rabanetes e a massa de matéria fresca e massa de matéria seca dos rabanetes e das folhas.

A secagem das folhas e raízes foi feita em estufa de circulação forçada de ar à 65°C até atingirem massa constante. Além disso, verificou-se a taxa de rabanetes com potencial comercial, através de caracterização visual de atributos como porosidade, tamanho, ausência de deformidades e/ou doenças.

4.3. Cultivo em canteiros

Para o ensaio realizado em canteiros foram mantidas vinte plantas em canteiros com dimensão de 40x60 cm e espaçamento de 8 cm entre plantas e 10 cm entre linhas, sendo seis plantas centrais consideradas a área útil utilizada para as análises. O plantio foi realizado no dia 30 de junho de 2019.

O solo utilizado foi corrigido com calcário (PRNT 85%) até elevar a saturação de bases a 80%, ideal para a cultura calculando-se, portanto, a dose de 27,42t.ha⁻¹., duas semanas antes da montagem do experimento, entendendo que não é o tempo recomendado e que pode ter ocorrido alguma limitação quanto a esse fator.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, onde foram utilizadas 6 doses diferentes de esterco bovino curtido, nomeadas de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 que correspondem a 0, 500, 1000, 1500, 2000 e 2500 g/canteiro,

respectivamente, e que equivalem a 0, 20, 40, 60, 80 e 100 t.ha⁻¹. Cada tratamento contou com três repetições, referente aos três blocos (Figura 3).

A incorporação do adubo foi realizada durante o preparo dos canteiros com auxílio de uma enxada para homogeneização do solo utilizado. A irrigação foi feita diariamente e com a mesma quantidade de água entre os tratamentos.

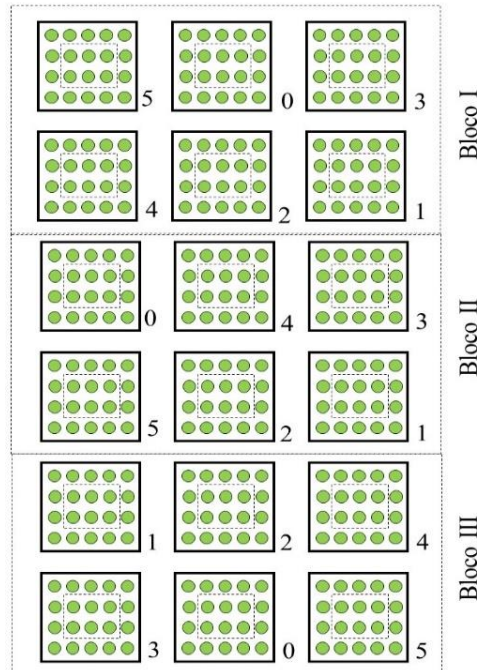


Figura 3. Croqui da disposição dos tratamentos testados para a cultura do rabanete. 0 – sem adição, 1 – 20 t.ha⁻¹, 2 – 40 t.ha⁻¹, 3 – 60 t.ha⁻¹, 4 – 80 t.ha⁻¹, 5 – 100 t.ha⁻¹.

A colheita foi realizada aos 42 dias, quando os rabanetes atingiram padrão comercial, visto que ocorreram temperaturas muito baixas no começo do ciclo da cultura, atrasando seu desenvolvimento. Para determinação dos coeficientes técnicos, mediu-se o comprimento (diâmetro longitudinal) e diâmetro transversal dos rabanetes em sua maior extensão e a massa de matéria seca dos rabanetes e das folhas. A secagem das folhas e raízes foi realizada em estufa de circulação forçada de ar à 65°C até atingirem peso constante.

Além disso, verificou-se a taxa de rabanetes com potencial comercial, através de caracterização visual de atributos como porosidade, tamanho, ausência de deformidades e/ou doenças. Foram considerados, portanto, rabanetes sem isoporização, de formato arredondado, que apresentassem um diâmetro superior a três centímetros.

Durante o período de cultivo em canteiros, foram realizados ao todo três plantios, todos em áreas próximas, porém sem permitir interferência na adubação. No segundo plantio, ocorreu ataque de formigas cortadeiras, do gênero *Atta*, onde houve necessidade de controle com iscas a base de sulfloramida. O controle continuou durante o terceiro cultivo (este utilizado para o presente trabalho) devido a destruição causada pelas mesmas no cultivo anterior.

4.4. Análises estatísticas

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F, utilizando-se o software RStudio 3.2.4 (The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2016) e o teste de Tukey, quando necessário, a fim de determinar diferenças significativas entre as médias a um nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$). Na ANOVA, para os fatores em estudo, considerou-se os delineamentos experimentais descritos nos itens 4.2 e 4.3. Utilizou-se o programa estatístico RStudio 3.2.4 (The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2016) para confecção dos gráficos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimentos em vaso

Os resultados referentes às análises de massa de matéria seca de raiz e de folhas, bem como dos diâmetros dos rabanetes indicam que os cultivos realizados com esterco bovino, independentemente da dose, apresentaram aumento em todos os parâmetros avaliados em solo argiloso (Figura 4 A-D), sendo as doses 1, 3 e 5 as que produziram uma maior quantidade de rabanetes com potencial comercial (Figura 4 E). Mostrando que a adubação com esterco pode ser uma alternativa interessante para a produção de rabanetes, assim como é para outras culturas (BORCHARTT et al., 2011)

Em contrapartida, no cultivo em solo arenoso, apesar do aumento dos diâmetros dos rabanetes, a incorporação de esterco como adubo orgânico não interferiu positivamente na produção de biomassa de raízes e folhas, independentemente da dose (Figuras 4 C e D). Em determinadas doses, os resultados de biomassa foram até inferiores em relação ao tratamento sem adição de adubo. A dose 4 foi a responsável pelo aumento mais significativo em termos da produção de rabanetes com potencial comercial (Figura 4 F).

Na comparação do cultivo nos dois diferentes tipos de solo, fica evidente que, independentemente da dose aplicada do esterco bovino, os melhores resultados foram obtidos nos cultivos em solo argiloso. A manutenção da umidade nesse tipo de solo auxilia a mineralização dos adubos e pode ser o responsável pelo desempenho superior nesse tipo de solo. Uma vez que a absorção dos nutrientes existentes no esterco bovino depende da mineralização, transformando formas orgânicas em formas inorgânicas (NUR AAINAA et al., 2018) e a conservação da umidade é um fator importante para tal conversão (TRINSOUTROT et al., 2000).

Variações na eficiência e dos resultados de produtividade com o uso do esterco bovino são esperadas nas produções orgânicas, uma vez que ele pode ter composições muito diferentes, dependendo da alimentação dos animais e da forma como ele é recolhido, tratado e armazenado (DELVE et al., 2001; GANRY et al., 2001). Além disso, a diferença na retenção de umidade no solo entre os tratamentos pode ocasionar uma variação na liberação de nutrientes provenientes do adubo.

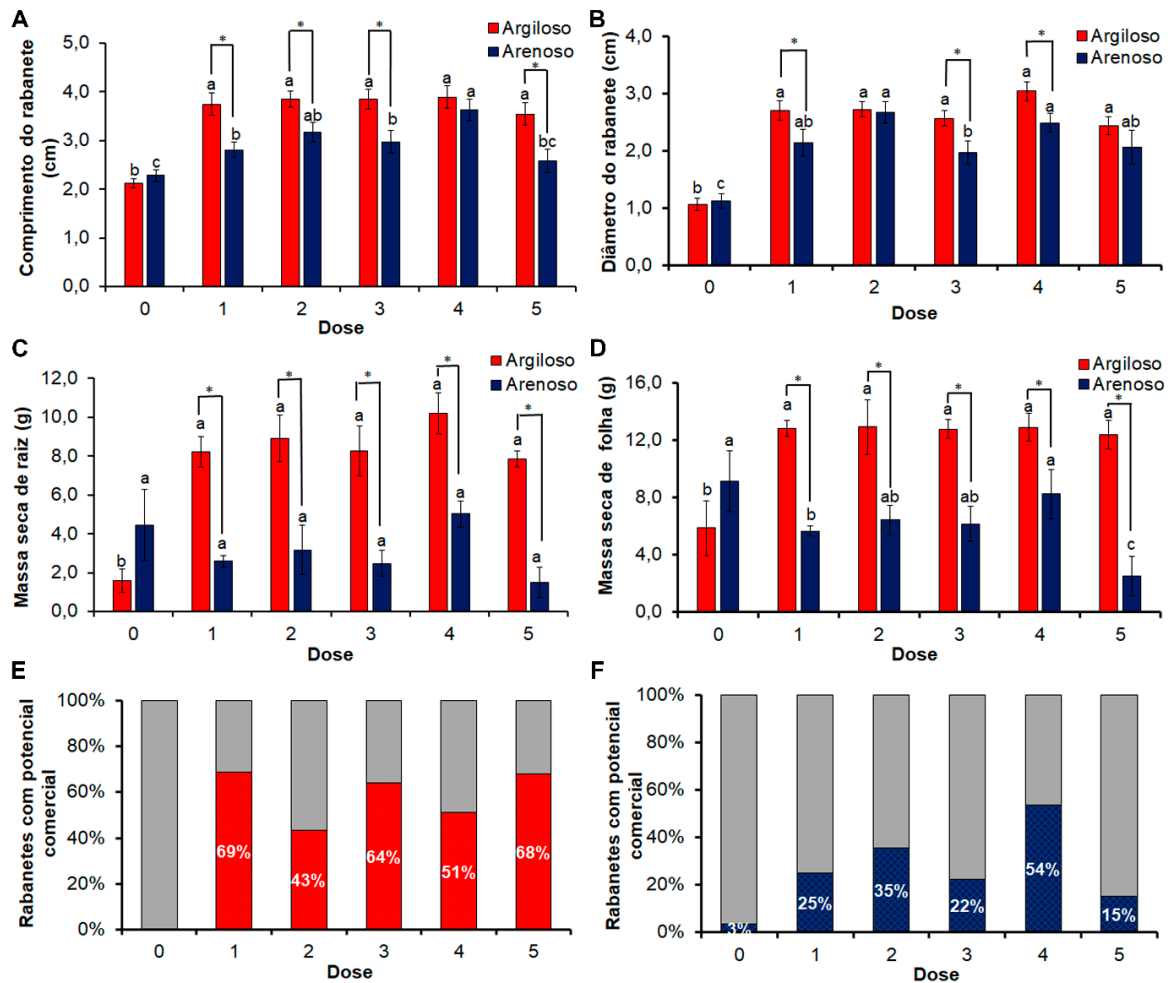


Figura 4. Caracterização dos rabanetes cultivados em vasos em diferentes doses de adubo orgânico. (A) Comprimento (diâmetro longitudinal) médio dos rabanetes; (B) Diâmetro transversal médio dos rabanetes; (C) Massa e matéria seca média de raízes; (D) Massa de matéria seca média de folhas; (E) Porcentagem de rabanetes com potencial comercial cultivados em solo argiloso e (F) Porcentagem de rabanetes com potencial comercial cultivados em solo arenoso. As letras indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as doses em um mesmo tipo de solo (teste de Tukey). O asterisco indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tipos de solo em uma mesma dose de adubo orgânico (teste t-Student). As barras representam o erro padrão das amostras.

5.2. Experimentos em canteiro

No cultivo em canteiro os dados, apresentados na Figura 5, apresenta resultado semelhante com o resultado do cultivo em vasos, demonstrando que

independente da dose utilizada, a produtividade é superior ao tratamento sem adubação.

Os resultados referentes às análises de massa fresca de raiz, massa seca de raiz e de folhas, bem como dos diâmetros dos rabanetes indicam que os cultivos realizados com aplicação do esterco, independentemente da dose, apresentaram um aumento benéfico significativo em todas as características avaliadas (Figura 5 A-E), sendo a dose 2 (1 kg de esterco por canteiro) a melhor dose, pois foi a que se mostrou superior em todos os parâmetros e a que produziu uma maior quantidade de rabanetes com potencial comercial (Figura 5 F). Esse aumento pode ser resultado do aumento da taxa de troca catiônica, que promove um maior acúmulo de água no solo e favorece o desenvolvimento biológico (BORCHARTT et al., 2011). Possibilitando um ambiente que favorece o desenvolvimento da planta, refletindo no crescimento das raízes (rabanetes) e folhas.

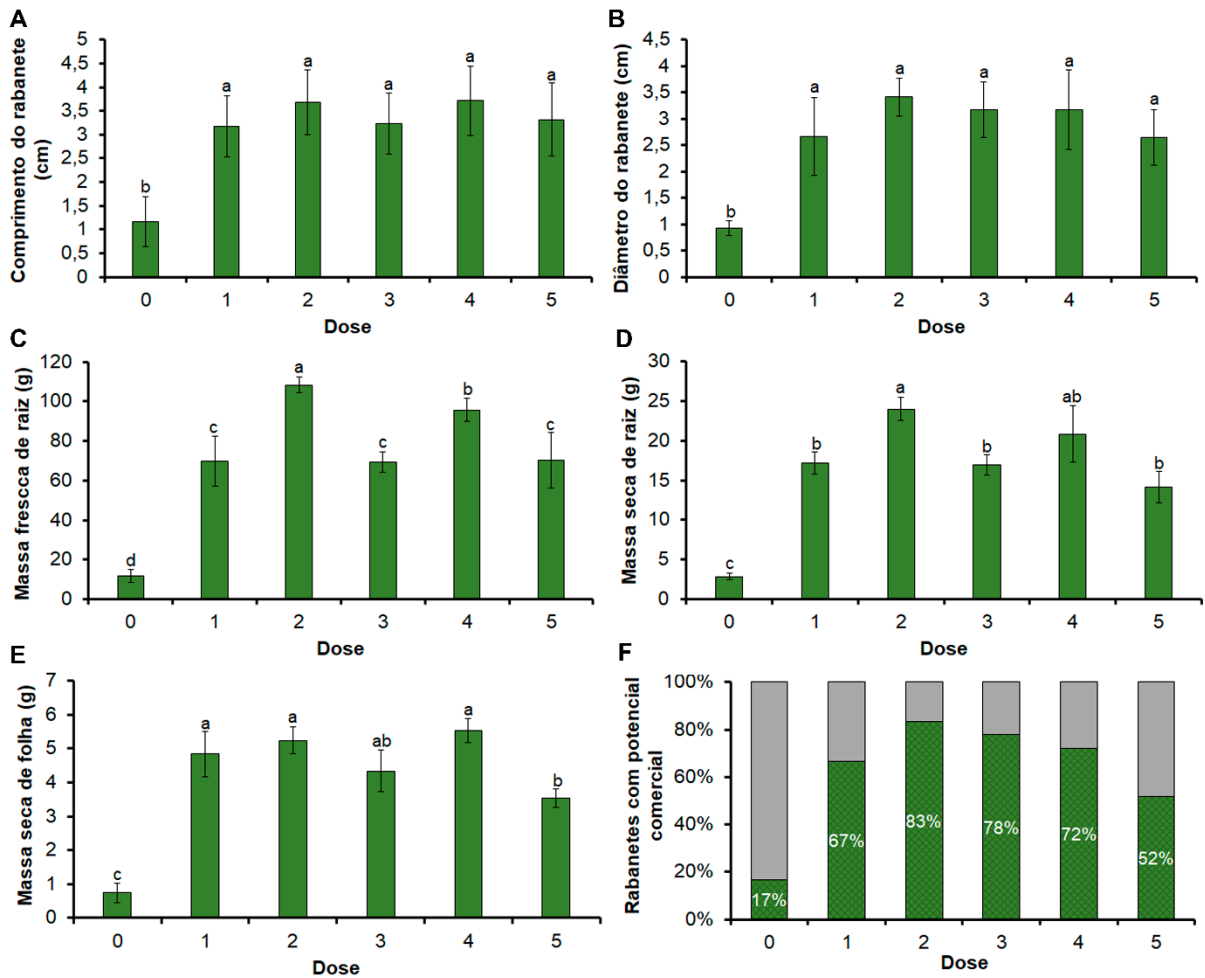


Figura 5. Caracterização dos rabanetes cultivados em canteiros em diferentes doses de adubo orgânico. (A) Comprimento (diâmetro longitudinal) médio dos rabanetes; (B) Diâmetro transversal médio dos rabanetes; (C) Massa de matéria seca média de raízes; (D) Massa de matéria seca média de folhas; (E) Porcentagem de rabanetes com potencial comercial cultivados em solo argiloso e (F) Porcentagem de rabanetes com potencial comercial cultivados em solo arenoso. As letras indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as doses em um mesmo tipo de solo (teste de Tukey). O asterisco indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tipos de solo em uma mesma dose de adubo orgânico (teste t-Student). As barras representam o erro padrão das amostras.

6. CONCLUSÃO

O uso de esterco curtido é benéfico para a cultura de rabanete. O cultivo em solo argiloso se mostrou mais responsivo à aplicação do adubo quando comparado ao cultivo em solo arenoso. Entretanto, para uma melhor avaliação do real efeito desse tipo de adubação na produção de rabanetes, é necessária a repetição dos experimentos executados nesse trabalho com as doses que se demonstraram mais promissoras comparando-as com a adubação química e produção convencional. A melhor dose para adubação no experimento foi de 21,35 t.ha⁻¹..

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. Principais indicadores do setor de fertilizantes. 2020. Disponível em: <http://anda.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 22/12/2020.

AUSTIN, A. T. *et al.* Latin America's nitrogen challenge. *Science*, v. 340, n. 6129, p. 149, 2013.

BENGTSSON, J.; AHNSTRÖM, J.; WEIBULL, A. C. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, v. 42, p. 261–269, 2005.

BORCHARTT, L.; SILVA, I. F.; SANTANA, E. O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB. *Revista Ciência Agronômica Fortaleza*, vol. 2, n. 42, p.482-487, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. Decreto n.86.955, de 18 de fevereiro de 1982.

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.

CARVALHO, H. de P. Metais pesados presentes na água residuária de sistema e exploração leiteira do tipo “freestall”. Tese, São Paulo, ano III, v. 6, p. 1-8, 2º Semestre. 2006.

CECÍLIO FILHO, A. B.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E. e SOUZA, R. J. Deficiência nutricional e seu efeito na produção de rabanete. *Revista Científica*, v. 26, n. 1-2, p. 231-241, 1998.

COSTA, C. C. *et al.* Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, v. 24: p.118-122, 2006.

DELVE, R.J.; CADISH, G.; TANNER, J.C.; THORPE, W.; THORNE, P.J. & GILLER, K.E. Implications of livestock feeding management on soil fertility in the smallholder farming systems of sub-Saharan Africa. *Agric., Ecosyst. Environ.*, v. 84, pp. 227-243, 2001.

DUTRA, R. G. Custos: uma abordagem prática. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

FAO. The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050. Rome: FAO, 2018.

FERNANDEZ-PEREZ, M.; GARRIDO-HERRERA, F.J.; GONZÁLEZ-PRADAS, E.; VILLAFRANCA-SÁNCHEZ, M.; FLORES-CÉSPEDES, F. Lignin and ethyl cellulose as polymers in controlled release formulations of urea. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 108, n. 6, pp. 3796-3803, 2008.

FOLEY, J. A. *et al.* Solutions for a cultivated planet. *Nature*, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

FRANK, P. M. *Introduction to System Sensitivity Theory*. [S.I.]: Academic Press Inc., 1978.

GANRY, F.; FELLER, C.; HARMAND, J.M. & GUIBERT, H. Management of soil organic matter in semiarid Africa for annual cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, v. 61, pp.105- 118, 2001.

GHORMADE, V.; DESHPANDE, M. V.; PAKNIKAR, K. M. Perspectives for nanobiotechnology enabled protection and nutrition of plants. *Biotechnology Advances*, v. 29, n. 6, pp.792–803, 2011.

GONÇALVES, J. S., FERREIRA, C. R. R. P. T., SOUZA, S. A. M. Produção nacional de fertilizantes, processo de desconcentração regional e maior dependência externa. *Informações Econômicas IEA SP*, v. 38, n. 8, 2008.

HAMBY, D. A review of techniques for parameter sensitivity analysis of environmental models. *Environmental Monitoring and Assessment*, [S.I.], v.32, n.2, p.135–154, 1994.

IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*, por B. van Raij, H. Cantarella, J.A. Ouaggio & A.M.C. Furlani. 2.ed.rev.atual. Campinas, Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. 285p.

IVANOVA E., TEUNOU E., PONCELET D. Alginate based macrocapsules as inoculants carriers for production of nitrogen biofertilizers. *Proceedings of the Balkan Scientific Conference of Biology in Plovdiv (Bulgaria)*, pp.90–108, 2005.

KASHYAP, P. L.; XIANG, X.; HEIDEN, P. Chitosan nanoparticle-based delivery systems for sustainable agriculture. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 77, pp.36–51, 2015.

LAPPONI, J. C. *Projetos de Investimento na empresa*. Rio de Janeiro.Elsevier, 2007.

LEITE, I. C. Estudos ecológicos de *Raphanussativus L.* cv. Crimson Giant no efeito do comportamento térmico do solo. 122 f. Monografia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1976.

LINHARES, P. C. F. et al. Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. Revista Verde. Mossoró, v. 5, n. 5, p. 94-101. 2010. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/478/431>> Acesso: 22/08/2019.

MAHESWARAPPA, H. P. et al. Influence of planting material, plant population and organic manures on yield of East Indian galangal (*Kaempferia galanga*), soil physico-chemical and biological properties. Indian Journal of Agronomy, vol. 44, n. 3, p. 651–657, 1999.

MAIA, P. M. E.; AROUCHA, E. M. M.; SILVA, O. M. P.; SILVA, R. C. P e OLIVEIRA, F. A. Desenvolvimento e qualidade do rabanete sob diferentes fontes de potássio. Revista verde, v. 6, n. 1, p. 148–153, 2011.

MENSOZA-CORTEZ, J. W. et al. Cattle manure and N-urea in radish crop (*Raphanussativus*). Ciencia e Investigación agraria. Santiago, v. 37, n.1, p. 45-53, 2010.

MINAMI, K. et al. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. Bragantia, v. 57, p. 169-173, 1998.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. Agricultura natural. 2. ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997. 73 p. (Coleção agroindústria).

NUR AAINAA, H.; HARUNA AHMED, O.; AB MAJID, N.M. Effects of clinoptilolite zeolite on phosphorus dynamics and yield of *Zea Mays L.* cultivated on an acid soil. PLoS One, vol. 13, n. 9, 2018.

OLIVEIRA, G. Q. et al. Aspectos produtivos do rabanete em função da adubação nitrogenada com e sem hidrogel. Journal of Agronomic Sciences, vol. 3, n. 1, p. 89-100, 2014.

OLOWOAKE, A. A. Influence of organic, mineral and organo-mineral fertilizers on growth, yield, and soil properties in grain amaranth (*Amaranthus cruentus L.*). Journal of Organics, vol. 1, n. 1, p. 39–47, 2014.

ORMOND, J. G. P. et. al. Agricultura Orgânica: Quando o Passado é Futuro. BNDES setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

RASUL, G.; THAPA, G. B. Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: An assessment based on environmental, economic and social perspectives. *Agricultural Systems*, vol. 79, p. 327–351, 2004.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* A safe operation space for humanity. *Nature*, v. 461, n. September, p. 472–475, 2009.

RODRIGUES, J. F.; REIS, J. M. R.; REIS, M. A. Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*.v.7, n.2, p. 160-168, 2013.

SANTOS, C. M. P. R. *et al.* Efeito de doses crescentes de composto de lixo no desenvolvimento de *Raphanus sativus*. In: Encontro de iniciação científica, mostra de pós-graduação, 4., 1999. Taubaté. Anais eletrônicos. Taubaté: UNITAU, 1999. Disponível em: <<http://www.unitau.br>>. Acesso em: 22 de ago de 2019.

SCHIPPERS R.R. *Raphanus sativus L.* Record from Protabase. Grubben GJH, Denton OA, editors. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands, 2004. Disponível em: <https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?h=M1,M11,M12,M25,M26,M27,M34,M36,M4,M6,M7&t=Raphanus,sativus&p=Raphanus+sativus#Protologue>. Data de acesso: 15/12/2020.

SILVA, A. F. A. *et al.* Desempenho agrônômico do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 48, n. 2, p. 328-336, 2017.

SOUZA J. L.; REZENDE P. L. Manual de horticultura orgânica. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 843 p., 2006.

SOUZA, J. L. de. Avaliação preliminar dos efeitos da cobertura do solo sobre a nutrição e o desenvolvimento do alho e tomate em sistema orgânico. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1., 1998, Vitória. Palestras e trabalhos técnicos. Vitória, ES : EMCAPA, p. 187, 1998.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, v. 292, n. 5515, p. 281–284, 2001.

TOMLINSON, I. Doubling food production to feed the 9 billion: A critical perspective on a key discourse of food security in the UK. *Journal of Rural Studies*, v. 29, pp.81–90, 2011.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINERES, M.; CHENEBY, D.; NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under non limiting nitrogen conditions. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.64, p.918-926, 2000.

VITOUSEK, P. M. et al. Nutrient imbalances in agricultural development. *Science*, v. 324, n. 5934, p. 1519–1520, 2009.

VITTI, M.R.; VIDAL, M.B.; MORSELLI, T.B.G.; FARIA, J.L.C. Resposta do rabanete a adubação orgânica em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, n.1, p. 1158-1161, 2007.