

IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE CACTÁCEAS NA COMUNIDADE DE GADO BRAVO E O CONHECIMENTO ETNOBOTÂNICO DA POPULAÇÃO LOCAL

Andrezza Rodrigues Vilas Boas¹
Darcy Ribeiro de Castro²
Hugo Aniceto Gomes³
Maria Luíza Abreu⁴
Priscila Oliveira⁵

1. Autora/ Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. andrezzadedeza@hotmail.com
2. Orientador/ Docente do Campus Prof. Gedival Sousa Andrade DCHT XXIV. Universidade do Estado da Bahia. dcastro@uneb.com
3. Co-autor/ Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. eaglle07@gmail.com
4. Co-autora/ Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. mluizabreu.o@outlook.com
5. Co-autora/ Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. Priei_Oliveira11@hotmail.com

RESUMO

A cactácea é o tipo de planta que melhor representa o semiárido pelo fato de conseguirem se sair muito bem em ambientes secos e de solo bem drenado, sua estratégia é acumular bastante água ao longo do seu corpo no curto período chuvoso da caatinga e fazer distribuição e economia bastante funcionais durante o longo período de estiagem. O trabalho aqui apresentado se propôs a registrar o conhecimento que os moradores da Associação do Gado Bravo, no município de Xique-Xique no estado da Bahia, possuem sobre as espécies de cactos daquela região. Para realizar tal feito, adotou-se o uso de entrevistas através de um questionário semiestruturado com perguntas sobre a identificação e uso dos cactos e questões sobre educação ambiental e a preservação do conhecimento sobre cactáceas através das gerações. Foram citadas sete espécies, dentre as quais se destacaram a coroa de frade (*Melocactus Zehntneri*) e a palma (*Opuntia ficus-indica*) enquanto os usos mais frequentes foram alimentação, forragem e medicinal respectivamente. A maioria dos entrevistados alegou ter adquirido seu conhecimento sobre as cactáceas dos seus pais e que transmitiam tal conhecimento aos seus filhos, deixando evidente a importância dos cactos para suas vidas.

Palavras-chave: Semiárido. Cactos. Educação ambiental.

Introdução

O bioma Caatinga, localizado na região semiárida do nordeste do Brasil, ocupa uma área com aproximadamente 850.000 km² perfazendo 11% do território brasileiro (PRADO, 2003). A vegetação predominante nesse bioma possui uma fisionomia bastante diversificada,

podendo apresentar em geral espécies herbáceas, lenhosas e não lenhosas como as cactáceas (LUCENA, et al., 2012). Essa diferenciação de vegetação é decorrente dos vários climas, relevos e solos que a caatinga possui (QUEIROZ, 2009).

Graças ao metabolismo diferenciado, os cactos têm grande destreza em se reproduzir e se desenvolver nos locais com baixa capacidade hídrica. Esses vegetais podem ser considerados como possível recurso alimentar, sendo significativamente importante para o futuro da humanidade, já que atualmente estamos passando por diversas mudanças no clima e a desmedida falta de água em todas as regiões (GOMES, 2014).

A família das Cactáceas possui mais de 125 gêneros e 2000 espécies presentes em todo o mundo. O território brasileiro é considerado como o terceiro maior centro de diversidade dessa família, onde na caatinga é representado por 58 espécies (ALVES, ALVES & PEREIRA). Algumas delas contêm um grande valor cultural e econômico para as populações, podendo ser utilizadas para alimentação, ornamentação, forrageira e fins medicinais (GOMES, 2014). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1990 cerca de 80% das pessoas que viviam em países em desenvolvimento dependiam da utilização de plantas medicinais, sendo essa a única forma de acesso a esses cuidados à saúde. Além de ser comprovada a eficácia do uso de plantas medicinais, levando em conta também seu baixo custo (OLIVEIRA et al., 2010). Os agricultores é uma das populações que possuem o conhecimento sobre a utilização das cactáceas. O conhecimento deles sobre as diversas potencialidades das cactáceas ora mencionadas é decorrente das suas vivências com o ambiente semiárido acumuladas na sua história de vida. Entretanto no Brasil ainda não existe muitos estudos que buscam identificar os conhecimentos etnobotânicos sobre os cactos, ficando a mercê de trabalhos realizados em poucos países como Estados Unidos, México e Cuba.

Objetivo

Identificar as espécies cactáceas da comunidade evidenciando a importância e conhecimento dessas para a população local.

Metodologia

Para esse estudo foi selecionada a comunidade de Gado Bravo, situada no município no município de Xique-Xique no estado da Bahia, pertencente à mesorregião no Vale São-Franciscano da Bahia, região noroeste, entre as coordenadas (-10° 49' 18" S, 42° 43' 52"), uma cidade ribeirinha com cerca de 45.536 habitantes, com média de 587 km de distância da capital Salvador (IBGE 2010). A região é dominada por um clima semiárido, temperatura média anual de 26,1°C e o período chuvoso se apresenta nos meses de novembro e abril (GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA, 2011).

O clima dessa região é caracterizado pelas elevadas temperaturas durante todo ano, temperatura média anual variando entre 18 a 27 °C. Possui baixos índices de chuvas, com grande incidência de raios solares e existem duas estações distintas, uma seca e outra chuvosa. Devido a essas características a evapotranspiração é muito alta e não é compensada pelas chuvas, afetando assim o balanço hídrico (PEREIRA et al., 2009). Os dados etnobotânicos foram coletados durante o mês de maio de 2017. Sendo visitadas 25% das residências da comunidade, desenvolvendo um estudo quantitativo acerca da utilização dos cactos pelos moradores. Os dados foram levantados a partir de uma entrevista aos moradores da comunidade com o uso de um questionário semiestruturado

No primeiro momento ocorreu a observação do local voltada para a presença de cactos e durante essa observação foram registrados dados visíveis, em forma de fotografia, que fossem de interesse da pesquisa.

Antes da realização das entrevistas, houve uma conversa introdutória com os entrevistados, explicando o objetivo do trabalho e assunto que seria abordado. A entrevista utilizada para a pesquisa portava-se com 10 perguntas. Todos os dados obtidos foram dispostos no programa Microsoft Excel (2010) para a obtenção dos percentuais, facilitando o tratamento dos mesmos.

Resultados e Discussão

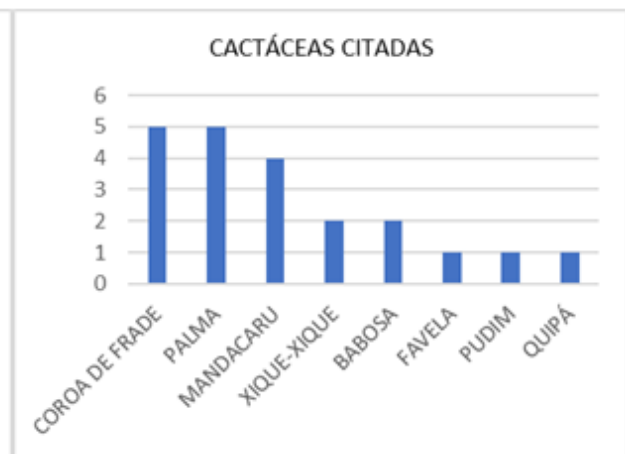
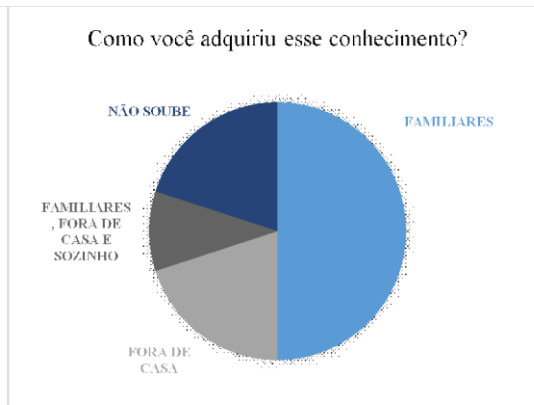
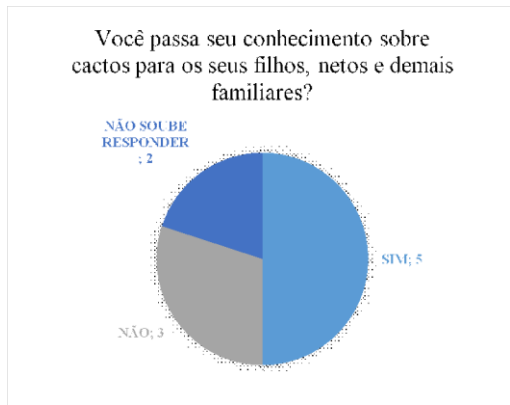
Na comunidade de Gado Bravo registraram-se 7 espécies de cactáceas: coroa de frade (*Melocactus Zehntneri*), palma (*Opuntia ficus-indica*), babosa (*Aloe vera*), xiquexique (*Pilosocereus gounellei*), favela (*Cnidoscolus quercifolius*), quipá (*Tacinga Inamoema*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), houve ainda outra espécie que a entrevistada chamou de pudim, no entanto não encontramos nenhum dado sobre a planta mencionada.

A pesquisa demonstrou uma quantidade maior de mulheres entrevistadas, 6 mulheres e 4 homens, com idades que variam entre 28 e 77 anos. Quando perguntados sobre quais cactos conheciam os mais citados foram a *Melocactus Zehntneri* (coroa de frade) e *Opuntia ficus-indica* (palma), entre outros como mandacaru, xique-xique, favela e quipá.

A população informou que utiliza esses vegetais para fins medicinais (7x), forragem (8x), alimentação (11x) e religiosos (2x). Relataram também que encontram essas plantas na sua própria casa (coroa de frade apenas), na associação (xiquexique, mandacaru, coroa de frade e babosa), fora da associação (xiquexique, mandacaru, coroa de frade, quipá, favela) e cultivo (palma apenas). Além disso, foi descrito as partes do cacto que seriam utilizadas. Ao serem questionados se repassavam seus conhecimentos a respeito dos cactos aos seus familiares ou conhecidos, a grande maioria disse sim (50%), e 30% não. Quanto ao questionamento de como adquiriu tais conhecimentos, a maior porcentagem afirmou (60%) ter sido pelos familiares, enquanto (20%) conhecidos, (20%) na escola, (10%) por experiência própria.

Quando questionados sobre como achavam que esses conhecimentos sobre o uso dos cactos podem ser mais bem valorizados, 40% não soube responder, 30% afirmou que deveria ser por interesse das famílias, 20% respondeu que deveria ser ensinado nas escolas e 10% que deveria ser um conjunto entre família e escola. Foi perguntado ainda se conheciam algum problema relacionado ao uso dos cactos, 100% afirmou não conhecer nenhum.

A partir dos dados obtidos, foi possível gerar alguns gráficos para comparação:



Considerações Finais

O estudo aqui apresentado mostrou a importância das cactáceas em vários aspectos da vida dos moradores da associação do Gado Bravo. Esses são usados como alimento humano, animal e como ornamentação, além de possuir várias propriedades medicinais segundo os moradores. Pode-se observar ainda que pessoas mais velhas possuíam conhecimentos mais sólidos e concretos sobre os cactos que os mais jovens, além de expressarem maior interesse na perpetuação de tal conhecimento pelas gerações futuras.

O senso comum foi a principal forma pela qual os moradores entrevistados obtiveram as informações sobre as cactáceas, revelando a importância desse tipo de educação ambiental para a comunidade.

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, fica evidente a necessidade de novos estudos que possam avaliar se o número de espécimes de cactáceas encontradas ali é satisfatório.

Sugere-se ainda a implantação de estratégias de educação ambiental contínua, para que se possa evitar o extrativismo e melhorar o aproveitamento dessa flora tão importante para o sertanejo.

Bibliografia



GOMES, Guilherme Renato. FAMÍLIA CACTACEAE: BREVE REVISÃO SOBRE SUA DESCRIÇÃO E IMPORTÂNCIA. 2. Ed. Paraná: Revista Técnico-Científica do CREA-PR, 2014. 10p.

LUCENA, C. M. et al., (b). Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da paraíba (nordeste, brasil). Biotemas, 25 (3), 281-291, setembro de 2012.

PEREIRA JL. 2009. Estrutura demográfica e fenologia reprodutiva de *Cereus hildmannianus* K. Schum. (Cactaceae), em uma restinga arbustiva no município de Jaguaruna, Santa Catarina. Dissertação de mestrado em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Santa Catarina -UFSC. 436 p.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R., TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. da (Org.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife-PE: Ed. Universitária da UFPE, Cap. 1, p. 3-74. 2003.

QUEIROZ, L.P. Leguminosas da Caatinga. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2009.

ÓLEOS ESSENCIAIS NO MANEJO DA PODRIDÃO MOLE EM PIMENTÃO

Camila de Oliveira Almeida¹,
Monaliza Marques Morais¹,
Edilania Pereira da Silva¹,
Marcia Ferreira Queiroz¹,
Karol Alves Barroso¹,
Ana Rosa Peixoto¹.

1. Universidade do Estado da Bahia. camiladeoliveiraalmeida02@gmail.com;
monaliza28marques@hotmail.com; edilania.pereira767@gmail.com;
marcyabioagro@gmail.com; anarpeixoto@gmail.com

RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pode ser lesionado por diversas fitobacterioses, destacando-se a podridão mole, causada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Brasiliensis* (Pcb). O controle químico é considerado pouco eficiente e antieconômico. A conscientização acerca dos problemas ambientais causados pelo uso de agroquímicos, e a consequente busca pela redução de seu uso, permite avanços das pesquisas na obtenção de tecnologias e produtos para o manejo fitossanitário, evidenciando a necessidade de novas alternativas, que sejam eficazes para o controle da doença. Nesse contexto, o trabalho objetivou avaliar a eficácia de óleos essenciais no controle da podridão mole, causada por Pcb, *in vitro* e *in vivo* de pimentão. Foram avaliados os óleos essenciais de (*Cymbopogon winterianus*), (*Citrus bergamia*), (*Melaleuca alternifolia*), (*Syzygium aromaticum*) e (*Cymbopogon citratus*), nas respectivas concentrações: 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1%. Utilizou-se um isolado de Pcb obtido da Coleção de Bactérias do Laboratório de Fitopatologia localizado na Universidade do Estado da Bahia, Campus III. No experimento *in vitro*, o meio CPG (caseína-peptona-dextrose-ágar) misturado a cada óleo emulsionado com tween 20 (1:1), em sua respectiva concentração, foi vertido em placas de Petri. Cada placa foi inoculada com uma alíquota de 10 µl contendo a suspensão bacteriana 1×10^5 UFC/mL⁻¹ ajustada no fotocolorímetro (Photometer®) a 570 nm de absorvância, de acordo com equação pré-estabelecida, onde $A_{570} = 0,36$ equivale a 1×10^9 UFC/mL⁻¹. As placas foram vedadas e mantidas na BOD. A testemunha consistiu na adição apenas do Tween 20, sem incorporação de óleos essenciais. A avaliação foi realizada 48 horas após a instalação do experimento e consistiu no método de contagem das colônias obtidas. No manejo *in vivo*, foram adquiridos pimentões sadios, todos com o mesmo nível de maturação e posteriormente higienizados. Logo após foi realizado a pulverização dos óleos essenciais. A inoculação ocorreu via seringas devidamente esterilizadas com 10 µl da suspensão bacteriana 1×10^9 UFC/mL⁻¹. Os pimentões foram mantidos em câmara úmida e a avaliação consistiu em duas medidas diametralmente opostas, a cada 6 horas durante 36 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4 (cinco óleos essenciais x quatro concentrações), com cinco repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott. Verificou-se que o óleo essencial de capim limão não se diferiu da testemunha nos dois ensaios, tornando o produto menos eficaz. Já os óleos de

bergamota, melaleuca, cravo e citronela foram significativamente melhores que a testemunha, tornando um ótimo método alternativo para o controle da podridão mole em pimentão.

Palavras-chave: Controle alternativo, podridão mole, óleos essenciais, pimentão.

Introdução

O pimentão, *Capsicum annuum* L. (Solanaceae), é uma hortaliça de grande importância socioeconômica para o Brasil. Possui alto valor alimentício e é oriundo do continente latino-americano, sobretudo do México e da América Central. Constitui sendo uma excelente alternativa de produção para as áreas irrigadas e de sequeiro do semiárido nordestino, pois é de fácil adaptação às diversas condições edafoclimáticas (LORENTZ *et al.*, 2002).

Os frutos do pimentão são ricos em vitamina C (DAL'COL, 2005). Os pimentões em geral são cultivados em todo território brasileiro e utilizadas usualmente na culinária, porém é ingrediente típico em algumas regiões, principalmente o nordeste e norte (BUSO *et al.*, 2007).

O cultivo de hortaliças apresenta grande destaque na produção agrícola brasileira. Em 2012, a produção total de hortaliças foi de 19,3 milhões de toneladas colhidas, ocupando uma área cultivada de 809 mil hectares (ha) (Vilela & Luengo, 2011; IBGE, 2012).

As cultivares de pimentão geralmente são muito suscetíveis a ataque de doenças e pragas, não suficiente, existem poucos produtos registrados para a cultura, que acaba por serem mais fáceis às infestações de pragas. Há tempos, o pimentão é considerado uma das culturas com maiores usos de produtos fitossanitários, surpreendentemente é que a maioria dos produtos não é destinada ao pimentão e sim a outras culturas, isso gera uma grande contaminação, tanto ambiental, como humana. Assim um dos maiores problemas na produção do pimentão é conseguir alta produção e sanidade das plantas, com menor uso de agrotóxicos (GUIMARAES, 2011).

Segundo Lopes (2007) uma das principais doenças para as solanáceas em geral é a podridão mole, causada por *Pectobacterium sp.* Essa bactéria pode causar o apodrecimento de toda a planta, sendo os pontos mais sensíveis ao ataque inicial da doença aqueles onde há um acúmulo de água, como as bifurcações do caule e a região peduncular dos frutos, inviabilizando a parte comercializada. O controle químico é considerado pouco eficiente e antieconômico (KUROZAWA & PAVAN, 2005). A conscientização acerca dos problemas ambientais causados pelo uso de agroquímicos, e a consequente busca pela redução de seu uso, permite avanços das pesquisas na obtenção de tecnologias e produtos para o manejo fitossanitário (SILVA, *et al.*, 2010). Nesse enfoque, o controle alternativo através da utilização de produtos naturais, dentro do manejo integrado de doenças de plantas tem se mostrado uma ferramenta potencial na proteção de plantas, entre eles, os óleos essenciais, possuidores de substâncias bioativas envolvidas na atividade antimicrobiana. Apesar do potencial de óleos essenciais no controle de fitopatógenos, inclusive sobre *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* (Jones) Hauben *et al.*, não existem pesquisas utilizando óleos essenciais para o controle da podridão mole em pimentão.

Objetivos

Objetivo geral do trabalho foi avaliar métodos alternativos que sejam menos agressivos ao meio ambiente, a saúde humana e que sejam eficazes no controle da *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* (Pcb) causadora da podridão mole, doença essa, que possui grande importância no comprometimento da integridade e vida útil de várias hortaliças, incluindo pimentões.

Material e Métodos

O isolado *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* foi obtido da Coleção de Bactérias do Laboratório de Fitopatologia, localizado na Universidade do Estado da Bahia, Campus III, sendo provenientes de frutos de pimentão com infecção natural, estando preservado em água destilada esterilizada (ADE) (Mariano & Silveira, 2005).

O teste de patogenicidade foi realizado introduzindo-se a ponta de um palito esterilizado, após tocar em uma colônia de *Pcb*, em pimentões sadios (Takatsu et al., 1981). Os frutos foram mantidos em câmara úmida (umidade relativa de $92 \pm 4\%$) por 48 horas, até o aparecimento dos sintomas típicos da doença, procedendo-se ao reisolamento do patógeno (Figura 1).

O isolado *Pcb* foi cultivado em meio CPG (caseína hidrolisada 1g, peptona 10g, dextrose 10g, ágar 18g, água destilada 1000mL) pelo método de estrias (Mariano & Siqueira, 2005) por 24 - 48 horas. Após este período, ADE foi adicionada a placa de Petri contendo o crescimento bacteriano e a concentração da suspensão foi ajustada em fotocolorímetro (Photometer®) a 570 nm de absorvância, de acordo com equação pré-estabelecida, onde $A_{570} = 0,36$ equivale a 1×10^9 UFC/mL⁻¹.

Foram selecionados cinco óleos essenciais para avaliação da atividade antimicrobiana contra a bactéria *Pcb*, sendo eles: Citronela (*Cymbopogon winterianus*), Bergamota (*Citrus bergamia*), Melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), Cravo (*Syzygium aromaticum*) e Capim limão (*Cymbopogon citratus*), em quatro diferentes concentrações: 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1%.

Para realização do experimento *in vitro* o meio CPG foi emulsionado em um béquer com o óleo essencial e o Tween 20 (1:1) e posteriormente, vertido nas placas de Petri, possuindo 5 cm de diâmetro. Após a solidificação, as placas foram entreabertas e pipetadas com 10 µl da suspensão bacteriana ajustada para 1×10^5 UFC/ml⁻¹, obtido através do teste de diluição, para que possa obter o número máximo de colônias contáveis. Logo após, as placas foram vedadas e mantidas na incubadora BOD $\pm 28^\circ\text{C}$. A avaliação ocorreu 48 horas após a instalação do experimento e deu-se com a contagem das colônias obtidas.

No manejo pós-colheita, os frutos foram adquiridos com o mesmo nível de maturação e acondicionados 15 minutos em água com 7% de hipoclorito de sódio para máxima higienização, e posteriormente foram enxaguados em água corrente e dispostos sobre a bancada para secagem. Logo após, os mesmos foram pulverizados com as diferentes concentrações dos óleos essenciais juntamente com Tween 20 (1:1). A inoculação foi realizada com a suspensão bacteriana ajustada em (1×10^9 UFC/mL⁻¹). Após seis horas, foram marcados dois círculos na superfície dos frutos, um em cada extremidade, e efetuados dois ferimentos (2 mm de profundidade) equidistantes em cada área (Mariano & Silveira, 2005), com o auxílio de um alfinete entomológico. Sob os ferimentos foi depositado 10 µl da suspensão, já mencionada anteriormente. Os frutos foram incubados em câmara úmida (umidade relativa de $92 \pm 4\%$) segundo a metodologia de Melo et al. (1995), e mantidos na temperatura ambiente $\pm 25^\circ\text{C}$ e umidade atmosférica $\pm 53\%$. As avaliações foram realizadas a cada seis horas após a inoculação inicial, sendo a última realizada 48 horas após inoculação. Os diâmetros das lesões foram medidos, para determinar os seguintes componentes epidemiológicos: a) Período de incubação da doença (PI), que corresponde ao período entre a inoculação e o início dos sintomas, em horas; b) Incidência da doença (INC); c) Severidade da doença (SEV), obtida pelo comprimento da lesão em sentidos diametralmente opostos; d) Área abaixo de progresso da doença (AACPD), calculada pela expressão: $\text{AACPD} = \sum (y_i + y_{i+1})/2 \cdot dt_i$, onde y_i e y_{i+1} são os valores de severidade observados em duas avaliações consecutivas e dt_i o intervalo entre as avaliações (Shaner et al., 1977).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 5 x 4 representado por cinco óleos essenciais e quatro concentrações, mais a testemunha que

recebeu apenas o tratamento com Tween 20. Foram utilizados cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por uma placa no experimento *in vitro* e por dois furos em cada fruto no manejo pós-colheita.

Todos os experimentos foram repetidos. Os dados obtidos foram analisados quanto aos pressupostos da análise de variância (ANOVA) e submetidos a testes de comparação de média (Scott-Knott) ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Assistat® (Statistical Assistance Versão 7.7 pt).

Resultados e discussões

O teste de patogenicidade foi realizado com sucesso, ao reproduzir os sintomas de podridão mole quando inoculada em pimentão sadio com o auxílio do palito de dente esterilizado, demonstrando que o isolado de Pcb encontrava-se patogênico.

No ensaio *in vitro*, os óleos essenciais de melaleuca, cravo, bergamota e citronela, independentemente da concentração utilizada, inibiram completamente o crescimento da *Pectobacterium sp.* ($P \leq 0,05$), após 48h de incubação a 28°C. Já o óleo essencial de capim limão, não inibiu significativamente o crescimento bacteriano em relação à testemunha ($P \leq 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito *in vitro* da utilização de óleos essenciais em diferentes concentrações no controle da podridão mole.

Óleos Essenciais	Concentrações				Testemunha
	0,25%	0,50%	0,75%	1%	
Bergamota	0.000aA	0.000aA	0.000aA	0.000aA	467.400bC
Cravo	1.600aA	0.000aA	0.000aA	0.000aA	467.400bC
Citronela	6.000aA	1.200aA	0.000aA	0.000aA	467.400bC
C. Limão	144.200bB	151.000bB	135.000bB	26.800bB	467.400bC
Melaleuca	0.000aA	0.000aA	0.000aA	0.000aA	467.400bC
CV%	30.83				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Sendo as letras minúsculas representada pelas linhas e as maiúsculas representada por colunas. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

No teste pós-colheita, todos os frutos apresentaram sintomas da doença, dessa maneira o parâmetro incidência da doença (INC) não se diferiu estatisticamente nos tratamentos utilizados. Dentre os óleos essenciais avaliados, o que obteve os menores valores de PI e os maiores valores de SEV e AACPD foi óleo essencial de capim limão, demonstrando ser o produto alternativo com menor eficiência no manejo da Pcb, confirmando assim, o ensaio realizado *in vitro* ($P \leq 0,05$). Entretanto, o óleo essencial de capim limão é mencionado por outros autores como bastante eficiente no manejo da podridão mole. Jeong et al., (2009) verificaram que o óleo de *Cymbopogon citratus* (Capim Limão) apresentou atividade inibitória em diferentes concentrações (0,25; 0,5 e 1,0%) sobre três isolados de *Pectobacterium sp.*, observando-se a completa inibição do crescimento bacteriano após 48 h de incubação. Mishra & Dubey (1994) verificaram que o óleo essencial de *C. citratus* inibiu o

crescimento do fungo *Aspergillus flavus*, sendo a Concentração Mínima de Inibição (MIC) 3000 ppm. Os autores verificaram que o citral, monoterpene presente em maior concentração nesse óleo essencial, não interferiu na germinação de sementes e no crescimento das plântulas de arroz. Estes resultados não se verificam com os alcançados no presente trabalho, no qual foram testadas as mesmas dosagens e, no entanto, não foi observado efeito inibitório sobre o crescimento do isolado. Isto pode ser explicado pela diferença na procedência do óleo que inclui condições de cultivo, espécies e partes de plantas, estações do ano, áreas geográficas e métodos de extração, entre outros (BURT, 2004), e ainda pela alta variabilidade do patógeno (ALVARADO et al., 2011).

Os dados alcançados demonstram que os óleos essenciais de melaleuca, cravo, bergamota e citronela superaram igualmente a testemunha ($P \leq 0,05$) nas variáveis analisadas: PI, SEV e AACPD, demonstrando assim, serem os melhores mecanismos no manejo pós-colheita da podridão mole em pimentão no presente ensaio (Tabela 2). Apesar da ausência de relatos sobre a ação dos óleos essenciais no controle da podridão mole em pós-colheita de pimentões, existem resultados promissores utilizando esses produtos em outros patossistemas. Abreu (2006) verificou que os frutos do tomateiro cultivado a campo submetido a pulverizações com óleos essenciais para controle de *A. solani* apresentaram maior vida útil pós-colheita, em ambiente natural. Costa et al. (2008) constataram que o óleo puro de *C. winterianus* (citronela) foi mais efetivo do que o antibiótico tetraciclina na inibição do crescimento de seis isolados de *Pcc*, e quando diluído apresentou concentração inibitória mínima de 1% para todos os isolados.

Tabela 2: Efeito da utilização de óleos essenciais no controle podridão mole em pós-colheita de pimentões.

Óleos Essenciais	PI ^a (horas)	SEV ^b	AACPD ^c
Bergamota	7,92 ^a	1,62a	21.73 ^a
Cravo	8.16 ^a	1.59a	23.82 ^a
Citronela	7.44 ^a	1.55a	22.86 ^a
Capim Limão	6.00b	2.01b	30.47b
Melaleuca	8.04a	1.55a	22.44a
Testemunha	6.00b	2.57b	37.47b
CV%	30.83	15.99	23.00

^aPeríodo de incubação (PI); ^bSeveridade da doença (SEV); ^cÁrea abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ($P \leq 0,05$) de acordo com o teste de Scott-Knott.

Considerações finais

Apenas o óleo essencial de capim limão teve pouca eficiência, não diferindo estatisticamente da testemunha, sendo verificado tanto no ensaio *in vitro*, como em pós-colheita de frutos de pimentão. Contudo, os óleos essenciais de bergamota, cravo, melaleuca e citronela diferiram estatisticamente da testemunha, mas não tiveram diferença estatística com relação às concentrações utilizadas, portanto são alternativas bastante eficazes no manejo da podridão mole, independentemente da concentração manuseada.

Referências bibliográficas:

ABREU, Carlos Luiz Milhomem de. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais. 2006. ix, 71 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências

ALVARADO ICM; MICHEREFF SJ; MARIANO RLR; SILVEIRA EB; QUEZADO-DUVAL AM; REZENDE LV; CARDOSO E; MIZUBUTI, ESG. 2011. Characterization and variability of soft-rot causing bacteria in Chinese cabbage in Northeastern Brazil. *Journal of Plant Pathology* 93:173-181.

BURT S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology* 94:233-253.

BUSO, José Amauri et al. Pimenta (*Capsicum* spp.): Apresentação. 2007. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html>.

DAL'COL, Leandro Homrich Lorentz Alessandro; BOLIGON, Lúcio Alexandra Augusti; STORCK, Sidinei José Lopes Lindolfo. Variabilidade da produção de frutos de pimentão em estufa plástica. *Ciência Rural*, v. 35, n. 2, 2005.

EDGINGTON, L.V.; KHEW, K.L. & BARRON, G.L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. *Phytopathology*, v.61, n.1, p.42-44, 1971.

GUIMARAES, Jorge Anderson et al. Pesquisa de Orçamentos Familiares: Tabela de Medidas Referida para os Alimentos Consumidos no Brasil. 2011. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50000.pdf>>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Situação da produção e área de hortaliças no Brasil. Disponível em http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças_em_numeros/hortaliças_em_numeros.htm.

JEONG MR; PARK PB; KIM DH; JANG YS; JEONG HS; CHOI SH. 2009. Essential oil prepared from *Cymbopogon citrates* exerted an antimicrobial activity against plant pathogenic and medical microorganisms. *Mycobiology* 37:48-52.

KIKUMOTO, T. (1980). Ecological aspects of soft rot bacteria. Report of the Institute for 546 Agricultural Research, 31, 19-41.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A.; Doenças das Solanaceas. Manual de Fitopatologia – Doenças das plantas cultivadas. Vol. 2. 3ª Ed. Editoras Ceres, São Paulo – SP. 2005, p. 589-596.

LOPES, Carlos A.. Pimenta (*Capsicum spp.*): Doenças. 2007. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/doencas.html>.

LORENTZ, L. H. et al. Estimativa da amostragem para pimentão em estufa plástica. Horticultura Brasileira, In: 52 Congresso Brasileiro de Horticultura, Salvador. Resumos... Salvador, 2002. 1 CD-ROM.

MARIANO RLR; SILVEIRA EB. 2005. Manual de práticas em fitobacteriologia. 2ª Ed. Recife: UFRPE. 184p.

MELO, R. A. G.; Mariano, R. L. R.; Michereff, S. J.; Menezes, M.; Coelho, R. S. B. Controle biológico da podridão-mole do pimentão (*Capsicum annum*) causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 21, p. 206-212, 1995.

PÉROMBELON, M. C. M.; KELMAN, A. Ecology of the soft rot erwinias. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v.18 p.361-387,1980.

SHANER, G.; Finney, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology, Saint Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SILVA MB; MORANDI MAB; JUNIOR TJP; VENZON M; FONSECA MCM. 2010. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas In: VENZON M; JÚNIOR TJP PALLINI (coord.). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: EPAMIG. p. 33-54.

TAKATSU, A.; Mello, S. C. M.; Garcia, E. S. O. B. Fruto de pimentão como meio parcialmente seletivo para isolamento de *Erwinia carotovora*. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 6, n. 3, p. 550-551, 1981.

VILELA, NJ; LUENGO, RFA. 2011. Produção e consumo de hortaliças. In: LUENGO, RFA & CALBO, AG (ed). Pós-colheita de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.13-26. .

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE MILHO E MOBILIDADE DE P E K EM SOLOS QUE RECEBERAM APLICAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS

Danilo César de Mello¹
Saulo Henrique Barroso²
João Luiz Lani³
João Paulo Atsunari Tavares Tamayose⁴
Gilberto Fernandes Corrêa⁵

1. Estudante de Graduação/Agronomia. Universidade Federal de Viçosa.
danilo.mello@ufv.br
2. Estudante de Graduação/Geografia. Universidade Federal de Viçosa. barroso@ufv.br
3. Professor titular UFV/Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal de Viçosa (UFV).
joaoluizlani@gmail.com
4. Estudante de Graduação/Agronomia. Universidade Federal de Viçosa.
joao.paulo.tavares.14@gmail.com
5. Professor titular UFU/Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
gfcorrea@ufu.br

RESUMO

No sistema atual de criação de suínos em confinamento há uma grande produção de chorume. Estes eram até muito recentemente, em razão da falta de legislação específica, descartados em cursos d'água resultando em efeitos desastrosos ao meio ambiente. Pesquisas levantaram várias opções como uso alternativo, como exemplo, utilização como fertilizante e fonte de matéria orgânica. Baseados nisto, é que foram aplicadas à superfície, em dois solos representativos do Planalto de Viçosa-MG, em condições de casa de vegetação (vasos), doses correspondentes a 0,0; 1,7; 3,4; 6,8 e 13,6 t ha⁻¹ com base na matéria seca. Nestes vasos foram plantadas sementes de milho (AG 612) e após 42 dias foi feita a colheita do experimento cujos objetivos foram avaliar o efeito da aplicação de dejetos de suínos no rendimento de matéria seca e na mobilidade de P e K nos solos. Conclui-se que as doses de chorume aumentaram os teores de matéria seca e também os de P e de K nas duas profundidades de amostragem (0 – 3 cm e 3 – 16 cm).

Palavras-chave: biossólido, milho – matéria seca, potássio e fósforo.

Introdução

Os atuais sistemas de suinocultura, caracterizam-se pelo confinamento dos animais durante todo ciclo produtivo. Durante essa atividade, ocorre um constante acúmulo de dejetos que, na maioria dos casos, são descartados em cursos de água. Como resultado, há ocorrência de impactos negativos ao ambiente, devido ao seu alto grau de contaminação, seja do solo, água, atmosfera e seres vivos, podendo ocasionar, o aparecimento de patologias no seres humanos, aparecimento de pragas domésticas, além de outros problemas ambientais que provocam um desequilíbrio das condições ambientais (RIZZONI, 2012).

Existem outras alternativas de destino dos dejetos de suínos produzidos nas criações confinadas, tais como: tratamento por meio de biodigestores com consequente produção de biogás, minimizando o efeito estufa do gás metano (CH₄) presente nos dejetos, e consequentemente funcionando como uma fonte alternativa de produção de energia, diminuindo os custos operacionais do estabelecimento produtivo. Desse modo, a utilização de dejetos suínos, como fertilizante, é a prática mais difundida entre os produtores, devido ao menor custo de implantação estruturais e facilidades operacionais, porém a utilização como fertilizante orgânico, não substitui um pré tratamento antes da deposição do mesmo na lavoura (RIZZONI, 2012; CARDOSO; OYAMADA; SILVA, 2015).

Por ser fonte de matéria orgânica e potencial agente fertilizante, os dejetos permitem ao produtor economizar na compra de fertilizantes minerais (CERETTA et al. 2003; MORAES et. al. 2014). Contudo, a adequação dos dejetos suínos como fertilizantes, deve considerar o tipo de manejo e tratamento realizado, que está diretamente ligado à qualidade, quantidade e tipo de resíduo gerado na propriedade, pois o manejo, considera o tipo de produção e os ciclos produtivos da propriedade, juntamente com as necessidades fisiológicas do cultivar, tipo de solo e aspectos climáticos da região (CARDOSO; OYAMADA; SILVA, 2015).

A utilização de compostos orgânicos objetivando melhorar as condições agronômicas dos solos é uma das mais antigas práticas agrícolas existente, devido a melhora aparente da lavoura, mesmo sem conhecimento científico positivista sobre esta prática (FEITOSA FILHO, 1990 apud FOGEL et.al. 2013). Os dejetos de suínos apresentam grandes variações na composição mineral e orgânica, em função do tipo de exploração, da alimentação dos animais e da forma como os dejetos são manuseados e armazenados. Cerca de dois terços do fósforo (P) presente nos dejetos está em formas não solúveis em água, fazendo parte de estruturas orgânicas. Por outro lado, o potássio (K) se encontra totalmente em formas inorgânicas e solúveis, o que implica num efeito residual muito curto e com potencial de ocorrência de perdas para o sistema quando comparado com o P. No entanto, a utilização de doses semelhantes de P na forma de esterco e de outras fontes orgânicas pode favorecer o transporte de P no solo em comparação aos fertilizantes minerais (NOVAIS & SMYTH, 1999).

Diversos trabalhos reportaram os efeitos positivos da aplicação de dejetos de suínos nas propriedades químicas, físicas e na intensificação das atividades microbiana e enzimática dos solos, juntamente com processos de recuperação de pastagem degradadas por pecuária extensiva de baixo investimento na conservação da qualidade do solo (EPSTEIN et al., 1976; VASCONCELOS & CABRAL, 1996; CHATEAUBRIAND, 1988; CERETTA et al., 2003; FOGEL et al. 2013). Os efeitos nos rendimentos das culturas também têm sido amplamente destacados, especialmente com gramíneas (ADELI & VARCO, 2001; CERETTA et al., 2003; FOGEL et al. 2013). Todavia, são escassos trabalhos avaliativos da disponibilidade e mobilidade de P e K no solo como resultado da aplicação de dejetos de suínos associados à calagem, seguida de incorporação.

Objetivo(s)

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito da aplicação de dejetos suínos no rendimento de matéria seca de milho e na mobilidade de P e K em duas diferentes classes de solos, típicos da região geomorfológica denominada "Mares de Morros".

Metodologia

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – MG. Foram utilizados dois solos com características diferentes e sob coberturas vegetais distintas, típicos da região do Planalto de Viçosa. Um dos solos utilizados foi o Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) de textura franco-argilo-arenosa sob área de pastagem de capim pernambuco (*Paspalum maritimum* Trin) e o outro foi um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) de textura argilosa sob área de pastagem com capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv).

Amostras de solos foram coletadas na camada superficial (0-20 cm), submetidas análises físico-químicas (EMBRAPA, 1997) e posteriormente foram destorroadas, homogeneizadas, secas ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm, sendo metade das amostras do LVA incubadas com uma mistura de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, na relação estequiométrica de 4:1, por um período de 30 dias (CFSEMG, 1999).

Foi utilizado como dejetos de suíno, o chorume (fezes + urina + água de lavagem), coletado em pocilga localizada nas proximidades do córrego Paraíso, região de Viçosa, que após secagem a 60o C foi caracterizado quimicamente, conforme métodos preconizados em Sarruge & Haag (1974) e Jackson (1979).

Em cada vaso, os dejetos de suínos foram aplicados na superfície, em doses correspondentes a 0,0; 1,7; 3,4; 6,8 e 13,6 t ha⁻¹ com base na matéria seca (ms.) do chorume, o que equivaliu à aplicação de 0,0; 2,21; 4,42; 8,83 e 17,66 g vaso⁻¹ de dejetos. Adicionalmente, foi estudado o efeito da aplicação correspondente a 6,8 t de ms ha⁻¹, porém incorporadas ao volume de material de solo contido no vaso.

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial com tratamentos adicionais do tipo (3 x 5) + 3, que corresponderam a três solos Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), Latossolo Vermelho-Amarelo sem calcário (LVAs/c) e Latossolo Vermelho-Amarelo com calcário (LVAc/c), cinco doses de dejetos de suínos mais três tratamentos adicionais referentes à dose de 6,8 t ha⁻¹ de dejetos em cada solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, totalizando 54 unidades experimentais. A unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 3 dm³ contendo 2,6 kg da mistura solo + dejetos suíno.

Dez dias após a aplicação das doses de dejetos de suínos, em cada unidade experimental foram semeadas seis sementes de milho (AG 612). Decorridos sete dias do plantio, foi realizado um desbaste, deixando-se três plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo (CC), por meio de irrigações diárias com água destilada.

Aos 42 dias após a semeadura efetuou-se a colheita do experimento cortando-se a parte aérea das plantas a cerca de 1,0 cm da superfície do solo. O material vegetal (parte aérea) foi seco em estufa com ventilação forçada a 70o C por 72 h e, em seguida, determinou-se o peso da matéria seca. Após a colheita foram retiradas de cada vaso, com auxílio de um trado com 3,8 cm de diâmetro interno, amostras de solo nas profundidades de 0-3 e 13-16 cm para determinação dos teores de P e K disponíveis pelo extrator Mehlich-1.

Os dados foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão. Foram estimadas com base nas equações obtidas as doses de dejetos de suínos e de P e K em cada solo e em cada profundidade, suficientes para atingir 90 % da produção máxima.

Resultados e Discussão

As análises do dejetos revelaram a seguinte composição química: 4,40 dag kg⁻¹ de N; 2,09 dag kg⁻¹ de P; 3,20 dag kg⁻¹ de K; 3,54 dag kg⁻¹ de Ca; 0,82 dag kg⁻¹ de Mg; 0,53 dag kg⁻¹ de S; 1.991 mg kg⁻¹ de Fe; 256 mg kg⁻¹ de Mn; 1.983 mg kg⁻¹ de Cu; 723 mg kg⁻¹ de

Zn; 36 mg kg⁻¹ de Pb e 8,7 mg kg⁻¹ de Cr. O conhecimento da composição química do biofertilizante é de grande importância para o equilíbrio do sistema, pois intercalando as informações obtidas com análise dos dejetos, características químicas dos solos, juntamente com a necessidade de nutrientes demandados pela planta, podemos recomendar a quantidade ideal para atender as necessidades do produtor e evitar consequentemente impactos causados por um excedente de aplicação (CORRÊA et al. 2011).

As principais características físicas e químicas dos solos, encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1: Características químicas e físicas do Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), do Latossolo Vermelho-Amarelo na ausência (LVA s/c) e na presença (LVA c/c) da calagem. Resultados referentes aos primeiros 20 cm destes solos.

Característica	PVA	LVA _{s/c}	LVA _{c/c}
pH ⁽¹⁾	5,98	4,90	6,20
Al ³⁺ , cmol _c dm ⁻³ (2)	0,00	1,50	0,00
H + Al, cmol _c dm ⁻³ (3)	4,03	8,06	4,20
Ca ²⁺ , cmol _c dm ⁻³ (2)	1,98	0,21	3,30
Mg ²⁺ , cmol _c dm ⁻³ (2)	0,58	0,11	0,60
P, mg dm ⁻³ (4)	0,38	1,16	1,60
K ⁺ , mg dm ⁻³ (4)	62,0	24,0	39,0
C orgânico, dag kg ⁻¹	2,88	3,02	3,10
N total, dag kg ⁻¹	0,15	0,17	0,16
Relação C/N	19,3	18,1	19,7
Argila, g kg ⁻¹	300	580	580
Silte, g kg ⁻¹	140	60	60
Areia grossa, g kg ⁻¹	460	280	280
Areia fina, g kg ⁻¹	100,0	80	80
Densidade de partículas, g cm ⁻³	2,45	2,39	2,39
Equivalente umidade (-30 kPa) %	21,3	25,4	25,4
Classificação textural	Franco-argilo-arenoso	argiloso	Argiloso

⁽¹⁾ pH em água, relação 1;2,5, ⁽²⁾ Extrator KCl 1 mol/L, ⁽³⁾ Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L pH 7,0, ⁽⁴⁾ Extrator Mehlich -1. s/c – sem calagem; c/c – com calagem.

As doses de dejetos de suínos influenciaram significativamente a produção de matéria seca das plantas, sendo as maiores respostas à aplicação obtidas no PVA, seguido pelo LVAs/c e pelo LVAc/c (Quadro 2). Contudo, nas doses mais baixas de dejetos a produção absoluta de matéria seca foi maior no LVA na presença da calagem, devido a melhora das condições químicas do solo, como por exemplo redução nos teores de alumínio trocável (Al³⁺), aumento de pH e disponibilidade de Ca²⁺ e Mg²⁺, importantes macronutrientes atuantes no aprofundamento de raízes (NOVAIS & SMYTH, 1999).

O comportamento diferenciado dos solos (PVA, LVAs/c e LVAc/c) em relação as respostas de adubação, deve-se às diferenças nas quantidades de argilas e capacidade tampão, as quais variam diretamente com os teores de matéria orgânica e com a quantidade e a qualidade da argila. Assim, no PVA os maiores teores de argila (Quadro 1) podem ter favorecido a manutenção de maiores teores de nutrientes na solução do solo. É importante destacar que mesmo apresentando características químicas comparativamente melhores, exceção feita aos teores de P (Quadro 1), as maiores doses de dejetos são especialmente importantes para o solo PVA (Quadro 2).

A produção máxima de matéria seca obtida no PVA foi de 11,53 g vaso⁻¹ com a dose de 19,47 t ha⁻¹, o que equivale a mais de sete vezes o rendimento obtido na testemunha. Para os solos LVAs/c e LVAc/c as produções máximas estimadas foram de 8,03 e 6,14 g vaso⁻¹ alcançadas com as doses de 11,71 e 13,93 t ha⁻¹, respectivamente. Em todos os solos o

comportamento da produção de matéria seca em função das doses de dejetos suínos ajustou-se a modelos do tipo quadrático. Utilizando as equações de regressão ajustadas foram obtidas as doses de dejetos suínos correspondentes a 90 % da máxima produção estimada de matéria seca (Quadro 2). Observa-se que as doses variaram entre 7,98 t ha⁻¹ obtida para o LVA_{s/c} até 12,97 t ha⁻¹ registrada para o PVA. A dose responsável por 90 % da máxima produção para o LVA_{c/c} mostrou-se intermediária entre o PVA e o LVA_{s/c}.

Quadro 2: Equações de regressão para a produção de matéria seca em função de doses de dejetos de suínos no Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e Latossolo Vermelho-Amarelo sem calagem (LVA_{s/c}) e com calagem (LVA_{c/c}), produção e dose de máxima eficiência física (PMEF e DMEF) e produção e dose correspondente a 90 % da máxima produção estimada (PMEE e DMEE)

Solo	Equação	R ²	PMEF	PMEE	DMEF	DMEE
			-----g vaso ⁻¹ ----	-----t ha ⁻¹ -----		
PVA	$y = 1,35 + 1,04***X - 0,0267***X^2$	0,99	11,53	10,38	19,47	12,97
LVA _{s/c}	$y = 0,10 + 1,35***X - 0,0578***X^2$	0,98	8,03	7,22	11,71	7,98
LVA _{c/c}	$y = 1,05 + 0,73***X - 0,0263***X^2$	0,95	6,14	5,52	13,93	9,08

*** significativo a 0,1 % de probabilidade pelo teste t.

Efeitos positivos da aplicação de dejetos suínos sobre o rendimento das culturas também foram reportados por diversos autores, variando entre eles as doses e as produções máximas, já que estas são dependentes dos sistemas de manejo e de armazenamento dos dejetos, das características destes, do clima e do solo (PAULA, 1997; CERETTA. et al., 2003; FOGEL et al. 2013. MORAES et al. 2014). Esses efeitos estão relacionados com o acréscimo de nutrientes fornecidos pelo dejetos, o qual constitui fonte de macro e micro nutrientes, tendo também a vantagem de possuir quase totalidade do K em forma solúvel, prontamente disponível às plantas, juntamente com o aumento da matéria orgânica do solo importante no processo de bloqueio dos sítios de adsorção de P, provocando uma maior disponibilidade de P disponível na solução (SOUZA et al. 2006). Podemos observar o aumento na produção de matéria seca de milho em relação ao aumento da dose de dejetos suínos no Quadro 3.

Quadro 3: Produção de matéria seca de plantas de milho, sob influência de doses de dejetos de suínos no Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e Latossolo Vermelho-Amarelo sem calagem (LVA_{s/c}) e com calagem (LVA_{c/c})

Dose de dejetos	PVA	LVA _{s/c}	LVA _{c/c}
----- t ha ⁻¹ -----	----- g vaso ⁻¹ -----		
0,0	1,56	0,56	1,45
1,7	2,82	1,62	1,99
3,4	4,43	3,93	2,60
6,8	7,43	6,99	5,39
13,6	10,55	7,75	6,04
6,8 incorporado	4,31	2,53	3,03
CV (%)	12,61	16,80	19,11

A incorporação de dejetos de suínos na dose de 6,8 t ha⁻¹ resultou em decréscimo da produção de matéria seca, quando comparada com a mesma dose sem incorporação em todos os solos nos percentuais de 72,4; 176,3 e 77,9 %, respectivamente para o PVA, LVAs/c e LVAc/c (Quadro 3). A incorporação dos dejetos no solo provoca uma maior decomposição da matéria orgânica por ação microbiana, causando uma diminuição do bloqueio dos sítios de adsorção de P, diminuindo sua disponibilidade para a planta. Quando comparados com as maiores doses de dejetos de suínos os decréscimos foram ainda maiores e variaram de 99,3 % no LVAs/c até 206,3 % no LVAc/c. Houve queda na produção de milho, ao não incorporar esterco ao solo, De acordo com devido a não incorporação dos resíduos implica em maiores perdas de nutrientes, principalmente o N, por volatilização, e conseqüentemente produções inferiores (PEREIRA, 1985; CHATEAUBRIAND, 1988). Contudo, pode haver aumento de produtividade de grãos em sistema com incorporação ao solo, tendência essa não constatada pelo presente trabalho (GIACOMINI, 2008).

A produção estimada de 90 % de matéria seca para as plantas de milho obtidas para o PVA superou em cerca de 40 % a obtida com o solo LVAs/c e em mais de 80 % a encontrada para o LVAc/c (Quadro 3), indicando que a correção do solo antes da aplicação do dejetos de suíno não resultou em maior produção de matéria seca no LVAc/c. É possível que no solo corrigido as doses mais elevadas de dejetos de suíno levaram a um excesso de algum nutriente, causando um desequilíbrio nutricional. De fato, quando o chorume foi incorporado, tal efeito foi minimizado e a produção de matéria seca no LVAc/c foi superior ao do LVAs/c (Quadro 2). Estudos realizados por outros pesquisadores demonstraram aumento de Ca²⁺ na camada superficial 0-5 cm em cultivares com aplicação de dejetos suínos em sistema plantio direto que, associado a calagem, proporcionou um desequilíbrio dos macro e micronutrientes necessários para o cultivar, prejudicando seu ciclo produtivo (CASSOL et al. (2012).

Os teores de P e K disponíveis obtidos para as duas profundidades de coleta, nos diferentes solos, são apresentados na Quadro 4. Pelos resultados observa-se que houve grande variação dos teores dos dois nutrientes em todos os solos, em função das doses de dejetos de suínos aplicados e da profundidade de amostragem. Com relação ao P observou-se que, independente do solo, houve tendência de teores superiores na profundidade de 0-3 cm e acréscimo dos teores com a elevação das doses, seguindo a sequência PVA, LVAc/c e por último o LVAs/c. A incorporação da dose de 6,8 t ha⁻¹ de dejetos de suínos resultou, em todos os solos, teores de P inferiores aos obtidos com a mesma dose sem incorporação na profundidade de 0-3 cm e teores superiores aos constatados para a profundidade de 13-16 cm.

A calagem proporcionou teores de P superiores na profundidade de 13-16 cm e nas maiores doses na profundidade de 0-3 cm, devido a menor adsorção específica de P aos óxidos de Ferro e Alumínio nessas condições (NOVAIS & SMYTH, 1999).

Quadro 4: Teores de fósforo e de potássio nas profundidades de 0-3 e 13-16 cm para os solos Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e Latossolo Vermelho-Amarelo sem calagem (LVA_{s/c}) e com calagem (LVA_{c/c}), sob influência de doses de dejetos de suínos

Dose -----t ha ⁻¹ -----	Solos					
	PVA		LVA s/c		LVA c/c	
	0-3	13-16	0-3	13-16	0-3	13-16
Fósforo (mg dm ⁻³)						
0,0	0,58	0,79	1,53	1,04	1,05	1,45
1,7	8,23	0,46	9,88	1,04	8,46	1,63
3,4	24,70	0,64	22,05	1,53	22,90	2,70
6,8	76,68	2,43	51,70	3,24	56,34	4,78
13,6	193,64	3,77	138,30	3,40	181,83	6,37
6,8 incorp.	8,66	7,84	12,98	9,34	9,71	11,04
Potássio (mg dm ⁻³)						
0,0	59,20	77,60	34,20	35,90	28,30	39,13
1,7	63,20	81,60	55,60	39,20	51,30	46,40
3,4	74,80	78,70	75,40	39,50	72,50	52,50
6,8	81,30	97,20	84,50	55,60	84,10	58,50
13,6	152,60	105,10	147,80	62,60	226,90	82,80
6,8 incorp.	127,50	121,60	136,0	119,0	86,90	117,70

Verificou-se incremento linear dos teores de P na camada 13-16 cm com as doses crescentes de dejetos. Na camada de 0-3 cm considerando-se que apenas o P-inorgânico (P-reativo) foi mensurado, é possível que esses valores estejam subestimados visto que há possibilidade de maior mobilidade de P-orgânico (P-não reativo), conforme já observado em solos de regiões temperadas (TURNER & HAYGARTH, 2000, ELLIOT, 2002). Recentemente, foi demonstrado que tanto formas inorgânicas quanto orgânicas de P podem lixiviar em solos tropicais altamente intemperizados, especialmente se os solos apresentarem teores elevados de P (JESUS et al., 2003). Com relação ao K, verificou-se que houve tendência de lixiviação do nutriente com a elevação das doses, nos dois solos, e nas duas profundidades de amostragem. Observou-se ainda que, de maneira geral, os teores foram elevados, inclusive na testemunha, demonstrando a viabilidade dos dejetos como fonte de K para as plantas. Foi constatado que dejetos suínos nas doses de 0; 50 ; 100; 150 e 200 m³/ha, na época da floração os teores de K para uma mesma dose foram superiores na camada de 0-10 cm e que em ambas as profundidades os teores aumentaram linearmente com as doses, devido a mineralização dos dejetos, os quais são de fácil biodegradação (CHATEAUBRIAND, 1988).

Os teores de K na profundidade de 0-3 cm foram superiores nas doses mais baixas no PVA, nas doses intermediárias no LVAs/c e na maior dose no LVAc/c. Na profundidade de

13-16 cm os maiores teores foram registrados no PVA, com menor teor de argila e de maior rendimento, sugerindo um consumo de luxo das plantas e uma maior eficiência de absorção de potássio pela planta quando se aplicou as menores doses.

De um modo geral, os teores de K registrados no PVA na profundidade de 0-3 cm foram superiores aos obtidos na profundidade de 13-16 cm (exceto com as doses 1,7; 3,4 e 6,8 t ha⁻¹), indicando que possivelmente o maior rendimento de matéria seca de milho esteja correlacionado com os teores de K mais elevados na profundidade de 0-3 cm. Tanto para o PVA como para o LVA com e sem calagem, os teores de K observados com a dose de 6,8 t ha⁻¹ incorporada foi superior ao obtido com a mesma dose sem incorporação, em ambas as profundidades, indicando que apesar dos rendimentos inferiores, essa prática assume importância na redução das perdas do elemento por escoamento superficial, pois a quase totalidade do K presente no esterco de suínos está na forma solúvel.

No Latossolo (LVA) a calagem resultou em menores teores de K na camada 0-3 cm até a dose de 6,8 t ha⁻¹ de dejetos de suínos, pois com o emprego da maior dose os teores de K foram 53,5 % superiores aos obtidos com o solo sem calagem na profundidade 0-3 cm. Neste solo os teores de K na profundidade de 13-16 cm foram sempre superiores nos tratamentos que receberam calagem, exceto na dose incorporada de 6,8 t ha⁻¹ de dejetos em que os teores de K foram bem próximos.

No Quadro 5 são apresentadas as equações de regressão ajustadas para explicar o efeito das doses de dejetos de suínos na mobilidade de P e K no solo. Os modelos de regressão revelam de maneira geral, maiores incrementos nos teores de P na profundidade de 0-3 cm, onde o aumento de P para cada tonelada de dejetos de suínos aplicada foi de 10,2; 13,6 e 14,7 mg dm⁻³. Ao avaliar as equações ajustadas para K, nota-se também que os maiores incrementos nos teores de K ocorreu na camada de 0-3 cm com os incrementos variando de 6,8 a 14,1 mg dm⁻¹ de K.

Quadro 5: Equações de regressão dos teores de P e K disponíveis nas profundidades de 0-3 e 13-16 cm em função das doses de dejetos de suínos ($t\ ha^{-1}$) nos solos Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) e Latossolo Vermelho-Amarelo sem calagem ($LVA_{s/c}$) e com calagem ($LVA_{c/c}$)

Solo	Profundidade	Equação	R ²
Fósforo			
PVA	0-3	$\hat{y} = 14,38 + 14,73^{***} X$	0,98
	13-16	$\hat{y} = 0,31 + 0,255^{***} X$	0,91
$LVA_{s/c}$	0-3	$\hat{y} = 7,56 + 10,24^{***} X$	0,98
	13-16	$\hat{y} = 1,03 + 0,199^{***} X$	0,82
$LVA_{c/c}$	0-3	$\hat{y} = 15,07 + 13,53^{***} X$	0,96
	13-16	$\hat{y} = 1,41 + 0,387^{***} X$	0,95
Potássio			
PVA	0-3	$\hat{y} = 51,30 + 6,847^{***} X$	0,93
	13-16	$\hat{y} = 77,10 + 2,159^{**} X$	0,89
$LVA_{s/c}$	0-3	$\hat{y} = 39,45 + 7,850^{**} X$	0,97
	13-16	$\hat{y} = 35,81 + 2,105^{***} X$	0,92
$LVA_{c/c}$	0-3	$\hat{y} = 20,73 + 14,099^{***} X$	0,94
	13-16	$\hat{y} = 40,12 + 3,087^{***} X$	0,99

** ,*** significativo a 1 e 0,1 %, respectivamente pelo teste F

Ao relacionar os teores de P e K nas duas profundidades com os rendimentos de matéria seca nos diferentes solos são obtidas as estimativas das doses de máxima eficiência física (Quadro 6). O teor de P necessário para o milho no PVA foi superior ao estimado para os outros solos na profundidade de 0-3 cm. Na profundidade de 13-16 cm os teores são mais baixos e maiores no $LVA_{c/c}$. Em relação ao K, os teores foram bastante elevados em ambas as profundidades, sendo os teores mais elevados necessários no $LVA_{c/c}$ na profundidade de 0-3 cm e no PVA na profundidade de 13-16 cm.

Quadro 6. Teores de P e K disponíveis, nas profundidades de 0-3 e 13-16 cm, responsáveis pela produção de máxima eficiência física

Nutriente	Profundidade	Solos		
		PVA	LVA _{s/c}	LVA _{s/c}
		-----mg dm ⁻³ -----		
P	0-3	302,15	127,46	203,91
	13-16	5,30	3,36	6,80
K	0-3	185,02	131,30	216,99
	13-16	119,27	60,45	83,09

Considerações Finais

As doses de dejetos de suínos aumentaram os teores de matéria seca, devido a melhora das condições químicas do solo como aumento da CTC, diminuição da adsorção de P, além da adição de outros nutrientes importantes para a planta e também proporcionou aumento dos teores de P e de K nas duas profundidades de amostragem (0-3 cm e 3-16 cm) para as duas classes de solos.

A incorporação de dejetos de suínos num maior volume de solo, proporcionou uma diminuição da produção de matéria seca, devido a alteração da dinâmica dos dejetos no solo, resultando em condições menos favoráveis para as plantas. A calagem realizada antes da aplicação das doses de dejetos não resultaram em maior produção de matéria seca no LVA.

Bibliografia

- ADELI, A.; VARCO, J.J. Swine lagoon effluent as a source nitrogen and phosphorus for summer forage grasses. *Agron. J.*, 93:1174-1181, 2001.
- CARDOSO, B. F; OYAMADA, G. C; DA SILVA, C. M. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, v. 13, n. 32, p. 127-145, 2015.
- CASSOL, P. C. et al. DISPONIBILIDADE DE MACRONUTRIENTES E RENDIMENTO DE MILHO EM LATOSSOLO FERTILIZADO COM DEJETO SUÍNO *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36p. 2012.
- CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. *Pesq. agropec. bras.*, 38:729-735, 2003.
- CFSEMG – COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a Aproximação. Viçosa, MG. 359p. 1999.
- CHATEAUBRIAND, A.D. Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho (*Zea mays* L.). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 61p. (Tese de Mestrado) 1988.

- CORRÊA, J. C. et al. Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais. Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2011.
- ELLIOTT, H.A.; O'CONNOR, GA. & BRINTON, S. Phosphorus leaching from biosolids-amended sandy soils. *J. Environ. Qual.* 31:681-689, 2002.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. EMBRAPA-CNPQ. Manual de métodos de análise de solo. 2a ed., Rio de Janeiro, 212p. 1997.
- EPSTEIN, E.; TAYLOR, J.M; CHANEY, R.L. Effects of sewage sludges and sludge compost applied to acid soil on some soil physical and chemical properties. *J. Environ. Qual.*, 5: 422-426, 1976.
- FOGEL G. F.; MARTINKOSKI, L.; MOKOCHINSKI, F. M.; GUILHERMETTI, P. G. C.; MOREIRA, V. S. Efeito na adubação com dejetos suínos, cama de aves e fosfato natural na recuperação de pastagem degradada. *Revista verde. Mossoró, RN.* V. 8, n. 5, p. 66, Dezembro, 2013.
- GIACOMINI, S. J., AITA, C. CAMA SOBREPOSTA E DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS COMO FONTE DE NITROGÊNIO AO MILHO *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32p. 2008.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis –advances course. 2 ed. Madison, 1979. 859p.
- JESUS, G L.; SILVA, I.R.; SAO JOSE, J.F.B.DE; NOVAIS, R.F.; GEBRIM, F.O.; Formas de fósforo em água residuária e sua movimentação em dois Latossolos sob influência de doses variadas de fósforo, UFV/XIII, SIC/OUTUBRO 2003, Solos 356, CD ROM , 2003.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 399p, 1999.
- PAULA, L.B.de. Utilização de dejetos de suínos na produção e nutrição mineral da cenoura (*Daucus carota L.*). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 81p.(Tese de Mestrado).
- PEREIRA, F.A. Uso do esterco líquido de suínos na cultura do milho. Patos de Minas, MG,. 5p. 1985.
- RIZZONI, L. B...[et al.]. Biodigestão anaeróbica no tratamento de dejetos suínos. *Revista científica eletrônica de medicina veterinária.* Ano IX. N. 18, Garça, SP. FAMED/FAED, ed. FAED. Janeiro, 2012.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ-USP,. 56p. 1974.
- SOUZA, R. F de.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BAZILA, D. P. CALAGEM E ADUBAÇÃO ORGÂNICA: INFLUÊNCIA NA ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLOS *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 2006.
- TURNER, B.L. & HAYGARTH, P.M. Phosphorus forms and concentrations in leachate under four grassland soil types. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1090-1099, 2000.
- TUZZIN DE MORAES, M. et al. Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 6, 2014.
- VASCONCELOS, E.; CABRAL, F. Influence of the concentrated pig slurry on soil and corn fodder yield and chemical composition in presence of N top dressing. *Fert. Res.*,45: 25-29, 1996.

PROMOVENDO A CICLAGEM DE NUTRIENTES EM MICRO SISTEMAS

Graciane Regina Pereira¹
Henrique da Silva Pires²
Rafael Oliveira dias³
Rafaela Mafioletti⁴
Weiven Gabriel Otto⁵

1. Docente. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Gaspar, gracianerp@ifsc.edu.br
2. Engenheiro Agrônomo. Prefeitura Municipal de Gaspar. hpiresc@gmail.com
3. Estudante, Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Gaspar, rafael.od.dias@gmail.com
4. Estudante, Curso Tecnologia em Design de Moda. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Gaspar, rafaelamafioletti@hotmail.com
5. Estudante, Curso Técnico Integrado em Química. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Gaspar, weivenotto@gmail.com

RESUMO

O atual modelo de produção de alimentos é totalmente dependente de combustíveis fósseis, água ilimitada e clima estável. É necessário procurar soluções diferenciadas para o futuro, soluções possíveis de instalação em micro escala, como os sistemas de aquaponia e a compostagem, os quais podem ser implantados em inúmeros espaços, gerando e ciclando nutrientes. Na aquaponia percebem-se conceitos agroecológicos, nos quais a preservação do solo, dos recursos hídricos e a garantia de segurança alimentar são critérios para a sustentabilidade do sistema. A compostagem segue os mesmos princípios ao reciclar matéria orgânica diversificada, transformando em um composto rico em nutrientes. Considerando-se que as hortaliças e os vegetais em geral necessitam de fertilização, a utilização de efluentes de piscicultura (aquaponia) ou de composto (compostagem) como fontes alternativas de nutrientes apresenta alta viabilidade. O objetivo geral do trabalho foi desenvolver propostas de ciclagem de nutrientes a partir da aquaponia e compostagem, como alternativa para produção de alimentos em uma microescala. O desenvolvimento da pesquisa se deu pela instalação de projetos-piloto no espaço do IFSC – Câmpus Gaspar, com acompanhamento das variáveis físicas e biológicas. Ao término do projeto, com algumas dificuldades, ambos os sistemas se mostraram viáveis para implantação, sendo a aquaponia um processo mais complexo e que exige mais esforços para funcionamento.

Palavras-chave: aquaponia, compostagem, sustentabilidade, segurança alimentar.

Introdução

As mudanças climáticas e os consequentes efeitos causados à produção e à distribuição de alimentos vêm aumentando a necessidade de desenvolvimento de tecnologias

e processos acessíveis que promovam a ciclagem de nutrientes para diminuir a exaustão do solo e da água e minimize o impacto do descarte de resíduos no meio natural.

O modelo usado na agricultura industrial depende muito de combustíveis degradantes ao meio ambiente e de grandes quantidades de recursos hídricos, além da necessidade de clima estável. Para amenizar tais problemas, a aquaponia e a compostagem podem ser opções

alternativas, implantadas em pequena escala, possíveis até em uma escala residencial, são tecnologias simples e acessíveis para uma grande parcela da população, gerando e ciclando nutrientes dentro de suas casas.

A aquaponia é uma tecnologia milenar já utilizada pelos antigos povos babilônios com seus jardins suspensos e pela civilização asteca com suas cidades flutuantes, onde eram produzidos alimentos de origem animal e vegetal. Na aquaponia percebem-se conceitos agroecológicos definidos, que apontam em direção a uma agricultura sustentável, onde a preservação do solo, dos recursos hídricos e a garantia de segurança alimentar são critérios para a sustentabilidade do sistema.

A compostagem, processo observado na natureza, segue os mesmos princípios ao reciclar materiais orgânicos diversos, transformando-os em composto rico de nutrientes, disponível para nutrir os seres vivos.

O projeto de iniciação científica 'Promovendo a ciclagem de nutrientes em sistemas' desenvolveu propostas de ciclagem de nutrientes a partir da aquaponia e compostagem, como alternativa para produção de alimentos em uma microescala. Considerando-se o potencial da utilização dos sistemas de aquaponia e de compostagem dentro do modelo de cultivo da agricultura familiar, e que existe pouca informação disponível sobre este tema no Brasil, o presente estudo avaliou a viabilidade da produção de hortaliças, em pequena escala, utilizando o efluente da piscicultura e a ciclagem de resíduos orgânicos como fonte alternativa de nutrientes, formando compostos enriquecidos com nutrientes, para ser usado em hortas e jardins.

Produção de alimentos

Estimativas apontam para um aumento de 75 milhões de pessoas no mundo, por ano, aumentando a demanda por alimento. Segundo a FAO (2015), atualmente 795 milhões de pessoas passam fome no mundo, enquanto 1.300 milhões de toneladas são desperdiçadas. Esse número, já preocupante, só aumenta. Soma-se ainda a esse cenário, as alterações no clima, as quais impactam os diversos cultivos ao redor do mundo, ampliando áreas desérticas, inundando outras e influenciando a temperatura - fator abiótico essencial ao crescimento dos seres vivos.

O crescimento populacional e o desperdício de recursos naturais são as causas mais profundas da crise ambiental no planeta, e, admitindo que a economia alimentar mundial se equilibre entre a procura e a oferta, devemos aumentar a nossa capacidade de produzir alimentos no mesmo ritmo em que a população aumenta. Criando possibilidades de mitigação e adaptação ao clima para que não haja um 'apagão' alimentar nos próximos anos.

Desde o término da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e a partir da constituição da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1945, havia um entendimento de que a insegurança alimentar decorria, principalmente, da produção insuficiente de alimentos nos países pobres. Neste contexto surgiu a Revolução Verde, fundamentada no uso de sementes de alto rendimento, fertilizantes, pesticidas irrigação e mecanização. Tudo isso associado ao uso de novas variedades genéticas, fortemente dependentes de produtos químicos. Mais tarde, foram identificadas as terríveis consequências ambientais, econômicas e sociais dessa estratégia, tais como redução da biodiversidade, menor resistência a pragas, êxodo rural e contaminação dos solos e dos alimentos com agroquímicos.

Possibilidades diversas têm de ser implantadas, principalmente as que promovam a criação de sistemas agroecológicos, os quais reduzam a dependência de insumo externos e aproveitem ao máximo os recursos locais, enfatizando a ciclagem de nutrientes. Para Feiden (2005).

Além de energia, os organismos vivos necessitam de matéria para formar seus corpos e manter suas funções vitais. Essa matéria é constituída por uma série de elementos indispensáveis à vida, conhecidos como nutrientes e com os quais são construídas macromoléculas orgânicas complexas, células e tecidos que constituem os organismos. (...) Os nutrientes se movem em ciclos, mudando continuamente de forma, passando dos componentes bióticos aos abióticos e novamente aos bióticos e, nesse processo, necessitam dos organismos para desenvolver seus ciclos.

Para promover essa ciclagem não há receita pronta, busca-se imitar um ecossistema original, no qual se tira o máximo proveito da energia luminosa do sol e se promova a total ciclagem de matéria e energia.

Aquaponia

Os efluentes de aquicultura são ricos em nitrogênio, fósforo e matéria orgânica que contribuem para a eutrofização dos corpos de água receptores, além de ocasionar redução ou alteração da biodiversidade. Seria necessário tratar os efluentes visando atender à exigência da legislação e as pressões de órgãos ambientais e da própria sociedade. Soma-se ainda a crescente escassez de água doce, ameaçando a segurança alimentar mundial.

Neste sentido uma das proposições deste estudo está em otimizar o reúso da água, possibilitando o cultivo de peixes e plantas integradamente, sem descarte de resíduo para o meio ambiente e sem renovação de água, apenas reposição desta, devido à evapotranspiração geral do sistema.

Os desenhos de um sistema de aquaponia podem variar muito, porém são necessários a realização de três processos complementares, o cultivo dos peixes no viveiro (onde há a entrada de nutrientes na forma de ração), a nitrificação das diferentes formas de apresentação do nitrogênio em filtros biológicos e mesas de hidroponia e a absorção de nutrientes pela parcela vegetal do sistema. Em aquaponia os peixes também são, em geral, estocados em altas densidades, com a circulação contínua de água e utilização de sistemas de aeração secundários nos viveiros de peixes (RAKOCY, 2006).

As taxas de excreção de nutrientes por peixes alimentados com dieta contendo 35-40% de proteína bruta são de aproximadamente 0,025 kg de nitrogênio e 0,033 kg de fósforo/kg de biomassa produzida (COCHAVA et al., 1990 *apud* HENR Y-SILVA; CAM ARGO, 2008). De modo geral, a maioria das espécies de peixes utiliza apenas 20-30% do nitrogênio fornecido na dieta, de modo que 70-80% do nitrogênio fornecido na alimentação é liberado como resíduo na água. Do ponto de vista da piscicultura, a irrigação de culturas agrícolas utilizando a água dos viveiros de peixes reduz o impacto ambiental das descargas de água ricas em nutrientes nos rios, ou a necessidade de tratamento das mesmas (BILLARD; SERVRIN- REYSAC, 1993).

Os sistemas de recirculação para aquicultura que produzem peixes e plantas ao mesmo tempo são chamados de sistemas de Aquaponia, e têm sido propostos como método de controle do acúmulo de nutrientes e de resíduos provenientes da piscicultura produzindo culturas adicionais com valor econômico que podem ser comercializadas (RAKOCY; HARGREAVES, 1993). Esta produção simultânea de peixes e plantas é possível, pois os

requisitos para o crescimento dos peixes são similares aos do cultivo de plantas. Neste sentido, Seawright et al. (1998) trabalharam no desenvolvimento de uma “dieta” para os sistemas aquapônicos que disponibilizaria proporções ideais dos requisitos nutricionais das plantas hidropônicas, e desta forma liberaria concentrações de nutrientes estáveis e balanceadas por períodos prolongados. Dados sobre a troca de concentrações de nutrientes na água em relação ao conteúdo de nutrientes exigido nas dietas foram recompilados para a criação de vegetais e peixes. Estes dados foram usados para desenvolver um modelo de balanço de massas teórico, capaz de manter as concentrações de nutrientes dissolvidos estáveis nos sistemas aquapônicos. O modelo foi validado ao aplicar o desenho de uma dieta especialmente para um sistema aquapônico, para manter concentrações em torno do equilíbrio de Ca, K, Mg, N e P, e boas concentrações de Mn e Cu, além de taxas de acumulação aceitáveis de Na e Zn.

A alta densidade de peixes nos viveiros, característica de muitos sistemas de aquaponia e de sistemas de recirculação de água, é limitador na definição da espécie de peixe a ser utilizada. A espécie de peixe deve ser tolerante a altas densidades de estocagem e manejo frequente, que também é outra característica da aquaponia (RAKOCY, 2006).

O quantitativo de plantas a ser utilizado está diretamente ligado à densidade de peixes estocada no sistema, o que por sua vez limita a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. A literatura sugere proporções entre viveiro de peixes e a parte hidropônica que variam de 1:1 para até 1:4 no que tange ao volume de água do viveiro de peixes e da parte vegetal (HINDLEY, 2013). Outra forma de quantificar a proporção é baseada na quantidade de ração ofertada diariamente aos peixes, na proporção de 60 a 100 gramas de ração de peixe por dia para cada metro de canteiro de hidroponia (RAKOCY, 2006). Há ainda uma terceira forma de dimensionar as proporções entre peixes e plantas que é a proporção de 1 kg de peixe para cada 7 kg de plantas (WILSON, 2005).

Muitos tipos de vegetais têm sido cultivados em sistemas aquapônicos, sendo a alface um dos mais adequados, porque pode ser produzida em um período curto de tempo (3 a 4 semanas) e, como consequência, a pressão de pragas e doenças é relativamente baixa. Outros vegetais crescem rapidamente e apresentam grande produção, como as ervas alfavaca e a cebolinha, que são cultivadas comercialmente em sistemas aquapônicos (RAKOCY; HARGREAVES, 1993).

Compostagem

De acordo com Lima (2004) o tratamento de resíduos orgânicos através da compostagem é considerado uma forma de reciclagem de matéria orgânica, na qual contribui para a redução do seu volume, na economia de recursos naturais, na proteção ambiental, na redução de patologias, no desenvolvimento econômico, além de outros benefícios à comunidade e ao meio ambiente.

A compostagem é um processo de fermentação e degradação de materiais através de bactérias que transformam os materiais em material orgânico para posteriormente serem usados na adubação do solo.

A compostagem é uma maneira de processar os resíduos vegetais e animais e transformá-los em composto ou húmus. Essa técnica de tempos remotos foi conhecida pelo ocidente provavelmente a partir das observações feitas pelo professor F.H. King, do departamento de agricultura dos EUA em 1909 e pelos experimentos de Sir Albert Howard, considerado o “pai da compostagem”, um inglês que trabalhou vários anos na Índia nas primeiras décadas do século XX (O, 1988).

O processo de compostagem não se limita apenas à adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que o processo se complete (KIEHL, 1998 apud OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ).

De acordo com a NBR 13591:1996 (ABNT, 1996), a compostagem é um processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.

A decomposição aeróbica (degradação ativa) é a etapa pela qual há desprendimento de gás carbônico, água (vapor) e energia devido à ação dos microrganismos. Parte dessa energia é usada pelos microrganismos para crescer e se movimentar, o resto dessa energia é usada como calor que fica conservado e ao mesmo tempo aquecendo a pilha da compostagem. Como resultado do aquecimento e depois um resfriamento a pilha passa pelo estado de composto cru, depois atinge o estado de maturação. O composto cru, de acordo com a NBR 13591:1996 (ABNT, 1996) é o produto que completou a primeira fase da compostagem e necessita obrigatoriamente de maturação - processo bioquímico de humificação de substrato orgânico para sua utilização agrícola, e de procedimentos adequados para proteção ambiental e de saúde.

Como resultado final o composto se transforma em um adubo orgânico homogêneo (húmus), com cheiro característico pronto para ser usado em qualquer cultura sem causar danos e proporcionando melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Segundo Bidone e Povinelli (1999) a transformação biológica da matéria orgânica biodegradável em um composto humificado, é influenciada por uma série de microrganismos e parâmetros, assim têm-se como principais microrganismos: bactérias e fungos; e os principais parâmetros: relação carbono/nitrogênio, umidade, temperatura, pH e tamanho das partículas.

Os microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica absorvem carbono (C) e nitrogênio (N), sendo o tempo necessário para que ocorra a decomposição e a consequente mineralização, governado pela relação entre C e N da matéria-prima. O teor de N dos resíduos a serem decompostos deve ter teoricamente 1,7%, quando o conteúdo é inferior a esse valor, o tempo de decomposição será maior (KIEHL, 1985 apud OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

De forma genérica, os materiais vegetais frescos e verdes tendem a ser mais ricos em nitrogênio do que os materiais secos e acastanhados. Nota-se que o verde resulta da clorofila que tem nitrogênio enquanto que o castanho resulta da ausência de clorofila. No caso das folhas, a senescência (em que se verifica o amarelecimento das folhas devido à degradação da clorofila) está associada à remobilização do nitrogênio das folhas para outras partes da planta (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Para que todo ciclo esteja completo são necessários aproximadamente de 90 a 120 dias após mistura dos materiais orgânicos (dependendo da relação C: N do resíduo), tendo como resultado um composto normalmente escuro e de textura turfa, utilizado como condicionador de propriedades físicas e biológicas do solo, assim como, um composto fertilizante que fornece os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

No processo de decomposição da matéria orgânica, a umidade garante a atividade microbiológica. Isso porque, entre outros fatores, a estrutura dos microrganismos consiste de

aproximadamente 90% de água e na produção de novas células, a água precisa ser obtida do meio, no caso, da massa de compostagem. Além disso, todo o nutriente necessário para o desenvolvimento celular precisa ser dissolvido em água, antes de sua assimilação (ALEXANDER, 1977 apud OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

A faixa de umidade ótima para se obter um máximo de decomposição está entre 40 a

60%, principalmente durante a fase inicial, pois é necessário que exista um adequado suprimento de água para promover o crescimento dos organismos biológicos envolvidos no processo e para que as reações bioquímicas ocorram adequadamente durante a compostagem (MERKEL, 1981 apud OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

O oxigênio é de vital importância para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição. Parte dessa energia é utilizada no metabolismo dos microrganismos e o restante é liberado na forma de calor (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

A decomposição da matéria orgânica pode ocorrer por dois processos: na presença de oxigênio (aeróbio) e na sua ausência (anaeróbio). Quando há disponibilidade de oxigênio livre, predominam microrganismos aeróbios, sendo os agentes mais destacados os fungos, bactérias e actinomicetos. O processo anaeróbio tem o inconveniente da liberação de mau cheiro, devido a não liberação completa do nitrogênio aminado como amônia, com a consequente formação de aminas incompletas, mau cheirosas, as quais devem ser oxidadas para perder esta característica (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

No processo de compostagem a energia produzida pelos microrganismos promove um incremento de temperaturas. Quando essas encontram-se superiores a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica. Nessa fase as temperaturas ultrapassam os 55°C, promovendo a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas. Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos serão eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, necessitando assim, controlar a temperatura com umidade e aeração mantendo a níveis desejados (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

O tamanho das partículas dos resíduos a serem decompostos tem grande influência no processo. A existência de partículas finas pode propiciar a compactação excessiva do material. O processo contendo matéria com partículas grossas necessita da trituração anterior à montagem das leiras, sendo que as dimensões indicadas para as partículas devem estar compreendidas entre 1 cm e 5 cm (BIDONE e POVINELLI, 1999). O pH auxilia na determinação da estabilidade do composto.

Segundo Nascimento et al. (2005) com a compostagem podemos observar:

- a) Melhoria da saúde do solo: a matéria orgânica composta se liga às partículas (areia, limo e argila), ajudando na retenção e drenagem do solo melhorando sua aeração.
- b) Aumento da capacidade de infiltração de água, reduzindo a erosão;
- c) Dificuldade ou impedimento de germinação de sementes de plantas invasoras;
- d) Aumento do número de minhocas, insetos e microrganismos desejáveis, devido à presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças de plantas; mantêm a temperatura e os níveis de acidez do solo;
- e) Possibilidade de resolução do problema da deposição final de grande parte dos resíduos sólidos urbanos;
- f) Redução do lixo destinado ao aterro, com a consequente economia com os custos de aterro e aumento de sua vida útil;
- g) Aproveitamento agrícola da matéria orgânica; processo ambientalmente seguro.

Os autores citam como desvantagem a possibilidade de o composto estar úmido e dar origem a compactação e impedir a entrada do oxigênio, causando cheiros ruins. Se as pilhas

de composto forem maiores têm a tendência de aquecer rapidamente, enquanto que as pilhas menores não aquecem o suficiente, impedindo que o processo da compostagem ocorra de maneira correta por que não haverá ambiente para o desenvolvimento dos microrganismos que atuam no processo. Também existe, o risco de atração de animais prejudiciais e de algum impacto visual negativo do local.

Objetivos

O objetivo geral do projeto foi desenvolver propostas de ciclagem de nutrientes a partir da aquaponia e compostagem, como alternativa para produção de alimentos em uma microescala. E, ainda: a) Produzir peixes e hortaliças em sistema de aquaponia com manejo agroecológico; b) Acompanhar e avaliar a dinâmica da qualidade de água e disponibilidade de nutrientes no sistema aquapônico; d) Desenvolver técnicas de compostagem a partir de resíduos orgânicos; e) Avaliar as características físicas dos compostos produzidos.

Metodologia

Aquaponia

O experimento foi realizado no Instituto federal de Santa Catarina – Campus Gaspar, exposto as condições ambientais naturais. Instalou-se um sistema de aquaponia piloto familiar, destinado para produzir pescado e vegetais.

Este sistema aquapônico é baseado na proposta de Lennard e Leonard (2004), com algumas modificações, como a presença de um sifão, que favorece o fluxo alternado de alagamento e drenagem da água, na cama das plantas. A água foi distribuída através de tubos de PVC com 50 mm de diâmetro para a caixa de filtro, onde fica instalado o sifão de fluxos alternados. Ao sair dos filtros a água vai para a cama de cultivo com as placas de isopor flutuantes, fornecendo os nutrientes para as plantas ali presentes, das plantas a água retorna para o tanque de peixes através de uma mangueira com 32 mm de diâmetro.

Todo sistema foi construído com canos ou outro material disponível. O tanque e bancadas foram revestidos com lona de vinil. Durante o período do estudo foram criadas espécies nativas de peixes como a Tilápia (*Oreochromis niloticus*), e Lambari (), enquanto que no cultivo hidropônico, foram utilizados vegetais folhosos.

Os peixes foram alimentados uma vez ao dia com uma dieta contendo 50% de proteína (rações comercializadas) considerando 9% da biomassa total de peixes. Biometrias quinzenais foram realizadas com 10% da população para que ajustar a dieta.

A água com os restos de ração e os dejetos dos peixes sofre circulação contínua, de modo que a filtração biológica da água seja constante. As variáveis analisadas nestas amostras foram oxigênio dissolvido, temperatura, pH, alcalinidade total, concentração de nitrito e também de dureza, e por fim a concentração de amônia visando manter a qualidade da água para melhor aproveitamento dos peixes.

Compostagem

Instalou-se composteiras em pequena escala (até um metro cúbico). As composteiras apresentam uma estrutura simples e de fácil construção, sendo basicamente uma caixa dimensionada de acordo com a quantidade de material a ser compostado.

Planejou-se o trabalho com três composteiras simultaneamente para permitir a condução de mais de um composto ao mesmo tempo. Quando os resíduos foram depositados na composteira, padronizou-se uma análise semanal de monitoramento, levando em consideração a temperatura, a umidade do material, a sua altura, e os aspectos visuais (presença de minhocas, a cor do resíduo), e a quantidade de chorume. Utilizou-se no experimento resíduos do câmpus e de um estabelecimento de refeições próximo.

As opções para a montagem da composteira foram analisadas e se definiu que as melhores alternativas eram a utilização de baldes industriais de margarina de 10L cada, com uma pequena torneira acoplada na sua base para a retirada de chorume; a segunda composteira foi feita através de uma bombona de plástico (200L) a qual também tinha uma torneira acoplada em sua base para a mesma finalidade, a retirada de chorume; e a terceira composteira foi feita uma leira delimitada com tijolos, sobre o solo, sem retirada de chorume. Na escolha do tipo de material para construção foi dado como preferência os materiais disponíveis no local de forma a baratear o custo da construção.

Os materiais utilizados na construção das composteiras foram:

Composteira de balde de margarina: feita com quatro baldes de margarina (perfurados) sendo acoplado ao balde da base uma torneira para a retirada de chorume, para o escoamento do terceiro balde para o da base, colocou-se uma tela de plástico. Os materiais reaproveitados foram a torneira e seu adaptador, e a tela de plástico, comprou-se apenas os baldes (R\$ 8,00).

Composteira de bombona: construída com um galão de plástico (bombona), pedras para o fundo, tela quadriculada de plástico para a separação da matéria orgânica do chorume (que se situava na camada das pedras), mangueira de plástico, adaptador para a mangueira e dois blocos de concreto para servir como base para a composteira ser colocada, e uma tampa de amianto. Os materiais reaproveitados foram: o galão de plástico, a tela de plástico, a torneira e a tampa de amianto. Os materiais coletados foram as pedras pelo terreno do Instituto junto com os blocos de concreto, o único material comprado foi o adaptador para a torneira (R\$ 6,00).

Composteira de Tijolo: feita uma leira sobre o solo, delimitado por 50 tijolos reaproveitados.

Observou-se que condições climáticas, no caso excesso de chuvas, alagavam ou enchiam a composteira de tijolos. Para resolver este problema foi feito um telhado de bambu com lona para impedir a entrada de água na composteira.

O processo de compostagem iniciou no dia 22/08/16, colocando os resíduos nas três composteiras em forma de tortas de acordo com a proporcionalidade de: 3 N para 1 C. As tortas foram feitas da seguinte forma:

- 1° Camada de composto rico em N.
- 2° Camada de composto orgânico rico em C (restos de alimentos).
- 3° Camada de composto rico de N.
- 4° Camada de adubo bovino (como fonte de bactérias). 5° Camada de composto rico em N.

O monitoramento das leiras foi executado duas vezes por semana (segunda-feira e quinta-feira), verificando a umidade, a temperatura (do composto e do ambiente), o volume do composto, o volume do chorume e outros aspectos como presença de animais e cor.

Após o término da compostagem realizou-se o plantio de alface com os compostos gerados em cada leira para verificar a eficácia dos mesmos.

Resultados e Discussão

Aquaponia

Implantou-se um modelo piloto aquapônico flutuante. O sistema flutuante, com placas de isopor, é o mais utilizado em escala comercial pela facilidade no manejo das plantas e por apresentar melhor custo-benefício e menor variação dos parâmetros de qualidade de água, enquanto o sistema em cama com substrato é o mais utilizado em escala *hobby* pelo seu baixo custo e pela possibilidade de atuação do próprio substrato como filtro mecânico e biológico para retenção e transformação dos sólidos, respectivamente (BLIDARIU; GROZEA, 2011).

No sistema colocou-se 325 alevinos de Lambaris (*Astyanax bimaculatus*) e 25 alevinos de Tilápias (*Oreochromis niloticus*), em caixas d'água (500L) separadas para que fosse observado o crescimento de cada espécie. Por atrasos no início do sistema, os peixes foram colocados em um período desfavorável (outono-inverno), com temperaturas baixas. O lambari mostrou-se mais adaptado ao clima, porém as tilápias não se alimentaram corretamente devido a temperatura baixa e como consequência sua imunidade caiu, proporcionando condições fisiológicas e ambientais para proliferação de fungos, o qual causa dificuldade de respiração, a qual acarretou a morte dos peixes.

Devido à presença desse fungo todo o cultivo de tilápias foi interrompido, com desinfecção da caixa e colocação de novos peixes, mais lambaris, por sua adaptabilidade ao frio.

No tanque de cultivo, com 9m², foram instaladas as placas de isopor com perfurações para encaixe das mudas (25 alfaces lisas, 56 alfaces crespas, 17 alfaces roxas e 36 agriões). A lâmina d'água tinha aproximadamente 40 cm. O tanque recebia água advinda dos filtros, que por sua vez recebia a água das caixas com peixes. A água do tanque, levemente inclinado, é novamente bombeada para as caixas dos peixes, fechando o ciclo.

No sistema foi visível que o crescimento dos vegetais foi prejudicado com a mortandade das tilápias. As alfaces não desenvolveram nem a metade do esperado. Observou-se que as alfaces apresentavam manchas e folhas nitidamente pálidas. Após análise de especialista, foi constatado que a produção havia contraído uma doença, a Septoriose ou mancha de septória, causada pelo fungo *Septoria lycopersici*, é uma doença de épocas chuvosas. As perdas por esta doença podem ser grandes devido à destruição das folhas, iniciada nas folhas mais velhas, contribuindo para a redução da área foliar responsável pela fotossíntese, além de queda foliar prematura quando a planta hospedeira é suscetível, o patógeno está presente em sua forma virulenta e a condição ambiental é favorável, temos os três fatores necessários para que uma doença se manifeste. Entre os fatores ambientais, a umidade do ar e do solo, e a temperatura favorecem o processo de infecção do patógeno. Ao modificar o “ambiente”, a irrigação aumenta a intensidade de doenças, podendo, inclusive, favorecer o surgimento de outras doenças secundárias (REIS et al., 2006).

As alfaces também sofreram com um parasita chamado trips, plantas afetadas por esta moléstia cessam seu crescimento apresentando folíolos atrofiados e tornam-se improdutivos (CORTEZ; TEIXEIRA, 2005). Uma alternativa para evitar as pragas futuramente, seria a colocação de mudas adaptadas à hidroponia.

O agrião não se adaptou bem ao sistema, resultando na morte de todas as unidades alguns dias depois da colocação no sistema. Notou-se com o decorrer do plantio que o sistema de aquaponia necessita de uma demanda de sol diária, permitindo assim que as plantas ali cultivadas crescessem com qualidade, infelizmente na montagem do sistema escolheu-se um local inapropriado, que não possui a demanda solar necessária, acarretando um crescimento deficiente das plantas.

No cultivo dos peixes, os lambaris apresentaram uma boa adaptação tanto na temperatura quanto também ao ambiente da caixa d'água, e o crescimento mostrou resultados satisfatórios, eles tiveram um ganho de peso de 27%.

Para o monitoramento da água das caixas dos peixes e do tanque de cultivo foi utilizado o kit da empresa ALFAKIT®, para analisar algumas variáveis físicas. Todas as

análises apresentaram bons indicadores (temperatura, amônia, pH, dureza, nitrito, alcalinidade, oxigênio) para a criação dos peixes e cultivo das plantas. Alguns problemas pontuais, como por exemplo, oxigênios dissolvido foram sendo ajustados ao longo do experimento, com colocação de aeradores.

Para o funcionamento ideal do sistema de aquaponia é necessário acompanhar e monitorar o sistema diariamente e, certificar-se de que a aeração e a circulação de água (bombas de ar e água) estão funcionando adequadamente, mantendo uma boa qualidade da água: pH entre 6-7, oxigênio dissolvido maior que 5 mg/L, a amônia total e o nitrito menores do que 1,0 mg/L, o nitrato entre 5-150 mg/L e a temperatura entre 18-30°C. Recomenda-se não sobrecarregar os tanques com mais de 20 Kg de peixes por m³, evitar excessos alimentares e remover qualquer resto de comida após 30 minutos da oferta (ARAUJO e NUNER, 2016).

Compostagem

O projeto de instalação das composteiras no campus Gasp ar, do Instituto Federal de Santa Catarina foi encerrado após 98 dias de monitoramento.

A partir dos dados monitorados (duas vezes por semana) percebeu-se que a temperatura dos compostos não teve muita variação, a maior média de temperatura ocorreu na composteira da bombona (24,7°C). A composteira dos baldes teve uma média de 22,9°C e a de tijolos 21,2°C. Não houve picos de elevação de temperatura, conforme apontado na literatura.

No decorrer do processo a umidade foi diminuindo e as composteiras foram molhadas para manterem-se úmidas. O chorume produzido nas composteiras dos baldes e da bombona, era retirado e reinserido no sistema. Após 38 dias de monitoramento, cessou a produção de chorume da leira feita de baldes e aproximadamente quatro dias depois, o mesmo com a leira de bombona, depois disso foi iniciado o reviramento das leiras e continuação da adição de água de acordo com a necessidade. No final do processo os resíduos orgânicos haviam sido totalmente decompostos, mas a celulose das plantas usadas como camada de N estava parcialmente decomposta.

Os compostos finais apresentaram coloração escura, característica de húmus.

O volume das composteiras teve grande variação diminuindo 75% na composteira de bombona; 61,5% na composteira de tijolos; e 87% na composteira dos baldes. Esses valores revelam a eficiência do processo de decomposição.

A leira de bombona se mostrou mais próxima do que seria o ideal para uma composteira, com temperatura mais elevada dentre as 3 leiras montadas, e também a média mais alta das temperaturas. A leira de bombona também apresentou maior volume produzido de chorume dentre as 3 analisadas, esta leira seguiu todo o processo sem apresentar mal cheiro ou presença de qualquer tipo de praga.

A leira de tijolos foi a que apresentou menor média de temperatura dentre as 3 leiras do projeto, acredita-se que tal fato ocorreu devido a maior aeração da leira, pois não ficava fechada como as outras duas. A leira de tijolos também apresentava maior dificuldade de reter umidade do que as demais acredita-se que isso ocorreu pelo mesmo fator da temperatura, ou seja, pelo fato da leira de tijolos estar mais exposta ao clima e a aeração, acabou não sendo tão eficaz no aumento de temperatura e nem na manutenção de umidade. A leira de tijolos também mostrou ausência de qualquer praga ou mal cheiro.

Para verificar a eficiência dos compostos produzidos se montou um canteiro com cada adubo produzido a partir das 3 composteiras. No canteiro somente foi usado o produto de cada leira individualmente. Também foi feito um canteiro a mais para o controle com de terra humificada comercializada.

O composto produzido pela composteira dos baldes, em menor volume, foi suficiente para o plantio de dois pés de alface. O composto da bombona possibilitou o plantio de cinco pés de alface; e o composto de tijolos possibilitou o plantio de 3 pés de alface. Para o controle plantou-se 5 pés de alface.

Com o monitoramento das plantas, pode-se perceber a característica de cada composto produzido. No composto da bombona acredita-se que houve uma concentração de nutrientes ou uma insuficiente maturação, pois as plantas não se desenvolveram. O mesmo aconteceu com as alfaces plantadas no composto produzido na composteira de baldes. Já as alfaces plantadas com o composto gerado na composteira de tijolos, acabaram crescendo normalmente.

Análises físico-químicas dos compostos não puderam ser realizadas, por isso não se pode determinar as características dos compostos para uma conclusão mais adequada da ineficiência dos compostos produzidos.

Considerações Finais

O objetivo foi alcançado, os dois sistemas de ciclagem de nutrientes: compostagem e aquaponia foram instalados com sucesso. Os dois sistemas podem ser replicados em outros espaços, pois são adaptáveis.

A técnica de compostagem mais eficiente foi a que utilizou uma bombona de 200L com uma torneira que permitia a retirada e inclusão novamente no sistema do chorume produzido. A compostagem com resíduos orgânicos é viável em microescala, não gera odores ou atração de insetos, se bem manejada. A escolha da técnica deve-se dar pela necessidade de cada espaço e disponibilidade de materiais.

O sistema aquapônico apresentou um grau maior de dificuldade para instalação, pois o dimensionamento de cada parte do sistema precisou ser ajustado, cada etapa teve que se adequar a próxima para fechar a circulação permanente da água e nutrientes. Como houve atrasos no início desse sistema, com colocação dos peixes em período adverso, as conclusões ainda não são definitivas, há necessidade de repetir todo o experimento, em projetos posteriores, corrigindo os erros encontrados para uma melhor divulgação junto à comunidade.

Bibliografia

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13591:

Compostagem. Rio de Janeiro: 1996. 4 p. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.591-Compostagem.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2017.

ARAUJO, A. F.; NUÑER, A. P. de O. Aquaponia: tecnologia aplicada para a produção de alimentos com manejo agroecológico. In: PEREIRA, G. R. et al. Piscicultura Continental com enfoque agroecológico. Gaspar: Publicação do IFSC, 2016. Cap. 3 p. 36-61.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; POVINELLI, Jurandir. Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos. São Carlos: EESC – USP, 1999. p.120

BILLARD, R., SEVRIN-REYSSAC. J. 1993. Positive and negative impacts of pond pisciculture upon the environment. In: BARNABÉ, G.; KESTEMONT, P. (Ed.) Production, environment and quality: In: International Conference Bordeaux Aquaculture, 9, 1992. Bordeaux-France, March, 1992. EAS Special Publication, p. 17-29.

BLIDARIU, F. & GROZEA, A. Increasing the economic efficiency and sustainability of indoor fish farming by means aquaponics – Review. *Animal Science and Biotechnologies*, v.44, n.2, 2011

CORTEZ, J. W.; TEIXEIRA, A. N.S. Alface – Hospedeiro incômodo. *Cultivar HF*. Fevereiro / Março. 2005. Disponível em:

<http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/hf30_hospedeiro.pdf>. Acesso em 07 out. 2017.

HUNDLEY, G. C. Aquaponia, uma experiência com tilápia (*Oreochromis niloticus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistemas de recirculação de água e nutrientes. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2013. Disponível em:

<http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5977/1/2013_GuilhermeCrispimHundley.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.

FAO. Número de vítimas da fome cai para menos de 800 milhões: a erradicação é o próximo objetivo. 27/05/2015. Disponível em:

<<http://www.fao.org/news/story/pt/item/288582/icode/>>. Acesso em: 04 out. 2017.

FEIDEN, Alberto. Agroecologia: introdução e conceitos: Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Distrito Federal. Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 51-60.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. *R. Bras. Zootec.* vol.37 nº 2. Viçosa. Feb. 2008.

LENNARD, W. A.; LEONARD, B. V. A comparison of reciprocating flow versus constant flow in an integrated, gravel bed, aquaponic test system. *Aquaculture International* 12(6):539-553. 2004.

LIMA, José S. et al. Effect of selected and non-selected urban waste compost in the initial growth of corn. *Revista Resources, Conservation and Recycling*, Amsterdam, v. 42, n. 04, novembro 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344904000461>>. Acesso em: 13 Jan. 2014.

OLIVEIRA, E., SARTORI, R., & GARCEZ, T. (2008). Compostagem. Trabalho de Disciplina. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf>. Acesso em 07 out. 2017.

PEIXOTO, R. T. G. Compostagem – opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988. 48 p. (IAPAR. Circular, 57).

RAKOCY, J.; et al., Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics—integrating fish and plant culture. *SRAC Publication*, v. 454, p. 1-16, 2006.

RACOCY, J. E.; HARGREAVES, J. A. Integration of vegetable hydroponics with fish culture:



a review. In.: *Techniques for Modern Aquacultura - Aquacultural Engineering Conference*, 1993, Spokane. *Proceedings...* Spokane: ASAE, 1993. p.112-36.

REIS, A.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C.A. *Mancha-de-septória: doença limitante do tomateiro no período de chuvas*. Brasília: EMBRAPA, 2006.

SEAWRIGHT, D. E., STICKNEY, R. R., WALKER, R. B. 1998. Nutrient dynamics in integrated aquaculture-hydroponics systems. *Aquaculture*, v. 160, p.

DESEMPENHO DA MELANCIA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÃO VERDE

Kaique da Silva França¹
Rayla Mirele Passos Rodrigues²
Raiane Lima Oliveira³
Leticia Steffany Gonçalves Tavares⁴
Damião Bonfim Mendes⁵
Rubens Silva Carvalho⁶

1. Graduando. Universidade do Estado da Bahia - UNEB. kaique-sf@hotmail.com
2. Graduando. Universidade do Estado da Bahia - UNEB. raylampr@outlook.com
3. Graduando. Universidade do Estado da Bahia – UNEB. enairane@gmail.com
4. Graduando. Universidade do Estado da Bahia – UNEB. leticiasteffany_123@hotmail.com
5. Graduando. Universidade do Estado da Bahia – UNEB. mendes-bonfim@hotmail.com
6. Professor. Universidade do Estado da Bahia – UNEB. rusilca@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o desenvolvimento e produtividade da melancia, submetida a diferentes tipos de adubação verde. Esse experimento foi conduzido na Universidade do Estado da Bahia (UNEB) CAMPUS III, em um Neossolo Flúvico. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram: T1 - manejo convencional, T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucena, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucena, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro e T1 – Testemunha. De acordo com as características analisadas, os melhores desempenhos da melancia foram observados quando a mesma foi submetida ao T5.

Palavras-chave: Leguminosas; coquetel vegetal; sustentável.

Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Mansf.) é uma planta originária das regiões tropicais da África Equatorial. Atualmente, no Brasil, é considerada uma das mais importantes olerícolas produzidas e comercializadas, sendo superada, apenas, pelas culturas de tomate, batata e cebola (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2007). Conforme Dias et al (2005) a melancia apresenta propriedades nutricionais e terapêuticas que acrescentam a importância no seu consumo pelas pessoas e ganha uma grande expressão econômica e social. No Nordeste brasileiro a cultura da melancia é cultivada em sistema irrigado e sequeiro, gerando emprego, principalmente com mão-de-obra familiar em pequenas propriedades. A melancia apresenta

uma colheita de fácil manejo e menor custo de produção, assim quando comparada a outras culturas. (CARVALHO, 2005).

No Nordeste brasileiro a cultura da melancia é cultivada em sistema irrigado e sequeiro, gerando emprego, principalmente com mão-de-obra familiar em pequenas propriedades. A melancia apresenta uma colheita de fácil manejo e menor custo de produção, assim quando comparada a outras culturas. (CARVALHO, 2005).

O Nordeste é responsável por um terço da produção nacional, destacando-se os Estados da Bahia, Pernambuco e Maranhão. No Vale do São Francisco, o cultivo desta hortaliça tem sido realizado, principalmente, por pequenos produtores, com a aplicação de baixo nível tecnológico (YURI et al, 2015).

Na Bahia as principais regiões produtoras são o vale do Rio São Francisco, o Oeste baiano e o Extremo Sul. A melancia da região do Submédio São Francisco, embora seja toda comercializada no mercado interno, é destinada principalmente para as capitais do Nordeste brasileiro e para os mercados consumidores das regiões Sudeste e Sul do País. No Mercado do Produtor de Juazeiro-BA, em 2007, foram comercializados 4.171.166 kg, que correspondeu a uma movimentação de capital equivalente a R\$ 824.845,00 (DIAS et. al, 2010) O cultivo convencional de melancia na região vem sendo realizado com o emprego de um elevado volume de insumos (agrotóxicos e fertilizantes sintéticos) resultando em frutos com resíduos químicos e especialmente com custos financeiros e ambientais elevados. Contudo o aumento no nível de informação sobre os cultivos de base agroecológica pela população face à crescente utilização de insumos de base industrial e sintéticos vem requerendo a realização de pesquisas sobre produção orgânica de alimentos em sistemas familiares por apresentarem melhor viabilidade e sustentabilidade ambiental, econômica e social além de serem mais saudáveis, por possuírem valor biológico superior (ARAUJO et. al, 2010).

Com o advento da produção sustentável, a agricultura orgânica representa uma ferramenta que busca o desenvolvimento de um produto de qualidade e, sobretudo a manutenção da saúde humana e preservação do ambiente. Dentre algumas técnicas utilizadas no sistema de agricultura orgânica, com o intuito de aumentar a produtividade e recuperar solos, destaca-se a adubação verde, no qual é uma prática agrícola que consiste no plantio de espécies vegetais, tanto de ciclo anual como perenes, em sistema de rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico (BRATTI et al, 2005) . A produção orgânica tem preço diferenciado e sua aquisição é fundamentada na utilização de recursos da propriedade, reciclagens de nutrientes e alternativas sustentáveis. Com isso as pesquisas necessitam atender o comércio e empregar tecnologias de conservação do solo e da água. Sendo então imprescindível compartilhar as potencialidades tecnológicas com os agricultores na prática da agricultura orgânica.

Objetivo

Partindo desses princípios esse trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento da melancia submetida a diferentes formas de adubação verde, no Vale do Submédio São Francisco.

Materias e métodos

O experimento foi realizado em área de campo da UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), Campus III, localizado no município de Juazeiro, Estado da Bahia, em um Neossolo Flúvico. A região está situada a 9° 25' de latitude sul e 40° 29' de longitude oeste, com altitude de 366 m. De acordo com a classificação climática

de Köeppen, o clima é BSh, (clima semi-árido quente), (TEXEIRA, 2001), caracterizado por chuvas distribuídas de Novembro a Março entre 250 mm e 500 mm e estiagem no inverno e temperatura anual média igual 24,2 °C, com média máxima de 29,6 °C e mínima de 20,3 °C. As temperaturas mais elevadas se distribuem entre os meses de janeiro e fevereiro, enquanto a média mensal mais baixa ocorre no mês de junho e julho. O solo da área experimental é classificado como do tipo Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1999). Amostra do solo foi coletada e enviada ao laboratório SOLOAGRI, Petrolina - PE, para determinação química e física sendo os resultados obtidos os seguintes: pH em H₂O = 7,4; K⁺ = 0,82 cmol_c dm⁻³ de TFSA; Ca²⁺ = 5,0 cmol_c dm⁻³ de TFSA; Mg²⁺ = 1,0 cmol_c dm⁻³ de TFSA; Na⁺ = 0,11 cmol_c dm⁻³ de TFSA; Al³⁺ = 0,00 cmol_c dm⁻³ de TFSA; SB = 6,93 cmol_c dm⁻³ de TFSA; H⁺ + Al³⁺ = 0,00 cmol_c dm⁻³ de TFSA; T = 6,93 cmol_c dm⁻³ de TFSA; V% = 100,0; 100*Na⁺ / T = 1,60; P = 92,06 mg dm⁻³. Granulometria (%): Areia = 78; Silte = 17; Argila = 5; densidade (g/cm³) real = 2,91 e Aparente = 1,53, com classe textural = Areia franca.

Embora haja um comportamento diferente entre as cultivares de melancia em relação ao pH, considerando o desenvolvimento da parte aérea e radicular, o cultivo desta olerácea se desenvolve satisfatoriamente em solos com pH na faixa de 5,5 a 6,8 e saturação por bases de 70 a 80 % (VILLA et al., 2001). Dessa forma, não foi feita a correção do solo, já que a saturação por base atingiu 100 %, enquadrando-se superior ao recomendado por Raij et al. (1997) e Trani et al. (1997), nessas condições, mostrando-se ser um solo bastante fértil.

A cultivar de melancia utilizada no experimento foi a ‘Crimson Select Plus’ (*Citrullus lanatus*) da empresa Agristar do Brasil LTDA, com as seguintes especificações contidas na embalagem: pureza – 99,9 %; germinação – 85 %; peso líquido – 500 g. A Melancia Crimson Select Plus apresenta formato arredondado, coloração verde vivo com estrias verde escuro, polpa vermelha intensa e tolerante/resistente a: *Colletotrichum gloeosporioides*/antracnose, *Fusarium spp* Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso com 5 (cinco) tratamentos: T1 - manejo convencional, T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucena, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucena, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro. e 4 (quatro) repetições.

Os tratamentos foram alocados em parcelas medindo 6,5 m de comprimento X 4,62 m de largura, perfazendo cada parcela uma área de 30 m², com 12 plantas úteis. Os coquetéis foram implantados antecedendo o plantio da melancia em sistema de rotação. A ceifa das espécies presentes no coquetel foi realizada aos setenta e seis dias após o plantio e a fitomassa resultante, foi depositada sobre o solo. O plantio da cultura da melancia (*Citrullus lanatus*.) foi realizada em bandejas de polipropileno com 200 células e substrato comercial e permaneceram em ambiente protegido até o transplante quando apresentaram duas folhas definitivas.

Foi utilizada uma planta por berço de plantio. Foi utilizado um sistema de cultivo irrigado, por gotejamento. As análises de desenvolvimento da planta foram realizadas 40 dias após o transplante das mudas para o campo e as variáveis determinadas nas plantas foram: comprimento do ramo principal (C.R.P); número de folhas por planta N.F/P, largura da folha (L.F), comprimento da folha (C.F), diâmetro do caule (D.C), teor de clorofila A (C.A), teor de clorofila B (C.B) e Massa da matéria seca da parte aérea (M.M.S.A). Foi utilizada uma fita métrica para determinação do comprimento do ramo principal, largura e comprimento da folha (foram analisadas três folhas por plantas e calculado a média), já o diâmetro do caule foi feito com o auxílio de um paquímetro digital. Foi utilizada uma balança semi-analítica para determinar (M.M.S.A). A clorofila A e clorofila B, foram feito a coleta de dados com um clorofiLOG digital. Já as análises de produtividade foram realizadas 83 dias após o

transplante das mudas para o campo e as variáveis determinadas nos frutos foram: Produtividade total (P.T) e produtividade comercial (P.C). A produtividade comercial foi obtida por meio da pesagem dos frutos da área útil da parcela livres de danos mecânicos, deformações e manchas que se enquadram nos padrões de comercialização (mercado interno e externo). A produtividade total foi obtida por meio da pesagem dos frutos da área útil da parcela.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas capinas manuais nas linhas de plantio, com o objetivo de eliminar as plantas espontâneas e evitar a concorrência destas com a cultura por água, espaço, luz e nutrientes. O penteamento foi efetuado duas vezes durante o ciclo da cultura. A água utilizada na irrigação do experimento foi proveniente do Rio São Francisco, cujas amostras foram analisadas no Laboratório de Análises de Solo, Água e Calcário do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, apresentando condutividade elétrica de 0,00759 dS m⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas por meio do teste de agrupamento de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Através do programa Winstat.

Figura 1: Área experimental do DTCS/UNEB, coquetel de espécies vegetais.



Fonte: França, 2016.

Figura 2: Área experimental do DTCS/UNEB, ceifa do coquetel de espécies vegetais.



Fonte: França, 2016

Resultados e discussão

Observou-se através dos resultados obtidos (Tabela 1), que ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos em relação às variáveis agrônômicas avaliadas: largura da folha, comprimento da folha. Já no que diz respeito ao comprimento do ramo principal e diâmetro do caule, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 1: Valores médios das variáveis agrônômicas: Comprimento do ramo principal – C.R.P, largura da folha (L.F) e comprimento da folha (C.F), submetidos a quatro tipos de adubação verde, T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucena, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucena, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro. Sendo um isento de qualquer tipo de adubação – T1.

Variáveis	Diferentes formas de adubação verde					MG	CV%
	T1	T2	T3	T4	T5		
C.R.P	0,73a	1,02a	1,15a	1,13a	1,58a	1,12	37,32
L.F	8,48b	10,23ab	11,00ab	10,9ab	12,76a	10,67	11,82
C.F	10,23b	11,45ab	11,93ab	12,27ab	13,71a	11,92	9,48
D.C	5,51a	6,04a	6,24a	6,93a	8,22a	6,59	19,30

Letras iguais na mesma linha não diferem ao nível de Tukey 5 %.

Quanto as variáveis L.F e C.F, (Figura 1) o T5 apresentou os melhores resultados diferindo estatisticamente do T1, ressaltando a importância da adubação verde para o desenvolvimento foliar da melancia, que conseqüentemente irá favorecer a atividade fotossintética da planta, o que contribui para um bom crescimento da e ótima produtividade. Esse resultado pode ser justificado pelo o aporte e fixação biológica de nitrogênio no solo – FBN, que ocorre durante o cultivo do coquetel vegetal, graças a simbiose feita entre leguminosas e bactérias diazotróficas presente no solo. De acordo com Ferreira et al. (2005), a taxa de crescimento das folhas é diretamente influenciada pelo suprimento de nitrogênio, o que torna o mesmo um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa. As variáveis: C.R.P e D.C apresentaram os melhores resultados, quando submetidas aos T2, T3, T4, T5, tratamentos compostos por adubação verde. Isso se deve aos benefícios proporcionados pela adubação verde que é caracterizada por melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo, através da redução das perdas por erosão, aumento do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca catiônica, da reciclagem dos nutrientes e pelo controle de nematóides e de plantas invasoras (MOJTAHEDI et al., 1993; AMABILE et al., 1994.).

De acordo com os dados apresentados na Figura 3 observa-se que os diferentes tratamentos promoveram efeito significativo em todos o parâmetros avaliado: Número de folhas por planta (N.F/P). Sendo que o T5 diferiu estatisticamente do T1.

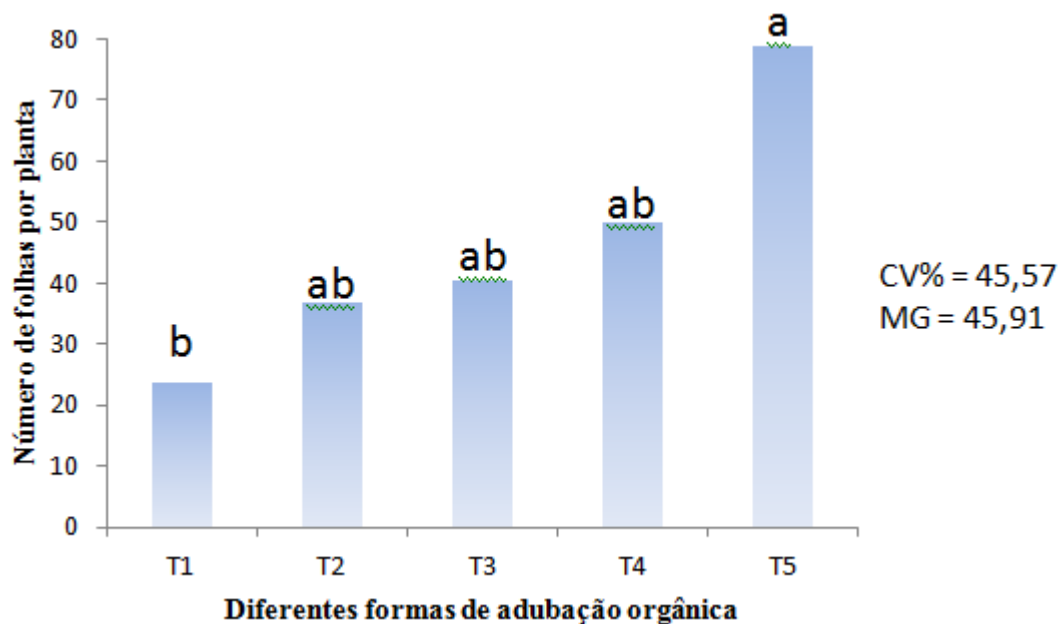
Os maiores índices de N.F/P, (Figura 3) observados para os tratamentos constituídos de adubação verde, podem estar relacionados com o aumento da atividade microbiana nesse solo, isso é essencial para que ocorra a mineralização de nutrientes da material orgânica do solo, tornando-os disponível para as plantas.

JIA et al. (2005) estudando a influência do manejo sobre os nutrientes do solo e a biomassa microbiana, observaram que o quociente microbiano foi maior em solos adubados

do que em pousio em diferentes estágios, sugerindo que práticas de manejo apropriadas como rotação de culturas com adubação podem melhorar e manter a fertilidade do solo. Dentre os nutrientes importantes para as plantas, além do nitrogênio e fósforo, destaca-se o potássio, que embora não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções na planta como na fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros e portanto, é fundamental ao crescimento e produção da planta (MARSCHNER, 1995.)

Pode-se verificar neste trabalho que os tratamentos no qual foi cultivado o coquetel vegetal, apresentaram maiores médias no que diz respeito a variável número de folhas por plantas, como mostra a (Figura 3), o T5 foi superior estatisticamente quando comparado ao T1 pelo teste de agrupamento de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3 – Número de folhas (N.F/P) de melancia em função de diferentes tipos de adubação verde: T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucena, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucena, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro. Sendo um isento de qualquer tipo de adubação –T1.

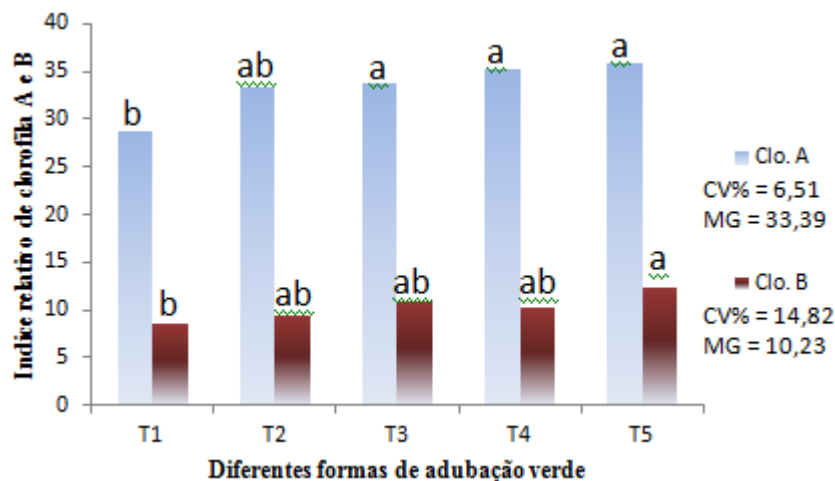


CONG et al. (2006), avaliando a resposta da atividade microbiana do solo orgânico, convencional em conversão durante dois anos de experimentação, observaram que sistemas em conversão e sistema orgânico apresentaram respiração basal do solo (RBS) maior que em solos sob manejo convencional, o que segundo os autores, foi em decorrência da maior entrada de carbono nos sistemas anteriores, estimulando a atividade da biomassa microbiana. Segundo Jia et al. (2005) estudando a influência do manejo sobre os nutrientes do solo e a biomassa microbiana, observaram que o quociente microbiano foi maior em solos adubados do que em pousio em diferentes estágios, sugerindo que práticas de manejo apropriadas como rotação de culturas com adubação verde podem melhorar e manter a fertilidade do solo. Esse aumento a atividade microbiana é de fundamental importância, pois contribui com o aumento da porosidade do solo, aeração e infiltração de água, além de alguns microrganismos esta

diretamente relacionados a disponibilização de alguns nutrientes no solo, aumentando a fertilidade do solo. Isso pode ter ocorrido no presente trabalho, favorecendo então um incremento no desenvolvimento da melancia submetida a adubação verde, aumentando então a produção por planta, obtendo-se os melhores resultados nos tratamentos em que houve a aplicação de material orgânica. Em consonância com isso existe também uma vantagem com o uso de adubo orgânico quando comparado à aplicação de fertilizantes químicos que é a liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta. Se os nutrientes forem imediatamente disponibilizados no solo, como ocorre com os fertilizantes químicos, podem ser perdidos por volatilização (principalmente o nitrogênio), fixação (fósforo) ou lixiviação (principalmente o potássio). Essa disponibilização de forma gradual, principalmente do nitrogênio, pode ter ocorrido com os adubos verdes utilizados nessa pesquisa, o que favoreceu o crescimento da planta e proporcionou um número maior de folhas em plantas que receberam adubação verde (Figura 3), além de reduzir impactos ambientais como a contaminação de águas subterrâneas causado pela lixiviação de nutrientes em excesso.

De acordo com a figura 4, a análise estatística revelou que houve significância para as variável agrônômica analisada (C.A). Observando que para a variável (C.A) o T3, T4 e T5 diferiram estatisticamente do T1 e para a variável (C.B) o T5 diferiu estatisticamente do T1. Obtendo-se em geral para as duas variáveis as maiores media de clorofila na folha da melancia, quando submetida a adubação verde.

Figura 4: Índice relativo de clorofila A (C.A) e índice relativo de clorofila B (C.B) de melancia em função de diferentes tipos de adubação verde: T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucina, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucina, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro. Sendo um isento de qualquer tipo de adubação –T1.

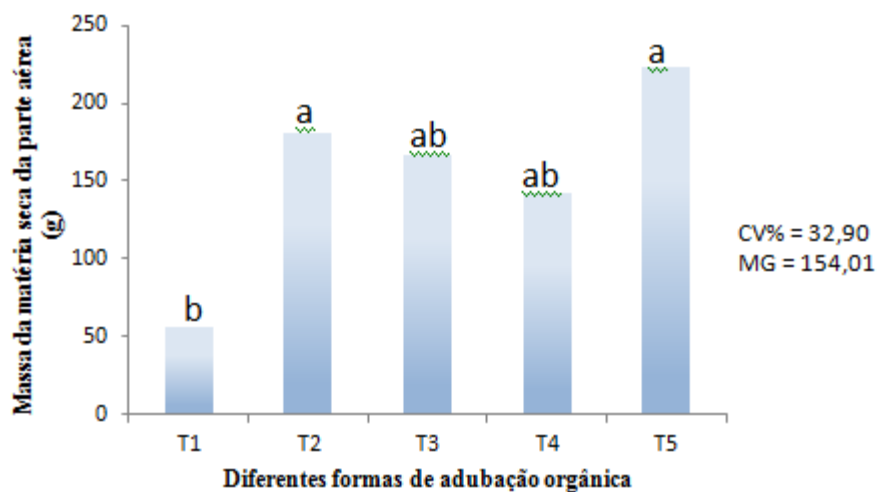


O teor de clorofila na folha está diretamente relacionado com a atividade fotossintética, a sua quantidade pode ser influenciada pela disponibilidade de nitrogênio para a planta na solução do solo. Muitos autores têm comprovado o aporte de N, proveniente da FBN, por bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, quando se cultivam leguminosas de interesse econômico e como adubos verdes para culturas principais (DEPOLLI et al., 1996; BODDEY et al., 1997; MARTINS et al., 2003), demonstrando o potencial de uso destas associações simbióticas. Em consonância a isso já existe trabalhos realizados por Alvarenga et al. (1995), no qual os resultados obtidos verificaram os maiores

acúmulos de nitrogênio na crotalária juncea (252,9 kg ha⁻¹), mucuna-preta (191,5 kg ha⁻¹) e no feijão-de-porco (146,2 kg ha⁻¹). Segundo Pereira et al., (1990) entre os adubos verdes promissores para a prática da adubação verde destacam-se a mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy.), a crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.), por serem plantas rústicas, de eficiente desenvolvimento vegetativo, adaptadas a condições de baixa fertilidade e elevadas temperaturas. Justificando então o porque de todos os tratamentos constituídos de adubação verde, apresentarem as maiores médias de clorofila destacando-se o T5 dos demais, em que o coquetel vegetal desse tratamento, além de outras leguminosas e gramíneas tinha em sua composição mucuna preta e crotalaria juncea, citadas acima como promissoras no acúmulo de nitrogênio no solo, devido a relação de simbiose que apresentam com microorganismos.

Para a variável (M.M.S.A), observou diferença estatística do T5 e T2 quando comparado ao T1, obtendo-se as maiores médias para os tratamentos constituídos por adubação verde: T2, T3, T4 e T5. (Figura 5).

Figura 5: Massa da matéria seca da parte aérea (M.M.S.A) de melancia em função de diferentes tipos de adubação verde: T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucina, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucina, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro. Sendo um isento de qualquer tipo de adubação –T1.

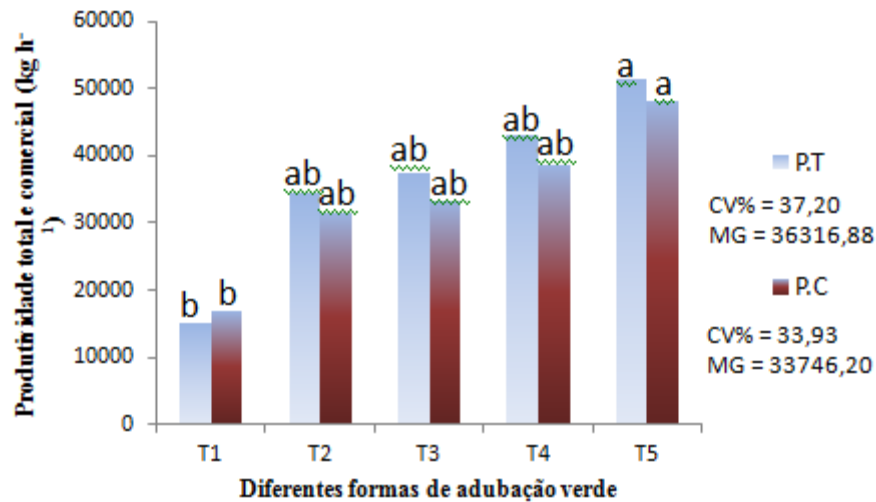


As maiores médias referente a variável (M.M.S.A) foram para o T2, T3, T4 e T5 (Figura 5), isso certamente está relacionado com a disponibilização de nitrogênio na solução do solo. O nitrogênio estimula o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas, aumentando o número e tamanho das folhas, um melhor desenvolvimento vegetativo pode aumentar a produtividade. Além disso o nitrogênio faz parte da composição química da clorofila que é um pigmento verde responsável por capturar radiação solar e realizar a fotossíntese, ou seja, esse nutriente é muito importante para o crescimento vegetativo da planta e aumento então da biomassa. Com a adubação verde, as espécies, principalmente as leguminosas que são cultivadas no coquetel vegetal, apresentam relação de simbiose com microorganismos responsáveis pela Fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN), essas leguminosas acumulam todo esse nitrogênio resultante da FBN e após a ceifa dos coquetéis, essas plantas sofrem a decomposição por fatores bióticos e abióticos, mineralizando nutrientes

como o nitrogênio e liberando-os para a solução do solo gradativamente. Tal fato justifica a maior massa da matéria seca da parte aérea nos tratamentos que receberam adubação verde.

Quanto aos dados obtidos para as variáveis: (P.T) e (P.C), os melhores resultados obtidos foram para o T2, T3, T4, e T5, havendo diferença estatística do T5 quando comparado ao T1. Houve um incremento de 340% na produtividade total e de 283% na produtividade comercial da melancia submetida ao T5 quando comparado ao T1. (Figura 6).

Figura 6: Produtividade total (P.T) e produtividade comercial (P.C) de melancia em função de diferentes tipos de adubação verde: T2 - milho, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, *Crotalaria spectabilis* e feijão de porco; T3 - milho, sorgo forrageiro, milheto, girassol, leucena, *C. spectabilis*, guandu, feijão de porco; T4 - milho, girassol, leucena, *C. spectabilis*, feijão de porco, guandu, milheto, sorgo forrageiro, mucuna cinza, feijão caupi; T5 - girassol, leucena, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro. Sendo um isento de qualquer tipo de adubação –T1.



Erdem e Yuksel (2003), trabalhando com irrigação por gotejamento, afirmaram que a produtividade ideal para esse tipo de manejo varia de 40 a 100 t ha⁻¹ dependendo da tecnologia adotada.

As produtividades da melancia, submetida a adubação verde, (Figura 6) foram semelhantes e em alguns casos, superiores às produtividades de outros trabalhos, manejados de forma convencional, com a melancia Crimson Sweet, cujas máximas produtividades obtidas neste trabalho foram de 48128,12 kg ha⁻¹ ou 48,0 t ha⁻¹ da produtividade comercial e 51459,37 kg ha⁻¹ ou 51,0 t ha⁻¹ da produtividade total, para o T5, respectivamente. Teodoro et al. (2002), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação na melancia, obtiveram a máxima produtividade de 44,5 t ha⁻¹. Mousinho et al. (2003), avaliando o efeito de lâminas de irrigação de nitrogênio e sua interação, verificaram o rendimento máximo estimado em 30,8 t ha⁻¹, e Resende & Costa (2003) pesquisaram sobre os efeitos de diferentes espaçamentos e obtiveram maior produção de 42,5 t ha⁻¹.

A adubação verde com leguminosas proporciona vantagens, como a economia com fertilizantes nitrogenados, grande rendimento por área, sistema radicular profundo, que ajuda a descompactar o solo, e simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (SILVA et al., 1985).

Consideração final

Conforme os resultados obtidos e nas condições desse estudo, pôde-se concluir que a adubação verde que apresentou maior incremento na cultura da melancia do cultivar “Crimson Select Plus” no presente estudo, de acordo com das variáveis analisadas, foi o T5, composto pelo coquetel vegetal (girassol, leucena, Milho, mucuna cinza, Feijão de porco, feijão caupi, *C. spectabilis*, guandu, *Crotalaria juncea*, mucuna preta, sorgo forrageiro).

Referências

- ALVARENGA RC; COSTA LM; MOURA FILHO W; REGAZZI AJ. 1995. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 175-185.
- ARAÚJO, J. F. et al. Genótipos de melancia sob sistema de cultivo orgânico irrigado no Submédio São Francisco. In: *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso. Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. S2911-S2917, jul. 2010., 2010.
- BODDEY, R. M.; SÁ, J. C. de M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 29, n. 5/6, p. 787-799, 1997.
- BRATTI, A. E.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; MARTINS, C. M.; ZILLI, J. E.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D. L. DE; NEVES, M. C. P. Levantamento de Rizóbios em Adubos Verdes Cultivados em Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), *Embrapa Agrobiologia*, 2005 (DOCUMENTO 204).
- CARVALHO, R. N. Cultivo de Melancia para a Agricultura Familiar. Brasília: EMBRAPA, 2005, 112p.
- CONG, TU, FRANK, J.L.; CREAMER, N.G.; MUELLER, J.P.; BROWNIE, C.; FAGER, K.; BELL, M.; SHUIJIN, H. Responses of soil microbial biomass and N availability to transition strategies from conventional to organic farming systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v.113, n.1-4, p.206-215, 2006.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. Biomassa microbiana: Perspectiva para o seu uso e manejo do solo. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F.; eds. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, p.551-563, 1996.
- DIAS, R.C.D.; SILVA, CMJ; QUEIRÓZ, M.A.; COSTA, N.D.; SOUZA, F.F.; E.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. ; NEVES, M. C. P. Levantamento de rizóbios em adubos verdes cultivados em Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA) Seropédica: *Embrapa Agrobiologia*, (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 204). 2005.
- DIAS, R. de C. S.; CORREIA, R. C. ARAÚJO, J. L. P. Sistema de Produção de Melancia. 2010.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 1. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EMBRAPA MEIO-NORTE. A cultura da melancia. 2. ed. rev. amp. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007.
- ERDEM, Y.; YUKSEL, A. N. Yield response of watermelon to irrigation shortage. *Science Horticulture*, v. 98, p. 365-383, 2003.
- JIA, G.M.; CAO, J.; WANG, G. Influence of land management on soil nutrients and microbial biomass in the central Loess Plateau, northwest China. *Land degradation & Development*, Sussex, v.16, n.5, p.455-462, 2005.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINS, L. M. V.; RANGEL, F. W.; XAVIER, G. R.; RIBEIRO, J. R. A.; MORGADO, L. B.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 38, p. 333-339, 2003.

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G. S.; INGHAM, R. E. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars as green manure. *Journal of Nematology*, Lakeland, v. 25, n. 2, p. 303-311, 1993.

Mousinho, F.E.P.; Costa, R.N.T.; Souza, F.; Gomes Filho, R.R. Função de resposta da melancia á aplicação de água e nitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. *Irriga, Botucatu*, v.8, n.3, p.264-272, 2003.

RAIJ, B.van & QUAGGIO, J.A. Methods used for diagnosis and correction of soil acidity in Brazil: An overview. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C. & SCHAFERT, R.E. *Plant-Soil Interactions at low pH: Sustainable agriculture and forestry production*. Campinas, Brazilian Soil Science Society, 1997. p.205-214

Resende, G.M.; Costa, N.D. Produtividade da melancia em diferentes espaçamentos de plantio. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43, Recife. *Anais... Recife: SBOB*, 2003.

SILVA, E.M.R.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Adubação verde no aproveitamento do fosfato em solo ácido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, p.85-88, 1985.

TEIXEIRA, A.H.C. Informações Agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Submédio do Vale do São Francisco, 48p. (Documentos. Embrapa Submédio do Vale do São Francisco). 2001.

TRANI PE, RAIJ B. 1997. 18. Hortaliças. In: RAIJ B; CANTARELLA H; QUAGGIO J; FURLANI AMC. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2a ed. ver. atual. p. 155-185. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, (Boletim técnico,100).

VILLA, W.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J.; GELMINI, G. A. Cultura da melancia. Campinas: CATI, 2001. 52 p. (Boletim Técnico, 243).

YURI, J. E.; PINTO, J. M.; COSTA, N. D. ; CALGARo, M. ; REBERT COELHO CORREIA, R. C. Manejo de água e nutrientes na cultura da melancia sob irrigação por gotejamento. XXV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (CONIRD). 2015.

USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS COMPOSTADOS NA PRODUÇÃO DE HÚMUS

Marcelo Fernandes Pereira da Silva¹
Carmen L. de S. Rech²
José Luiz Rech³
Danilo J. Leão⁴
Alex Aguiar Figueiredo⁵

1. Engenheiro Agrônomo IFBAIANO/ Mestre em Ciências Ambientais.
marcelofpsilva@gmail.com
2. Professora/DSc. UESB. jlclrech@gmail.com
3. Professor/DSc. UESB. jlrech@gmail.com
4. Professor/MSc.. UESB. danilo07leao@yahoo.com.br
5. Zootecnista. UESB. alexaf_zootecnista@hotmail.com

RESUMO

O grande desafio no desenvolvimento das atividades agropecuárias é a implementação de um sistema de produção que não afete adversamente os recursos ambientais, principalmente o solo e a água. Estudar e desenvolver procedimentos alternativos de reciclagem de resíduos sólidos, utilizando a compostagem e a minhoca *Eisenia foetida*, para produção de húmus, visando à valorização do composto, bem como, a redução do volume produzido e minimização do impacto ambiental, foram os objetivos do presente estudo. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso e foram estabelecidos 6 tratamentos com 4 repetições para produção de húmus: Testemunha solo (hTS); Dejetos bovinos (hDB); Dejetos de ovino (hDO); Dejetos de aves (hDA); Dejetos sólidos de suínos (hDS) e Resíduos de conteúdo ruminal fresco (hCR). De acordo com os resultados constatou-se a morte das minhocas nos resíduos compostados de DB, DA e DO ocorreu em virtude dos altos teores de sódio encontrados nas amostras. Quanto à produção de húmus a partir de conteúdo ruminal e dejetos suínos, apesar de não se enquadrarem completamente na legislação vigente como fertilizante orgânico para fins comerciais, apresenta-se como uma alternativa para utilização em propriedades rurais, possibilitando redução dos custos com a aquisição de fertilizantes minerais, além de representarem uma importante ferramenta a favor do meio ambiente, contribuindo para um sistema de produção sustentável.

Palavras-chave: Adubação orgânica; Vermicomposto; Resíduos de animais estabulados; Resíduo de conteúdo ruminal.

Introdução

A reciclagem de resíduos sólidos orgânicos permite o aproveitamento de materiais que de certa forma, seriam descartados indevidamente na natureza, contribuindo dessa forma para diminuir as agressões ambientais e assegurar a qualidade de vida do homem no planeta.

Segundo dados de BRASIL (2014), no Brasil são produzidos por ano cerca de 180 milhões de toneladas de dejetos de animais criados em regime intensivo. Segundo SCOLARI (2006) o Brasil está entre os líderes mundiais na produção de dejetos e, considerando apenas

os rebanhos confinados de bovinos, aves e suínos a produção de estrume e urina, chega a 410 milhões de toneladas por ano, o equivalente a mais de um milhão de toneladas por dia.

O conteúdo ruminal, que é um subproduto resultante do abate de bovinos em frigoríficos, normalmente é disposto aleatoriamente na natureza, podendo gerar impactos ambientais de grande magnitude. Considerando que bovinos, produzem em média 10% (dez por cento) do seu peso corporal de dejetos de conteúdo ruminal, e que o Brasil é o maior produtor comercial de bovinos, estas informações se tornam ainda mais preocupantes, tendo em vista o potencial poluidor destes dejetos no solo, mananciais e ar.

A produção diária de esterco dos animais varia de acordo com o sistema de manejo adotado e de acordo com o peso vivo do animal, podendo sofrer grandes variações em virtude de sua alimentação e sendo assim, podemos citar esta produção de esterco por Kg/animal/dia em: suínos 2,3 a 5,8; frango de corte 0,12 a 0,18; gado corte e gado leiteiro 10 a 15; ovinos de 0,5 a 0,9. (KONZEN, 1980; COLATTO; LANGER, 2011; LOPES et al., 2014; BRASIL 2016).

Dentre as alternativas possíveis de destinação dos resíduos oriundos da pecuária, destacam-se a compostagem e a produção de húmus. Esses processos, quando empregados no tratamento de resíduos orgânicos, têm se mostrado eficientes na transformação destes dejetos e reinserção dos mesmos nos sistemas de produção agrícola, contribuindo para a promoção da sustentabilidade no campo (BARBIERI, 2011).

O processo em que se utilizam minhocas para digerir a matéria orgânica provocando a sua degradação é conhecido como minhocultura. O uso das minhocas acelera o processo de compostagem resultando num produto final de excelente qualidade, capaz de melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, aumentando a diversidade de organismos benéficos no mesmo (AQUINO; LOUREIRO, 2004).

A utilização do húmus na adubação tem sido cada vez mais realizada na agricultura, trazendo benefícios como a elevação da capacidade de troca de cátions do solo e, conseqüente, elevação dos níveis de nutrientes que são requeridos pelas plantas. Geralmente, quanto maior a capacidade de troca de cátions do solo, melhor será sua fertilidade, pois adsorvem íons positivos como cálcio, magnésio e potássio, nutrientes essenciais para os vegetais.

Objetivo(s)

O referido estudo objetivou desenvolver procedimentos alternativos de reciclagem de resíduos sólidos, através da produção de húmus a partir de diferentes substratos, verificando a possibilidade de indicação de sua utilização como fertilizante orgânico.

Metodologia

Visando fornecer substratos para o desenvolvimento das minhocas, os resíduos foram selecionados e transportados para o SETRAS em março de 2016, sendo distribuídos em caixas d'água de fibra de vidro com capacidade para 1500 litros.

No fundo das caixas foram feitas perfurações onde foi fixada uma tela metálica, objetivando drenar o chorume produzido no processo e eliminar o excesso de umidade.

Foi determinada uma quantidade aproximadamente 600 litros de cada material com a seguinte ordem e composição: Caixa 1: Composto de Dejetos bovino(cDB), Caixa 2: Composto de Dejetos de ovino (cDO), Caixa 3: Composto de Dejetos de Aves (cDA), Caixa 4: Composto de Conteúdo ruminal fresco (cCR)e Caixa 5: Composto de Dejetos de suíno (cDS)oriundo das baias de terminação/UESB.

Os compostos foram revolvidos três vezes por semana, em dias alternados, e registradas a umidade e as temperaturas em uma planilha, optando-se ou não pela adição de água caso o material se apresentasse seco.

Verificada a estabilização da temperatura, a redução no volume do material, a ausência de odor e escurecimento do composto, foram coletadas amostras com 250 grama, acondicionada em sacos plásticos devidamente identificados e congeladas a -2° C, para posteriormente serem encaminhadas para análise laboratorial conjuntamente com as amostras do húmus.

Realizada a compostagem, iniciou-se o processo para a produção de húmus. Para tal, utilizou-se vinte vasilhames plásticos retangulares com capacidade total de 6,5L e tampas confeccionadas com tecido tipo TNT, pois permite a respiração e trocas gasosas da caixa como o meio externo.

As caixas foram mantidas em uma sala climatizada a uma temperatura de 28° C. Foi realizado um sorteio para distribuição das caixas dos referidos tratamentos e repetições de forma aleatória num delineamento de blocos casualizados, com 5 litros de substrato de cada tratamento de material. Realizado tal preenchimento, foram inoculadas, em cada caixa, 50 minhocas vermelhas da Califórnia adultas, resultando numa densidade de 10 minhocas por litro, conforme metodologia descrita por SILVA et al. (2002).

Semanalmente foram aferidas as temperaturas e verificadas a necessidade ou não de umidificação.

Decorridos os 45 dias da inoculação, foram coletadas amostras de húmus, e juntamente com as amostras do material compostado, encaminhadas para análise no laboratório de solos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. A avaliação química foi realizada com base nos seguintes parâmetros: concentração dos macronutrientes e micronutrientes (N, C, P, K Ca, Cu, Zn, Fe, Mn, Mg e Na), além de pH e umidade, determinadas segundo a metodologia oficial do Ministério da Agricultura, descritas em Análises de Corretivos, Fertilizantes e Inoculantes – Métodos Oficiais (2014).

As amostras de humos foram ainda conduzidas para análise microbiológica no laboratório da UESB- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e, posteriormente, os resultados foram confrontados com os parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 – IN 25/09.

O delineamento experimental utilizado na pesquisa foi o de blocos casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 24 caixas. A formação dos blocos levou em consideração, simultaneamente, o uso dos compostados de dejetos de bovino, suíno, ovino, aves, resíduo de frigorífico (conteúdo ruminal) e tratamento testemunha (solo). Foram registradas a umidade e as temperaturas das unidades experimentais no decorrer do experimento.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa ASSISTAT/2010 e foi utilizado o teste de Tukey($P<0,05$), para a comparação entre as médias dos tratamentos e os dados de desempenho dos tratamentos foram submetidos à análise de variância.

Os tratamentos foram assim denominados para produção de húmus:

- Tratamento 1: Testemunha solo (hTS);
- Tratamento 2: Dejetos sólidos de bovino (hDB);
- Tratamento 3: Dejetos sólidos de ovino (hDO);
- Tratamento 4: Dejetos sólidos de aves (hDA);
- Tratamento 5: Conteúdo ruminal fresco (hCR);
- Tratamento 6: Dejetos sólido de suíno (hDS).

Resultados e Discussão

Torna-se relevante destacar que objetivando anular a possibilidade de ocorrência de morte das minhocas em função da elevada temperatura provocada pela decomposição dos substratos utilizados, optou-se por realizar a compostagem antes de iniciar a vermicompostagem (produção de húmus).

O sistema adaptado de drenagem das caixas, nas quais foram produzidos os compostos, mostrou-se eficiente, evitando assim o acúmulo de líquido e conseqüentemente, a respiração anaeróbica, indesejável na produção do decomposto.

No composto 4 (cCR) foi necessária a adição de maravalha pelo fato do resíduo apresentar excessiva umidade. Foi observado maior escoamento de chorume nos tratamentos que inicialmente constatou-se maior umidade (cama de aves e conteúdo ruminal).

Dos resíduos compostados, os substratos cDB, cDO e cDAnão foram verificadas minhocas vivas em nenhuma das repetições, portanto, não foi possível realizar coletas para análises físico-químicas da produção de húmus. O tratamento testemunha contendo solo e minhoca (Ts) foi comparado com os resíduos de dejetos suínos (Ds) e conteúdo ruminal (CR).

No tocante ao material decomposto e o produto húmus, as médias apresentadas em termos de qualidade do composto, foram discutidas segundo a normatização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – BRASIL (2014), para todos os tratamentos.

O principal parâmetro utilizado para indicar o momento de fornecimento do material às minhocas foi a temperatura, que não deve ser superior a 40°C (LOURENÇO, 2010). As estabilizações das temperaturas nos substratos ocorreram a partir do 35º dia após iniciada a compostagem. Substituiu-se a fase final de maturação do decomposto pela vermicompostagem, antecipando o tempo de finalização do processo de compostagem.

As maiores temperaturas foram verificadas nos tratamentos cDA e cCR, 59,1°C e 58,4°C, respectivamente, entre o 10º e 16º dia após iniciado do processo. Temperaturas próximas à 60°C, atingidas na fase termófila são responsáveis pela eliminação de organismos patogênicos (TIQUIA; TAM; HODGKISS, 1998; TIQUIA, 2005). Decorridos 50 dias do início da compostagem todos os tratamentos apresentaram temperaturas inferiores a 40°C, variando entre 37,9 a 39,2°C. Observou-se ainda no mesmo período, uma considerável redução no volume do material, em decorrência principalmente da perda de umidade.

Brito (2008) e Guermandi (2015) analisando compostos de resíduos sólidos urbanos, encontraram picos de temperaturas após o revolvimento. Os mesmos foram observados no período inicial aos 10º, 18º e 22º dias nos tratamentos cDA(59,1°C), cDO(48,1°C) e cCR(54,1°C) respectivamente. Segundo Guermandi (2015), tais picos indicam o aumento da atividade metabólica dos microorganismos, resultando numa maior liberação de calor e elevação da temperatura.

Verificou-se que as médias atingidas pelos tratamentos cDB e cDO foram, respectivamente, 49,4°C e 48,4°C, não atingindo a temperatura mínima considerada ideal de 55°C, em nenhuma das aferições, o que pode indicar a não eliminação dos microorganismos patogênicos possível contaminação. O fato pode ter contribuído para a morte das minhocas, bem como, níveis de sódio acima de 1%, o que provoca a não adaptação das mesmas em substratos orgânicos (Costa Junior, 2008). No que diz respeito à compostagem de dejetos de aves, se constatou as maiores temperaturas, com média 59,1°C, superiores as recomendadas pela literatura (ANDREOLI, 2001).

As médias das temperaturas na fase termófila, que compreendeu os primeiros 30 dias da compostagem, observou-se 56,6°C temperatura média para o conteúdo ruminal e para dejetos de suíno 54°C, valor semelhante ao encontrado por Santos et al., (2016) na mesma fase, quando trabalhou com diferentes substratos na compostagem de resíduos de suínos.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as médias dos parâmetros analisados nos substratos decompostos com os encontrados no húmus. Pode-se observar variação nos valores de todos os parâmetros para os diferentes resíduos animais e testemunha solo.

O mesmo foi verificado por outros autores ao compostarem diferentes materiais orgânicos (DOMINGUEZ; GÓMEZ-BRANDÓN, 2013; GATIBONI et al., 2008; GUERMAMANDI, 2015), atribui-se tal variação as diferentes composições dos materiais e suas origens.

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros analisados nos substratos decompostos: pH, Carbono (C), Nitrogênio (N), Relação C:N, Matéria Orgânica (MO), Umidade do Compostos (UC) produzidos.

Tratamentos	pH (%)	C (%)	N (%)	C:N	MO (%)	UC (%)
TS	6,7	0,44	0,18	14,22	6,74	7,00
cDB	6,5	25,9	1,40	23,00	48,1	55,5
cDO	8,5	34,2	1,90	18,00	63,3	73,0
cDA	6,7	36,8	1,40	26,30	68,1	52,4
cDR	6,3	32,0	1,88	17,00	59,2	67,0
cDS	7,3	40,5	1,27	31,20	75,0	53,0

TS- testemunha solo, cDB-compostagem de dejetos de bovinos, cDO- compostagem de dejetos de ovinos, cDA - compostagem de dejetos de aves, cCR-compostagem de conteúdo ruminal, CDs- compostagem de dejetos de suínos

Ao confrontar as médias dos parâmetros analisados do húmus produzido com os valores encontrados no decomposto (Tabelas 1 e 2), foi verificada uma redução no pH nos tratamentos onde foram produzidos húmus (hTS, hCR e hDS). O material presente no conteúdo ruminal, contém celulose e lignina que até sua oxidação completa, favorecem o aparecimento de ácidos orgânicos, acidificando o meio, o que pode explicar o valor do pH do hCR de 5,8. O mesmo foi observado por Dores-Silva et al. (2013), que atribui esta redução do pH encontrado a produção de dióxido de carbono (CO₂) e de ácidos orgânicos nos processos de compostagem e produção de húmus.

O pH do tratamento hDS diferiu estatisticamente (P=0,0001) dos demais tratamentos hTS e hCR por se apresentar alcalino, provavelmente devido ao material utilizado na composição das rações e a maravalha utilizada nas baias de suínos com o objetivo de reduzir a umidade dos dejetos.

O tratamento hTS apresentou um pH 6,3, refletindo a condição de acidez dos solos da região. Segundo Pereira Neto (2007) valores baixos de pH são indicativos da não maturação apropriada da matéria orgânica (MO), favorecendo o crescimento microbológico, com aparecimento de fungos e bactérias que ao digerirem este material liberam ácidos e acidificam o meio. Na fase seguinte de maturação, ocorre o processo de humificação.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros analisados no húmus: pH, Matéria Orgânica (MO), Umidade do húmus (UH) e Relação C:N´.

Tratamentos	Variáveis			
	pH	MO	UH(%)	C:N
hTS	6,37b	5,84c	11,29b	18,68b
hCR	5,80c	57,18b	66,98 ^a	16,88b
hDS	7,20a	71,06a	62,83 ^a	31,85a
IN 25/09	6,00	-	50,00	20:1
Desvio Padrão	0,098	3,02	3,22	2,87
\bar{X}	6,46	44,69	47,03	22,47
CV (%)	1,52	6,76	6,84	12,8
PROB>F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Médias com diferentes letras na mesma coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de tukey. hTS- húmus de solo, hCR- húmus do conteúdo ruminal, hDS- húmus de dejetos de suínos e IN25/09 Instrução Normativa (referência).

Os valores encontrados corroboram com os achados de Lourenço (2010), que afirma que minhocas da Califórnia apresentam maior percentagem de sobrevivência em substratos ligeiramente ácidos, com pH entre 5 e 6, mas toleram pH de 5 a 8 sem prejuízo à sua atividade. Portanto os valores tabelados encontram-se dentro dos limites toleráveis para o desenvolvimento da espécie *Eisenia foetida*. Segundo a Instrução Normativa nº25/2009 - IN 25/09 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL,2009), o valor mínimo para pH de fertilizante orgânico comercial é de 6, portanto, todos os tratamentos se enquadram na normativa para este parâmetro.

Ao comparar os teores de MO no compostado, observou-se teores de 59,20, 75,00 e 6,74% para cCR, cDS e cTS respectivamente. Verificou-se uma pequena redução nos teores de MO de 57,18, 71,06 e 5,8% em hCR, hDS e hTS, quando comparado com os teores cCR, cDS e cTS, o que pode ser justificada pelo processo de mineralização.

Vários autores (COTTA et al.,2015; VALENTE et al., 2009; CORRÊA; FONSÊCA; CORRÊA, 2007; AQUINO; NOGUEIRA, 2005), afirmam que a digestão da matéria orgânica por microorganismos resulta na liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se transformando em nutrientes minerais tornam-se disponíveis para as plantas e com redução da MO. Durante a estabilização da MO em substâncias húmicas, há a formação de um produto mais estável com propriedades completamente diferentes do material que lhe deu origem. Resultados semelhantes foram encontrados por Guermandi (2015) e Dominguez e Gómez-Brandón (2013), que também atribuíram tal redução ao processo de mineralização promovido pelo consumo da MO.

A relação C:N é utilizada para avaliar a transformação da MO, bem como seus efeitos no crescimento microbiano, uma vez que a atividade dos microrganismos heterotróficos envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de C como fonte de energia, quanto de N para a síntese de proteínas (Sharma et al., 1997 apud Valente et al., 2009).

O tratamento hCR diferiu estatisticamente dos demais ($P=0,0001$), em relação ao conteúdo de C:N (Tabela 2). Tal diferença pode ser atribuída pela grande presença de maravalha nos dejetos de suínos, utilizada nas baias com o objetivo de reduzir a umidade, possibilitando maior higiene das mesmas.

A Instrução Normativa (IN) 25/09 do MAPA estabelece que o valor máximo de C:N seja de 20% para fertilizantes orgânicos. Sendo assim, apenas os tratamentos hCR e hTS se enquadram neste parâmetro, por apresentarem a relação C:N em 16,88% e 18,68%, respectivamente.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, constatou-se que com exceção do testemunha (hTS) todos os demais apresentaram resultado positivo para *Salmonella sp.* De acordo com os resultados microbiológicos obtidos e contrastando com a exigência da IN 25/09, o húmus não pode ser comercializado como fertilizante orgânico devido a presença de *Salmonella sp.* Massukada e Schalch (2015) também detectaram a presença de *Salmonella sp.* ao avaliarem composto e húmus provenientes de resíduos sólidos domiciliares.

No que se refere aos microorganismos coliformes termotolerantes, verificou-se que todos os tratamentos apresentaram valores inferiores ao máximo admitido pela IN 25/09, ausência em 10 g de matéria seca, sendo o mesmo observado para ovos de helmintos. Koné et al. (2007) não observaram a eliminação total de ovos de helmintos ao compostar lodo de origem fecal, podendo-se atribuir a ausência de ovos de helmintos nos tratamentos ao eficiente controle parasitológico dos animais fornecedores dos dejetos utilizados. Como as amostras in naturas utilizadas nesta pesquisa não foram analisadas quando ao parâmetro parasitológico, não se pode afirmar interferência do processo de compostagem na eliminação de ovos de helmintos.

Para as variáveis macronutrientes, ao se comparar o composto com o húmus observou-se um discreto aumento nos teores de Ca, Mg e P nos tratamentos hCR e hTS e em relação ao Mg e P no tratamento hDS (Tabela 3 e 4).

Tabela 3: Macronutrientes (Ca, Mg, N, P, K e sódio) presentes nos substratos.

Tratamento	Macronutrientes (%)					
	Ca	Mg	N	P	K	Na
TS	0,44	0,09	0,18	0,25	0,20	0,60
cDB	2,40	1,10	1,40	1,50	3,30	1,21
cDO	7,40	1,20	1,90	4,00	6,80	2,26
cDA	12,6	0,40	1,40	4,40	2,00	1,26
cDR	5,04	0,27	1,88	2,21	0,40	0,70
cDS	11,3	1,00	1,27	7,80	1,50	0,94

TS- testemunha solo, cDB-compostagem de dejetos de bovinos, cDO- compostagem de dejetos de ovinos, cDA - compostagem de dejetos de aves, cCR-compostagem de conteúdo ruminal, CDs- compostagem de dejetos de suínos.

Dados semelhantes foram observados por Gatiboniet al. (2008) com dejetos líquidos de suíno. Dominguez e Gómez-Brandón (2013), também verificaram aumento nestes elementos ao compostar e produzir húmus de esterco bovino e lodo de esgoto também atribuído a mineralização. Atiyeh et al., (2001), afirmam que a acelerada humificação do vermicomposto (húmus) reflete em um decréscimo da relação C/N e aumento de nutrientes minerais (N, P e K) e está relacionada com a mineralização da MO pelas minhocas, corroborando com o encontrado nesta pesquisa e demais autores supracitados. Silva (2008) verificou uma redução moderada aos teores de K no húmus comparado ao composto, semelhante aos resultados obtidos nos tratamentos hTS, hCR, e hDS.

Quanto ao sódio, constatou-se que nos compostados cCR e cDS e TS, apresentaram teores de 0,70, 0,94 e 0,60 %, respectivamente, ficando evidente a adaptação e aceitação das minhocas em relação a estes substratos. Quanto aos substratos orgânicos cDB, cDO e cDA que apresentaram níveis de sódio superiores a 1%, houve morte de 100% das minhocas (Tabela 3). Os valores obtidos na presente pesquisa estão de acordo aos encontrados por Costa Junior (2008), que afirma que teores elevados de sódio podem contribuir para a não adaptação das minhocas em substratos orgânicos.

Tabela 4: Macronutrientes (N/ P/ K/ Ca/ Mg/ Na/ C) presentes no húmus

Tratamentos	Macronutrientes (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	C
hTS	0,17c	0,30c	0,11c	0,54c	0,102b	0,43a	3,16c
hCR	1,84a	2,48b	0,24b	5,70b	0,287ab	0,87a	30,90b
hDS	1,22b	8,29a	1,31a	10,33a	1,050a	0,48a	38,41a
IN 25/09	10 (somatório NPK)			1	1	-	-
Desv.Padrão	0,11	0,22	0,05	2,02	0,44	0,51	1,63
\bar{X}	1,07	3,69	0,55	5,52	0,48	0,59	24,16
CV(%)	10,29	5,98	9,17	36,63	92,77	86,19	6,77
PROB>F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0334	0,4399	0,0001

Médias com diferentes letras na mesma coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de tukey. hTS- húmus de solo, hCR- húmus do conteúdo ruminal, hDS- húmus de dejetos de suínos e IN25/09 Instrução Normativa (referência).

Oliginiet al. (2015) ao verificar a tolerância de minhocas *Eisenia foetida* em diferentes concentrações de salinidade na água utilizada na rega do substrato utilizado na vermicompostagem, constatou 100% de morte nos tratamentos onde os teores de sódio na água foram superiores a 0,5%.

No solo, os efeitos do excesso do sódio promovem a redução do desenvolvimento vegetal, atribuído ao efeito osmótico; desbalanceamento nutricional em função da elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions, efeito tóxico dos íons de sódio (SCHOSSLER et al., 2012).

Foi observado diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,0001$), para os teores de microelementos presentes no húmus (Tabela 5), o que pode ser atribuída as diferentes fontes destes elementos utilizadas nas rações em função da demanda de cada espécie animal. No tratamento testemunha, os valores refletem características da condição química do solo.

Tabela 05. Micronutrientes (Fe, Zn, Cu e Mn) presentes no húmus.

Tratamentos	Micronutrientes (ppm)			
	Fe	Zn	Cu	Mn
hTS	14475a	56,25c	17,00b	1,60b
hCR	4915b	334,75b	40,00b	628,75a
hDS	5013b	714,00a	439,6a	710,50a
Desvio Padrão	1467,8	27,4	19,01	56,12
\bar{x}	8134,17	368,33	165,58	446,95
C.V (%)	18,04	7,44	11,48	12,56
PROB.>F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Médias com diferentes letras na mesma coluna diferem estatisticamente entre si ($p<0,05$) pelo teste de tukey. hTS- húmus de solo, hCR- húmus do conteúdo ruminal, hDS- húmus de dejetos de suínos e IN25/09 Instrução Normativa (referência).

Verificou-se que os tratamentos hCR e hDS, não atenderam a exigência mínima de 1% ou 10000 ppm para cada micronutriente requerido pela IN 25/09 para atingir a categoria de fertilizante organomineral comercial, entretanto o tratamento hTS apresentou valor superior ao mínimo exigido apenas para o elemento ferro, o que pode ser atribuído aos elevados teores deste nos solos da região, que são ricos em óxidos de ferro provenientes do material de origem dos referidos solos.

Considerações Finais

O sistema proposto comprovou que a compostagem e a produção de húmus se apresentam como uma importante alternativa a favor do meio ambiente, pois reduz o potencial poluidor de determinados dejetos animais.

O húmus produzido a partir de conteúdo ruminal e dejetos suínos, apesar de não se enquadrar completamente na legislação IN 25/09 como fertilizante comercial nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, apresentam-se como uma alternativa para utilização em propriedades rurais como adubo orgânico, possibilitando redução de custo com a aquisição de fertilizantes minerais.

Os substratos que apresentaram teor de sódio acima de 1% (cDB, cDA e cDO), não houve sobrevivência das minhocas, portanto não foi produzido húmus dos referidos resíduos.

Bibliografia

ANDREOLI, C.V. Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final/ Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). – Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 282p.: il. Projeto PROSAB, 2001. ANDREOLI, C.V. (Coord.). Resíduos sólidos do saneamento: processo, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2001.

AQUINO ‘, M.A. de; LOUREIRO, D.C. Minhocultura. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2004.

AQUINO, M.A.; NOGUEIRA, E.M. Fatores limitantes da vermicompostagem de esterco suíno e de aves e influência da densidade populacional das minhocas na sua reprodução. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 10 p. , 2005.

ATIYEH, R.M.; EDWARDS, C.A.; SUBLER, S.; METZGER, J.D. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology, v. 78, p. 11-20, 2001.

BARBIERI, J.C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Editora Saraiva, 328 p. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009- Dispõe sobre fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa no que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados, pragas e ervas daninhas. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.) – Brasília : MAPA/ SDA/CGAL, 220 p.2014.

BRITO, M.J.C. Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Tiradentes, Aracajú, 2008.

COLATTO, L., LANGER, M. Biodigestor - resíduo sólido pecuário para produção de energia. Unoesc & Ciência - Acet, Joaçaba, 2(2), 119-128. 2011

CORRÊA, R.S.; FONSECA, Y.M.F.; CORRÊA, A.S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 4, p. 420-426, 2007.

COSTA JUNIOR, E.L. Gestão em Processos Produtivos. Ibpe. ed. 1. São Paulo. 2008.

COTTA, J.A.O.; CARVALHO , N.C.; BRUM, T.S.; REZ, M.O.O. Artigo Técnico Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem Composting versus vermicomposting: comparison of techniques using vegetal waste, cattle manure and sawdust. EngSanit Ambient, v.20 n.1, p 65-78, 2015.

DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. The Influence of earthworms on nutrient dynamics during the process of vermicomposting. Waste Management & Research: the journal of the international solid wastes and public cleansing association, v.31, n.8, p.859-868, 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23831778>>. Acesso em: 18 de Julho 2016

DORES-SILVA, P.R.; LANDGRAF, M.D.; REZENDE, M.O. de O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. *Quím. Nova*, vol.36, n.5, p.640-645, 2013. ISSN 0100-4042

GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32:1753-1761, 2008.

GUERMANDI, J.I. Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletada em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP. 2015, 181P. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade Estadual de São Paulo.

KONÉ, D.; COFIE, O.; ZURBRÜGG, Z.; GALLIZI, K.; MOSER, D.; DRESCHER, S.;

STRAUSS, M. Helminth eggs inactivation efficiency by faecal sludge dewatering and co-composting in tropical climates. *WaterResearch*, v.41, p.4397-4402, 2007

KONZEN, E.A. Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida. 56p. Tese de mestrado. Belo Horizonte: UFMG, 1980.

LOPES, C. et al. Cu and Zn adsorption in an Oxisol treated with pig slurry. *Rev. Ceres* [online]. 2014, vol.61, n.6, pp.997-1005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034737X2014000600016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10/12/2016.

LOURENÇO, N.M.G. Característica da minhoca epígea *Eisenia foetida* - benefícios, características e mais - valias ambientais decorrentes de sua utilização. 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/36200187/Caracteristicas-da-minhoca-Eisenia-foetida-Beneficios-e-mais-valias-ambientais>>. Acesso em: 15 de julho de 2016.

MASSUKADA, L.M.; SCHALCH, V. Avaliação da qualidade do composto proveniente da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares. *Rev. Dae*. 2015, vol. 183. Disponível em: <http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_183_n_1412.pdf> Acesso em: 05 de janeiro de 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Programa ABC: tratamento de resíduos animais. Distrito Federal, s. d. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentável/Abc_7.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

OLIGINI, K.F.; TIDES, J.; GIL, B.V.; CILIPRANDI, A.P.; RAMOS, C.E.P. Sobrevivência de Minhocas Vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*) com água de rega em diferentes concentrações salinas. In: III Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR Campus Dois Vizinhos, 2015, Dois Vizinhos-PR.

PEREIRA NETO, J.T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa – MG: UFV. Viçosa, 81p., 2007.

SANTOS, H.L.S. Uso de diferentes substratos na compostagem de resíduos de suínos. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais. Itapetinga, 2013.

SANTOS, H. L. S. 2016 SANTOS, H.L.S.; RECH, C.L.S.; SOUZA, L.H.; ALEXANDRINO, D.M.; COSTA, I.A. Uso de diferentes substratos na compostagem de resíduos de suínos. *Diálogos & Ciência (Online)*, v. 16, p. 122-142, 2016.

SCOLARI, D.D.G. *Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2006

SILVA, C.D. da et al. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v. 6, p. 487–491, set./dez. 2002.

TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y.; HODGKISS, I.J. Salmonella elimination during composting of spent pig litter. *Bioresource Technology*, 63(2), p.193-196, 1998.

TIQUIA, S.M. Microbiological parameters as indicators of compost maturity. *Journal of Applied Microbiology*, v. 99, p. 816-828, 2005.

VALENTE, B.S. E.G. XAVIER, T.B.G.A. MORSELLI, D.S. JAHNKE, B. de S. Brum Jr., B.R. Cabrera, P. de O. Moraes e D.C.N. Lopes. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Arch. Zootec.* 58 (R): 59-85. 2009.

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO USO DE AGROTÓXICOS NAS LAVOURAS DE CEBOLA NA CIDADE DE XIQUE-XIQUE-BA, BRASIL

Priscila Oliveira Figueiredo¹
Andreza Rodrigues Vilas Boas de Moraes²
Hugo Aniceto Gomes³
Maria Luiza de Abreu Oliveira⁴
Renata Dos Santos Rodrigues⁵
Dra. Aigara Miranda Alves⁶

1. Autora/Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. prii_oliveira11@hotmail.com
2. Autora/Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. andrezzadedeza@hotmail.com
3. Autor/Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. eaglle07@gmail.com
4. Autora/Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. mluizabreu.o@outlook.com
5. Autora/Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia, Campus XXIV. renatarodrigues870@gmail.com
6. Orientador/Professora Doutora do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade do Estado da Bahia. amalves@uneb.br

RESUMO

O presente artigo busca mostrar os possíveis impactos socioambientais causados pelo uso constante dos agrotóxicos nas plantações de cebola na cidade de Xique-Xique, Bahia. A elaboração do trabalho foi feita a partir de consultas em produções textuais para uma fundamentação teórica do assunto em artigos científicos, bem como pesquisas no comércio local e em campo, onde foram realizadas entrevistas a alguns funcionários responsáveis pela aplicação dos pesticidas, além de registros fotográficos. Observou-se desconforto dos entrevistados em responder alguns questionamentos, divergências entre respostas, falta de conhecimento dos riscos causados pelo contato com esses produtos químicos e que não há um controle em relação à frequência de aplicação desses venenos. Diante disso, torna-se essencial reconsiderar e discutir a importância do conhecimento a partir da educação ambiental e de políticas públicas.

Palavras-chave: Contaminação. Meio Ambiente. Pesticidas.

Introdução

Após a revolução verde desencadeou-se no Brasil o processo de modernização agrícola, através da criação e desenvolvimento de novas tecnologias tais como uso de agrotóxicos, sementes transgênicas e maquinário de campo, com o objetivo de aumentar a produção e erradicar a fome (ALBERGONI, 2007).

O uso de agrotóxicos foi incentivado sem o cuidado de orientar os agricultores sobre o risco para o meio ambiente, sua saúde e para o consumidor, criando entre eles um conceito errôneo que os produtos aplicados nas plantações são praticamente inofensivos para o meio ambiente e a saúde do ser humano (DA MATA, 2013).

Desde 2008, o Brasil é o país que mais utiliza agrotóxico no mundo, chegando a um consumo médio de 7,3 litros de agrotóxico por habitante (ABRASCO, 2015), outro fator preocupante é que os agrotóxicos utilizados no Brasil já foram banidos na Europa e nos Estados Unidos. Além dos mais 70% dos cursos de água, entre o Rio Grande do Sul e a Bahia estão contaminados por agrotóxicos e outros produtos químicos de acordo com a avaliação da Agência Nacional de Águas (ANA). Esse é um número preocupante, pois, cada vez mais, estudos científicos indicam os efeitos nocivos dos agrotóxicos para saúde humana e meio. (REIS, 2012).

Visando os problemas que os agroquímicos podem causar em amplos setores, o presente artigo aborda os impactos socioambientais do uso de agrotóxicos nas lavouras de cebola na cidade de Xique-Xique não estando isenta dos problemas ambientais e sociais que afligem o Brasil.

Objetivo

Pretende-se com este estudo identificar a forma de cultivo, os tipos e quantidades de agrotóxicos utilizados nessas plantações, os impactos causados e as principais vítimas da contaminação gerada por eles, bem como expor as possíveis soluções mitigatórias no caso de prováveis impactos.

Metodologia

A pesquisa foi realizada no município de Xique-Xique-BA, pertencente à mesorregião no vale São-Franciscano, região noroeste, entre as coordenadas -10° 49' 18'' S, 42° 43' 52'', uma cidade ribeirinha possuindo cerca de 45.536 habitantes, com média de 587 km de distância da capital Salvador (IBGE 2010). A região é dominada por um clima semiárido, temperatura média anual de 26,1°C e o período chuvoso se apresentam nos meses de novembro e abril (BAHIA, 2011).

Para o estudo utilizou-se consultas e estudos, objetivando uma fundamentação teórica do assunto, em artigos científicos publicados. Realizou-se a pesquisa no comércio buscando informações sobre a comercialização de agrotóxicos no município de Xique-Xique, para saber quais estabelecimentos vendiam agrotóxicos e quais tinham tanto a autorização para venda, quanto o profissional responsável para licenciamento do local. Foram realizadas visitas em duas propriedades rurais, denominadas de Roça 1 e Roça 2, afim de preservar a identidade dos proprietários, nas quais foram entrevistados alguns dos funcionários com questionário semiestruturado.

Resultados e Discussão

Dentre os três estabelecimentos comerciais visitados na cidade de Xique-Xique, apenas um, continha autorização para a venda, possuindo um agrônomo responsável pelo licenciamento do local, que se faz presente quinzenalmente. O proprietário informou quais agrotóxicos eram mais vendidos, sendo eles: Agritoato (inseticida); Cyprtrin (inseticida); Mospilan (inseticida); Decis (inseticida); Cercobin (fungicida); Furadan (inseticida e nematicida). Após a obtenção do produto ainda na loja o cliente é informado sobre a

utilização do agrotóxico, recebendo uma espécie de “bula” para auxiliar o agricultor na aplicação. A tabela a seguir mostra alguns tipos de agrotóxicos encontrados nas plantações visitadas:

AGROTÓXICO	TIPO	FAIXA	INDICADO PARA CEBOLA
GOAL BR	Herbicida	Azul	Não
KASUMIN	Bactericida	Azul	Sim
HERBADOX	Herbicida	Azul	Sim
QUIMIÓLEO	Inseticida	Verde	Sim
CURYOM	Inseticida	Vermelha	Não
K-BOMBER	Fertilizante	Amarela	Sim
TOTRIL	Herbicida	Vermelha	Sim
SOLMAX	Fertilizante	Vermelha	Sim

Como observado alguns desses produtos químicos não são apropriados para o cultivo da cebola. Segundo (BRITO et al., 2011), pelo fato de alguns tipos de agrotóxicos custarem menos, acaba-se optando pelo mais barato ao invés daquele que seria mais indicado para aquela determinada cultura, o que pode trazer muitos prejuízos ao meio ambiente.

É importante destacar que as plantações visitadas estão localizadas nas proximidades de estradas e do Rio São Francisco, causando malefícios em ambos. No primeiro caso, há constante tráfego de veículos, pessoas e animais, podendo ocorrer contaminação através dos agrotóxicos em suspensão na atmosfera. No segundo caso, ocorre a infiltração e a lixiviação dos compostos químicos, contaminando os recursos hídricos superficiais (rio) e subterrâneos (lençol freático) e afetando, conseqüentemente, toda vida presente.

Figura 1: Água utilizada para irrigação e posteriormente contaminada com agrotóxicos exposta aos funcionários, roça 1.



A pesquisa de campo demonstrou que apesar do grande número de pessoas do sexo feminino no momento da visita em ambas às plantações, a maior parte dos entrevistados foi do sexo masculino (80%), visto que são eles que fazem a aplicação dos produtos e a maior parte das mulheres se recusaram a responder os questionamentos. A idade dos entrevistados na roça 1 está entre 41 e 51 anos, enquanto na roça 2 ficou entre 29 e 45. A seguir o quadro do questionário aplicado em ambas às roças:

Pergunta	Roça 1	Roça 2
De que maneira é feita a irrigação das plantações?	100% gotejamento.	100% gotejamento.
Utilizam agrotóxicos na plantação?	100% sim.	100% sim.
Utilizam equipamentos de proteção?	100% sim.	80% sim; 20% não.
Com que frequência os agrotóxicos são aplicados?	40% 8 em 8 dias manhã e tarde; 20% 8 em 8 dias em um só turno; 20% de 8 em 8 ou de 15 em 15; 20% de 4 em 4 dias.	40% duas vezes na semana em um turno; 20% 8 em 8 dias; 20% 2 a 3 vezes na semana uma vez por dia; 20% não soube responder.
Para onde vai a embalagem?	60% são recolhidas e guardadas em um depósito; 40% o proprietário recolhe e devolve para o local da compra.	20% guarda no depósito; 20% devolve para o local da compra; 20% faz lavagem triplíce e devolve para o local da compra; 20% queima e joga no lixo; 20% não soube responder.
Sabe as consequências do contato com os agrotóxicos?	80% sim; 20% não.	40% sim; 40% mais ou menos; 20% algumas.
Já sentiu algum mal-estar?	80% não; 20% sim.	100% não.

Notou-se que os entrevistados se sentiam desconfortáveis diante do questionamento sobre agrotóxicos, por imaginar que se tratava da fiscalização. Ao contrário do que foi afirmado na entrevista eles não fazem uso dos EPIs por desconhecerem a sua real importância e quando se faz é de maneira incompleta, como foi verificado no momento da visita o uso apenas de luvas e botas. Observou-se também muitas contradições quanto ao destino final das embalagens dos agrotóxicos principalmente na roça 2 e que as aplicações dos produtos químicos são realizadas de maneira aleatória não respeitando o período de carência e sem ter um cronograma a ser seguido. Constatou-se durante a visita e entrevistas realizadas nas propriedades rurais, que os trabalhadores estavam ali por não encontrar outros meios de renda para a sua família.

Observou-se também que a maioria dos entrevistados sabiam que os agrotóxicos causavam mal à saúde e que isso acontecia a longo prazo, no entanto não souberam responder quais eram esses danos e nem que prejudicava o meio ambiente. Além disso, grande parte afirmou que nunca sentiu nenhum sintoma, mas já viram outras pessoas passarem mal e atribuíram isso ao fato da pessoa ter “organismo fraco”.

Vale ressaltar que foi observado muito desperdício de água por vazamentos nas encanações e que havia muitas crianças ajudando os pais durante a colheita da cebola (ambos sem a devida proteção e expostos a esses produtos extremamente perigosos).

Figura 2. Pessoas trabalhando na colheita de cebola na roça 2 sem nenhum tipo de equipamento de proteção.



Considerações Finais

A partir desse trabalho verificou-se que existe uma grande utilização dos agrotóxicos no município de Xique-Xique, e que os mesmos estão sendo utilizados de maneira indiscriminada, podendo causar contaminações ao solo, rio e a população do seu entorno, já que existe uma proximidade das plantações com os corpos d'água, estrada e cidade.

Segundo os dados colhidos durante a pesquisa de campo, pode-se observar a falta de conhecimento em relação às consequências que o uso constante de agrotóxicos causa ao meio ambiente e a importância do uso de EPIs, que protegem individualmente os trabalhadores do contato direto com essas substâncias.

Foi possível evidenciar que, com intuito de se produzir em grande escala, os produtores mantem a utilização desses produtos químicos sem se preocupar com os danos provocados ao meio ambiente e aos seres humanos.

Sendo assim torna-se essencial reconsiderar e discutir a importância do conhecimento, a partir da educação ambiental e de políticas públicas em âmbito municipal, estadual e federal para sensibilização e realização de ações que visem diminuir os riscos à saúde e ao meio ambiente, causados pelo uso inapropriado e desenfreado dos agrotóxicos no meio rural.

Bibliografia

ALBERGONI, Leide; PELAEZ, Victor. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas. *Revista de Economia*, v. 33, n. 1, p. 31-53, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012. Brasília, 2012.

BRITO, Luiza Teixeira de Lima. et al. Pesticidas e seus impactos no ambiente. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE); 2011.

DA MATA, João Siqueira; FERREIRA, Rafael Lopes. Agrotóxico no Brasil: uso e impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Pública; 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico – 2010. 2010.

REIS, Vilma. Aumenta a quantidade de agrotóxicos consumido por cada brasileiro: 7,3 litros. Disponível em: <<http://www.abrasco.org.br/site/2015/04/aumenta-a-quantidade-de-agrotoxicos-consumido-por-cada-brasileiro-73-litros/>>. Acesso em: 21 out. 2015, 20:03:30.

RESPIRAÇÃO DA MICROBIOTA DE UM SOLO INCUBADO COM TRIGO E CAPIM KIKUYO NA AUSTRÁLIA, PELO MÉTODO DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Saulo Henrique Barroso¹

Danilo César de Mello²

João Paulo Atsunari Tavares Tamayose³

João Luiz Lani⁴

Ricardo Martins Buffon⁵

1. Estudante de Graduação/Geografia. Universidade Federal de Viçosa. barroso@ufv.br
2. Estudante de Graduação/Agronomia. Universidade Federal de Viçosa. danilo.mello@ufv.br
3. Estudante de Graduação/Agronomia. Universidade Federal de Viçosa. joao.paulo.tavares.14@gmail.com
4. Professor titular/Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal de Viçosa. joaluizlani@gmail.com
5. Estudante de Graduação/Agronomia. Universidade Federal de Viçosa. ricardo.buffon@ufv.br

RESUMO

A decomposição de resíduos orgânicos é realizada majoritariamente durante o metabolismo dos micro-organismos presentes no solo, que através deste processo, permitem o fluxo da ciclagem de alguns nutrientes importantes para as plantas. A velocidade de decomposição de resíduos, está atrelada a dois fatores principais: a relação C:N (carbono:nitrogênio) do material e a atividade microbiana, que pode ser quantificada indiretamente pela respiração, utilizando o método da condutividade elétrica. O presente experimento foi realizado com a finalidade de se avaliar a velocidade de decomposição de dois resíduos de diferentes relações C:N e eficiência da quantificação de CO₂ através do método de condutividade elétrica. Foram utilizados duas amostras de solo similares, com dois resíduos de diferentes relação C:N. As amostras foram incubadas por duas semanas, onde calculou-se as quantidades de CO₂, na primeira e segunda semana respectivamente, utilizando-se a equação de regressão linear obtida via dados do gráfico da relação entre condutividade elétrica e mg de CO₂ liberado. O capim kukuyo, foi o primeiro a ser decomposto em virtude da menor relação C:N, gerando os menores valores de condutividades elétricas em solução e maiores valores quantitativos de CO₂. Esses resultados podem ser utilizados para utilização e aprimoramento de técnicas de manejo e conservação de solo, como o plantio direto e, uma metodologia alternativa à titulação com hidróxido de sódio, para quantificação de CO₂ advindo da respiração da microbiota do solo.

Palavras-chave: respiração microbiana, decomposição, condutividade elétrica, manejo e conservação do solo.

Introdução

A quantidade de CO₂ produzida pelos micro-organismos do solo, durante o processo respiratório, pode ser utilizada para se avaliar a atividade microbiana no solo. A atividade metabólica dos micro-organismos do solo, pode ser útil como bioindicador da qualidade, estabilidade do ecossistema, dinâmica da ciclagem de carbono e "status" biológico do solo (Vargas & Scholles, 2000); (Santos & Camargo, 1999); (Turco & Blume, 1999). A atividade microbiana depende da decomposição de resíduos orgânicos e está relacionada com a trocas gasosas realizadas no solo. A velocidade deste processo, é controlada por fatores abióticos, e principalmente pela relação C:N e teor de lignina (Correia & Andrade, 1999; Santana & Souto, 2011). Desse modo, o tipo de resíduo a ser decomposto, é oxidado em um menor ou maior intervalo de tempo e, as quantidades de CO₂ liberadas durante esse processo, tem uma relação proporcional a velocidade de decomposição.

O CO₂ liberado durante a respiração microbiana do solo, pode ser capturado em solução de NaOH e quantificado indiretamente por condutividade elétrica. De acordo com Costa (2005), esta metodologia é uma das melhores maneiras de se quantificar quantidades variáveis desse gás em solução alcalina.

Objetivo(s)

O presente trabalho foi executado com a finalidade de analisar a influência da relação C:N na velocidade de decomposição de dois tipos de resíduos com diferentes relação C/N e avaliar e quantificar a respiração e atividade microbiana, pelo método de condutividade elétrica.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica do Solo da Universidade de Adelaide - Austrália. Foram utilizados dois tipos de resíduos a serem decompostos: palha de trigo maduro, *Triticum ssp* - trigo (C:N 100) e brotos jovens da gramínea *Pennisetum clandestinum* - kikuyu (C:N 15). Foram utilizados 4 tubos de ensaio, onde em cada um, foi adicionado vinte gramas de solo, de textura franco-argilosa. Posteriormente, foram adicionados os resíduos: 0,2 g de resíduos de trigo foi adicionado a dois dos tubos e 0,2 g de kikuyu nos outros dois. Posteriormente, os resíduos foram misturados com amostras de solo, que foi ligeiramente compactado. As quatro amostras foram colocadas por sua vez, separadamente em 4 potes de vidro e tampados, para posterior aferição da respiração. Além disso, foram adicionados 10 mL de água destilada em cada frasco de vidro, com a finalidade de reter a humidade durante a incubação. Finalmente adicionaram-se 20 mL de NaOH 0,5 M para tubos de 50 mL, que foram imediatamente tampados.

A respiração foi aferida indiretamente, medindo-se as condutividades elétricas (CEs) das amostras, em intervalos de tempo intercalados entre uma semana e a semana subjacente. Em seguida, as medidas de CEs e massa em mg de CO₂ de uma semana, que reagiram com NaOH, foram analisadas e foi construído um gráfico e obtida a equação de regressão linear, que foi utilizada para calcular as quantidades em mg de CO₂ das duas amostras de solo.

Resultados e Discussão

O CO₂ (mg) quantificado do solo, teve uma redução no intervalo de duas semanas para ambas as amostras de solo de 18,13 para 6,04 para o trigo e de 81,59 para 21,15 mg para o kikuyu, respectivamente. Esta diferença entre as quantidades de carbono, liberadas durante a respiração da microbiota do solo, provavelmente ocorreu devido a diferença entre os

componentes bioquímicos dos materiais decompostos, principalmente a relação C:N. Quanto menor o valor dessa relação, maior será a velocidade inicial do processo de decomposição e, em consequência, maior quantidade de CO₂ será liberada, devido ao aumento da respiração durante o processo de decomposição pelos microrganismos do solo (Cantarella *et al.*, 2007; (Brady & Weil 2013). Essa relação C:N é um indicativo da disponibilidade de nutrientes no ecossistema, uma vez que elevadas razões C:N indicam limitação por nitrogênio (Sugihara *et al.* 2014).

O kikuyu apresentou o menor valor para C:N (15), apresentando maior diferença na quantidade de CO₂ entre as semanas, respectivamente (81,59 mg CO₂ a 21,15 mg CO₂). A amostra de solo contendo resíduo de trigo, apresentou diferença menos expressiva (18,13 mg CO₂ para 6,04 mg CO₂) que a de capim kikuyo, devido à alta relação C:N da do resíduo (100). É importante destacar que, para ambos os resíduos a velocidade inicial de decomposição (semana 1) foi maior que a velocidade final (semana 2). Isso provavelmente ocorreu devido a uma perturbação no solo, que intensificam temporariamente a atividade microbiana no solo com consequente aumento na oxidação dos resíduos orgânicos. Resultados similares foram encontrados por (Lisboa *et al.*, 2012) ao avaliar a atividade microbiana em solos manejados sob sistemas de plantio convencional. É importante destacar que alterações na atividade microbiana provocam alterações nos processos biológicos e bioquímicos do solo, refletindo na produtividade e sustentabilidade do ecossistema (Matsuoka *et al.*, 2003).

Houve redução nas condutividades elétricas, conforme as taxas respiratórias e liberação de CO₂ aumentaram. Isso correu devido ao fato de que, por meio da respiração dos microrganismos presentes no solo, as moléculas de CO₂ liberadas, reagiram com a solução de NaOH. Neste processo houve formação de íons CO₃²⁻, que são menos móveis em solução do que os íons OH⁻ e, portanto, conduzem menor corrente elétrica. Sendo assim, quanto maior a quantidade de CO₂ produzido, menor será a condutividade eléctrica e, maior será a respiração do solo. A redução da condutividade eléctrica por este método de quantificação de CO₂ proveniente da respiração do solo, foram evidenciados por Anderson J. M. and Lneson P. (1982).

Considerações Finais

A decomposição dos resíduos culturais do capim kukuyo é mais rápida quando comparada ao trigo, em decorrência de sua menor relação C/N, que por sua vez influencia na velocidade de decomposição dos resíduos. Esta informação é relevante para o manejo adequado do solo, envolvendo sistemas de plantio direto.

A técnica quantificação de CO₂, proveniente da respiração do solo, por condutividade eléctrica é bastante eficiente e menos trabalhosa quando comparada a titulação por NaOH e, pode ser utilizada para medição de quantidades variáveis deste gás em solução alcalina.

Bibliografia

ANDERSON J. M. and LNESON P. A soil microcosm system and its application to measurements of respiration and nutrient leaching. *Soil Biology & Biochemisry*, v.14, p. 415;116,1982.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *Elementos da natureza e propriedades dos solos*. 3ª ed. Bookman, 2013.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BRARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTI, R.B.; NEVES, J.C.L. 1. ed. Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap. 7, p. 375-470, 2007.

CORREIA MEF, ANDRADE AG. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos GA, Camargo FAO, editores. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese; 1999.

COSTA, F. Estoques de carbono orgânico e efluxos de dióxido de carbono e metano de solos em preparo convencional e plantio direto no subtropico brasileira. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Curso de Pós-graduação em Solos, Universidade do Rio Grande do Sul, 2005.

LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O. D.; MARTINS, A. F.; SELBACH, P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, G, v.36, n.1, p. 33-43, 2012.

MATSUOKA, M.; MENDES, I.C. e Loureiro, M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste/MT. Revista Brasileira de Ciência do Solo , vol. 27, n. 3, p. 425-433, 2003.

SANTANA JAS, SOUTO JS. Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil.; 29(2): 87-94, Idesia 2011

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 1.ed. Porto Alegre: Genesis Edições, 1999.

SUGIHARA, S.; SHIBATA, M.; ZE, A. D. V.; ARAKI, S.; FUNAKAWA, S. Effect of vegetation on soil C, N, P and other minerals in Oxisols at the forest-savanna transition zone of central Africa. Soil Science and Plant Nutrition, 60, p.45 –59, 2014.

TURCO, R. F.; BLUME, E. Indicators of soil quality. em SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas, Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, p. 529 - 550, 1999.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p. 35-42, 2000.