

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE ARROZ E
ESTERCO BOVINO PARA A MULTIPLICAÇÃO DE
MINHOCAS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE,
TOMATEIRO E BOCA-DE-LEÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gerusa Pauli Kist Steffen

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

**SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE ARROZ E ESTERCO
BOVINO PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E
PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE, TOMATEIRO E
BOCA-DE-LEÃO**

por

Gerusa Pauli Kist Steffen

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Biodinâmica e Manejo do solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Zaida Inês Antonioli

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

A Comissão Examinadora, abaixo-assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE ARROZ E ESTERCO BOVINO
PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E PRODUÇÃO DE
MUDAS DE ALFACE, TOMATEIRO E BOCA-DE-LEÃO**

elaborada por
Gerusa Pauli Kist Steffen

como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Zaida Inês Antonioli, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Gustavo Schiedeck, Dr. (Embrapa Clima Temperado)

Josiane Pacheco Menezes, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, 22 de fevereiro de 2008.

Aos meus pais, Gerônimo Kist e Lúcia
Maria Pauli Kist, por todo amor, apoio,
incentivo e ensinamentos,

OFEREÇO

Ao meu esposo Ricardo Bemfica Steffen,
por todo amor, dedicação, compreensão e
auxílio durante a realização deste trabalho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado acompanhando meus passos.

Aos meus pais Gerônimo Kist e Lúcia Maria Pauli Kist, por todo cuidado, amor, ensinamentos e oportunidades disponibilizadas a mim, mas principalmente, por seu amor incondicional.

Ao meu esposo Ricardo Steffen, pelo seu amor, compreensão e auxílio em todas as etapas desta jornada.

Às minhas irmãs Luana Carla Kist Poersch e Priscila Pauli Kist, por todos os anos de convivência, companheirismo e apoio para a realização deste trabalho.

Ao meu cunhado Flávio Poersch, pelo incentivo e aos sobrinhos Diogo e Douglas, pelos momentos de alegria.

A Bertilo Steffen, Nara Lúcia Steffen e Carolina Steffen, pessoas maravilhosas que sempre estiveram ao meu lado, apoiando e incentivando em todos os momentos.

À professora Dr^a Zaida Inês Antonioli, pela orientação, amizade, confiança e oportunidades durante esses dois anos de trabalho.

Aos colegas de laboratório, Antônio Carlos Bassaco, Josiane Pacheco Menezes, Rodrigo Ferreira da Silva, Rafael Machado, Matheus Ponteli, Guilherme Schirmer, Eduardo de Souza, Vanessa Bertolazi, Manoeli Lupatini, Maritza Schmidt, Daniéli Saul, Gláucia Moser, Gustavo Casagrande e Daniel Pazzini pelo companheirismo, amizade e auxílio durante as etapas da realização deste trabalho.

A todos os colegas de curso, pelas horas de estudo, aprendizado, troca de idéias e descontração durante o Curso de Mestrado.

Aos professores Celso Aita e Sandro Giacomini, pela amizade e co-orientação e ao professor Rogério Bellé, pela disponibilidade e auxílio durante a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo pela oportunidade.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários Tarcísio Uberti, Flávio Vieira da Silva, Gládis Uberti e Roseni dos Santos, pelo apoio e amizade.

A todos os familiares e amigos que me acompanharam em todas as etapas da minha vida, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“O conhecimento é como um jardim: se não for cultivado, não pode ser colhido.”
(Provérbio Africano)

“Toda grande caminhada começa com um simples passo.”
(Buda)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

CASCA DE ARROZ E ESTERCO BOVINO PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE, TOMATE E BOCA-DE- LEÃO

AUTORA: GERUSA PAULI KIST STEFFEN

ORIENTADORA: ZAIDA INÊS ANTONIOLLI

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 22 de fevereiro de 2008.

As minhocas são organismos da fauna edáfica com grande capacidade de transformação de resíduos orgânicos em compostos estáveis. O potencial destes organismos vem sendo aproveitado na minhocultura, visando a produção de húmus como fertilizante orgânico, e biomassa de minhocas, como alimento para diversos animais. Entretanto, muitos resíduos orgânicos são subutilizados, permanecendo em condições que causam danos ao ambiente. O presente trabalho teve por objetivos: avaliar a utilização da casca de arroz e esterco bovino na reprodução de *Eisenia andrei* Bouché (1972) e a produção de mudas de hortaliças e uma espécie ornamental em substratos constituídos pelos vermicompostos estudados. Primeiramente, avaliou-se a eficiência de 30 substratos constituídos por esterco bovino e diferentes formas de casca de arroz (natural, carbonizada, moída e tratada quimicamente com álcalis) na multiplicação de *E. andrei*. O experimento foi realizado em casa de vegetação, sendo avaliado o número total de indivíduos jovens, adultos e casulos, a biomassa e o índice de multiplicação das minhocas, 60 dias após a inoculação de minhocas adultas nos diferentes substratos. Em seguida, avaliou-se a eficiência da utilização dos compostos obtidos como substrato para a produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar Regina produzidas em tubetes durante 30 dias. Na segunda etapa do trabalho, foi analisada a eficiência de diferentes proporções de casca de arroz natural, casca de arroz carbonizada e esterco bovino na criação de *E. andrei*. As unidades experimentais constaram de sacos plásticos pretos com capacidade para oito litros, nos quais foram inoculadas seis minhocas adultas. Posteriormente, foi avaliada a utilização dos vermicompostos obtidos na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) e alface em bandejas de poliestireno. Na terceira etapa do trabalho, foi avaliado o potencial da casca de arroz carbonizada e do húmus na produção de mudas de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.) cultivar Potomac Light Rose. As mudas foram produzidas em bandejas plásticas em casa de vegetação, sendo avaliadas quanto à altura, fitomassa e número de pares de folhas, 42 dias após a sementeira. A inclusão de casca de arroz ao esterco bovino favoreceu a multiplicação e o desenvolvimento da *E. andrei*. Os vermicompostos utilizados como substrato na produção de mudas de tomate e alface mostraram-se superiores ao substrato comercial. Os substratos casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca, nas proporções de 80, 60, 50 e 40% de casca de arroz carbonizada adicionada ao húmus, apresentam potencial para serem utilizados na produção de mudas comercialmente aceitáveis de boca-de-leão.

Palavras-chave: *Eisenia andrei*; reprodução; resíduo; adubação; hortaliça; flor

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

RICE HUSK AND CATTLE MANURE TO EARTHWORM'S MULTIPLICATION AND PRODUCTION OF LETTUCE, TOMATO AND SNAPDRAGON

AUTHOR: GERUSA PAULI KIST STEFFEN

ADVISER: ZAIDA INÊS ANTONIOLLI

Date and Local: Santa Maria, February 22, 2008

The earthworms are organisms of the edaphic fauna with great capacity of transformation of organic residues with stabled composting. The potential of these organisms have the advantage in the earthworm-breeding, seeking the humus production as organic fertilizer, and earthworm's biomass, as food for several animals. However, many organic residues are not often used, staying in conditions that cause damages to the atmosphere. The present work was accomplished with the following objectives: to evaluated the utilization of rice husk and cattle manure in the *Eisenia andrei* Bouché (1972) reproduction and the production of lettuce, tomato and snapdragon seedlings in the vermicomposts studied. Firstly, the efficiency of 30 substrates constituted by cattle manure and different forms of rice husk was evaluated (natural, charred, crushed and treated chemically with alkalis) in the multiplication of *E. andrei*. The study was conducted in greenhouse and were evaluated the number of young and adult earthworms, the number of cocoons, the biomass and multiplication index. These data was obtained after 60 days of earthworms inoculation. The efficiency of the use of the compositions was evaluated obtained as substrate for seedling production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar Regina produced in plastic containers throughout 30 days. Secondly, it was analyzed the efficiency of different proportions of natural rice husk, charred rice husk and cattle manure in the creation of *E. andrei*, as well as the use of the vermicomposts obtained in the seedling production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and lettuce in styrofoam trays. Thirdly, the potential of the charred rice husk and humus was evaluated in the seedling production of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) cultivar Potomac Light Rose. The seedling was produced in plastic trays in greenhouse and the features appraised were height, phytomass and number of pair leaf, 42 days after the sowing. The inclusion of rice husk to the cattle manure favored the multiplication and the development of the *E. andrei*. The vermicomposts used as substrate in the seedling production of tomato and lettuce was satisfactory and better quality than the commercial substrate. The substrates charred rice husk and humus present potential for using commercially in the seedling production acceptable of snapdragon in the proportions of 80, 60, 50 and 40% of charred rice husk added to the humus.

Key Words: *Eisenia andrei*; multiplication; waste; fertilization; vegetable; flower

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Esquema do trabalho realizado sobre a utilização de casca de arroz e bovino na multiplicação de <i>Eisenia andrei</i> como substrato para a produção de mudas de alface, tomate e boca-de-leão. Santa Maria, 2006..	19
FIGURA 1.1 - Resíduo da cultura do arroz acumulado no campo no município de São Sepé – RS. Santa Maria, 2006.....	26
FIGURA 1.2 - Unidade experimental utilizada no experimento para multiplicação das minhocas. Santa Maria, 2006.....	30
FIGURA 1.3 - Indivíduos adultos e casulos de <i>Eisenia andrei</i> encontrados 60 dias após a inoculação das minhocas. Santa Maria, 2006.....	31
FIGURA 1.4 - Mudanças de alface cultivar Regina com oito dias após a semeadura em casa de vegetação (A) e com 20 dias após a semeadura (B). Santa Maria, 2006.....	33
FIGURA 1.5 - Biomassa de minhocas frescas (A) e biomassa de minhocas secas (B). Santa Maria, 2006	38
FIGURA 2.1 - Tomateiro cultivar Gaúcho(A) e alface cultivar Regina(B). Santa Maria, 2007	53
FIGURA 2.2 - Minhocas mantidas em frasco contendo água limpa para a eliminação do conteúdo intestinal. Santa Maria, 2007.....	56
FIGURA 2.3 - Mudanças de tomateiro cultivar Gaúcho produzidas nos tratamentos (A) CAC50EB50(75) Solo(25), (B) CAC50EB50(50) Solo(50), (C) CAC25EB75(75) Solo(25) e (D) substrato turfa fértil, aos 45 dias após o transplante. Santa Maria, 2007.....	67
FIGURA 2.4 - Dendrograma da distância Euclidiana dos substratos utilizados para produção de mudas de tomateiro cultivar Gaúcho e alface cultivar Regina em relação aos parâmetros altura da planta, número de folhas e fitomassa fresca e seca da parte aérea. Santa Maria, 2007.....	68

FIGURA 3.1 - Flor de boca-de-leão do cultivar Potomac Light Rose utilizado na execução do experimento. Santa Maria, 2007. (Foto ilustrativa).....	81
FIGURA 3.2 - Escala de notas para estabilidade do torrão de mudas de boca-de-leão produzidas em substratos compostos por diferentes proporções de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada. Nota 1: 50% ou mais do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda; 3: 30 a 50% do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda; 5: torrão destaca-se do recipiente, porém não permanece coeso; 7: torrão é destacado completamente do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso. Santa Maria, 2007.....	82
FIGURA 3.3 -Relação entre a proporção de húmus adicionado à casca de arroz carbonizada com a densidade do substrato (A) e a fitomassa seca das mudas com a densidade do substrato (B). Santa Maria, 2007.....	86
FIGURA 3.4 - Relação entre a proporção de húmus adicionado ao substrato e a macro e microporosidade dos substratos. Santa Maria, 2007.....	87
FIGURA 3.5 - Mudas produzidas em substratos constituídos por diferentes proporções de casca de arroz carbonizada e húmus, aos 34 dias após a semeadura. (A) CAC100; (B) CAC80H20; (C) CAC60H40; (D) CAC40H60; (E) CAC20H80 e (F) H100. Santa Maria, 2007.....	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - Número de minhocas jovens e adultas, número de casulos, índice de multiplicação e biomassa de minhocas frescas e secas obtidos nos tratamentos à base de esterco curtido bovino (EB), casca de arroz carbonizada, casca de arroz inteira (CAI) e casca de arroz moída (CAM) tratadas com diferentes percentuais de NH ₄ OH, NaOH, Ca(OH) ₂ e KOH. Média de quatro repetições. Santa Maria, 2006.....	35
TABELA 1.2 - Valores de altura (mm), número de folhas e massa de planta fresca e seca (mg) de mudas de alface cultivar Regina cultivadas em tubetes contendo diferentes vermicompostos à base de casca de arroz inteira (CAI) e casca de arroz moída (CAM) tratadas quimicamente com quatro álcalis em diferentes proporções, casca de arroz carbonizada (CAC) e esterco bovino (EB) em casa de vegetação, durante 30 dias. Média de seis repetições. Santa Maria, 2006.....	40
TABELA 2.1 - Características químicas dos substratos à base de casca de arroz e esterco bovino produzidos com o auxílio de minhocas <i>E. andrei</i> . Santa Maria, 2007	57
TABELA 2.2 - Composição dos tratamentos avaliados quanto à eficiência para a produção de mudas de tomate cultivar Gaúcho e alface cultivar Regina. Santa Maria, 2007.....	58
TABELA 2.3 - Número de minhocas jovens e adultas e número de casulos obtidos nos tratamentos à base de casca de arroz carbonizada (CAC), casca de arroz "in natura" (CAN) e esterco bovino (EB) em diferentes proporções. Média de cinco repetições. Santa Maria, 2007	61
TABELA 2.4 - Número total de minhocas, índice de multiplicação e biomassa de minhocas fresca e seca obtidos nos tratamentos à base de casca de arroz carbonizada (CAC), casca de arroz "in natura" (CAN) e esterco bovino (EB) em diferentes proporções. Média de cinco repetições. Santa Maria, 2007.....	62

TABELA 2.5 – Altura (mm), número de folhas e fitomassa fresca e seca (mg) de mudas de alface cultivar Regina cultivadas em bandejas contendo diferentes vermicompostos à base de casca de arroz “in natura” (CAN), casca de arroz carbonizada (CAC), esterco bovino (EB) misturados com diferentes proporções de solo, em casa de vegetação, durante 30 dias. Média de cinco repetições. Santa Maria, 2007.....	64
TABELA 2.6 – Altura (mm), número de folhas e fitomassa fresca e seca (mg) de mudas de tomateiro cultivar Gaúcho cultivadas em bandejas contendo diferentes vermicompostos à base de casca de arroz “in natura” (CAN), casca de arroz carbonizada (CAC), esterco bovino (EB) misturados com diferentes proporções de solo, em casa de vegetação, durante 45 dias. Média de quatro repetições. Santa Maria, 2007.....	66
TABELA 3.1 – Altura da muda, número de pares de folhas, fitomassa fresca e seca da parte aérea e estabilidade do torrão das mudas de boca-de-leão. Média de quatro repetições. Santa Maria, 2007.....	83
TABELA 3.2 – Características químicas dos substratos constituídos por casca de arroz carbonizada (CAC) e húmus de minhoca (H) antes da semeadura. Santa Maria, 2007.....	84
TABELA 3.3 – Densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR ₁₀₀) dos substratos constituídos por húmus de minhoca (H) e casca de arroz carbonizada (CAC). Santa Maria, 2007.....	85

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Casca de arroz
CAC	Casca de arroz carbonizada
CAI	Casca de arroz inteira
CAN	Casca de arroz natural
EB	Esterco Bovino
H	Húmus
CTC	Capacidade de troca de cátions em pH 7,0
Ds	Densidade do substrato em Kg m ⁻³
pH	Potencial hidrogeniônico em água
mg	miligrama (s)
g	grama (s)
Kg	quilograma (s)
mL	mililitro (s)
L	litro (s)
mm	milímetro (s)
cm	centímetro (s)
°C	Grau (s) Celsius
v/v	volume por volume
%	percentagem

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
Capítulo I	
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CASCA DE ARROZ E ESTERCO BOVINO PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE	23
1 RESUMO	23
2 INTRODUÇÃO	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Multiplicação de <i>Eisenia andrei</i>	28
3.1.1 Localização	28
3.1.2 Substratos	28
3.1.2.1 Tratamento químico da casca de arroz	29
3.1.2.2 Tratamento físico da casca de arroz	29
3.1.3 Unidades experimentais	30
3.1.4 Avaliações	30
3.2 Produção de mudas de alface com diferentes vermicompostos	32
3.2.1 Produção de mudas de alface	32
3.2.2 Avaliações	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Multiplicação de <i>Eisenia andrei</i>	34
4.2 Produção de mudas de alface com diferentes vermicompostos	39
5 CONCLUSÕES	43
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
Capítulo II	
CASCA DE ARROZ E ESTERCO BOVINO COMO SUBSTRATOS PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO E ALFACE	48
1 RESUMO	48
2 INTRODUÇÃO	49
3 MATERIAL E MÉTODOS	54
3.1 Localização	54
3.2 Multiplicação de minhocas	54

3.2.1 Substratos	54
3.2.2 Unidades experimentais	55
3.2.3 Avaliações	55
3.3 Produção de mudas de tomateiro e alface	57
3.3.1 Substratos	57
3.3.2 Avaliações	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 Multiplicação de minhocas	60
4.2 Produção de mudas de alface	63
4.3 Produção de mudas de tomateiro	65
5 CONCLUSÕES	69
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
Capítulo III	
UTILIZAÇÃO DE CASCA DE ARROZ CARBONIZADA E HÚMUS DE MINHOCA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BOCA-DE-LEÃO	74
1 RESUMO	74
2 INTRODUÇÃO	75
3 MATERIAL E MÉTODOS	79
3.1 Localização	79
3.2 Substratos	79
3.3 Unidades experimentais	80
3.4 Sementes	81
3.5 Avaliações	81
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
5 CONCLUSÕES	91
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97

INTRODUÇÃO GERAL

As minhocas são organismos edáficos participantes dos processos de agregação e decomposição da matéria orgânica do solo e de resíduos vegetais, atuando na manutenção da fertilidade e qualidade dos solos de ecossistemas agrícolas e naturais (LAVELLE, 1988; LAVELLE & SPAIN, 2001). Embora a dinâmica da atuação das minhocas sobre a decomposição da matéria orgânica do solo seja constantemente estudada (EDWARDS & ARACON, 2005), existem poucas pesquisas quanto às espécies de minhocas e aos efeitos da atuação destes organismos em diferentes tipos de solos e ecossistemas (BROWN et al., 2000).

As minhocas que vivem próximo à superfície do solo facilitam a decomposição dos resíduos orgânicos por fragmentarem as partículas maiores, aumentando o contato dos resíduos com o solo, bem como sua exposição à atividade de organismos e microrganismos (BROWN, 1995). A atividade de microrganismos edáficos está associada à ação de organismos maiores, entre estes as minhocas, os quais fornecem energia e água para realizarem suas atividades (LAVELLE et al., 1997). Naturalmente, durante o processo de decomposição, diversos organismos interagem acelerando ou reduzindo a decomposição de diferentes frações da matéria orgânica, dependendo do tipo, do nível de interação e da qualidade do resíduo orgânico (BONKOWSKI et al., 1998).

Até 2006, foram identificadas aproximadamente 305 espécies/subespécies de minhocas no Brasil, embora se estime a existência de mais de 1400 espécies, o que coloca o Brasil entre os países com maior biodiversidade do mundo. Dentre as espécies conhecidas no país, 85% são nativas e 15% são exóticas (BROWN & JAMES, 2007).

As espécies exóticas *Eisenia fetida* Savigny (1826) e *Eisenia andrei* Bouché (1972) vivem em ambientes ricos em matéria orgânica como materiais em compostagem e esterco de animais, não sobrevivendo em solos tropicais como as espécies nativas. Em função disso, estas espécies são bastante utilizadas para o processamento de resíduos orgânicos, tendo importância reconhecida mundialmente por apresentarem alto teor protéico. Estes organismos são utilizados também na alimentação de animais e como iscas para a pesca, além de produzirem húmus de qualidade, o qual constitui um adubo orgânico potencialmente útil na produção

agrícola, florestal e de plantas ornamentais (VIELMA-RONDÓN et al., 2003; EDWARDS, 2004). Contudo, a alta capacidade de proliferação, crescimento rápido, elevada resistência e adaptabilidade às condições de cativeiro são características que justificam a utilização destas espécies na atividade da minhocultura (AQUINO & NOGUEIRA, 2001). Na América Latina, *E. andrei* já foi encontrada em solos no Brasil, México, Paraguai, Bolívia, Cuba, Chile e Argentina (FRAGOSO & BROWN, 2007).

A atividade das minhocas influencia direta ou indiretamente o crescimento de plantas (BROWN et al., 2004). O húmus é considerado um bioestimulador do crescimento vegetal (EDWARDS, 2004). No entanto, o efeito verificado nas plantas depende da viabilidade do húmus (idade do composto), da matéria-prima original, do nível de estabilização, da dose utilizada e da espécie vegetal.

A utilização de húmus como adubo orgânico torna-se cada vez mais importante em sistemas de agricultura orgânica e em sistemas de produção de mudas florestais, pela redução do uso de fertilizantes e água. Entretanto, ainda existem poucos dados sobre as quantidades ideais de húmus para serem utilizadas em diferentes culturas e sistemas de produção. A aplicação de vermicomposto bovino eleva os teores de matéria orgânica, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduz os teores de alumínio, cobre e manganês no solo, além de interferir positivamente na população edáfica que vive presente na superfície e no interior do solo (VITTI, 2006).

No Brasil, o principal material orgânico utilizado como matéria prima para a criação de minhocas e produção de húmus é o esterco bovino. Entretanto, existem diversos outros materiais que podem ser utilizados (EDWARDS, 2004), inclusive misturados com o esterco. Os resíduos orgânicos oriundos da atividade agrícola no Brasil são materiais com elevada disponibilidade e potencial para serem utilizados no processo de minhocultura. Diversos trabalhos foram realizados com resíduo de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2002), bagaço de uva (DAUDT, 2004), palha de carnaúba (PEREIRA et al., 2005), entre outros. Porém, existe uma diversidade de outros resíduos que ainda não foram explorados nesta atividade, como, por exemplo, a casca do arroz.

Durante a safra de 2006/07, foram produzidas no Brasil, mais de 11 milhões de toneladas de grãos de arroz (OLIVEIRA, 2007). Segundo estatísticas do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), no ano agrícola 2005/06, no Rio Grande do Sul,

foram cultivados aproximadamente 1 milhão de hectares de arroz irrigado, gerando uma produção de 6,8 milhões de toneladas do grão em casca (FAGUNDES et al., 2007). Este, após o beneficiamento é capaz de gerar aproximadamente 1,4 milhão de toneladas de casca, visto que a casca representa 20% do peso total da produção (FOLETTTO et al., 2005). Quando não queimado no local de beneficiamento, visando o aproveitamento energético, o resíduo do arroz é abandonado no meio ambiente, prejudicando animais e vegetais (SOUZA, 1993). O problema pode ser agravado pela ação do vento, o qual desloca as cascas para lavouras e rios, provocando a liberação de gás metano durante seu processo de decomposição, o qual prejudica a camada de ozônio (FOLETTTO et al., 2005). A utilização do resíduo do beneficiamento do arroz na atividade de minhocultura, assim como na produção de mudas de plantas florestais, frutíferas, hortícolas e ornamentais, pode ser uma boa alternativa para a redução dos problemas ambientais e dos custos de produção de mudas, húmus e minhocas.

No Brasil, para a ampliação da utilização e otimização do uso de húmus como fertilizante orgânico, torna-se necessário realizar testes que relacionem espécies vegetais com doses e tipos de húmus, ou seja, vermicompostos originados de diferentes matérias primas.

Neste sentido, este estudo buscou gerar conhecimentos sobre o potencial de utilização da casca de arroz e do esterco bovino como substratos para a multiplicação e o desenvolvimento da *E. andrei*, bem como verificar a qualidade do substrato obtido pelo processo de vermicompostagem para a produção de mudas de alface, tomateiro e da espécie ornamental boca-de-leão (Figura 1).

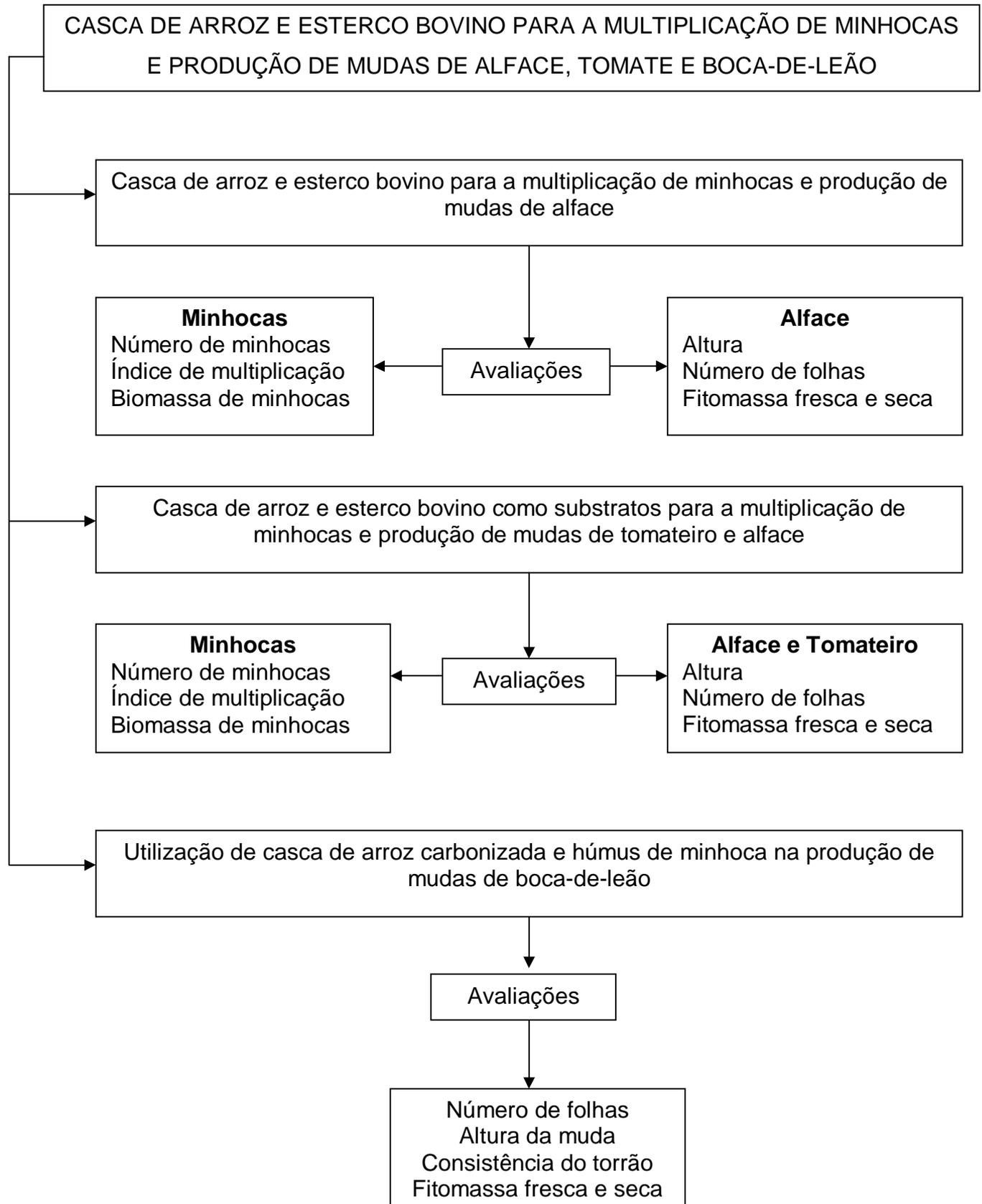


Figura 1 – Esquema do trabalho realizado sobre a utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de *E. andrei* e produção de mudas de alface, tomate e boca-de-leão. Santa Maria, 2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A. M.; 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, 2001. 10 p. (Documentos EMBRAPA; 147).

BONKOWSKI, M.; SCHEU, S.; SCHAEFER, M. Interactions of earthworms (*Octolasion lacteum*), millipedes (*Glomeris marginata*) and plants (*Hordelymus europaeus*) in a beechwood on a basalt hill: implications for litter decomposition and soil formation. **Applied Soil Ecology**, Belfield, v. 9, p. 161-166, 1998.

BROWN, G. G. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? **Plant and Soil**, Crawley, v. 170, p. 209-231, 1995.

BROWN, G. G., BAROIS, I., LAVELLE, P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. **European Journal of Soil Biology**, Braunschweig, v. 36, p. 177-198, 2000.

BROWN, G. G., EDWARDS, C. A., BRUSSAARD, L. How earthworms affect plant growth: Burrowing into the mechanisms. In: EDWARDS, C.A. (Org.). **Earthworm ecology**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 13-49.

BROWN, G. G.; JAMES, S. W. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

DAUDT, C. E. et al. Vermicompostagem e compostagem do bagaço de uvas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 118, p. 31-37, mar. 2004.

EDWARDS, C. A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: EDWARDS, C.A. (Org.). **Earthworm Ecology**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 327-354.

EDWARDS, C. A., ARANCON, N. Q. Interactions among organic matter earthworms and microorganisms in promoting plant growth. In: Magdoff, F.; Weil, R. (Ed.). **Functions and management of organic matter in agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 327-376.

FAGUNDES, C. A. A.; BARBOSA, F. da F.; ELIAS, M. C. Arroz: colheu! Agora é secar para armazenar, conservar e comercializar. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 34-35, abr. 2007.

FOLETTTO, E. L. et al. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, p. 1055-1060, dez. 2005.

FRAGOSO, C.; BROWN, G. G. Ecología y taxonomía de las lombrices de tierra en Latinoamérica: El primer Encuentro Latino-Americano de Ecología y Taxonomía de Oligoquetos (ELAETAO1). In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

LAVELLE, P. Earthworms activities and the soil system. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 6, p. 237-251, 1988.

LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers, **European Journal of Soil Biology**, Brawnschweig, v. 33, p. 159-193, 1997.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil Ecology**. Norwell: Kluwer Academy Publishers, 2001. 654 p.

OLIVEIRA, C. F. de. Safra 2006/07: produção mundial menor que consumo. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 5-11, abr. 2007.

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.

PEREIRA, E. W. L. et al. Produção de vermicomposto de diferentes proporções de esterco bovino e palha de carnaúba. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 112-116, abr./jun. 2005.

SOUZA, F. X. de. Casca de arroz carbonizada: um substrato para propagação de plantas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p. 11, jan./fev. 1993.

VIELMA-RONDÓN, R. et al. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). **Ars Pharmaceutica**, Granada, v. 44, n. 1, p. 43-58, 2003.

VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch)**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CAPÍTULO I

CASCA DE ARROZ E ESTERCO BOVINO PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE

1 RESUMO

As minhocas vêm sendo utilizadas para acelerar o processo de compostagem e para a alimentação animal, devido às altas concentrações de proteínas, vitaminas e aminoácidos em seu corpo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de substratos à base de casca de arroz e esterco bovino na multiplicação e produção de biomassa de minhocas da espécie *Eisenia andrei* Bouché (1972). Além disso, verificar a utilização do vermicomposto obtido como substrato para a produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). Os substratos utilizados no experimento foram: casca de arroz inteira, casca de arroz tratada quimicamente com quatro álcalis em diferentes concentrações, casca de arroz moída, casca de arroz carbonizada e esterco bovino curtido. A população de minhocas foi avaliada quanto ao número de casulos, ao índice de multiplicação e à biomassa de minhocas frescas e secas. A avaliação foi realizada aos 60 dias após a instalação do experimento, com quatro repetições. Posteriormente, avaliou-se a eficiência dos vermicompostos obtidos para a produção de mudas de alface cultivar Regina. A inclusão de casca de arroz favoreceu o desenvolvimento e a taxa de reprodução das minhocas. Os maiores valores de biomassa de minhocas secas foram obtidos nos tratamentos constituídos por esterco bovino (50%) e casca de arroz inteira (50%), esterco bovino (50%) e casca de arroz inteira (50%) tratada com hidróxido de amônio, esterco bovino (50%) e casca de arroz inteira (50%) tratada com 40% de hidróxido de sódio (g de hidróxido por 100 g de casca de arroz) e com 40% de hidróxido de cálcio, além dos tratamentos esterco bovino (50%) e casca de arroz moída (50%) tratada com hidróxido de sódio a 10 e a 40%. Os vermicompostos que utilizaram casca de arroz

moída e quimicamente tratada com hidróxido de sódio e hidróxido de potássio não favoreceram a produção de mudas de alface cultivar Regina. Concluiu-se que a adição de casca de arroz ao esterco bovino favorece a multiplicação e o desenvolvimento de *E. andrei* e o substrato à base de casca de arroz inteira e esterco bovino é eficiente para produção de mudas de alface cultivar Regina.

Palavras-chave: *Eisenia andrei*; minhocultura; casca de arroz; esterco bovino

2 INTRODUÇÃO

As minhocas surgiram na Terra há 570 milhões de anos, no período Edicariano (Era Paleozóica), estando entre os primeiros organismos a surgir no planeta (BOUCHÈ, 1983). Estes organismos são utilizados há milênios na alimentação humana por algumas populações do continente africano. Os chineses, há mais de 2000 anos, consomem minhocas desidratadas, como uma fonte protéica alternativa. Na natureza, por ser uma presa fácil e rica em nutrientes, a minhoca constitui parte da alimentação de um grande número de animais, como peixes, aves, répteis e mamíferos (LEE, 1985). A farinha de minhoca incluída nas dietas de aves e suínos pode promover resultados superiores às fontes protéicas de origem animal tradicionalmente utilizadas (SABINE, 1983). No entanto, com o desenvolvimento da minhocultura nacional, alguns pesquisadores estão desenvolvendo técnicas com o objetivo de buscar um substrato que favoreça a sua multiplicação e promova aumento na sua biomassa, visando a sua utilização para produção de farinha ou concentrado protéico.

As minhocas apresentam uma grande capacidade para transformar resíduos orgânicos, sendo a prática da minhocultura muito popular no Brasil (KHATOUNAIN, 2001; BROWN & JAMES, 2007), tanto para a utilização da biomassa de minhocas como proteína na alimentação animal, iscas, quanto para a produção de húmus e fertilizante orgânico (EDWARDS & NORMAN, 2004). A atividade da minhocultura é realizada com espécies exóticas retiradas de seu habitat natural, as quais são

introduzidas em criatórios artificiais, sendo criadas, na maioria das vezes, com resíduos orgânicos de origem animal (BROWN & JAMES, 2007).

Dentre as espécies de minhocas estudadas, as mais eficientes e produtivas para a transformação de resíduos orgânicos são a *E. andrei*, também conhecida como vermelha da Califórnia; *E. fetida*, também chamada de vermelha da Califórnia, minhoca tigre e minhoca do esterco; *Perionyx excavatus* Perrier, popularmente conhecida como minhoca oriental das composteiras e *Eudrilus eugeniae* Kinberg, também conhecida como minhoca africana. Desde 1982, as minhocas *E. andrei* e *E. fetida* foram consideradas e confundidas erroneamente como *E. fetida* (HAIMI, 1990). Contudo, *E. andrei* tem sido a espécie mais utilizada no processo comercial de minhocultura em todo o mundo, incluindo o Brasil, devido à sua rápida taxa de transformação da matéria orgânica, alta capacidade reprodutiva (GARCÍA et al., 1995) e também por ser a mais eficiente e fácil de criar (CAPISTRÁN et al., 2001). Dentre as espécies de minhocas conhecidas no mundo e os organismos pertencentes à fauna edáfica tropical, a *E. andrei* é considerada um dos organismos mais interessantes (GARCÍA et al., 1995).

As minhocas das espécies *E. andrei* e *E. fetida* são altamente prolíferas, apresentam tolerância a amplas temperaturas, podendo crescer e reproduzirem-se bem em diversos tipos de resíduos orgânicos com uma ampla margem de umidade (ATIYEH et al., 2000). Estas preferem os estercos a outros alimentos, no entanto, ingerem todo tipo de material orgânico, desde que não seja muito ácido e apresente odor pronunciado (OLIVEIRA et al., 2007).

Recentemente, o interesse está sendo voltado ao desenvolvimento de novos processos que utilizam sistemas biológicos para acelerar a decomposição de resíduos. Entre estes sistemas, encontra-se a minhocultura, a qual envolve a utilização de minhocas para a estabilização dos mais diversos tipos de resíduos orgânicos (DAUDT et al., 2004), como esterco bovino cru, semi-cru ou curtido, erva-mate, borra-de-café e conteúdo ruminal (MORSELLI et al., 1997), esterco de suínos, ovinos, eqüinos e coelhos (GNOATTO, 1999), bagaço de uva (DAUDT et al., 2004), bagaço de cana-de-açúcar e lodo de esgoto urbano (SILVA et al., 2002), inclusive casca de arroz (MORSELLI et al., 1997), um resíduo agrícola de elevada disponibilidade, mas de reduzido aproveitamento no Estado do Rio Grande do Sul. Neste sentido, devido ao fato de aproximadamente 60% dos resíduos ingeridos pelas minhocas serem transformados em vermicomposto (LEE, 1985), a utilização

de casca de arroz na minhocultura poderia trazer benefícios tanto para os criadores de minhocas, quanto para os engenhos de arroz e para o meio ambiente.

A sociedade moderna, com sua população elevada, indústrias e métodos intensivos de agricultura, produz, uma quantidade cada vez maior de resíduos. Entre os resíduos produzidos, principalmente na área de beneficiamento, está a casca do arroz, a qual representa 20% do peso total da produção (FOLETTTO et al., 2005). Durante a safra de 2006/07, no Brasil foram produzidas mais de 11 milhões de toneladas de arroz (OLIVEIRA, 2007). Segundo estatísticas do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), no ano agrícola 2005/06, no Rio Grande do Sul, foram cultivados aproximadamente 1 milhão de hectares de arroz irrigado, gerando uma produção de mais de 6,8 milhões de toneladas do grão em casca (FAGUNDES et al., 2007), a qual, após o beneficiamento é capaz de gerar aproximadamente 1,4 milhão de toneladas de casca. A quase totalidade deste resíduo acaba sendo rejeitada pelos produtores locais, sendo, muitas vezes, jogado a céu aberto nas proximidades dos engenhos (Figura 1.1) ou incinerado em ambientes fechados, cujos processos de combustão e gaseificação formam partículas de cinzas as quais são tóxicas e prejudiciais ao homem (SOUZA, 1993). Outro destino comum ao resíduo excedente do beneficiamento do arroz é o descarte em lavouras e leito de rios, liberando gás metano em seu processo de decomposição, o qual é prejudicial à camada de ozônio (PEROZZI, 2004; FOLETTTO et al., 2005).



Fotos: Gerusa Pauli Kist Steffen

Figura 1.1 - Resíduo da cultura do arroz acumulado no campo no município de São Sepé – RS. Santa Maria, 2006.

O descarte de resíduos orgânicos é um problema crescente que vem sendo enfrentado por muitos países, mas que poderia ser amenizado através da adoção de práticas simples, como a minhocultura. A transformação de resíduos orgânicos com o auxílio de minhocas apresenta a vantagem de formar um composto de qualidade para ser utilizado na adubação de plantas. A aplicação de vermicomposto no solo, produzido a partir de esterco de bovinos, eleva os teores de matéria orgânica, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduz os teores de alumínio, cobre e manganês no solo (VITTI, 2006). Este mesmo autor ressalta que a utilização alternativa de adubação na forma de vermicomposto bovino favorece mudanças positivas nos atributos biológicos do solo. Além disso, a utilização de vermicomposto como adubo orgânico em sistemas frutícolas em transição para o sistema de base ecológica no sul do Brasil mostrou-se uma alternativa eficiente e viável (VITTI, 2006).

A adubação orgânica vem consolidando-se como uma prática altamente benéfica no cultivo de espécies olerícolas. Os benefícios da adição de adubos orgânicos no preparo do solo podem ser observados em culturas que apresentam raízes delicadas e alta exigência quanto aos aspectos físicos do solo, como a cultura da alface, por exemplo (FILGUEIRA, 2003). A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais consumidas e aceitas pela população mundial. É uma planta herbácea anual, pertencente à família das Asteraceas (Compositae), originária de espécies silvestres, ainda encontradas em regiões de clima temperado no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2003). A alface foi introduzida no Brasil por imigrantes portugueses no final do século XVI, sendo, atualmente, a hortaliça folhosa mais consumida no País (SANCHEZ, 2007).

Neste sentido, este estudo buscou gerar conhecimentos sobre o potencial da *E. andrei* em utilizar esterco bovino e casca de arroz como substrato para sua multiplicação e desenvolvimento, bem como verificar a qualidade do substrato obtido através do processo de vermicompostagem para a produção de mudas de alface cultivar Regina. Como a casca de arroz apresenta degradação lenta, este resíduo foi submetido a um tratamento químico com diferentes álcalis, visando acelerar o processo de decomposição da casca de arroz, e a dois tratamentos físicos: a moagem e a carbonização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas: a verificação do efeito de diferentes substratos à base de casca de arroz e esterco bovino para a multiplicação de *E. andrei* e a avaliação da resposta da utilização dos substratos obtidos na multiplicação de *E. andrei*, na produção de mudas de alface cultivar Regina.

3.1 Multiplicação de *Eisenia andrei*

3.1.1. Localização

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, nos meses de julho a setembro de 2006. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 30 tratamentos e 4 repetições, totalizando 120 unidades experimentais.

3.1.2 Substratos

Os materiais utilizados como substratos para a multiplicação das minhocas foram: esterco curtido de bovinos confinados (EB), casca de arroz carbonizada (CAC), casca de arroz moída (CAM), casca de arroz inteira (CAI), casca de arroz tratada quimicamente com quatro álcalis (hidróxidos de cálcio, potássio, amônio e sódio). Os tratamentos foram definidos pela combinação de dois métodos de tratamento da casca de arroz, métodos físico e químico, além de casca de arroz “in natura” e esterco bovino.

3.1.2.1 Tratamento químico da casca de arroz

Para o tratamento químico da casca de arroz, utilizou-se o método úmido ou por imersão (MARTINEZ, 1981), o qual foi realizado aproximadamente 30 dias antes da instalação do experimento e teve como objetivo acelerar o processo de decomposição da casca de arroz. Foram utilizados quatro níveis de concentração para cada álcali, sendo as relações 0 (controle), 10, 20 e 40 g de álcali 100 g^{-1} de matéria seca de casca de arroz. Para cada tratamento, preparou-se uma solução de acordo com a concentração de álcali necessária, na qual foi introduzida a amostra de casca correspondente. As proporções de casca de arroz e esterco foram medidas com base em volume, visando a possível recomendação prática, sendo utilizados quatro litros de substrato para cada tratamento.

O método úmido consistiu na imersão do volume de casca de arroz necessário para cada tratamento em um recipiente com capacidade para dez litros contendo a quantidade de álcali proporcional a cada tratamento. A amostra ficou completamente imersa na solução alcalina durante 24 horas. Decorrido esse período, a solução foi drenada manualmente e as amostras foram lavadas em água corrente para retirada do resíduo dos álcalis. As amostras foram colocadas em caixas de papelão e secas em estufa a 60°C , durante 48 horas, sendo posteriormente armazenadas em sacos plásticos.

3.1.2.2 Tratamento físico da casca de arroz

Avaliaram-se duas formas de tratamento físico: carbonização e moagem da casca de arroz. A carbonização foi realizada através da queima controlada da casca de arroz, segundo metodologia descrita por Kämpf (2000) e a moagem foi realizada em moinho marca Marconi, modelo MA 340, pertencente ao Departamento de Solos da UFSM.

3.1.3 Unidades experimentais

As unidades experimentais constaram de sacos plásticos pretos com capacidade para oito litros (Figura 1.2), nos quais foram adicionados quatro litros do substrato correspondente a cada tratamento e seis minhocas adultas (cliteladas) da espécie *E. andrei*. As minhocas utilizadas no experimento foram obtidas no minhocário do Departamento de Solos, UFSM.



Figura 1.2 - Unidade experimental utilizada no experimento para multiplicação das minhocas. Santa Maria, 2006.

3.1.4 Avaliações

Após 60 dias da instalação do experimento, avaliou-se o número de indivíduos jovens (clitelo subdesenvolvido ou ausente) e adultos (clitelados), o número de casulos (Figura 1.3), a biomassa de minhocas frescas, biomassa de minhocas secas e o índice de multiplicação das minhocas.



Foto: Gerusa Pauli Kist Steffen

Figura 1.3 – Indivíduos adultos e casulos de *Eisenia andrei* encontrados 60 dias após a inoculação das minhocas. Santa Maria, 2006.

Para o cálculo do índice de multiplicação das minhocas, utilizou-se a fórmula ($IM = Pf / Pi$, onde Pf = população final de minhocas e Pi = população inicial de minhocas, correspondente ao número de matrizes inoculadas).

A população de minhocas foi obtida através de contagem manual. O conteúdo de cada unidade experimental foi colocado sobre um plástico branco onde foram separadas as minhocas jovens, adultas e os casulos presentes no vermicomposto. Os indivíduos coletados em cada unidade experimental foram separados em frascos com água limpa, onde permaneceram durante 24 horas para que todo o material presente em seu tubo digestivo fosse excretado (GIRACCA, 2005). Posteriormente, foram secas em papel toalha e pesadas para a obtenção da biomassa de minhocas frescas. Após a pesagem, as minhocas foram mantidas 72 horas em estufa a 60°C, em recipientes abertos forrados com papel alumínio, para obtenção de peso constante. As amostras foram retiradas da estufa, levadas ao laboratório e mantidas em dessecador a fim de serem pesadas para a obtenção da biomassa de minhocas secas.

O número de minhocas jovens, adultas e casulos, bem como a biomassa de minhocas frescas e secas foram transformados para raiz quadrada de $x+0,5$ e submetidos à análise de variância e teste de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3.2 Produção de mudas de alface com diferentes vermicompostos

Neste ensaio, foi avaliada a eficiência dos 30 substratos obtidos no experimento descrito no item 3.1, quanto à germinação das sementes e ao crescimento das mudas de alface cultivar Regina. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos (UFSM), no período de 12 de outubro a 12 de novembro de 2006.

As unidades experimentais constaram de tubetes com capacidade para 50 mL, os quais foram preenchidos com 45 mL do substrato correspondente a cada tratamento e, posteriormente, dispostos em uma grade, a qual permaneceu protegida com um telado (Figura 1.4).

3.2.1 Produção de mudas de alface

Primeiramente, as sementes de alface foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5% durante 25 segundos (FERNANDEZ, 1993). Em seguida, foram lavadas abundantemente com água destilada durante um minuto para a retirada do resíduo de hipoclorito de sódio e acondicionadas em placas de Petri. Posteriormente, procedeu-se a semeadura de seis sementes por tubete. Oito dias após a semeadura, foi realizado o desbaste e, concomitantemente, o transplante das plântulas para os tratamentos que inibiram a germinação das sementes.

No decorrer do estudo, as mudas foram irrigadas diariamente somente com água, ou seja, não receberam nenhum tipo de adubação (Figura 1.4).

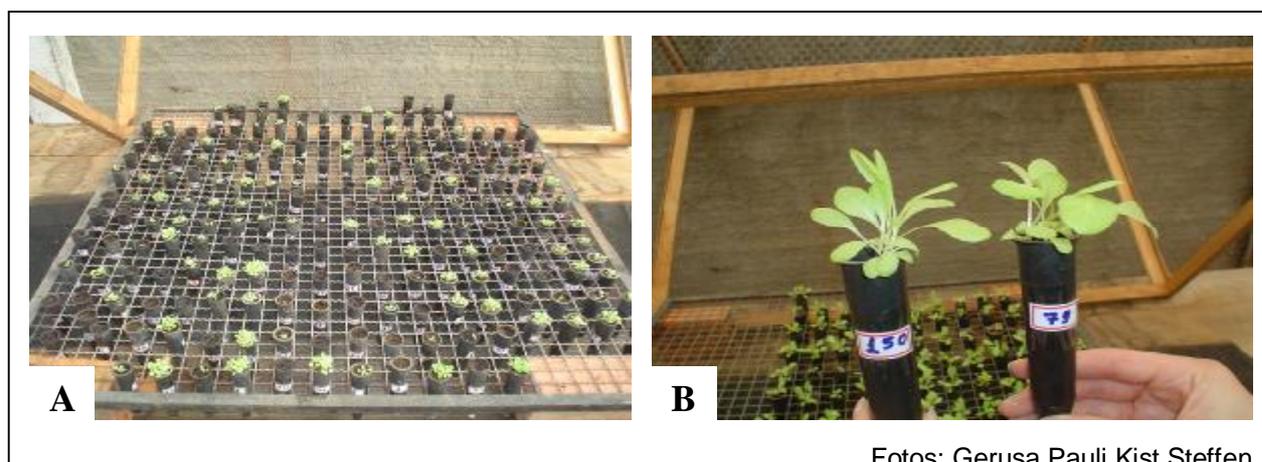


Figura 1.4 - Mudanças de alface cultivar Regina com oito dias após a sementeira em casa de vegetação (A) e com 20 dias após a sementeira (B). Santa Maria, 2006.

3.2.2 Avaliações

Trinta dias após a sementeira, foram avaliados a altura das mudas, o número de folhas e a fitomassa da parte aérea fresca e seca.

As mudas de alface foram retiradas cuidadosamente dos tubetes e avaliadas quanto à altura e ao número de folhas. Em seguida, pesou-se a parte aérea das mudas para a obtenção de fitomassa fresca, sendo esta seca em estufa a 60°C para posterior obtenção da fitomassa seca.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis repetições. Os dados de altura, número de folhas e fitomassa fresca e seca da parte aérea das mudas foram transformados para raiz quadrada de $x+0,5$ e a análise estatística e o teste de médias foram realizados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) para a análise dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Multiplicação de *Eisenia andrei*

Como as espécies *E. andrei* e *E. fetida* apresentam características e comportamento semelhantes (ATIYEH et al., 2000), os resultados obtidos neste trabalho quanto à multiplicação da espécie *E. andrei*, foram comparados com resultados apresentados na literatura para ambas as espécies.

Todos os tratamentos constituídos por misturas de esterco bovino e diferentes formas de casca de arroz, com exceção dos tratamentos CAI100 e CAM100, proporcionaram condições para a reprodução e o desenvolvimento de *E. andrei* (Tabela 1.1).

Analisando-se os resultados referentes ao número final de minhocas jovens, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos constituídos por CAI50 EB50, CAM50 EB50, CAC50 EB50, CAI tratadas com NH_4OH em todas as concentrações utilizadas, CAI tratadas com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a 40% e CAM tratada com NH_4OH a 10 e 40%, CAM tratada com NaOH a 10 e 40% e CAM tratada com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a 40%. No entanto, o maior número de organismos jovens foi verificado no tratamento CAI tratada com NH_4OH 20%, obtendo-se o total de 187 indivíduos (Tabela 1.1).

O maior número de casulos foi obtido no tratamento constituído por CAC50 EB50, no qual foram encontrados 132 casulos a partir da inoculação de apenas seis matrizes, correspondendo a 2,3 vezes mais casulos do que no tratamento EB100 (Tabela 1.1), em um período de multiplicação de apenas 60 dias.

Embora o tratamento constituído por CAC50 EB50 tenha diferido estatisticamente dos demais quanto ao número total de casulos, não diferiu significativamente do tratamento constituído por CAI50 EB50 quanto ao número de minhocas jovens, adultas e índice de multiplicação (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Número de minhocas jovens e adultas, número de casulos, índice de multiplicação e biomassa de minhocas frescas e secas obtidos nos tratamentos à base de esterco curtido bovino (EB), casca de arroz carbonizada, casca de arroz inteira (CAI) e casca de arroz moída (CAM) tratadas com diferentes percentuais de NH_4OH , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e KOH . Média de quatro repetições. Santa Maria, 2006.

Tratamento	Nº de minhocas		Nº de casulos	IM**	Biomassa de minhocas (g)	
	Jovens	Adultas			Fresca	Seca
CAI100	0 d	0 c	0 d	0,00 d	0,00 e	0,00 d
CAI50 EB50	173 a	6 a	73 b	29,66 a	18,78 a	2,50 a
CAI50 (NH_4OH 10%) EB50	130 a	9 a	77 b	23,16 a	17,62 b	2,41 a
CAI50 (NH_4OH 20%) EB50	187 a	7 a	92 b	32,33 a	20,35 a	2,53 a
CAI50 (NH_4OH 40%) EB50	144 a	5 a	67 b	24,83 a	19,71 a	2,12 a
CAI50 (NaOH 10%) EB50	70 b	4 b	41 c	12,33 b	11,09 c	1,24 c
CAI50 (NaOH 20%) EB50	76 b	7 a	37 c	14,00 b	14,82 c	1,74 b
CAI50 (NaOH 40%) EB50	88 b	8 a	72 b	16,00 b	15,52 b	2,05 a
CAI50 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10%) EB50	99 b	7 a	48 c	17,66 b	12,49 c	1,69 b
CAI50 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 20%) EB50	88 b	6 a	55 b	15,83 b	12,73 c	1,69 b
CAI50 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 40%) EB50	114 a	8 a	68 b	20,33 a	15,86 b	2,08 a
CAI50 (KOH 10%) EB50	74 b	5 a	41 c	13,33 b	10,59 c	1,34 c
CAI50 (KOH 20%) EB50	80 b	6 a	39 c	14,33 b	12,56 c	1,68 b
CAI50 (KOH 40%) EB50	79 b	7 a	59 b	14,33 b	12,06 c	1,56 b
CAM100	1 d	3 b	2 d	-0,66 d	1,38 e	0,17 d
CAM50 EB50	136 a	6 a	52 c	23,66 a	11,75 c	1,48 b
CAM50 (NH_4OH 10%) EB50	169 a	6 a	74 b	29,33 a	14,68 c	1,75 b
CAM50 (NH_4OH 20%) EB50	44 c	1 c	19 d	7,50 c	3,41 e	0,47 d
CAM50 (NH_4OH 40%) EB50	148 a	5 a	60 b	25,50 a	13,19 c	1,71 b
CAM50 (NaOH 10%) EB50	162 a	6 a	47 c	28,16 a	20,26 a	2,19 a
CAM50 (NaOH 20%) EB50	65 b	6 a	25 d	12,00 b	15,38 b	1,70 b
CAM50 (NaOH 40%) EB50	147 a	6 a	81 b	25,50 a	15,86 b	2,06 a
CAM50 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10%) EB50	103 b	6 a	66 b	18,16 b	9,46 d	1,23 c
CAM50 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 20%) EB50	85 b	4 b	40 c	15,00 b	7,21 d	0,92 c
CAM50 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 40%) EB50	136 a	6 a	80 b	23,66 a	10,55 c	1,44 b
CAM50 (KOH 10%) EB50	83 b	7 a	67 b	15,00 b	10,19 c	1,30 c
CAM50 (KOH 20%) EB50	92 b	6 a	87 b	16,33 b	11,28 c	1,52 b
CAM50 (KOH 40%) EB50	47 c	3 b	60 b	8,50 c	6,73 d	0,86 c
CAC50 EB50	159 a	6 a	132 a	27,66 a	14,03 c	1,70 b
EB100	44 c	6 a	57 b	8,50 c	8,56 d	1,20 c
CV (%)	15,90	6,27	14,23	14,74	5,41	7,61

* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** (IM) Índice de multiplicação = (População final / População inicial).

Quanto ao índice de multiplicação, parâmetro que avalia a capacidade reprodutiva das matrizes em determinado ambiente, o tratamento CAI50 tratada com NH_4OH a 20% apresentou o maior valor na reprodução (32,33), seguido dos tratamentos CAI50 EB50, CAM50 tratada com NH_4OH a 10% e CAM50 tratada com NaOH a 20%. Contudo, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos CAI50 tratada com NH_4OH a 10 e 40%, CAI50 tratada com 40% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CAM50 tratada com 10% de NH_4OH , CAM50 tratada com 40% de NaOH , CAC50 EB50 e CAM50 EB50 (Tabela 1.1).

Nos tratamentos constituídos por 100% casca de arroz não se observou multiplicação das minhocas, resultando em índice de multiplicação zero ou negativo (Tabela 1.1), em virtude de o valor médio final de minhocas encontradas ser inferior ao número de matrizes inoculadas. As menores taxas reprodutivas foram encontradas nos tratamentos CAM tratada com NH_4OH a 20%, CAM tratada com KOH a 40% e EB100, apresentando índices de multiplicação de 7,5, 8,5 e 8,5, respectivamente. Possivelmente, estes resultados demonstram que, nestes substratos, as minhocas não tenham encontrado condições apropriadas e favoráveis à sua multiplicação.

No tratamento EB100, substrato preferencialmente utilizado pelos minhocultores, verificou-se a presença de 44 minhocas jovens, 6 adultas e 57 casulos. Estes resultados foram inferiores aos encontrados nos tratamentos que utilizaram casca de arroz misturada ao esterco. Os tratamentos constituídos pela proporção de CAI50 EB50 e CAM50 EB50 favoreceram a reprodução das minhocas, sendo encontradas 4 e 3 vezes mais indivíduos jovens, respectivamente, do que no tratamento EB100. Os resultados deste trabalho sugerem que a inclusão de casca de arroz favoreceu o desenvolvimento e a taxa de reprodução das minhocas, o que pode ter sido influenciado pelas alterações de textura, umidade e aeração do substrato, proporcionadas pela mistura de casca de arroz ao esterco bovino. A mistura de resíduos vegetais fibrosos ao esterco é uma alternativa eficiente para evitar a compactação e conseqüente redução da aeração e drenagem do esterco (MIGDALSKI, 2001), o que tende a ocorrer naturalmente com o passar do tempo, dificultando a movimentação e alimentação das minhocas (MARTINEZ, 1998).

Trabalhos realizados por Morselli & Valente (1997) avaliando o desenvolvimento e a capacidade reprodutiva de *E. fetida* em diferentes substratos formados a partir da associação de várias matérias-primas como esterco, casca de

arroz, bagaço de laranja e verduras, mostraram que estes indivíduos apresentam um melhor desenvolvimento quando colocados em material misturado com casca de arroz. Segundo os autores, isso se deve, possivelmente, ao aumento da aeração do substrato, o que foi proporcionado pela adição de casca de arroz. Schiavon et al. (2007) avaliando os efeitos da adição de diferentes proporções de casca de arroz “in natura” (25 e 50%) e casca de arroz carbonizada (25 e 50%) ao esterco bovino, na multiplicação e reprodução de *E. fetida*, observaram que a adição de 25% de casca de arroz “in natura” ao esterco proporcionou as melhores condições para o desenvolvimento das minhocas, favorecendo a sua locomoção e respiração.

O tratamento EB100, embora tenha apresentado índice de multiplicação de 8,5, apresentou número de minhocas adultas, jovens e casulos superior aos apresentados por Aquino et al. (1994). Estes autores obtiveram índice de multiplicação 4,54 e apenas 4, 18,5 e 1,5 indivíduos adultos, jovens e casulos, respectivamente, 60 dias após a inoculação de cinco matrizes de *E. fetida* em 4,5 litros de esterco bovino. Avaliando substratos à base de esterco bovino e palha de carnaúba na multiplicação de *E. fetida*, Pereira et al. (2005) encontraram índice de multiplicação das minhocas de 2,09, 62 dias após a inoculação de 50 minhocas em esterco bovino. Os resultados obtidos neste trabalho foram superiores aos encontrados por Pereira et al. (2005), sendo observado índice de multiplicação de até 32,33 no substrato CAI50 tratada com NH_4OH 20% e 8,50 no substrato EB100 (Tabela 1.1).

O tratamento da casca de arroz com NH_4OH favoreceu uma alta multiplicação das minhocas, resultando no maior número de jovens (187) e adultos (9) encontrados nas unidades experimentais (Tabela 1.1). Possivelmente, os resultados observados quando se adicionou NH_4OH ao substrato estejam relacionados à adição de nitrogênio ao meio, o qual é fundamental para a manutenção da microbiota presente no trato digestivo das minhocas, atuando na transformação dos resíduos orgânicos.

Nas avaliações referentes à biomassa de minhocas, os tratamentos CAI50 tratada com NH_4OH a 20 e 40%, CAM50 tratada com NaOH a 10% e CAI50 EB50 proporcionaram maior biomassa de minhocas frescas (Tabela 1.1 e Figura 1.5). Para a biomassa de minhocas secas, os tratamentos que apresentaram os melhores resultados foram os mesmos para a biomassa de minhocas frescas mais os

tratamentos CAI50 tratada com NH_4OH a 10%, CAI50 tratada com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e CAI50 tratada com NaOH a 40%, além da CAM tratada com NaOH a 40% (Tabela 1.1).

Os tratamentos CAI100, CAM100 e CAM50 tratada com NH_4OH a 20% foram os que apresentaram os menores valores de biomassa de minhocas frescas e secas (Tabela 1.1). A não permanência ou morte das matrizes inoculadas nos tratamentos CAI100 e CAM100, possivelmente foi provocada pela falta de alimento oferecido às minhocas nestes substratos. Em relação aos resultados encontrados no tratamento CAM50 tratada com NH_4OH a 20%, possivelmente tenha ocorrido uma retirada parcial do residual do álcali durante a lavagem da casca de arroz moída neste tratamento, o que pode ter interferido negativamente na multiplicação e desenvolvimento dos organismos.

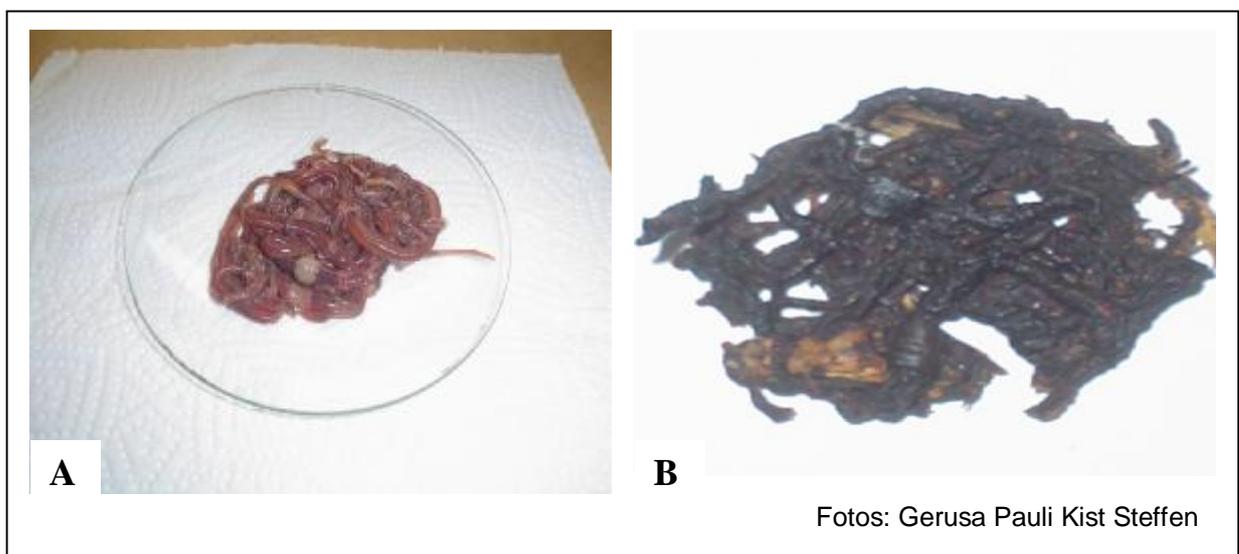


Figura 1.5 - Biomassa de minhocas frescas (A) e biomassa de minhocas secas (B). Santa Maria, 2006.

A maturidade sexual das minhocas está relacionada com as condições do meio em que se encontram, resultando em uma maior ou menor multiplicação em determinado tempo (AQUINO et al., 1994). Neste sentido, visualmente se observou um maior adensamento dos substratos constituídos pela casca de arroz moída, o que, possivelmente, tenha proporcionado um ambiente desfavorável à multiplicação das minhocas inicialmente inoculadas.

O tempo ótimo para *Eisenia spp.* atingir maturidade sexual encontra-se próximo aos 90 dias após a eclosão dos casulos (FERRUZZI, 1989; DAUDT et al., 2004). No entanto, nas condições em que foi realizado este trabalho, verificou-se que a maturidade sexual destes organismos pode ocorrer em menos de 60 dias. Sabe-se que a atividade biológica das minhocas diminui em função das baixas temperaturas (ANTONIOLLI et al., 2002). Portanto, em condições ideais de temperatura, umidade, aeração, pH e alimentação, o índice de multiplicação e a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos podem ser superiores aos relatados na literatura.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, observou-se que o tratamento químico da casca de arroz com álcalis, bem como a sua moagem, tornam-se desnecessários para o seu aproveitamento na minhocultura, visto que o tratamento constituído por 50% de casca de arroz “in natura” e 50% de esterco bovino foi um dos tratamentos que obtiveram os melhores resultados em relação ao número de indivíduos jovens e adultos, índice de multiplicação e biomassa de minhocas frescas e secas. Sendo assim, tendo em vista o gasto com reagentes (álcalis), equipamentos e mão-de-obra, recomenda-se a utilização do resíduo do beneficiamento do arroz “in natura” em adição ao esterco bovino, em proporções iguais.

4.2 Produção de mudas de alface em diferentes vermicompostos

Em relação ao segundo experimento, referente à avaliação da qualidade dos 30 substratos obtidos através da vermicompostagem, para a produção de mudas de alface, verificou-se que, dentre os tratamentos analisados, nove inibiram a germinação das sementes, além de inibir o crescimento das plântulas que foram transplantadas para os tubetes oito dias após a semeadura. Estes resultados foram constatados nos seguintes tratamentos: CAM50 tratada com KOH, CAM50 tratada com NaOH, CAI50 tratada com NaOH a 20% e a 40%, e CAI50 tratada com KOH a 20% (Tabela 1.2). Estes resultados podem estar relacionados à permanência de resíduos de álcalis nos substratos, o que pode ter elevado significativamente o pH dos mesmos.

Tabela 1.2 – Valores de altura (mm), número de folhas e fitomassa fresca e seca (mg) de mudas de alface cultivar Regina cultivadas em tubetes contendo diferentes vermicompostos à base de casca de arroz inteira (CAI) e casca de arroz moída (CAM) tratadas quimicamente com quatro álcalis em diferentes proporções, casca de arroz carbonizada (CAC) e esterco bovino (EB) em casa de vegetação, durante 30 dias. Média de seis repetições. Santa Maria, 2006.

Tratamento	Altura da planta (mm)	Número de folhas	Fitomassa (mg)	
			fresca	seca
CAM50 (Ca(OH) ₂ 10%) EB50	66,00 a	5 a	109,20 b	9,20 b
CAM50 (Ca(OH) ₂ 20%) EB50	45,16 b	5 a	83,60 b	7,60b
CAM50 (Ca(OH) ₂ 40%) EB50	48,83 b	4 b	71,60 b	6,90 b
CAI50 (Ca(OH) ₂ 10%) EB50	60,00 a	5 a	142,30 b	10,40 b
CAI50 (Ca(OH) ₂ 20%) EB50	74,33 a	5 a	137,70 b	9,20 b
CAI50 (Ca(OH) ₂ 40%) EB50	63,16 a	6 a	178,40 b	15,00 a
CAI50 (KOH 10%) EB50	45,33 b	4 b	87,60 b	6,70 b
CAI50 (KOH 40%) EB50	55,00 b	4 b	142,60 b	10,50 b
CAM50 (NH ₄ OH 10%) EB50	61,33 a	5 a	146,10 b	10,70 b
CAM50 (NH ₄ OH 20%) EB50	55,50 b	6 a	129,30 b	10,20 b
CAM50 (NH ₄ OH 40%) EB50	47,66 b	5 a	118,40 b	10,30 b
CAI50 (NH ₄ OH 10%) EB50	63,00 a	5 a	166,00 b	12,00 b
CAI50 (NH ₄ OH 20%) EB50	50,00 b	6 a	178,80 b	14,01 b
CAI50 (NH ₄ OH 40%) EB50	50,66 b	5 a	136,20 b	11,60 b
CAI50 (NaOH 10%) EB50	67,33 a	4 b	177,00 b	12,90 b
CAM50 EB50	50,83 b	5 a	109,70 b	9,70 b
CAI50 EB50	68,33 a	5 a	186,20 a	14,10 b
CAC50 EB50	58,66 a	5 a	155,00 b	12,10 b
CAM100	42,16 b	4 b	54,40 b	3,70 b
CAI100	39,50 b	4 b	28,90 c	2,80 c
EB100	50,83 b	5 a	132,40 b	8,20 b
CV (%)	22,62	15,31	14,95	8,2

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Dentre os tratamentos restantes, os que obtiveram os melhores resultados quanto à altura das mudas foram: CAM50 tratada com Ca(OH)₂ a 10%, CAI50 tratada com Ca(OH)₂ em todas as proporções, CAM50 tratada com NH₄OH a 10%, CAI50 tratada com NH₄OH a 10%, CAI50 tratada com NaOH a 10%, CAI50 EB50 e CAC50 EB50 (Tabela 1.2). Embora estes tratamentos não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas, o valor médio observado para altura de muda foi maior no tratamento CAI50 tratada com Ca(OH)₂ a 20%, atingindo valor de 74,33 mm.

Quanto ao número de folhas das mudas de alface, a média máxima verificada foi de seis folhas nos tratamentos CAI50 tratada com Ca(OH)_2 a 40%, CAM50 tratada com NH_4OH a 20% e CAI50 tratada com NH_4OH a 20% (Tabela 1.2).

Analisando-se os valores de fitomassa fresca das mudas, observou-se maior valor no tratamento CAI50 EB50 e menor valor no tratamento CAI100, sendo que os demais tratamentos apresentaram valores intermediários, não apresentando diferenças significativas. Para a fitomassa seca, o maior valor foi observado no tratamento CAI50 tratada com Ca(OH)_2 a 40%, enquanto que o menor valor, assim como para o valor de fitomassa fresca, foi observado para o tratamento CAI100 (Tabela 1.2).

Embora no tratamento CAI50 tratada com Ca(OH)_2 a 20% tenha sido observado o maior valor para altura de muda, este tratamento não resultou em um maior número de folhas e, conseqüentemente, na maior fitomassa fresca e seca. Possivelmente, este comportamento tenha ocorrido devido a algum residual do álcali ou alteração química provocada pelo reagente, o qual influenciou na absorção de nutrientes e formação de tecidos pela muda de alface.

Os menores valores quanto à fitomassa fresca e seca das mudas observados no tratamento CAI100, provavelmente se devem à baixa capacidade de retenção de água e disponibilização de nutrientes às mudas que este substrato apresenta, constituindo-se em um substrato inerte. Esses resultados corroboram com os observados por Hax et al. (2006) avaliando a produção de mudas de rúcula.

Quanto ao número de folhas observado nas mudas de alface, a avaliação de 4 a 6 folhas por muda parece estar relacionada mais a fatores externos ou intrínsecos das sementes do que ao tratamento utilizado. Tanto os valores para número de folhas quanto para fitomassa fresca observados neste trabalho, foram superiores aos resultados obtidos por Andriolo et al. (2003), os quais, comparando o desenvolvimento de mudas de alface cultivar Vera em bandejas contendo células de diferentes volumes, observaram que aos 26 dias após a semeadura, as mudas produzidas em bandejas com 72 células, correspondente a um volume de $0,205 \text{ dm}^3$ de substrato por muda, apresentaram uma média de 3 folhas por planta e fitomassa fresca igual a 60 mg.

Os tratamentos constituídos por esterco bovino (50%) e casca de arroz (50%) tratada quimicamente com NaOH e KOH não se mostraram eficientes como substratos para o crescimento das mudas de alface. Nestes tratamentos, observou-

se inibição da germinação das sementes e alterações morfológicas nas mudas. É possível que este comportamento tenha ocorrido em função da presença de resíduos dos álcalis utilizados no tratamento da casca de arroz e devido à alface ser uma espécie olerícola bastante sensível a condições edafoclimáticas.

De acordo com os resultados obtidos quanto à utilização de diferentes vermicompostos na produção de mudas de alface Cv. Regina e considerando-se a eficiência dos substratos, assim como seu custo, recomenda-se o uso do vermicomposto constituído por 50% de casca de arroz “in natura” e 50% de esterco bovino.

5 CONCLUSÕES

A adição de casca de arroz ao esterco bovino favorece 348,94% a multiplicação da *Eisenia andrei*;

A casca de arroz “in natura” e a casca de arroz carbonizada podem ser utilizadas no processo de minhocultura, em adição ao esterco bovino em iguais proporções, por favorecer a multiplicação das minhocas e evitar danos ao meio ambiente;

A produção de casulos pelas minhocas é favorecida pela utilização de casca de arroz carbonizada juntamente com esterco curtido de bovinos;

Os vermicompostos constituídos por casca de arroz moída e quimicamente tratada com hidróxido de sódio e hidróxido de potássio não são recomendados como substrato para a produção de mudas de alface cultivar Regina;

Os vermicompostos constituídos por casca de arroz inteira (50%) e esterco bovino (50%) mostram ser substratos alternativos eficientes para a produção de mudas de alface cultivar Regina.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; STEFANELLO, M. O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 35-40, jan./fev. 2003.

ANTONIOLLI, Z. I. et al. **Minhocultura e vermicompostagem**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Departamento de Solos, 2002. 24 p. (Boletim Técnico; 3).

AQUINO, M. A. et al. Reprodução de minhocas (*Oligochaeta*) em esterco bovino e bagaço de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 161-168, 1994.

ATIYEH, R. M. et al. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. **Pedobiologia**, Jena, v. 44, p. 709-724, 2000.

BOUCHÉ, M. B. The establishment of earthworm communities. In: SATCHELL, J. E. (Ed.). **Earthworms ecology: from Darwin to vermiculture**. London: Chapman and Hall, 1983. p. 431-448.

BROWN, G. G.; JAMES, S. W. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

CAPISTRÁN, F.; ARANDA, E.; ROMERO, J. C. **Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje**. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México, 2001. 150 p.

DAUDT, C. E. et al. Vermicompostagem e compostagem do bagaço de uvas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 118, p. 31-37, mar. 2004.

EDWARDS, C. A.; NORMAN, Q. A. The use of earthworms in the breakdown of organic wastes to produce vermicomposts and animal feed protein. In: EDWARDS, C. A. **Earthworm Ecology**. 2. ed. CRC Press, 2004. 425 p.

FAGUNDES, C. A. A.; BARBOSA, F. da F.; ELIAS, M. C. Arroz: colheu! Agora é secar para armazenar, conservar e comercializar. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 34-35, abr. 2007.

FERNANDEZ, M. R. **Manual para laboratório de fitopatologia**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNTP, 1993. 128 p.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145 p.

FERRUZZI, C. **Manual de minhocultura**. Lisboa: Litexa, 1989. 165 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2003. 412 p.

FOLETTTO, E. L. et al. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 1055-1060, dez. 2005.

GARCÍA S. 2007. **Estudio biológico y evaluación de sustrato (estiércol vacuno x rastrojo de maíz) en la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida* Sav.) en Tingo María**. FAO. Roma. Disponível em: <www.fao.org/ag/AGL/agll/rla128/unas/uncis10/unas10-30.htm> Acesso em: 23 dez. 2007.

GIRACCA, E. M. N. **Efeito do calcário em atributos biológicos do solo**. 2005. 61 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GNOATTO, S. C. **Caracterização química de vermicompostos de diferentes substratos**. 1999, 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Solos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HAIMI, J. Grow and reproduction of the compost-living earthworms *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida*. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, Paris, v. 27, n. 4, p. 415-421.

HAND, P. et al. The vermicomposting of cow slurry. **Pedobiologia**, Jena, v. 31, p. 199-209, 1988.

HAX, F. C. et al. Produção de mudas de rúcula (*Eruca sativa* MILL) em substrato a base de casca de arroz *in natura* e vermicomposto bovino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINHOCULTURA, 5., e CONGRESSO GAÚCHO DE MINHOCULTURA, 3., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel. Relação de trabalhos, 2006. 1 CD-ROM.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba. Agropecuária, 2000. 254 p.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LEE, K. E. **Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use**. CSIRO, Division of Soils Adelaide - Austrália, 1985. 410 p.

MARTINEZ, M. S. G. **Efeitos do tratamento químico com diversos álcalis sobre a composição química e digestibilidade da casca de arroz**. 1981, 156 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MARTINEZ, A. A. **A grande e poderosa minhoca: manual prático do minhocultor**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 1998. 148 p.

MIGDALSKI, M. C. **Criação de minhocas**. Viçosa: Aprenda fácil, 2001. 118 p.

MORSELLI, T. B. G. A. et al. Efeito de diferentes resíduos no comportamento de *Eisenia foetida* em estação quente: I. Ecloração. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 2, p. 45-49, 1997.

MORSELLI, T. B. G. A.; VALENTE, B. Variação populacional de *E. foetida* em diferentes misturas de resíduos orgânicos oriundos da propriedade rural. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 2, p. 54-57, 1997.

OLIVEIRA, C. F. de. Safra 2006/07: Produção mundial menor que consumo. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 5-11, abr. 2007.

OLIVEIRA, S. J. C. et al. Minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia fetida*): um estudo de preferência alimentar. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

PEREIRA, E. W. L. et al. Produção de vermicomposto em diferentes proporções de esterco bovino e palha de carnaúba. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, p. 112-116, abr./jun. 2005.

PEROZZI, M. **Arroz em Foco**. 2004. Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/040305.php>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

SABINE, J. R. Earthworm as a source of food and drugs. In: SATCHELL, J. **Earthworm ecology**. London: Chapman and Hall, 1983. p. 285-296.

SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NTF em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SCHIAVON, G. de A. et al. Efeito da casca de arroz no crescimento e reprodução de minhocas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 995-999, out. 2007.

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, n. 3, p. 487–491, set./dez. 2002.

SOUZA, F. X. de. Casca de arroz carbonizada: um substrato para propagação de plantas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p. 11, jan./fev. 1993.

VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch)**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CAPÍTULO II

CASCA DE ARROZ E ESTERCO BOVINO COMO SUBSTRATOS PARA A MULTIPLICAÇÃO DE MINHOCAS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO E ALFACE

1 RESUMO

Um substrato ideal para a produção de mudas deve reunir atributos químicos e físicos favoráveis ao crescimento das mudas, baixo custo de aquisição e disponibilidade no mercado. A casca de arroz carbonizada e o húmus são materiais com potencial para serem utilizados na constituição de substratos para a produção de mudas. O trabalho teve como objetivos determinar a adequação de substratos constituídos por esterco bovino, casca de arroz “in natura” e carbonizada na multiplicação de *Eisenia andrei* Bouché (1972) e verificar a eficiência da utilização dos vermicompostos estudados na produção de mudas de alface e tomateiro. Primeiramente, foram produzidos cinco diferentes vermicompostos com a inoculação de *E. andrei* em substratos à base de esterco curtido de bovinos, casca de arroz carbonizada e “in natura”. Os substratos foram avaliados quanto à eficiência para sua utilização na minhocultura. Aos 60 dias após a instalação do experimento em casa de vegetação, avaliou-se o número de minhocas jovens, adultas e casulos, bem como a biomassa de minhocas frescas e secas. Posteriormente, os vermicompostos obtidos foram misturados com diferentes proporções de solo e avaliados quanto à eficiência como substratos orgânicos na produção de mudas de alface cultivar Regina e tomateiro cultivar Gaúcho, comparativamente ao substrato comercial turfa fértil. As mudas das espécies olerícolas foram avaliadas quanto à altura, número de folhas e fitomassa fresca e seca aos 30 e 45 dias após a semeadura para alface e tomateiro, respectivamente. Com base nos resultados obtidos, observou-se que a adição de casca de arroz “in natura” ao esterco bovino, nas proporções de 25 e 50%, mostrou-se eficiente na multiplicação de minhocas, constituindo substratos adequados para serem utilizados na atividade de minhocultura. A utilização dos substratos orgânicos na produção de mudas de alface

e tomate mostrou-se uma alternativa eficiente, sendo que, para o cultivo do tomateiro, os substratos à base de vermicompostos apresentaram resultados equivalentes ou superiores ao substrato comercial testado. Concluiu-se que a casca de arroz pode ser utilizada no processo de minhocultura e que os vermicompostos produzidos a partir de casca de arroz e esterco bovino podem ser utilizados para a produção de mudas de alface cultivar Regina e tomateiro cultivar Gaúcho.

Palavras-chave: *Eisenia andrei*; substrato; *Lycopersicon esculentum*; *Lactuca sativa*

2 INTRODUÇÃO

O substrato ideal deve assegurar a manutenção mecânica do sistema radicular e a estabilidade da planta, por meio da sua fase sólida, garantindo o fornecimento de água e nutrientes pela fase líquida, bem como o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e a atmosfera externa pela fase gasosa (LAMAIRE, 1995). A escolha de um substrato hortícola deve ser baseada em dois critérios essenciais: o custo de aquisição e sua disponibilidade. O mesmo deve apresentar baixo custo e estar disponível em grande quantidade (ANDRIOLO, 1999). Contudo, a decisão por um ou outro material dependerá, além das necessidades da cultura de interesse, das características, do custo e da disponibilidade do substrato.

Nos últimos anos, a casca de arroz passou a ser intensamente utilizada como substrato para o crescimento de plantas, por apresentar elevada disponibilidade e características favoráveis ao desenvolvimento vegetal. No ano agrícola 2006/07, o Brasil produziu mais de 11 milhões de toneladas de arroz em casca (OLIVEIRA, 2007). O Estado do Rio Grande do Sul, na safra de 2005/06, produziu mais de 6,8 milhões de toneladas de arroz em casca (FAGUNDES et al., 2007), o que representa mais de 1,3 milhão de toneladas de casca de arroz. Este resíduo gerado após o beneficiamento do arroz, normalmente é queimado nos engenhos para a secagem dos grãos ou abandonado em lavouras e beira de estradas (FOLETTTO et al., 2005), sendo subutilizado em outras atividades.

A casca de arroz pode ser utilizada como substrato tanto na forma “in natura” quanto carbonizada, sendo seguidamente misturada a outros materiais. Apresenta baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (MELLO, 2006). A adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais constitui um importante aliado na melhoria das propriedades físicas do substrato final (COUTO et al., 2003). No entanto, por necessitar de irrigação constante, seu uso como substrato puro torna-se inconveniente em cultivos comerciais (MELLO, 2006). Por este motivo, quando utilizada na propagação de plantas, a casca de arroz é normalmente misturada a outros materiais comerciais e orgânicos, como o húmus, por exemplo, visando a formação de substratos mais adequados ao desenvolvimento vegetal.

O vermicomposto ou húmus de minhoca, composto estável obtido a partir da transformação de resíduos orgânicos com o auxílio de minhocas, apresenta alto valor nutricional para as plantas (HAND et al., 1988), sendo rico em bactérias e microrganismos, o que facilita a assimilação dos nutrientes pelas raízes (CABRERA et al., 2007). A utilização de vermicomposto em substratos olerícolas, em 75% do volume do substrato, é uma prática viável na produção de mudas de alface e repolho (MENEZES, 1998). Milec et al. (2007), comparando a eficiência do substrato comercial Germina Plant[®] com e sem adubação de base com dois substratos orgânicos constituídos por vermicomposto bovino (75%) + casca de arroz carbonizada (25%) e vermicomposto suíno (75%) + casca de arroz carbonizada (25%) na produção de mudas de couve brócolis Santana, observaram que os substratos à base de vermicomposto apresentaram resultados superiores ao substrato comercial sem adubação nos parâmetros altura da muda e diâmetro do caule. Esses autores evidenciaram que as mudas produzidas nos substratos à base de vermicomposto apresentaram valores de fitomassa fresca e seca da parte aérea superiores aos obtidos pelas mudas cultivadas no substrato comercial sem adubação, 36 dias após a semeadura.

As minhocas aceleram o processo de decomposição dos resíduos orgânicos tanto pelo revolvimento, favorecendo a aeração e homogeneização do material, como pelo processamento químico e biológico que ocorre no trato digestivo destes organismos. Normalmente, após os resíduos serem processados pelas minhocas e

transformados em húmus, observa-se um aumento nos teores de macro e micronutrientes e ácidos húmicos, que asseguram a formação de uma fração estável de húmus no substrato (KNAPPER, 1990). O vermicomposto funciona como um bioestimulador do crescimento vegetal, atuando de forma benéfica no desenvolvimento das plantas (EDWARDS, 2004).

Outro aspecto relevante da produção de húmus é a multiplicação de minhocas, visando a comercialização das matrizes. As pesquisas envolvendo minhocas estão focadas em dois pontos principais: 1) a conversão de diversos resíduos vegetais e animais em húmus, que adicionado aos campos agrícolas melhorem a estrutura e a fertilidade do solo, além da sua utilização como substrato comercial na produção de espécies olerícolas e 2) a utilização das minhocas no processamento de suplementos protéicos para aves, peixes e suínos, por constituírem-se em excelentes fontes de proteínas e vitaminas (EDWARDS & FLETCHER, 1988; EDWARDS, 2004).

A qualidade das sementes faz parte do sucesso de qualquer sistema de produção de mudas. Pequenas diferenças no tempo de emergência das plântulas podem resultar em grandes diferenças durante o desenvolvimento do vegetal (SANTOS, 2000), o qual é altamente dependente da primeira etapa do cultivo das plantas, ou seja, a produção das mudas. Para uma muda ser considerada de alta qualidade, deve ser bem formada, apresentar todas as características desejáveis, estar em condições de dar continuidade ao desenvolvimento quando colocada no local definitivo ou de produção, ser sadia, não apresentar vestígios de ataque de pragas, doenças, danos mecânicos ou físicos (MINAMI, 1995). As sementes de alface, por exemplo, apresentam sensibilidade às condições do ambiente, ocasionando problemas na germinação, o que contribui para a má qualidade e atraso na produção de mudas (SANTOS, 2000). Sabendo disso, é de fundamental importância escolher um substrato adequado para a produção das mudas, capaz de favorecer a germinação e o crescimento das plantas.

O Brasil encontra-se entre os dez países com maior produção de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) no mundo, tendo alcançado em 2004, uma produção de mais de 3,4 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2006). Neste mesmo ano, o Brasil colheu aproximadamente 60 mil hectares plantados com a cultura do tomate, a qual encontra-se disseminada em todo o território brasileiro, sendo a região sudeste, o principal centro de cultivo. O Estado de São Paulo é o maior produtor, produzindo

aproximadamente 750 mil toneladas de tomate na safra de 2004 (AGRIANUAL, 2006).

O tomateiro pertence à família das Solanaceae, gênero *Lycopersicon*, subgênero *Eulycopersicum*, espécie *Lycopersicon esculentum* (FERREIRA & FREITAS, 2005). É uma planta herbácea, com caule flexível, altamente exigente em fertilidade e adaptável a diversos tipos de solos, desde que não sejam excessivamente argilosos, pesados e compactos ou mal drenados. Os solos mais favoráveis para o desenvolvimento da cultura do tomate são os de textura média, com boa fertilidade ou adequadamente corrigidos e adubados (FILGUEIRA, 2003). A adubação orgânica do solo é uma prática favorável ao cultivo, pois proporciona incremento no teor de matéria orgânica e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (VITTI, 2006).

O tomate (Figura 2.1-A) é produzido e consumido em numerosos países, “in natura” ou industrializado. É uma planta nativa da região dos Andes, introduzida oficialmente no Brasil por imigrantes europeus durante a última metade do século XIX (FERREIRA & FREITAS, 2005), a qual se tornou a segunda hortaliça em importância, sendo cultivada na maioria dos Estados brasileiros (FILGUEIRA, 2003).

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família das Asteraceas (compostas), a qual abrange as hortaliças herbáceas mais consumidas na forma de saladas e de grande aceitação popular. É uma planta anual bastante delicada e que apresenta caule diminuto ao qual se prendem as folhas. Estas podem ser lisas ou crespas, de coloração verde ou roxa e formar ou não “cabeça”, de acordo com o cultivar (FILGUEIRA, 2003).

Originalmente, a alface era uma cultura típica de outono-inverno. No entanto, atualmente, existe uma grande quantidade de cultivares de alface disponíveis no mercado, o que permite que esta hortaliça seja cultivada o ano todo com qualidade. Isto se deve ao trabalho desenvolvido por melhoristas na busca de desenvolver cultivares resistentes a doenças e ao pendoamento precoce (FILGUEIRA, 2003).



Figura 2.1 – Tomateiro cultivar Gaúcho(A) e alface cultivar Regina(B). Santa Maria, 2007.

A alface é uma espécie olerícola de grande aceitação popular, tradicionalmente cultivada em quase todo território nacional. Originária da Ásia e introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, a alface é a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil (SANCHEZ, 2007). No ano de 2004, foram comercializadas no país, 26 407 toneladas de alface, sendo o Estado de São Paulo, o maior produtor brasileiro desta hortaliça (AGRIANUAL, 2006).

Os cultivares de alface são agrupados de acordo com as características das folhas, bem como com o fato de reunirem-se ou não formando uma cabeça. Desta forma, existem seis grupos diferenciados de alface: tipo repolhuda-manteiga, tipo repolhuda-crespa (americana), tipo solta-lisa, tipo solta-crespa, tipo mimosa e tipo romana (FILGUEIRA, 2003). Neste trabalho, utilizou-se o cultivar Regina, o qual pertence ao tipo solta-lisa, de grande aceitação popular (Figura 2.1-B).

Neste sentido, estudos são necessários para avaliar características de crescimento e desenvolvimento das plantas em substratos constituídos por húmus e casca de arroz, visando a utilização de resíduos orgânicos alternativos, economicamente viáveis e disponíveis no Estado do Rio Grande do Sul.

Este trabalho teve como objetivos: determinar a adequação de substratos constituídos por esterco curtido de bovinos, casca de arroz “in natura” e casca de arroz carbonizada na multiplicação e desenvolvimento de *Eisenia andrei* e verificar o

potencial de utilização dos substratos (vermicompostos) estudados na produção de mudas de alface cultivar Regina e tomateiro cultivar Gaúcho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O estudo foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, em duas etapas: a multiplicação de minhocas, nos meses de março e abril de 2007, e a produção de mudas de tomateiro e alface, nos meses de junho e julho de 2007.

3.2 Multiplicação de minhocas

3.2.1 Substratos

Os materiais utilizados como substrato na criação de minhocas foram: casca de arroz “in natura”, casca de arroz carbonizada e esterco curtido de bovinos confinados, sendo os tratamentos definidos pela combinação de diferentes proporções de casca de arroz e esterco. Os tratamentos avaliados foram: 1) casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50% (CAC50EB50); 2) casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75% (CAC25EB75); 3) casca de arroz “in natura” 50% e esterco bovino 50% (CAN50EB50); 4) casca de arroz “in natura” 25% e esterco bovino 75% (CAN25EB75) e 5) esterco bovino 100% (EB100). A mistura do esterco com o resíduo do beneficiamento do arroz foi realizada com base no volume seco.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais.

3.2.2 Unidades experimentais

As unidades experimentais constaram de sacos plásticos pretos com capacidade para oito litros. Nestes foram adicionados quatro litros do substrato correspondente a cada tratamento e seis minhocas adultas (cliteladas) da espécie *Eisenia andrei*. As minhocas foram obtidas de uma população mantida no minhocário do Departamento de Solos da UFSM.

3.2.3 Avaliações

Após 60 dias da instalação do experimento, avaliou-se a população de minhocas, o número de indivíduos jovens e adultos, o número de casulos, a biomassa de minhocas frescas e secas e o índice de multiplicação das minhocas. Para a avaliação da composição química dos vermicompostos, determinaram-se os teores de macro e micronutrientes e o potencial hidrogeniônico em cada substrato.

A população de minhocas, assim como o número de casulos, foi obtida por contagem manual. O material contido em cada unidade experimental foi colocado sobre um plástico branco onde foram separadas as minhocas jovens e adultas do vermicomposto. Após a contagem das minhocas, os casulos presentes no vermicomposto foram contados e retirados do substrato. Os indivíduos coletados em cada unidade experimental foram colocados em frascos com água limpa, onde permaneceram por 24 horas para a eliminação do conteúdo presente em seu trato digestivo (Figura 2.2). Posteriormente, as minhocas foram secas em papel toalha e pesadas para a obtenção da sua biomassa fresca. Após a pesagem, foram mantidas em estufa a 60°C, em frascos plásticos forrados com papel alumínio, durante 72 horas. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa, levadas ao laboratório e

mantidas em dessecador até peso constante a fim de serem pesadas para a obtenção da biomassa seca.



Figura 2.2 – Minhocas mantidas em frasco contendo água limpa para a eliminação do conteúdo intestinal. Santa Maria, 2007.

Para o cálculo do índice de multiplicação das minhocas, utilizou-se a fórmula ($IM = Pf / Pi$, onde Pf = população final de minhocas e Pi = população inicial de minhocas, correspondente ao número de matrizes inoculadas).

As análises químicas dos substratos foram realizadas de acordo com Tedesco et al. (1995), no Laboratório de Rotina do Departamento de Solos, UFSM, RS (Tabela 2.1).

Após as avaliações, os substratos produzidos via vermicompostagem foram secos ao ar, peneirados e armazenados em sacos plásticos para posterior avaliação do potencial de utilização destes substratos na produção de mudas de alface e tomateiro.

Tabela 2.1 - Características químicas dos substratos à base de casca de arroz e esterco bovino produzidos com o auxílio de minhocas *E. andrei*. Santa Maria, 2007.

Tratamento	MO (%)	pH água 1:1	P	K	Ca	Mg	CTC efet.
			----mg dm ⁻³ ----		-----Cmol _c dm ⁻³ -----		
CAC50EB50*	7,3	6,9	76	800	8,9	5,6	17,7
CAC25EB75	8,6	7,0	76	800	9,8	6,2	19,0
CAN50EB50	13,9	7,8	76	800	10,6	6,7	20,1
CAN25EB75	14,1	7,8	76	800	11,9	6,9	21,6
EB100	12,3	8,0	76	800	11,3	7,0	20,9

*CAC50EB50 = casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50%, CAC25EB75 = casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75%, CAN50EB50 = casca de arroz "in natura" 50% e esterco bovino 50%, CAN25EB75 = casca de arroz "in natura" 25% e esterco bovino 75%, EB100 = esterco bovino 100%.

Os dados referentes ao número de minhocas jovens, adultas e casulos, bem como à biomassa de minhocas frescas e secas foram transformados para raiz quadrada de $x+0,5$ e a análise estatística e o teste de médias foram realizados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3.3 Produção de mudas de tomateiro e alface

3.3.1 Substratos

Os substratos avaliados quanto ao crescimento das mudas de alface cultivar Regina e tomate cultivar Gaúcho constaram de diferentes proporções entre os cinco vermicompostos obtidos na primeira etapa do experimento e solo, além do substrato comercial turfa fértil utilizado como tratamento controle (Tabela 2.2). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com 11 tratamentos e cinco repetições.

Tabela 2.2 – Composição dos tratamentos avaliados quanto à eficiência para a produção de mudas de tomate cultivar Gaúcho e alface cultivar Regina. Santa Maria, 2007.

Tratamentos	Composição (v/v)
T 1	CAC50EB50* (75%) + Solo (25%)
T 2	CAC50EB50 (50%) + Solo (50%)
T 3	CAC25EB75 (75%) + Solo (25%)
T 4	CAC25EB75 (50%) + Solo (50%)
T 5	CAN50EB50 (75%) + Solo (25%)
T 6	CAN50EB50 (50%) + Solo (50%)
T 7	CAN25EB75 (75%) + Solo (25%)
T 8	CAN25EB75 (50%) + Solo (50%)
T 9	EB100 (75%) + Solo (25%)
T 10	EB100 (50%) + Solo (50%)
T 11	Substrato turfa fértil (100%)

*CAC50EB50 = casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50%, CAC25EB75 = casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75%, CAN50EB50 = casca de arroz "in natura" 50% e esterco bovino 50%, CAN25EB75 = casca de arroz "in natura" 25% e esterco bovino 75%, EB100 = esterco bovino 100%.

O solo utilizado no experimento foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999), estando localizado na área experimental do Departamento de Solos da UFSM. O solo foi coletado em parcelas experimentais que vinham sendo continuamente cultivadas sob plantio direto, com histórico de adubação e calagem.

De acordo com as análises químicas do solo e do substrato turfa fértil realizadas no Laboratório de Rotina do Departamento de Solos da UFSM, conforme Tedesco et al. (1995), o solo apresentou 1,6% de matéria orgânica, 40,7 mg dm⁻³ de fósforo, 104 mg dm⁻³ de potássio, 3,2 Cmol_c dm⁻³ de cálcio, 1,0 Cmol_c dm⁻³ de magnésio, CTC efetiva de 4,6 Cmol_c dm⁻³ e pH 5,2 e a turfa fértil apresentou 39,5 mg dm⁻³ de fósforo, 82 mg dm⁻³ de potássio, 5,3 Cmol_c dm⁻³ de cálcio, 3,3 Cmol_c dm⁻³ de magnésio e pH 6,5.

As sementes das duas espécies hortícolas avaliadas foram inicialmente desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5% durante 25 segundos (FERNANDEZ, 1993). Em seguida, foram lavadas com água destilada durante um minuto para a retirada do residual de hipoclorito de sódio e mantidas em papel de germinação a 26°C, no escuro por quatro dias. As plântulas foram transplantadas para as bandejas de poliestireno expandido de 258 células quando apresentaram radícula de

aproximadamente 2 mm de comprimento. Foram transplantadas duas plântulas por célula e o desbaste ocorreu dez dias após o transplante.

As bandejas foram mantidas em sistema de bandejas flutuantes durante a condução do experimento e ficaram protegidas com uma tela para evitar a interferência de predadores. No decorrer do estudo, as mudas não receberam adição de fertilizante.

3.3.2 Avaliações

Avaliou-se a altura das mudas, o número de folhas e a fitomassa fresca e seca da parte aérea de ambas as espécies. As mudas de tomateiro foram avaliadas 45 dias após o transplante, enquanto que as mudas de alface foram avaliadas aos 30 dias.

As mudas foram cuidadosamente retiradas das células, avaliadas quanto à altura e número de folhas, sendo posteriormente pesadas para a obtenção da fitomassa fresca. Em seguida, foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e mantidas em estufa a 60°C, durante 48 horas para a obtenção da fitomassa seca.

Os dados de altura da muda, número de folhas, fitomassa fresca e seca das mudas de tomateiro e alface foram transformados para raiz de $x+0,5$ e a análise estatística e o teste de médias foram realizados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Para a construção do dendrograma de similaridade entre os tratamentos, utilizou-se o software Statística 6.0 (PETERSON, 1995), utilizando-se os dados de altura da muda, número de folhas e fitomassa fresca e seca das mudas de alface e tomateiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Multiplicação de minhocas

Os resultados obtidos mostraram que o esterco bovino puro e acrescido de 25 ou 50% de casca de arroz natural constituem um bom substrato para a multiplicação e o desenvolvimento da *E. andrei*. A maior presença de minhocas jovens foi observada nos tratamentos CAN50EB50, CAN25EB75 e EB100, sendo o maior valor encontrado, 269 minhocas, quando se utilizaram proporções iguais de esterco bovino e casca de arroz “in natura” (Tabela 2.3).

Quanto ao número de minhocas adultas, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos CAN25EB75 e EB100, os quais diferiram estatisticamente dos demais, sendo encontradas 28 e 23 minhocas adultas, respectivamente (Tabela 2.3). Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados quanto à produção de casulos. No entanto, o maior número (71) foi encontrado no tratamento constituído por CAN25EB75, e o menor número de casulos (46) verificado no tratamento CAN50EB50 (Tabela 2.3).

O comportamento reprodutivo da *E. andrei* é intimamente relacionado com o tipo de alimento e, especificamente, com a presença de cálcio nos resíduos orgânicos (SATCHELL, 1983; HERNÁNDEZ et al, 2002). Observando-se os resultados quanto ao número de indivíduos jovens expressos na tabela 2.3, verifica-se que os tratamentos que apresentaram maior número de indivíduos jovens foram os mesmos que apresentaram maiores teores de cálcio no substrato (Tabela 2.1). Estes resultados corroboram com os observados por Castro et al. (2007), os quais, avaliando a influência da adição de casca de ovo nas características reprodutivas da minhoca *E. andrei*, observaram que a adição de 2 a 3% de casca de ovo de galinha ao esterco bovino favoreceu a produção de casulos aos 20 e 30 dias.

Tabela 2.3 - Número de minhocas jovens e adultas e número de casulos obtidos nos tratamentos à base de casca de arroz carbonizada (CAC), casca de arroz “in natura” (CAN) e esterco bovino (EB) em diferentes proporções. Média de cinco repetições. Santa Maria, 2007.

Tratamento	Número de minhocas		Número de Casulos
	Jovens	Adultas	
CAC50EB50*	137 b**	13 b	47 a
CAC25EB75	100 b	12 b	56 a
CAN50EB50	269 a	19 b	46 a
CAN25EB75	237 a	28 a	71 a
EB100	205 a	23 a	56 a
CV (%)	10,95	13,28	19,02

*CAC50EB50 = casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50%, CAC25EB75 = casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75%, CAN50EB50 = casca de arroz “in natura” 50% e esterco bovino 50%, CAN25EB75 = casca de arroz “in natura” 25% e esterco bovino 75%, EB100 = esterco bovino 100%.

**Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os maiores índices de multiplicação foram verificados nos tratamentos onde houve adição de 25 e 50% de casca de arroz “in natura” ao esterco bovino (Tabela 2.4). Possivelmente, isto tenha ocorrido em função da casca de arroz “in natura” proporcionar um aumento da aeração e redução da densidade do substrato, o que pode ter favorecido a multiplicação e o desenvolvimento das minhocas. Estes resultados corroboram com os encontrados por Morselli et al. (1997), que, avaliando a capacidade reprodutiva e o desenvolvimento de *E. fetida* em diferentes substratos constituídos por diferentes proporções de esterco, bagaço de laranja, verduras e casca de arroz, verificaram que o desenvolvimento das minhocas foi superior quando casca de arroz foi adicionada aos demais substratos.

Avaliando diferentes proporções de esterco bovino e palha de carnaúba como substrato na produção de vermicomposto, Pereira et al. (2005) verificaram que os substratos com 75 e 100% de esterco proporcionaram maior atividade reprodutiva das minhocas da espécie *E. fetida*. Sessenta e dois dias após a inoculação de 50 minhocas, os autores observaram índice de multiplicação de 2,09, resultados muito inferiores aos encontrados neste trabalho (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Número total de minhocas, índice de multiplicação e biomassa de minhocas fresca e seca obtidos nos tratamentos à base de casca de arroz carbonizada (CAC), casca de arroz “in natura” (CAN) e esterco bovino (EB) em diferentes proporções. Média de cinco repetições. Santa Maria, 2007.

Tratamento	Total de minhocas	Índice de multiplicação	Biomassa de minhocas (g)	
			fresca	seca
CAC50EB50*	150 c**	25,00 c***	13,86 b	1,72 b
CAC25EB75	112 c	18,66 c	12,64 b	1,78 b
CAN50EB50	288 a	48,00 a	26,03 a	3,62 a
CAN25EB75	265 a	44,16 a	23,74 a	3,23 a
EB100	228 b	38,00 b	29,99 a	3,50 a
CV (%)	9,93	9,75	12,11	14,56

*CAC50EB50 = casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50%, CAC25EB75 = casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75%, CAN50EB50 = casca de arroz “in natura” 50% e esterco bovino 50%, CAN25EB75 = casca de arroz “in natura” 25% e esterco bovino 75%, EB100 = esterco bovino 100%.

**Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

***Índice de multiplicação = (População final) / (População inicial)

Após 60 dias da inoculação de seis minhocas adultas da espécie *E. andrei*, no substrato constituído por 100% de esterco bovino, foram encontradas 228 minhocas, o que representa um índice de multiplicação de 38 vezes. Contudo, a taxa reprodutiva das minhocas foi maior nos substratos onde houve adição de casca de arroz “in natura” ao esterco bovino (Tabela 2.4).

Os substratos CAN50EB50 e CAN25EB75 proporcionaram índices de multiplicação das minhocas de 48 e 44,16, respectivamente (Tabela 2.4), sugerindo que a utilização de resíduo do beneficiamento do arroz, nas proporções avaliadas neste experimento, favoreceu a atividade reprodutiva da *E. andrei*.

A avaliação da biomassa de minhocas frescas, parâmetro que avalia o desenvolvimento dos organismos, fornece uma informação importante para os minhocultores que visam a comercialização das minhocas como fonte de alimento para animais. Neste sentido, sugere-se que o substrato que produzir um maior número de indivíduos, bem como indivíduos com maior biomassa fresca, seja o mais indicado para ser utilizado na criação de minhocas. Neste trabalho, os maiores valores de biomassa de minhocas frescas e secas foram obtidos nos tratamentos onde houve adição de casca de arroz natural ao esterco e no tratamento EB100 os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2.4). O maior valor de biomassa

de minhocas secas (3,62 g) foi verificado no tratamento CAN50EB50 e o menor valor (1,72 g), no tratamento CAC50EB50 (Tabela 2.4).

A adição de casca de arroz carbonizada foi significativamente menos eficiente do que a adição de casca de arroz natural em todos os parâmetros avaliados no experimento. Neste caso, evidenciou-se utilização preferencial de casca de arroz natural, nas proporções de 25 ou 50% juntamente com esterco bovino, ao invés de casca de arroz carbonizada (Tabela 2.4).

A utilização de casca de arroz como substrato na minhocultura pode ser uma boa alternativa para os produtores de minhocas que encontram dificuldade em obter grande quantidade de esterco para ser utilizado na atividade. Como o resíduo do arroz apresenta alta disponibilidade e reduzido custo no Estado do Rio Grande do Sul, seu uso na minhocultura pode ser indicado, visto que, nas proporções avaliadas neste estudo, foi eficiente para a multiplicação das minhocas, além de aumentar o volume de substrato quando houver pouca disponibilidade de esterco ou outros materiais orgânicos.

4.2 Produção de mudas de alface

Observou-se que as mudas de alface cultivadas nos substratos constituídos por CAC50EB50(75) Solo(25), CAC25EB75(75) Solo(25), CAC25EB75(50) Solo(50), CAN25EB75(75) Solo(25), CAN25EB75(50) Solo(50), EB100(50) Solo(50) e o substrato turfa fértil não apresentaram diferenças significativas quanto aos parâmetros altura da planta, número de folhas e fitomassa fresca e seca (Tabela 2.5).

Não houve diferença significativa entre os parâmetros número de folhas e fitomassa fresca e seca em todos os substratos avaliados (Tabela 2.5).

Os substratos avaliados no experimento apresentaram resultados semelhantes aos descritos por Marques et al. (2003), os quais avaliaram a produção de mudas de alface cultivar Vera em três tipos de bandejas de poliestireno expandido, utilizando substrato composto por esterco bovino, vermiculita expandida e casca de pinus. Os autores verificaram que aos 28 dias após a semeadura, as

mudas produzidas nas bandejas de 128, 200 e 288 células, apresentaram 5,45, 5 e 4,55 folhas, respectivamente.

Tabela 2.5 - Altura (mm), número de folhas e fitomassa fresca e seca (mg) de mudas de alface cultivar Regina cultivadas em bandejas contendo diferentes vermicompostos à base de casca de arroz “in natura” (CAN), casca de arroz carbonizada (CAC), esterco bovino (EB) misturados com diferentes proporções de solo, em casa de vegetação, durante 30 dias. Média de cinco repetições. Santa Maria, 2007.

Tratamento	Altura da planta (mm)	Número de folhas	Fitomassa (mg)	
			fresca	seca
CAC50EB50* (75) Solo(25)	102,40 a**	5 a	248,60 a	10,80 a
CAC50EB50(75) Solo(50)	88,40 b	5 a	182,60 a	9,00 a
CAC25EB75(75) Solo(25)	94,20 a	5 a	184,00 a	8,60 a
CAC25EB75(50) Solo(50)	94,40 a	5 a	202,00 a	9,20 a
CAN50EB50(75) Solo(25)	77,80 b	5 a	148,40 a	7,40 a
CAN50EB50(50) Solo(50)	85,80 b	5 a	167,00 a	8,00 a
CAN25EB75(75) Solo(25)	100,40 a	5 a	231,80 a	11,00 a
CAN25EB75(50) Solo(50)	94,80 a	5 a	187,20 a	9,00 a
EB100(75) Solo(25)	85,80 b	5 a	212,00 a	10,60 a
EB100(50) Solo(50)	98,60 a	5 a	203,20 a	10,00 a
Substrato turfa fértil	93,20 a	5 a	232,20 a	7,60 a
CV (%)	5,55	4,31	12,00	11,17

*CAC50EB50 = casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50%, CAC25EB75 = casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75%, CAN50EB50 = casca de arroz “in natura” 50% e esterco bovino 50%, CAN25EB75 = casca de arroz “in natura” 25% e esterco bovino 75%, EB100 = esterco bovino 100%.

**Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

As mudas de alface produzidas nos substratos CAC50EB50(50) Solo(50), CAN50EB50(75) Solo(25), CAN50EB50(50) Solo(50) e EB100(75) Solo(25) apresentaram menor altura de planta (Tabela 2.5). Trabalho referente à produção de mudas de alface cultivares Vera e Lucy Brow, tomateiro cultivar Santa Clara e pimentão nos substratos húmus (à base de torta de filtro de cana-de-açúcar), húmus + 0, 10, 20 e 40% de vermiculita, e o substrato Plantmax® foi desenvolvido por Diniz et al. (2006). Os autores avaliaram o número de folhas, a fitomassa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas de alface, tomate e pimentão, aos 20,

25 e 36 dias após a semeadura das culturas, respectivamente. Os resultados obtidos mostraram que os substratos húmus acrescido de 40% de vermiculita e Plantmax[®] foram os mais eficientes para a produção das mudas, sendo recomendados para a produção comercial de alface, tomate e pimentão.

Através da avaliação da fitomassa seca das mudas, é possível identificar o substrato que forneceu maior quantidade de nutrientes para as plantas (BRANDÃO, 2000). Substratos com elevado teor de matéria orgânica asseguram um elevado número de espaços porosos, além de uma baixa densidade aparente. A porosidade é um fator muito importante para o pleno desenvolvimento das plantas, capaz de proporcionar aeração e drenagem adequadas, tornando o substrato estruturado e com maior capacidade de retenção de água (DINIZ et al., 2006).

Neste trabalho, verificou-se que todos os tratamentos constituídos por casca de arroz carbonizada, casca de arroz “in natura”, esterco bovino e turfa fértil, mostraram a mesma eficiência quanto à produção de fitomassa e ao número de folhas das mudas de alface cultivar Regina.

4.3 Produção de mudas de tomateiro

As mudas de tomateiro cultivadas no substrato CAC50EB50(75) Solo(25) apresentaram maior altura da planta e fitomassa fresca e seca 45 dias após a semeadura (Tabela 2.6).

Quanto à avaliação do número de folhas, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 2.6).

O substrato comercial turfa fértil mostrou-se inferior aos tratamentos CAC50EB50(75) Solo(25), CAC50EB50(50) Solo(50) e CAC25EB75(75) Solo(25) quanto aos parâmetros altura e fitomassa das mudas de tomateiro. No parâmetro fitomassa, o tratamento EB100(50) Solo(50) também foi superior ao substrato comercial turfa fértil (Tabela 2.6 e Figura 2.3).

Observou-se que os tratamentos CAC25EB75(50) Solo(50), CAN50EB50(75) Solo(25), CAN50EB50(50) Solo(50), CAN25EB75(75) Solo(25) e CAN25EB75(50) Solo(50) não apresentaram diferenças significativas quanto aos parâmetros analisados nas mudas de tomateiro, obtendo resultados inferiores aos tratamentos

CAC50EB50(75) Solo(25), CAC50EB50(50) Solo(50) e CAC25EB75(75) Solo(25) (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Altura (mm), número de folhas e fitomassa fresca e seca (mg) de mudas de tomateiro cultivadas em bandejas contendo diferentes vermicompostos à base de casca de arroz “in natura” (CAN), casca de arroz carbonizada (CAC), esterco bovino (EB) misturados com diferentes proporções de solo, em casa de vegetação, durante 45 dias. Média de quatro repetições. Santa Maria, 2007.

Tratamento	Altura da planta (mm)	Número de folhas	Fitomassa (mg)	
			fresca	seca
CAC50EB50* (75) Solo(25)	99,25 a**	5 a	393,25 a	35,00 a
CAC50EB50(50) Solo(50)	75,75 b	4 a	248,75 b	22,00 b
CAC25EB75(75) Solo(25)	84,50 b	4 a	283,00 b	25,50 b
CAC25EB75(50) Solo(50)	64,25 c	4 a	153,50 c	13,75 c
CAN50EB50(75) Solo(25)	64,00 c	4 a	184,50 c	15,50 c
CAN50EB50(50) Solo(50)	54,75 c	4 a	123,25 c	10,50 c
CAN25EB75(75) Solo(25)	70,25 c	4 a	198,75 c	16,75 c
CAN25EB75(50) Solo(50)	67,00 c	4 a	194,75 c	17,25 c
EB100(75) Solo(25)	75,50 c	4 a	234,50 b	19,00 c
EB100(50) Solo(50)	79,75 c	4 a	297,25 b	25,50 b
Substrato turfa fértil	61,25 c	4 a	131,00 c	11,00 c
CV (%)	7,31	1,15	13,42	16,48

CAC50EB50 = casca de arroz carbonizada 50% e esterco bovino 50%, CAC25EB75 = casca de arroz carbonizada 25% e esterco bovino 75%, CAN50EB50 = casca de arroz “in natura” 50% e esterco bovino 50%, CAN25EB75 = casca de arroz “in natura” 25% e esterco bovino 75%, EB100 = esterco bovino 100%.

**Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Estudo realizado quanto à avaliação do potencial do pó de coco, isolado e em combinação com os substratos húmus de minhoca e Plantmax[®] na produção de mudas de tomateiro “Santa Adélia”, demonstrou que a mistura entre substratos foi mais favorável à produção de mudas, com destaque para o tratamento húmus + pó de coco + Plantmax[®] (SILVEIRA et al., 2002). Os autores avaliaram, 25 dias após a semeadura, o número de folhas, a altura da planta e a matéria fresca e seca da parte aérea.



Figura 2.3 – Mudanças de tomateiro cultivar Gaúcho produzidas nos tratamentos (A) CAC50EB50(75) Solo(25), (B) CAC50EB50(50) Solo(50), (C) CAC25EB75(75) Solo(25) e (D) substrato turfa fértil, aos 45 dias após o transplante. Santa Maria, 2007.

Os resultados obtidos neste estudo são importantes para a produção comercial de mudas de tomateiro e alface, pois demonstraram que a casca de arroz, assim como o húmus de minhoca constituem-se materiais com potencial para serem utilizados como substratos para a produção de mudas, quando misturados com solo. O húmus, além de ser um composto rico em microrganismos, o que favorece a assimilação de nutrientes pelas raízes das plantas, apresenta a vantagem de possuir pH próximo à neutralidade, devido às minhocas utilizadas na minhocultura (*E. andrei* e *E. fetida*) apresentarem glândulas calcíferas. Estas elevam o pH do húmus, alterando conseqüentemente, a disponibilidade dos nutrientes (CABRERA et al., 2007). A casca de arroz apresenta características favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo considerada um condicionador de substrato. Proporciona boa oxigenação para as raízes, drenagem rápida e eficiente, elevado espaço de aeração ao substrato, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (MELLO, 2006).

Analisando-se a distância Euclidiana formada entre os substratos utilizados no experimento em relação aos parâmetros avaliados, verificou-se a formação de grupos quanto à eficiência para produção de mudas de tomateiro e alface (Figura 2.4). Através da análise da similaridade entre os substratos e da hierarquização dos resultados em relação aos parâmetros analisados, formaram-se dois grupos, sendo

o primeiro constituído unicamente pelo substrato CAC50EB50(75) Solo(25), o qual foi qualitativamente superior aos demais substratos. Já, o segundo grupo dividiu-se primeiramente em dois subgrupos distantes 44% quanto a sua eficiência, demonstrando que o substrato CAN50EB50(50) Solo(50) apresenta, dentre todos os parâmetros analisados para as duas espécies hortícolas, eficiência inferior aos demais substratos.

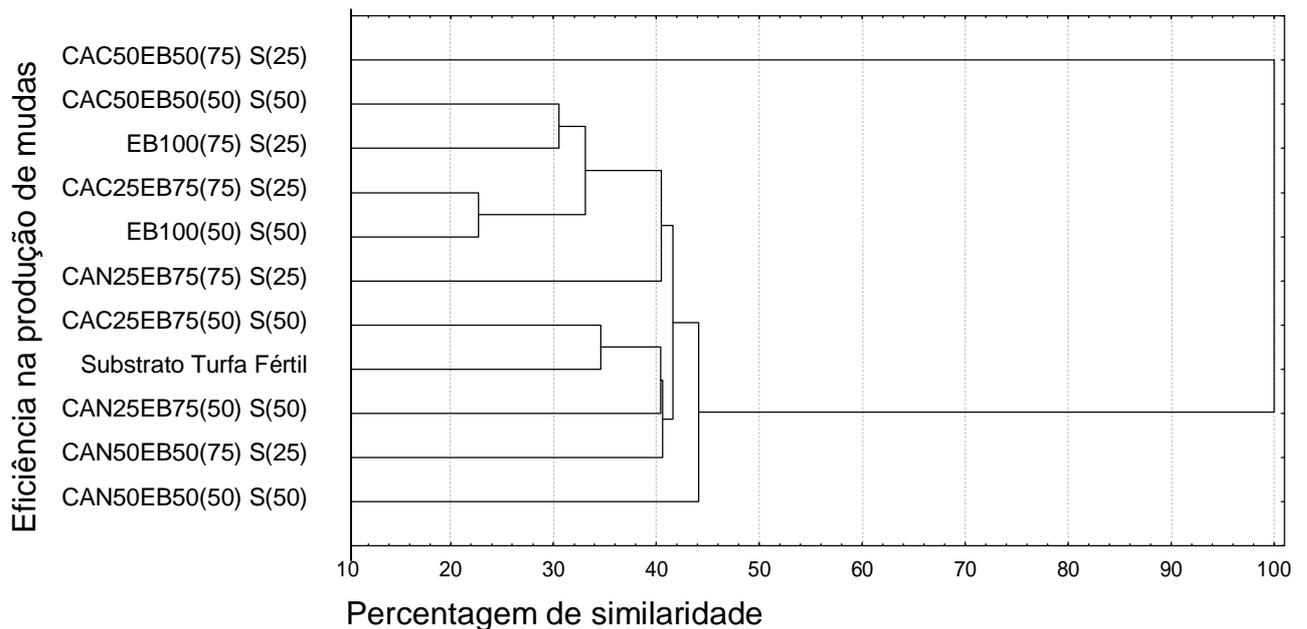


Figura 2.4 - Dendrograma da distância Euclidiana dos substratos utilizados para produção de mudas de tomateiro cultivar Gaúcho e alface cultivar Regina em relação aos parâmetros altura da planta, número de folhas e fitomassa fresca e seca da parte aérea. Santa Maria, 2007.

Além do substrato CAC50EB50(75) Solo(25), caracterizado como de maior eficiência para produção de mudas de tomateiro e um dos melhores para a produção de mudas de alface, os substratos CAC50EB50(50) Solo(50), EB100(75) Solo(25), CAC25EB75(75) Solo(25), EB100(50) Solo(50) e CAN25EB75(75) Solo(25) apresentaram maior eficiência em relação ao substrato turfa fértil, o qual se igualou ao substrato CAC25EB75(50) Solo(50) (Tabelas 2.5, 2.6 e Figura 2.4).

5 CONCLUSÕES

Os substratos constituídos por 25% de casca de arroz “in natura” e 75% de esterco bovino e 50% de casca de arroz “in natura” e 50% de esterco bovino são mais adequados para a multiplicação de *Eisenia andrei*.

O desenvolvimento de *E. andrei*, avaliado pela biomassa final de minhocas, é superior nos substratos constituídos por 25% de casca de arroz “in natura” e 75% de esterco bovino, 50% de casca de arroz “in natura” e 50% de esterco bovino e 100% esterco bovino.

As mudas de alface cultivar Regina apresentam bom crescimento quando produzidas em todos os substratos analisados neste estudo e as mudas de tomateiro cultivar Gaúcho, quando produzidas no substrato composto por 25% de solo e 75% de húmus constituído à base de 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de solo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL: Anuário estatístico do Brasil. São Paulo: Instituto FNP, 2006. 504 p.

ANDRIOLLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.

BRANDÃO, F. D. **Efeito de substratos comerciais no desenvolvimento de cultivares de alface na época de inverno**. 2000. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

CABRERA, R. A. D.; AZEVEDO-FILHO, A. J. B. V.; TSAI, S. M. Perspectiva no manejo alternativo dos citros: Do viveiro ao campo. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

CASTRO, A. R. et al. Efecto de la cáscara de huevo em la producción de cápsulas de la lombriz roja (*Eisenia andrei*). **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 25, n. 2, p. 135-142, 2007.

COUTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 125-128, abr./jun. 2003.

DINIZ, K. A.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; LUZ, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 63-70, set./dez. 2006.

EDWARDS, C. A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: EDWARDS, C. A. (Org.). **Earthworm Ecology**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 327-354.

EDWARDS, C. A.; FLETCHER, K. E. Interactions between earthworms and microorganisms in organic- matter breakdown. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Washington, v. 24, p. 235-247, 1988.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações, 1999. 412 p.

FAGUNDES, C. A. A.; BARBOSA, F. da F.; ELIAS, M. C. Arroz: colheu! Agora é secar para armazenar, conservar e comercializar. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 34-35, abr. 2007.

FERNANDEZ, M. R. **Manual para Laboratório de Fitopatologia**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNTF, 1993. 128 p.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145 p.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. de. O tomate de mesa: origem, taxonomia e variedades. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 135, p. 34-39, set. 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Editora UFV, 2003. 412 p.

FOLETTTO, E. L. et al. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, p. 1055-1060, nov./dez. 2005.

HAND, P. et al. The vermicomposting of cow slurry. **Pedobiologia**, Jena, v. 31, p. 199-209, 1988.

HERNÁNDEZ, J. A. et al. Efecto de los restos de cosecha de la palma aceitera sobre el comportamiento reproductivo de la lombriz roja. **Revista de la Facultad de Agronomía-LUZ**, Maracaibo, v. 19, n. 4, p. 304-311, 2002.

KNAPPER, C. F. V. Vermicompostagem: uma nova proposta de discussão. **Revista Estudos Leopoldenses**, São Leopoldo, v. 26, n. 115, p. 33-45, 1990.

LAMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 396, p. 273-284, 1995.

MARQUES, P. A. A. et al. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, out./dez. 2003.

MELLO, R. P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MENEZES, J. F. O. G. **Caracterização de diferentes substratos e seu efeito na produção de mudas de alface e couve-flor em ambiente protegido**. 1998. 142 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MILEC, A. T. et al. Produção de mudas de couve brócolis em dois sistemas de irrigação utilizando substratos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1483-1486, fev. 2007.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 128 p.

MORSELLI, T. B. G. A. et al. Efeito de diferentes resíduos no comportamento de *Eisenia foetida* em estação quente: I. Ecloração. **Científica Rural**, Bagé, v. 2, p. 45-49, 1997.

OLIVEIRA, C. F. de. Safra 2006/07: produção mundial menor que consumo. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 55, n. 441, p. 5-11, abr. 2007.

PEREIRA, E. W. L. et al. Produção de vermicomposto em diferentes proporções de esterco bovino e palha de carnaúba. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 112-116, abr./jun. 2005.

PETERSON, T. R. **Statistica 6.0**. Lotus Development Corporation, 1995.

SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NTF em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SANTOS, C. M. R. **Tratamentos pré-germinativos e produção de mudas de alface em cultivo hidropônico**. 2000. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SATCHELL, J. E. **Earthworms Ecology: from Darwin to vermiculture**. Chapman and Hall, London, 1983. 495 p.

SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, jun. 2002.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995, 174 p.

VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch)**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CAPÍTULO III

UTILIZAÇÃO DE CASCA DE ARROZ CARBONIZADA E HÚMUS DE MINHOCA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BOCA-DE-LEÃO

1 RESUMO

Os substratos utilizados para a multiplicação de plantas devem apresentar características físicas e químicas que favoreçam a germinação das sementes e o crescimento vegetal. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de diferentes substratos constituídos à base de casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca na produção comercial de mudas de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.). O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFSM, Santa Maria, RS, no período de setembro a outubro de 2007. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições, cada uma constituída por 72 células. As determinações realizadas nos substratos foram: densidade, porosidade total, espaço de aeração, água disponível e água remanescente, potencial hidrogeniônico, teor de macronutrientes e matéria orgânica, além da avaliação da estabilidade do torrão. Nas plantas, foram determinadas: a altura, o número de pares de folhas e a fitomassa fresca e seca da parte aérea. A casca de arroz carbonizada e o húmus de minhoca podem ser utilizados para a constituição de substratos para a produção comercial de mudas, exceto na forma pura. Concluiu-se que os substratos casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca nas proporções de 80% casca de arroz carbonizada e 20% húmus, 60% casca de arroz carbonizada e 40% húmus, 50% casca de arroz carbonizada e 50% húmus e 40% casca de arroz carbonizada e 60% húmus apresentam potencial para serem utilizados para a produção de mudas de boca-de-leão.

Palavras-chave: *Antirrhinum majus* L.; substrato; composto

2 INTRODUÇÃO

Substrato pode ser definido como sendo o meio em que as raízes das plantas desenvolvem-se quando não cultivadas no solo “in situ”, apresentando como principal função conceder suporte às plantas, podendo ainda regular a disponibilidade de água e nutrientes (KÄMPF, 2000). Atualmente, a utilização de substratos em sistemas de produção de plantas comparativamente aos cultivos em solo, apresenta algumas vantagens, como o fornecimento de nutrientes em doses e épocas mais adequadas, a diminuição do risco de salinização do meio radicular, a possibilidade de manejar a água mais adequadamente, além da redução da ocorrência de problemas fitossanitários, os quais influenciam diretamente no rendimento e na qualidade final dos produtos (ANDRIOLO et al., 1999).

O primeiro material utilizado no cultivo de plantas fora do ambiente solo foi o próprio solo dentro de recipientes (FONTENO et al., 1981). Posteriormente, surgiram novos substratos, como a turfa, cascas de árvores (SCHMITZ et al., 2002), vermiculita, areia (LOPES et al., 2002; SCHMITZ et al., 2002), lã-de-rocha, fibra de coco, maravalha e serragem (CARRIJO et al., 2004), pedra-pome (GRUSZYNSKI, 2002), além da utilização de vermicompostos juntamente com resíduos agroindustriais, como a casca de arroz nas suas mais diferentes formas (SCHUMACHER et al., 2001; CARRIJO et al., 2004; KIST et al., 2007). Atualmente, observa-se que a maioria dos substratos utilizados na multiplicação de plantas é composta por uma combinação de dois ou mais componentes, com o intuito de gerar um substrato que apresente características físicas e químicas adequadas às espécies de interesse. Por este motivo, o substrato tem destacado-se como um importante insumo agrícola pela sua ampla utilização no sistema produtivo de mudas e influência direta no desempenho das plantas no campo (KÄMPF, 2000).

Além do interesse na utilização de substratos apropriados para o desenvolvimento das plantas, cada vez mais existe a preocupação de aproveitar resíduos agroindustriais disponíveis no país, visando a redução dos custos de produção e da poluição ambiental. Neste sentido, vários trabalhos vêm sendo realizados com casca de arroz carbonizada (GAULAND, 1997; COUTO et al., 2003), casca de arroz “in natura” (CARRIJO et al., 2004; KIST et al., 2007), compostos de

lixo urbano (COSTA et al., 2001), húmus (COUTO et al., 2003; DINIZ et al., 2006), entre outros, visando a utilização destes materiais como substrato para a produção de mudas.

O substrato adequado deve possuir algumas características como não poluir e não possibilitar a introdução e o desenvolvimento de patógenos, boa aeração, boa retenção de água e nutrientes, além de permitir drenagem eficiente, propiciando, deste modo, maior produtividade e melhor qualidade das plantas (FONTES et al., 2004). Além desses atributos, o substrato apropriado para a produção de mudas deve apresentar como características físicas, boa capacidade de retenção de água (de 1 a 5 KPa) e alta disponibilidade de oxigênio. E dentre as características químicas, apresentar elevada capacidade de troca de cátions (CTC), baixa relação C/N, capacidade de manutenção da proporção correta entre as fases sólida e líquida, entre outras, assegurando a germinação das sementes e um adequado desenvolvimento das plantas (MARTINEZ, 2002). Na produção comercial de mudas em pequenos recipientes, as características físicas do substrato são fundamentais, devendo haver um equilíbrio adequado entre os seus constituintes, de forma a prover uma adequada relação entre macro e microporosidade do substrato (LOPES et al., 2005).

Outro aspecto importante na produção de mudas é a utilização de substratos agrícolas e produtos que apresentam elevada disponibilidade e baixo custo na região (ANDRIOLO et al., 1999, FONTES et al., 2004). Este é o caso do resíduo da industrialização da cultura do arroz no Estado do Rio Grande do Sul.

No Brasil, anualmente são produzidas mais de 13 milhões de toneladas de grãos de arroz (IRGA, 2005), o que gera aproximadamente, 2,6 milhões de toneladas de casca de arroz. Este resíduo é queimado na maioria dos engenhos como fonte de calor para a secagem dos grãos. Quando apagado logo após a combustão, gera um produto de excelentes características para ser utilizado como substrato para a produção de mudas (MAUAD et al., 2004).

Nos últimos anos, a casca de arroz passou a ser intensamente utilizada como substrato para plantas, tanto na forma “in natura” como misturada a outros materiais, em função de suas características favoráveis. Apresenta baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à

neutralidade (MELLO, 2006). Por apresentar baixa densidade, a casca de arroz carbonizada proporciona melhor escoamento de excesso de água, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular (MAUAD et al., 2004). A adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais constitui um importante aliado na melhoria das propriedades físicas do substrato final (COUTO et al., 2003). No entanto, por necessitar de irrigação constante, seu uso como substrato puro torna-se inconveniente em cultivos comerciais (MELLO, 2006).

A casca de arroz carbonizada quando utilizada como condicionador, misturada com turfa na proporção de 2:1, promove melhoria nas propriedades físicas, elevando o espaço de aeração do substrato de 22 para 31% (KÄMPF, 1982). Avaliando o crescimento de mudas de espécies ornamentais e olerícolas em substratos contendo diferentes proporções de casca de arroz carbonizada e turfa, esta mesma autora verificou que a proporção de 2:1 proporcionou melhor crescimento de mudas de cravo-de-defunto (*Tagetes erecta* L.) e amor-perfeito (*Viola tricolor* L.). Na produção de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), os melhores índices de crescimento foram verificados em misturas com até 50% de casca de arroz carbonizada. Estes resultados sugerem que é possível reduzir os custos de produção de mudas através da substituição parcial da turfa por até 50% de casca de arroz carbonizada.

A casca de arroz queimada oriunda de engenhos de beneficiamento de arroz pode ser utilizada como substrato, embora seja mais indicado o uso de casca de arroz carbonizada em condições controladas, visando seu uso exclusivo como substrato. A casca de arroz queimada em engenhos de arroz apresenta partículas muito pequenas e com alto conteúdo de cinzas. Quando misturada com materiais mais porosos, a granulometria fina da cinza provoca o fechamento dos poros do substrato, prejudicando o desenvolvimento das plantas (KÄMPF, 2000).

Outro material com potencial para ser utilizado como substrato para o desenvolvimento de plantas é o vermicomposto ou húmus produzido com auxílio de minhocas. Este consiste em um produto estável e homogêneo, de coloração escura, inodoro, de textura leve, rico em nutrientes, formado a partir da transformação de resíduos orgânicos com a participação de minhocas (LEE, 1985; LAVELLE, 1988; AQUINO & NOGUEIRA, 2001; ANTONIOLLI et al., 2002). A utilização de vermicomposto bovino como adubo orgânico eleva os teores de matéria orgânica, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduz os teores de

alumínio, cobre e manganês no solo. Além de elevar a fertilidade do solo, a aplicação de húmus de minhoca promove mudanças positivas nos atributos físicos e biológicos, interferindo positivamente nas diversas populações de organismos edáficos (VITTI, 2006), inclusive no crescimento das plantas (BROWN et al., 2004; EDWARDS, 2004).

Sabe-se que a atividade das minhocas pode influenciar direta ou indiretamente o crescimento vegetal (BROWN et al., 2004), sendo o húmus considerado um bioestimulador do crescimento das plantas (EDWARDS, 2004). No entanto, até o momento, existem poucos dados sobre a eficiência da utilização de húmus no desenvolvimento de vegetais, por terem sido avaliadas poucas espécies de minhocas e plantas (SCHEU, 2003). Este fato, provavelmente, seja um dos responsáveis pela reduzida utilização de húmus nos processos de produção comercial de mudas de espécies florestais, olerícolas e ornamentais.

A boca-de-leão é uma planta ornamental originária da região mediterrânea da Europa e pertencente à família Scrophulariaceae. É uma planta herbácea, bastante utilizada em floricultura e paisagismo, perene de pequeno porte, no entanto cultivada habitualmente como anual. A propagação desta espécie é realizada por semente, sendo o outono e o inverno as épocas mais indicadas para a semeadura. As flores são agrupadas em hastes florais, podendo apresentar diversas colorações. O florescimento ocorre no inverno e na primavera (LORENZI, 2001).

Sabendo-se da deficiência de informações relacionadas à utilização de húmus e casca de arroz carbonizada como substratos para a produção de mudas de espécies ornamentais, este trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade de uso de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada em diferentes proporções como substratos na produção comercial de mudas de boca-de-leão.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nos meses de setembro e outubro de 2007, no Setor de Floricultura e Paisagismo do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizada na região Central do Rio Grande do Sul.

3.2 Substratos

Foram avaliadas as combinações de dois substratos quanto à eficiência na produção de mudas de boca-de-leão: húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada. Estes materiais foram escolhidos baseando-se na disponibilidade regional e baixo custo de aquisição que apresentam no Estado do Rio Grande do Sul.

O húmus utilizado no experimento para a formação dos substratos foi obtido no minhocário do Departamento de Solos da UFSM, sendo produzido por minhocas da espécie *Eisenia andrei* Bouché (1972), a partir de esterco curtido de bovinos criados em sistema de confinamento. Antes da instalação do experimento, o húmus foi peneirado em malha de 2 mm.

A casca de arroz utilizada foi obtida no município de Santa Maria, carbonizada e peneirada em peneira de malha triangular 5/64 C para a eliminação de partículas remanescentes de carvão e cinzas, as quais provocam o fechamento dos poros do substrato, prejudicando o desenvolvimento das plantas (KÄMPF, 2000).

Os tratamentos foram definidos por diferentes proporções de húmus (H) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizando-se o critério volume por volume. Foram constituídos sete tratamentos: casca de arroz carbonizada 100% (CAC100); casca de arroz carbonizada 80% e húmus 20% (CAC80H20); casca de arroz carbonizada

60% e húmus 40% (CAC60H40); casca de arroz carbonizada 50% e húmus 50% (CAC50H50); casca de arroz carbonizada 40% e húmus 60% (CAC40H60); casca de arroz carbonizada 20% e húmus 80% (CAC20H80) e húmus 100% (H100).

As misturas foram realizadas com os componentes levemente umedecidos para facilitar a homogeneização dos mesmos e evitar a perda de substrato pelos orifícios dos alvéolos das bandejas. O umedecimento do substrato antes do enchimento dos alvéolos também teve como objetivo evitar a redução do espaço de aeração, visto que a adição de água a componentes secos, provoca a hidratação e o aumento de tamanho dos mesmos, formando agregados que reduzem o espaço poroso do substrato (BAILEY et al., 2000).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por 72 plantas. Para a avaliação dos parâmetros nas plantas e da estabilidade do torrão, utilizou-se uma amostra de dez plantas por repetição.

3.3 Unidades experimentais

As unidades experimentais foram bandejas plásticas marca Kiforma Plásticos Ltda contendo 288 células quadrangulares com volume individual de 9 mL, apresentando dimensões de 1 m de largura e 2,5 m de comprimento. As bandejas foram dispostas em bancadas de concreto, distribuídas na direção norte-sul, sendo cada uma subdividida em quatro parcelas de 72 células.

O sistema de reposição de umidade adotado no experimento foi o de inundação subsuperficial (ANDRIOLO, 2002), o qual foi instalado no interior de uma casa de vegetação, sobre uma bancada de concreto recoberta por plástico transparente e resistente, formando piscinas individualizadas. As bandejas permaneceram neste sistema durante 25 dias. Posteriormente, a irrigação passou a ser diária e localizada, conforme a necessidade dos substratos até a avaliação do experimento, 34 dias após a semeadura.

3.4 Sementes

As sementes de *A. majus* utilizadas foram obtidas através de multiplicação realizada no Setor de Floricultura e Paisagismo da UFSM. O cultivar utilizado foi o Potomac Light Rose pertencente ao Grupo III (CORR & LAUGHNER, 1998), que apresenta flores de coloração rosa (Figura 3.1).



Foto: Gerusa Pauli Kist Steffen

Figura 3.1 – Flor de boca-de-leão do cultivar Potomac Light Rose utilizado na execução do experimento. Santa Maria, 2007.

3.5 Avaliações

As avaliações nas mudas de boca-de-leão foram realizadas 34 dias após a semeadura. Os parâmetros avaliados na planta foram: altura da muda, número de pares de folhas e fitomassa fresca e seca da parte aérea. Nos substratos foram avaliados: densidade do substrato (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA) e água disponível (AD) como características físicas e potencial hidrogeniônico, teor de macronutrientes e matéria orgânica como características químicas, além da avaliação da estabilidade do torrão.

As análises físicas foram realizadas no laboratório de Física do Solo da UFSM e as análises químicas realizadas no laboratório de Análises de Rotina da UFSM. Para a avaliação da estabilidade do torrão por escala de notas adaptada de Gruszynski (2002), considerou-se a coesão do torrão no momento da retirada da planta da célula (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Escala de notas para estabilidade do torrão de mudas de boca-de-leão produzidas em substratos compostos por diferentes proporções de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada, aos 34 dias após a sementeira. Nota 1: 50% ou mais do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda; 3: 30 a 50% do torrão fica retido no recipiente na retirada da muda; 5: torrão destaca-se do recipiente, porém não permanece coeso; 7: torrão é destacado completamente do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso. Santa Maria, 2007.

Os dados de altura da muda, número de pares de folhas, fitomassa e estabilidade do torrão foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade de erro, através do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos constituídos por CAC40H60, CAC50H50, CAC60H40 e CAC80H20 produziram mudas de boca-de-leão com melhor qualidade, quando comparados aos demais substratos avaliados. Embora estes tratamentos não tenham apresentado diferenças estatísticas, os valores médios de altura da planta, número de pares de folhas e fitomassa tenderam a ser maiores no tratamento constituído pela proporção 40% casca de arroz carbonizada e 60% húmus (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Altura da muda, número de pares de folhas, fitomassa fresca e seca da parte aérea e estabilidade do torrão das mudas de boca-de-leão. Média de quatro repetições. Santa Maria, 2007.

Substratos	Altura da muda (mm)	Pares de folhas	Fitomassa (mg)		Estabilidade do torrão
			Fresca	Seca	
CAC100*	23,42 b**	2,85 b	47,37 b	4,07 b	1,95 b
CAC80H20	35,42 a	3,32 a	131,37 a	12,24 a	4,55 a
CAC60H40	32,45 a	3,17 a	119,50 a	10,74 a	3,45 a
CAC50H50	34,60 a	3,22 a	145,30 a	12,51 a	3,90 a
CAC40H60	36,25 a	3,50 a	137,12 a	12,96 a	3,50 a
CAC20H80	21,84 b	2,97 b	61,21 b	5,55 b	1,10 b
H100	20,72 b	2,95 b	59,65 b	4,97 b	1,50 b
CV (%)	6,57	3,53	17,72	13,79	21,80

*Casca de arroz carbonizada 100% (CAC100), casca de arroz carbonizada 80% e húmus 20% (CAC80H20), casca de arroz carbonizada 60% e húmus 40% (CAC60H40), casca de arroz carbonizada 50% e húmus 50% (CAC50H50), casca de arroz carbonizada 40% e húmus 60% (CAC40H60), casca de arroz carbonizada 20% e húmus 80% (CAC20H80) e húmus 100% (H100).

**Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Os tratamentos que não favoreceram o desenvolvimento das mudas de boca-de-leão foram os constituídos por CAC100, H100 e CAC20H80.

Possivelmente, o tratamento constituído por 100% de casca de arroz carbonizada não tenha apresentado condições favoráveis ao crescimento das plantas em função da sua menor capacidade em disponibilizar nutrientes (Tabela 3.2) e água (Tabela 3.3) para as mudas, o que pode dificultar o desenvolvimento das plantas e inviabilizar a sua utilização como substrato na forma pura. Em substratos

constituídos puramente por casca de arroz, a água disponível diminui rapidamente, exigindo irrigações mais freqüentes (ANDRIOLO et al., 1999).

Em relação aos tratamentos H100 e CAC20H80, possivelmente estes não tenham favorecido o crescimento das mudas de boca-de-leão em função de algumas propriedades físicas que o húmus apresenta. O húmus, embora seja um substrato com elevada fertilidade para as plantas (Tabela 3.2), quando utilizado puro dificulta o crescimento das mudas. Observa-se que o húmus apresenta maior densidade e retenção de água quando comparado à casca de arroz carbonizada (Tabela 3.3), o que são características desejáveis a um bom substrato. No entanto, apresenta menor espaço de aeração, ou seja, menor capacidade de oxigenação do sistema radicular. Isso ocorre porque, embora o húmus apresente alta porosidade total ($0,817 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), o espaço poroso está ocupado com grande quantidade de microporos, 36,6% da porosidade total, o que eleva sua capacidade em armazenar água e, conseqüentemente, reduz sua aeração. Possivelmente, este seja o principal fator responsável pelo baixo crescimento das mudas de boca-de-leão nos substratos H100 e CAC20H80, o que foge da faixa ideal proposta por alguns autores (Tabela 3.3).

Tabela 3.2 – Características químicas dos substratos constituídos por casca de arroz carbonizada (CAC) e húmus de minhoca (H) antes da semeadura. Santa Maria, 2007.

Tratamento	MO (%)	pH água 1:1	P		Ca		Mg	CTC efet.
			-----mg dm ⁻³ -----		-----Cmol _c dm ⁻³ -----			
CAC100*	1,5	6,8	50	428	1,4	0,7	3,2	
CAC80H20	2,8	6,8	76	760	4,4	3,0	9,3	
CAC60H40	8,9	6,9	76	800	8,0	5,5	15,5	
CAC50H50	8,4	6,5	76	800	14,1	7,0	23,1	
CAC40H60	11,5	6,8	76	800	15,3	5,5	22,8	
CAC20H80	10,5	6,9	76	800	17,2	7,2	26,4	
H100	15,6	6,8	76	800	22,3	8,0	32,3	

*Casca de arroz carbonizada 100% (CAC100), casca de arroz carbonizada 80% e húmus 20% (CAC80H20), casca de arroz carbonizada 60% e húmus 40% (CAC60H40), casca de arroz carbonizada 50% e húmus 50% (CAC50H50), casca de arroz carbonizada 40% e húmus 60% (CAC40H60), casca de arroz carbonizada 20% e húmus 80% (CAC20H80) e húmus 100% (H100).

A faixa de pH considerada ideal para substratos formulados com materiais e misturas de base orgânica, situa-se entre 5,2 e 5,8. No entanto, valores específicos de pH variam de acordo com a espécie vegetal (KÄMPF, 2000). Os valores de pH dos substratos (6,5 a 6,9) utilizados neste estudo foram mais elevados do que os considerados ideais para o desenvolvimento da maioria das plantas em recipientes. Entretanto, esta diferença no pH não comprometeu o crescimento das mudas.

Tabela 3.3 – Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR₁₀₀) dos substratos constituídos por húmus de minhoca (H) e casca de arroz carbonizada (CAC). Santa Maria, 2007.

Substratos	Ds g cm ⁻³	Pt cm ³ cm ⁻³	EA cm ³ cm ⁻³	AD cm ³ cm ⁻³	AR ₁₀₀ cm ³ cm ⁻³
CAC100*	0,11	0,801	0,679	0,069	0,053
CAC80H20	0,18	0,823	0,582	0,109	0,133
CAC60H40	0,25	0,823	0,500	0,130	0,192
CAC50H50	0,30	0,829	0,447	0,155	0,226
CAC40H60	0,33	0,829	0,387	0,180	0,262
CAC20H80	0,39	0,813	0,321	0,191	0,301
H100	0,49	0,817	0,219	0,239	0,360
Ideal**	0,1-0,3	0,85	0,20-0,30	0,24-0,40	0,25-0,30

*Casca de arroz carbonizada 100% (CAC100), casca de arroz carbonizada 80% e húmus 20% (CAC80H20), casca de arroz carbonizada 60% e húmus 40% (CAC60H40), casca de arroz carbonizada 50% e húmus 50% (CAC50H50), casca de arroz carbonizada 40% e húmus 60% (CAC40H60), casca de arroz carbonizada 20% e húmus 80% (CAC20H80) e húmus 100% (H100).

**Valores ideais citados na literatura para os parâmetros avaliados: Ds, Kämpf (2000); Pt e AR₁₀₀, Verdonck & Gabriels (1988); EA, Abad & Noguera (2000); AD, De Boodt & Verdonck (1972).

Analisando a densidade, a porosidade, o arejamento e a retenção de água da casca de arroz carbonizada e de húmus, Mauad et al. (2004) observaram maior porosidade e capacidade do húmus em reter água, assim como sua menor capacidade de oxigenação, quando comparado à casca de arroz carbonizada. Segundo os autores, o húmus apresenta porosidade total em torno de 59,5%, alta capacidade de retenção de água (42,2%) e baixa capacidade de arejamento (17,3%) em função da maior microporosidade. A casca de arroz carbonizada, por sua vez, quando comparada ao húmus, apresenta menor porosidade (51,8%), menor retenção de água (17,6%), porém, maior capacidade de arejamento (34,2%), devido à maior presença de macroporos, os quais são responsáveis pelas trocas gasosas nos substratos.

À medida que aumentou a proporção de húmus em relação à casca de arroz carbonizada, houve um adensamento do substrato (Figura 3.3 A), o que resultou em uma diminuição do espaço de aeração (Tabela 3.3). Este aumento nos valores de densidade do substrato pode apresentar efeitos benéficos, como promover a germinação de sementes, aumentando o contato entre a semente e o substrato, reduzir a perda de água do substrato por evaporação, aumentar a ramificação e a formação de raízes secundárias, permitindo que as raízes explorem mais o substrato para absorção de nutrientes (LIBARDI, 2005). Porém, devido a fatores como diminuição da porosidade total, com conseqüente diminuição do espaço de aeração, as densidades superiores a $0,3 \text{ g cm}^{-3}$ resultaram em uma menor fitomassa seca das mudas (Figura 3.3 B).

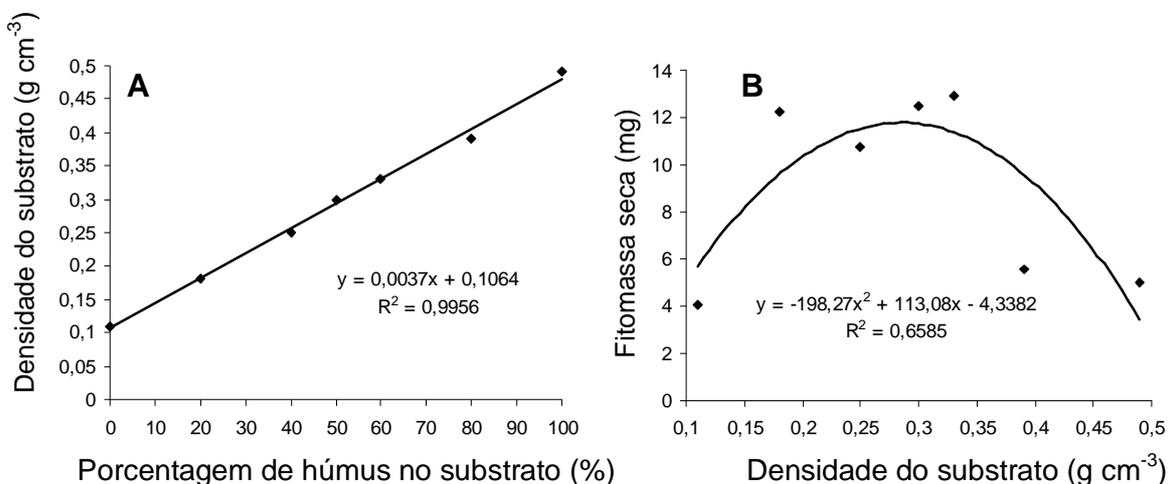


Figura 3.3 - Relação entre a proporção de húmus adicionado à casca de arroz carbonizada com a densidade do substrato (A) e a fitomassa seca das mudas com a densidade do substrato (B). Santa Maria, 2007.

A avaliação da porosidade total do substrato é de suma importância para a interpretação da dinâmica de crescimento das plantas. A taxa de infiltração de água é influenciada pelo volume de poros do substrato, ao passo que a retenção de água é influenciada pelo número e distribuição dos poros pela superfície específica (BETTIOL & CAMARGO, 2000). O cultivo de plantas em recipientes com reduzido volume de substrato leva a uma alta concentração de raízes, exigindo elevado suprimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico formado (KÄMPF, 2000). Sendo assim, o substrato deve apresentar porosidade suficiente para permitir trocas

gasosas, evitando falta de ar para a respiração das raízes, bem como para a atividade microbiana do meio. Um substrato ideal para o desenvolvimento de plantas deve apresentar 85% de porosidade total (DE BOODT & VERDONCK, 1972; VERDONCK & GABRIELS, 1988; CARRIJO et al., 2002), sendo que destes, 10% devem corresponder à macroporosidade (LIBARDI, 2005).

Os valores de porosidade total dos substratos apresentaram pequena variação, variando de 80,1%, no substrato CAC100 a 82,9% nos substratos CAC50H50 e CAC40H60 (Tabela 3.3). No entanto, ocorreram grandes variações nos volumes de macro e microporosidade dos substratos (Figura 3.4).

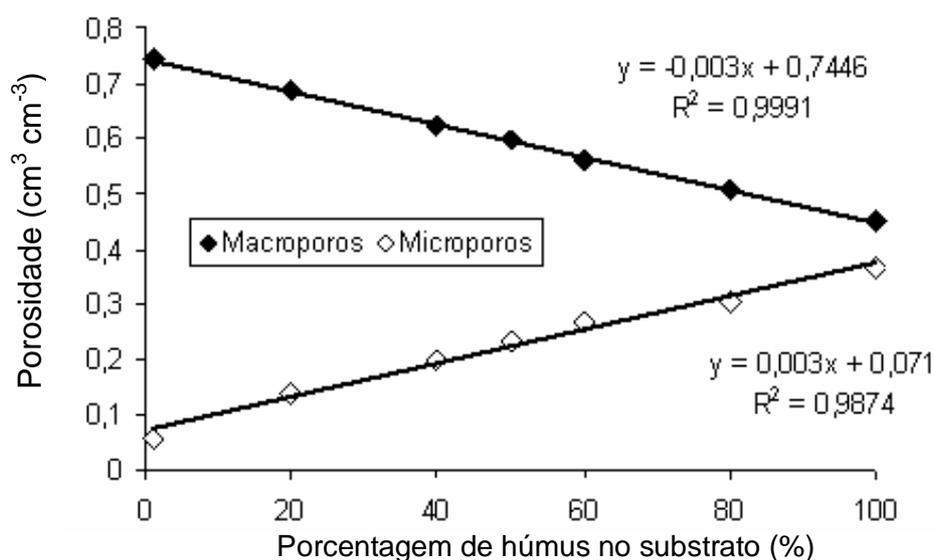


Figura 3.4 - Relação entre a proporção de húmus adicionado ao substrato e a macro e microporosidade dos substratos. Santa Maria, 2007.

A microporosidade é responsável pela capacidade de retenção de água e solutos no substrato, enquanto que a macroporosidade influencia diretamente a capacidade de infiltração, a drenabilidade e a capacidade de aeração do substrato (HILLEL, 1998).

À medida que aumenta a proporção de húmus nos substratos, aumenta o percentual de microporos ao mesmo tempo em que reduz o percentual de macroporos, sendo que o valor mínimo de macroporos observado nos substratos (45,2% no substrato húmus 100%) é superior à macroporosidade mínima descrita na literatura, considerada 10% (LIBARDI, 2005). A casca de arroz carbonizada

apresenta comportamento diferenciado em relação à capacidade de armazenamento de ar e retenção de umidade, quando comparada ao húmus. Isso acontece devido ao primeiro substrato apresentar 74,4% de macroporos (Figura 3.4), o que explica sua maior capacidade de oxigenação e baixa retenção de umidade.

Um bom substrato deve conter valores de capacidade de aeração entre 20 e 30%, água facilmente disponível entre 20 a 30% de umidade volumétrica e água de reserva entre 4 e 10% (ABAD & NOGUERA, 2000).

As diferentes espécies de plantas ornamentais apresentam necessidades diferentes quanto ao espaço de aeração do substrato. De acordo com Ballester-Olmos (1993), para boca-de-leão, a faixa ideal de espaço de aeração encontra-se entre 10 e 20%. Observa-se que todos os substratos avaliados neste trabalho apresentaram valores de espaço de aeração superiores aos exigidos pela espécie utilizada, sendo maiores os valores quanto maior a proporção de casca de arroz carbonizada no substrato.

Através da análise dos dados físicos dos substratos, pode-se verificar que o aumento das proporções de húmus adicionadas à casca de arroz carbonizada proporcionou elevação nos valores de densidade do substrato, água disponível, água remanescente e porosidade total, reduzindo o espaço de aeração. As alterações físicas, assim como as mudanças químicas observadas nos substratos a partir do incremento da quantidade de húmus adicionada à casca de arroz carbonizada, estão intimamente relacionadas ao desenvolvimento das mudas de boca-de-leão.

A determinação da estabilidade do torrão buscou avaliar a capacidade do substrato em permanecer aderido às raízes da muda, mantendo sua forma no momento do transplante das mesmas. A aderência do substrato ao sistema radicular, no momento da retirada da muda das células, evita o ressecamento e a danificação das raízes, além de preservar sua disposição nos espaços porosos do substrato. Conseqüentemente, o estresse provocado nas mudas recém transplantadas é menor, favorecendo o pegamento das mesmas (TAVARES JÚNIOR, 2004).

Os tratamentos que apresentaram as melhores notas para estabilidade do torrão foram os mesmos que apresentaram plantas com sistema radicular mais desenvolvido, sendo os constituídos por CAC40H60, CAC50H50, CAC60H40 e CAC80H20 (Tabela 3.1). Possivelmente, a maior quantidade de raízes

desenvolvidas nas plantas cultivadas nestes tratamentos tenha favorecido a formação e a estabilidade dos torrões.

Os substratos compostos por H100, CAC100 e CAC20H80 apresentaram as menores notas para estabilidade de torrão (Tabela 3.1). Este fato, possivelmente, esteja relacionado ao menor crescimento do sistema radicular das mudas, o que dificulta a aderência do substrato às raízes. Observou-se a escassez de raízes das mudas produzidas nos tratamentos constituídos por CAC100, H100 e CAC20H80, o que explica as baixas notas destes tratamentos para o parâmetro estabilidade do torrão (Figura 3.5).

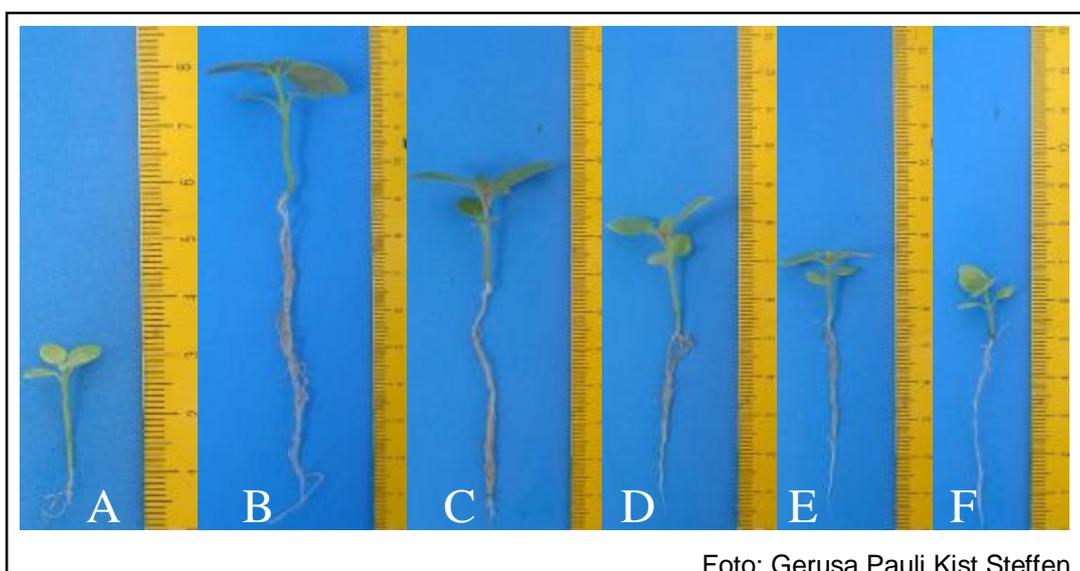


Figura 3.5 – Mudanças produzidas em substratos constituídos por diferentes proporções de casca de arroz carbonizada e húmus, aos 34 dias após a sementeira. (A) CAC100; (B) CAC80H20; (C) CAC60H40; (D) CAC40H60; (E) CAC20H80 e (F) H100. Santa Maria, 2007.

Em relação aos parâmetros químicos analisados nos substratos, observa-se que houve um aumento no teor de matéria orgânica, cálcio, magnésio e CTC efetiva à medida que se elevou a proporção de húmus adicionado à casca de arroz (Tabela 3.2). Os valores de CTC considerados ideais por Penningsfeld (1983) devem ser superiores a $12 \text{ cmol}_c \text{ L}^{-1}$ para o cultivo de plantas em recipientes, com fornecimento esporádico de nutrientes. Dentre os substratos avaliados neste trabalho, os

constituídos por CAC60H40, CAC50H50, CAC40H60, CAC20H80 e H100 apresentaram valores superiores aos considerados ideais (Tabela 3.2).

Em relação ao volume de água remanescente no substrato, observa-se que os substratos constituídos por CAC40H60 e CAC20H80 apresentaram valores dentro da faixa considerada ideal por Verdonck & Gabriels (1988), cujos valores encontram-se entre 0,25 e 0,30 (Tabela 3.3).

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que misturas de casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca nas proporções de 80 a 40% de casca de arroz carbonizada podem ser utilizadas como substratos para a produção comercial de mudas de boca-de-leão, visto que proporcionaram condições favoráveis ao crescimento das mudas. Como não foi fornecida nutrição adicional às mudas durante o experimento, pode-se afirmar que os substratos que produziram as melhores mudas foram os que apresentaram maior nível de fertilidade, e que, associado às propriedades físicas, proporcionaram crescimento satisfatório das mudas de boca-de-leão.

5 CONCLUSÕES

Os substratos casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca nas proporções de 80% casca de arroz carbonizada e 20% húmus, 60% casca de arroz carbonizada e 40% húmus, 50% casca de arroz carbonizada e 50% húmus e 40% casca de arroz carbonizada e 60% húmus apresentam potencial para utilização na produção de mudas de boca-de-leão.

Os substratos casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca utilizados na forma pura não são favoráveis ao crescimento de mudas de boca-de-leão.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M. B.; NOGUERA, P. M. Los substratos em los cultivos sin suelo. In: GAVILÁN, M. U. ed. **Manual de cultivo sin suelo**. Almeria: Universidade de Almeria/Mundi-Prensa, 2000. p.137-183.

ANDRIOLO, J. L. et al. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, 1999.

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: Princípios e técnicas**. Santa Maria: UFSM, 2002, 158 p.

ANTONIOLLI, Z. I. et al. **Minhocultura e vermicompostagem**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Departamento de Solos, 2002. 24 p. (Boletim Técnico; 3).

BAILEY, D. A.; NELSON, P. V.; FONTENO, W. C. **Substrates pH and water quality**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2007.

BALLESTER-OLMOS, J. F. Substratos para el cultivo de plantas ornamentales. **Hojas Divulgadoras**, n.11/92. Ministerio de Agricultura y Alimentacion, Madrid, 1993. 44 p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Brasília, EMBRAPA, 2000. 312 p.

BROWN, G.G., EDWARDS, C.A., BRUSSAARD, L. How earthworms affect plant growth: Burrowing into the mechanisms. In: EDWARDS, C.A. (ed.), **Earthworm ecology**. CRC Press, Boca Raton, 2004, p. 13-49.

BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and soil**, The Hague, n. 38, p. 1954-1965, 1973.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra de casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dez. 2002.

CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9, jan./mar. 2004.

CORR, B.; LAUGHNER, L. Antirrhinum (Snapdragon). In: BALL, V. **Ball Redbook**, 16. ed. Ball Publishing, Illinois, 1998, p. 356-367.

COSTA, C. A. et al. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19 n. 1, p. 10-16, mar. 2001.

COUTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 125-128, abr./jun. 2003.

DE BOODT, M.; VERDONCK, o. The physical properties of the substrates in Horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.

DINIZ, K. A.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; LUZ, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 63-70, set./dez. 2006.

EDWARDS, C.A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: EDWARDS, C.A. (Org.). **Earthworm Ecology**. Boca Raton: St. Lucie Press, 2004. p. 327-354.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145 p.

FONTES, P. C. R. et al. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 614-619, jul./set. 2004.

FONTENO, W. C.; CASSEL, D. K.; LARSON, R. A. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 6, p. 736-741, 1981.

GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos à base de turfas sob uso dos condicionadores casca de arroz carbonizada ou queimada**. 1997. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. 2002, 99 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. San Diego: Academic Press, 1998. 771 p.

IRGA. **Dados de safra**: Série histórica da área plantada, produção e rendimento. 2005. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/dados.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2006.

KÄMPF, A. N. **Untersuchung zu Düngung und Wachstum von zisternenbildenden Bromelien**. Dr. Agrar. Thesis. T. U. München: Weihenstephan, Freising, 1982. 158 p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba. Agropecuária, 2000. 254 p.

KIST, G. P. et al. Tratamento físico-químico de casca de arroz para seu aproveitamento na minhocultura. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31, 2007, Gramado, RS. **Anais...** Gramado: Relação de trabalhos, 2007. 1 CD-ROM.

LAVELLE, P. Earthworms activities and the soil system. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 6, p. 237-251, 1988.

LEE, K. E. **Earthworms**: Their ecology and relationships with soils and land use. CSIRO, Division of soils Adelaide - Australia, 1985. 410 p.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: USP, 2005. 335 p.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D.; MARTINS-FILHO, S. Germinação de sementes de calabura (*Muntingia calabura* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 59-66, 2002.

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

LORENZI, H. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. Nova Odessa: Plantarum, 2001. 1088 p.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. 122 p. (Documentos IAC; 70).

MAUAD, M. et al. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 771-777, jul./ago. 2004.

MELLO, R. P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate fur den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983.

SCHEU, S. Effects of earthworms on plant growth: Patterns and perspectives. **Pedobiologia**, Jena, v. 47, n. 5-6, p. 846-856, 2003.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, nov./dez. 2002.

SCHUMACHER, M. V. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.121-130, dez. 2001.

TAVARES JÚNIOR, J. E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 221, p.19-23, 1988.

VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch)**. 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, foi possível estabelecer quatro pontos importantes quanto à utilização de casca de arroz no processo de minhocultura e na produção comercial de mudas de tomateiro, alface e boca-de-leão:

- A utilização do resíduo do beneficiamento do arroz, tanto “in natura” quanto na forma carbonizada, é recomendada no processo de minhocultura nas proporções de 25 e 50% em misturas com esterco bovino.

- A adição de casca de arroz “in natura” e casca de arroz carbonizada ao esterco bovino, proporciona maior multiplicação e desenvolvimento das minhocas da espécie *Eisenia andrei*, sendo que a carbonização da casca de arroz apresenta efeito mais significativo quanto ao número de casulos obtidos do que no próprio desenvolvimento dos indivíduos.

- A utilização de vermicompostos constituídos por casca de arroz carbonizada ou “in natura” e esterco bovino, bem como a adição de solo ao vermicomposto, proporciona crescimento superior de mudas de tomateiro cultivar Gaúcho, quando comparado ao crescimento de mudas produzidas no substrato comercial turfa fértil.

- Para as mudas de alface, não se observam diferenças significativas entre os vermicompostos e o substrato comercial turfa fértil.

- Para a produção de mudas de boca-de-leão, observa-se que a adição de casca de arroz carbonizada ao húmus obtido via minhocultura, nas proporções de 80, 60, 50 e 40% casca de arroz carbonizada adicionada ao húmus, mostra-se eficiente nos parâmetros analisados.

Para estudos futuros, recomenda-se avaliar os compostos bioquímicos presentes no húmus, com o intuito de identificar quais substâncias são responsáveis pela promoção do crescimento vegetal; avançar os estudos referentes à calibração da utilização de húmus como fertilizante orgânico para as culturas e viabilizar a utilização de espécies de minhocas nativas no processo de minhocultura.