

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LOIANE FERNANDA ROMÃO DE SOUZA

**USO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS E CARAPAÇAS DE MEXILHÃO-
DOURADO EM SUBSTRATO PARA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL
DE MUDAS DE *Genipa americana L.***

**Ilha Solteira
2022**

LOIANE FERNANDA ROMÃO DE SOUZA

**USO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS E CARAPAÇAS DE MEXILHÃO-
DOURADO EM SUBSTRATO PARA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
INICIAL DE MUDAS DE *Genipa americana* L.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Engenheira Agrônoma.

Profa. Dra. Kátia Luciene Maltoni
Orientadora

Dra. Thaís Soto Boni
Coorientadora

**Ilha Solteira
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S729u Souza, Loiane Fernanda Romão.
Uso de macrófitas aquáticas e carapaças de mexilhão-dourado para germinação e crescimento inicial de mudas de genipa americana L / Loiane Fernanda Romão Souza. – Ilha Solteira: [s.n.], 2022
41 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Katia Luciene Maltoni
Coorientadora: Thaís Soto Boni
Inclui bibliografia

1. Produção de substratos. 2. Resíduos. 3. Condicionante de solo.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA

SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: **Uso de macrófitas aquáticas e carapaças de mexilhão-dourado em substrato para germinação e crescimento inicial de mudas de *Genipa americana* L.**

ALUNO: *Loiane Fernanda Romão de Souza*

RA: 191050733

ORIENTADOR: Kátia Luciene Maltoni

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora com Nota: 9,0(nove).

Comissão Examinadora:



Documento assinado digitalmente
KÁTIA LUCIENE MALTONI
Data: 04/06/2022 11:28:36-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Profa. Dra. Kátia Luciene Maltoni
Presidente (Orientador)

Dra. Thaís Soto Boni

Prof. Dr. Diego Gonçalves Feitosa

Loiane Fernanda Romão de Souza

Ilha Solteira, 14 de março de 2022.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe Kely Cristina Romão Aquino, por toda nossa história, me ensinando o caminho ao qual eu deveria andar e por me ajudar a tornar esse sonho possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me amparar e sempre guiar os meus passos nessa trajetória.

À Faculdade de Engenharia- Unesp/Campus de Ilha Solteira, por me acolher e ser meu lar por todos esses anos e aos Programas de Permanência Estudantil por tornar possível a minha formação.

À minha orientadora Prof. Dr^a Kátia Luciene Maltoni pela orientação, pela confiança, apoio, e toda oportunidade que me ofereceu, pelos ensinamentos e além de sua atenção sendo muito mais que uma orientadora.

À todo o apoio e ajuda do Laboratório de Pedologia e a Dr^a Thaís Soto Boni, por todo ensinamento, orientação e apreço pelo trabalho bem feito.

À toda minha família, Kely Cristina Romão Aquino, Fábio De Moraes Pereira, Henrique Dias Batista, Igor Daniel Dias, Jean Jhony Romão de Souza, Bruno Rafael Aquino de Souza, que apesar de toda dificuldade sempre acreditou e confiou na minha jornada, e ao Pedro Henrique Gomes Carvalho por todo companheirismo, carinho e apoio.

À Maysa Azani, Evelyn Marega, Marcela Maróstica e Letícia Urani por terem sido minhas companheiras de república e essenciais nos momentos felizes e difíceis e a Patrícia Lunardelli por ter sido muito mais que uma amiga em todos esses anos de graduação.

À todos os professores que passaram pela minha vida e deixaram um pouco de cada ensinamento contribuindo para o meu crescimento profissional, aos técnicos de laboratórios, José Antônio Agustini e Diego Golçaves Feitosa, e a todos que muitas vezes me auxiliaram para que esse trabalho fosse possível.

Aos demais que até aqui me ajudaram.

RESUMO

O uso combinado de técnicas representa uma maneira de dar suporte ao processo de recomposição da cobertura vegetal na recuperação de áreas degradadas. Tomando como exemplo a região de Ilha Solteira, onde extensas áreas foram degradadas durante a construção da Usina Hidrelétrica-UHE de Ilha Solteira, devido à supressão da vegetação e remoção do solo, determinando a necessidade de implementar ações que estimulem a revegetação, sendo imprescindível introduzir matéria orgânica, o que demanda alternativas regionais, como macrófitas aquáticas (MAC) e carapaças de mexilhão-dourado, ambos resíduos disponíveis na região. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de macrófitas e carapaças de mexilhão-dourado como parte do substrato para germinação e crescimento inicial de *Genipa americana* L., espécie de ocorrência na região. Este trabalho foi conduzido na Faculdade de Engenharia-UNESP/Campus de Ilha Solteira (SP), em condição de cultivo protegido. Macrófitas aquáticas (MAC) e carapaças de mexilhão-dourado (CMD), compostados, foram utilizados na composição do substrato para germinação e crescimento inicial de mudas de *G. americana* L., utilizando-se cinco proporções de composto:solo (100/0; 70/30; 50/50; 30/70; e 0/100%). Os compostos contém MAC:CMD em diferentes proporções (100:0; 97,5: 2,5; 95:5 e 90:10% MAC:CMD) e compostado por 30, 60 e 90 dias as MAC coletadas 90 dias antes da compostagem (MN) e 00, 30 e 60 dias para MAC coletadas 180 dias antes da compostagem (MA), produzindo 24 compostos (quatro composições, três tempos de compostagem e duas coletas de macrófitas), que foram testados como substrato, produzindo 120 tratamentos. As sementes de *G. americana* L. foram colocadas para germinar em bandejas com 20 sementes cada, que foram tratadas como repetições. A contagem da germinação ocorreu a cada 3 dias, durante 90 dias. As avaliações realizadas foram: emergência e índice de velocidade de emergência, altura, diâmetro, comprimento e volume de raiz, massa fresca e massa seca da parte aérea e do sistema radicular, índice de qualidade das mudas e índice de clorofila. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA) com teste F a 5% de probabilidade e quando encontrada diferença significativa as médias dos tratamentos foram submetidos ao teste Scott-Knott ($p < 0,05$). A partir dos resultados pode-se afirmar que os menores tempos de compostagem produziram maior emergência de sementes de *G. americana* L., que também não foi influenciada MA ou MN. A incorporação de CMD ao composto e substratos com 70 e 100 % de composto produziu a maior emergência de *G. americana* L. Os substratos de melhor fertilidade são aqueles que contém a maior porcentagem de composto (100 e 70 %) e sem a

presença de CMD. O crescimento inicial das mudas de *G. americana* L. foi favorecido pelos maiores tempos de compostagem e substratos contendo MA. Estas observações permitem propor o uso das macrófitas após compostagem, associadas ou não à presença das CMD, bem como a possibilidade de usar o composto sem misturar ao solo, tanto para germinação, quanto para o crescimento inicial do *G. americana* L. O uso destes materiais precisa ser destacado como a produção de um bem ao meio ambiente.

Palavras-chave: produção de substratos; resíduos; condicionante de solo.

ABSTRACT

The combined use of techniques represents a way to support the process of cover vegetation recomposing in the recovery of degraded areas. Taking the Ilha Solteira region as an example, where extensive areas were degraded during the construction of the Ilha Solteira Hydroelectric Power Plant, with vegetation suppression and soil removal, it is necessary to implement actions that stimulate revegetation, being essential to introduce organic matter, which needs to be done with regional alternatives. Aquatic macrophytes (MAC) and golden mussel shells (CMD) are available residues in the region. Thus, the objective of this work was to evaluate the use of MAC and CMD as part of the substrate for germination and initial growth of *Genipa americana* L., a species that occurs in the area. This work was carried out at the Faculdade de Engenharia - UNESP/Campus of Ilha Solteira (SP), under protected growing conditions. MAC and CMD, composted, were used to prepare the substrate for germination and initial growth of *G. americana* L. seedlings, using five proportions of compost:soil (100/0; 70/30; 50/50; 30/70; and 0/100%). The compounds were produced from the mixture of MAC:CMD residues in different proportions (100:0; 97.5: 2.5; 95:5 and 90:10% MAC:CMD) and composted as follows: 30, 60 and 90 days for macrophytes collected 90 days before and 00, 30 and 60 days for macrophytes collected 180 days before, producing 24 compounds (4 compositions, 3 composting times and 2 macrophytes collections), which were tested as substrate, producing 120 treatments. The seeds of *G. americana* L. were placed to germinate in trays, 20 seeds per tray, treated as replicates. Germination was evaluated every 3 days for 90 days. The evaluations carried out were, for germination, percentage of emergence and emergence speed index, and for initial growth, height, diameter, length and root volume, fresh and dry mass of shoot and root, seedling quality index and chlorophyll index. The data were submitted to the hypothesis of normality by the Shapiro-Wilk test and the analysis of variance (ANOVA) was carried out, with the F test being applied at 5% probability. Based on the statistical analysis, it can be affirmed that the shorter composting times produced higher percentages of emergence. The use of MA or MN in the composting process did not interfere in the germination, and the incorporation of CMD to the compost and to the substrates with 70 and 100% of compost produced the highest percentages of emergence. The substrates with the best fertility are those that contain more compost (100 and 70%) and do not always have CMD. The initial growth of seedlings was favored by the longer composting times and substrates containing MA. These observations allow us to propose the use of macrophytes after composting, associated or not with the presence of golden mussel shells, as well as the

possibility of using the compost without mixing it with the soil, for both germination and the initial growth of the genipap. The use of these materials needs to be highlighted as the production of a good for the environment.

Keywords: production of substrates, residues, soil conditioners.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Sementes de *G. americana* L. submetidas ao teste do tetrazólio, (a) antes do teste e (b) após o teste, quando 100% das sementes foram consideradas viáveis..... 23
- Figura 2** - Teste de germinação, (a) início do teste, (b) *G. americana* L. em processo de emergência, (c) e (d) final do teste de germinação (90 dias)..... 23
- Figura 3** - Avaliação do crescimento das mudas de *G. americana* L., (a) inicial e (b) final, (c) raízes e (d) medida do comprimento de raiz.....25
- Figura 4** - Diferença de coloração foliar, entre mudas de *G. americana* L., (a) em 100% de composto de macrófita e (b) 100% substrato comercial..... 33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise química inicial do solo..... 19
- Tabela 2** - Teores totais de arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e selênio, determinados pelo método EPA, tolerâncias máximas segundo MAPA (Instrução normativa 07/2016 para metais pesados), para carapaças de mexilhão-dourado (CMD) e macrófitas aquáticas removidas da água há 90 (MN) e 180 (MA) dias, data da análise 05/08/2019..... 21
- Tabela 3** - Resultados analíticos para pH, condutividade elétrica (CE), umidade (Umd), densidade (Dens) úmida e seca, capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de troca catiônica (CTC), das carapaças de mexilhão-dourado (CMD) e macrófitas aquáticas removidas da água há 90 dias (MN) e 180 dias (MA).....21
- Tabela 4** - Resultados analíticos para nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), carbono orgânico (CO) e relação C/N, na carapaça do mexilhão dourado (CMD) e macrófitas aquáticas removidas da água há 90 (MN) e 180 (MA) dias..... 22
- Tabela 5** - Médias de porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de mudas de *G. americana* L., valores de F, para as fontes de variação (FV) tempo de compostagem – TCP, tipo de substrato - TIPO (macrófitas retiradas da água há 180 e 90 dias, MA e MN respectivamente, areia e substrato comercial-SCOM), quantidade (%) de carapaça de mexilhão dourado (CMD) introduzida no composto e proporção composto: solo - SUBS), coeficiente de variação (CV) e média geral (Média).....27
- Tabela 6** - Substratos que proporcionaram a maior porcentagem de emergência (PE), selecionados para avaliação do crescimento inicial do *G. americana* L.....28

Tabela 7 - Valores de F, coeficientes de variação (CV) e média geral (Média) para nitrogênio (N), fósforo (P), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e capacidade de troca catiônica (CTC) para todos os tratamentos (Trat) e dentro de cada tempo de compostagem e tipo de macrófita utilizado (MA= macrófita coletada 180 dias antes do início da compostagem e MN=macrófita coletada 90 dias antes do início da compostagem) para os substratos utilizados no crescimento inicial do *G. americana* L.....29

Tabela 8 - Valores médios de diâmetro (DIAM), altura (ALT), massa fresca do sistema radicular (MFR), da parte aérea (MFPA), e total (MFT), massa seca do sistema radicular (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST), volume (VR) e comprimento (CR) de raiz, índice de clorofila foliar (ICF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) para *G. americana* L, nos diferentes tratamentos de tempo de compostagem (MA-1= 0, 2=30 e 3= 60 dias; MN- 1=30, 2=60 e 3=90 dias), tipo de macrófita (MA e MN), porcentagem de carapaça de mexilhão (0, 2,5, 5, e 10 %) e proporção composto:solo (100:00, 70:30, 50:50, 30:70 e 00:100) (ex. 2 MA 00 100 = 30 dias de compostagem, macrófita coletada há 180 dias, sem mexilhão, e sem solo), valores de F, coeficiente de variação (CV) e média geral (Média).....31.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

COMP	Composto
CMD	Carapaça de mexilhão dourado
IVE	Índice de velocidade de emergência
IQD	Índice de qualidade de Dickson
Ns	Número de sementes semeadas
Ni	Número de plantas que emergiram
MAC	Macrófita aquática
MA	Macrófita aquática antiga
MN	Macrófita aquática nova
PE	Porcentagem de emergência
SCOM	Substrato comercial
TCP	Tempos de compostagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	HIPÓTESE.....	16
1.2	OBJETIVO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4	RESULTADOS	26
5	DISCUSSÃO.....	34
6	CONCLUSÕES.....	36
7	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	37

INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas, no entorno de usinas hidrelétricas (UHE), nem sempre se resolve com a revegetação, pois o ambiente, muitas vezes, não apresenta condições edáficas adequadas ao seu restabelecimento (RODRIGUES *et al.*, 2007a), e pode requerer o uso combinado de técnicas, para adequação das condições edáficas, de maneira a dar suporte ao processo de regeneração natural. Este cenário demanda investimento em técnicas que facilitem a recomposição da cobertura vegetal, considerando o substrato existente.

Tomando como exemplo a região de Ilha Solteira e Castilho (SP)/Selvíria e Três Lagoas (MS), onde extensas áreas foram degradadas durante a construção das Usinas Hidrelétricas-UHE de Ilha Solteira e Jupia, devido a supressão da vegetação e remoção de espessas camadas de solo, para retirada de material a ser utilizado no processo de enrocamento do rio e demais obras necessárias à construção das UHEs, e que deixaram à superfície o subsolo. Áreas como estas também surgem onde ocorrem deslizamentos de terra, erosão intensa, em áreas mineradas, pedreiras, encostas desmatadas e são abundantes em 4% da superfície terrestre segundo (WALKER; SHIELS, 2013a).

A supressão da vegetação e a exposição do subsolo ou do horizonte C dos solos não favorecem a germinação e o restabelecimento da vegetação, via regeneração natural (MUNFORD *et al.*, 2020) assim, 50 anos após a finalização das obras da UHE, o subsolo exposto à superfície e sem cobertura vegetal ainda faz parte da paisagem atual. Diante desta realidade ações facilitadoras da revegetação devem ser conduzidas, de modo a estimular a restauração ecológica nestas áreas.

Para induzir a revegetação, em áreas onde o solo superficial contendo matéria orgânica e nutrientes disponíveis, foi removido e o subsolo de reduzida fertilidade está à superfície (WALKER; SHIELS, 2013b), faz-se necessário introduzir matéria orgânica e mudas, particularmente as de espécies nativas da região, pois terão mais chances de se estabelecer em condições edáficas adversas, como as condições que ocorrem em áreas degradadas.

A introdução de matéria orgânica neste ambiente mineral determina a necessidade de encontrar alternativas regionais, neste caso têm-se nas macrófitas aquáticas (MAC), uma fonte de matéria orgânica, e ao mesmo tempo uma alternativa disponível na região, uma vez que são retiradas dos cursos d'água por interferir em um conjunto de atividades (econômicas e de lazer), e seu descarte precisa ser controlado.

Além de introduzir matéria orgânica, muitas vezes, é necessário elevar o pH e a disponibilidade de nutrientes na área degradada, para evitar que condições edáficas extremas delimitem o tipo de vegetação que irá se estabelecer (RAJAKARUNA; BOYD, 2019). Assim, carapaças de mexilhão-dourado (CMD) podem representar uma alternativa para fornecimento de cálcio e correção do solo (MALTONI *et al.*, 2020a), uma vez que esse mexilhão, de carapaça rica em carbonato de cálcio, é um bivalve invasor no território brasileiro (MORMUL, 2010).

Tanto as MAC quanto as CMD são consideradas resíduos no processo de geração de energia elétrica, uma vez que são recolhidos nas UHEs, pois impactam o funcionamento das unidades geradoras (ESTEVEES, 2011). Estes resíduos impactam também a captação de água, a pesca, o lazer e o turismo. Combinados e compostados, estes resíduos (MAC e CMD), representam fonte de matéria orgânica e cálcio, porém precisam ser avaliados quanto a sua efetividade em uso como substrato para germinação de sementes de espécies naturais da região (Ecótono: composto de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica)), e para o crescimento inicial de mudas, que poderão ser implantadas em campo utilizando o composto produzido como condicionante do solo degradado.

1.1-HIPÓTESE DE TRABALHO

A compostagem dos resíduos (macrófitas aquáticas e carapaças de mexilhão-dourado) e as suas combinações podem possibilitar a produção de um substrato que possam melhorar as condições edáficas para a produção de mudas.

- 1) Melhora a fertilidade do solo degradado;
- 2) Melhora a porcentagem de germinação;
- 3) Melhora o crescimento inicial das mudas;
- 4) Melhora os índices de qualidade de mudas e de clorofila avaliados.

1.2- OBJETIVOS

Avaliar os compostos produzidos a partir de macrófitas aquáticas e carapaças de mexilhão-dourado na produção de mudas (germinação e crescimento inicial) de mudas de *Genipa americana* L.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Solo degradado é aquele que após remoção da vegetação e das camadas superficiais do solo apresentam distúrbios que afetam a regeneração biótica e do seu retorno ao estado natural, podendo não acontecer ou ser bastante lento, caso em que intervenções antrópicas são necessárias (DUARTE; CASAGRANDE, 2006 ALVES; SOUZA 2008).

No entorno da UHE de Ilha Solteira, as áreas de empréstimo são as áreas mais impactadas pela construção, devido a supressão da vegetação e remoção dos horizontes superficiais do solo, e que apresentam insignificante regeneração natural (RODRIGUES *et al.*, 2007b).

As áreas de empréstimo ocasionaram alterações na paisagem, apresentam baixa disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica, ausência de atividade biológica e propriedades físicas de subsolo, fatores que favorecem a atuação de processos erosivos (HANCOCK *et al.*, 2020; MILGROM, 2008).

Segundo MODESTO *et al.*, (2009) e SHOLLES *et al.*, (2021) uma alternativa para destinação de resíduos orgânicos seria sua incorporação ao solo, o que pode melhorar a produtividade agrícola, a fertilidade e a atividade microbiológica do solo. Esses resíduos podem, portanto, ser úteis na recuperação de áreas degradadas, onde a revegetação é necessária, e até mesmo em florestas plantadas, de eucalipto e pinus, onde poderiam substituir, ao menos parcialmente, as adubações.

O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei* DUNKER, 1857) é um molusco bivalve da família Mytilidae, e formam grandes colônias em diversos substratos, estudos realizados determinaram populações com densidades de 40.000 a 140.000 indivíduos por m² (MANSUR *et al.*, 2003). Esse bioinvasor ocasiona diversos prejuízos econômicos e ambientais, atingem as usinas hidrelétricas e empresas de tratamento de água, ocasionando entupimentos em tubulações, filtros e bombas, além do aumento de custos para manutenção e limpeza dos reservatórios.

A utilização das carapaças de mexilhão-dourado como fonte de cálcio e outros elementos apresenta potencial em locais de infestação, onde acabam sendo removidas dos cursos d'água, e precisam ser dispostas em lugar adequado. Assim, a possibilidade de convertê-las em resíduo agronomicamente útil, pode reduzir a necessidade de armazenamento. As carapaças do mexilhão podem substituir o calcário na correção do solo (MALTONI *et al.*, 2020b), o que pode dar bom destino a este resíduo.

O aumento de atividades antrópicas, como desmatamento, assoreamento, excesso de nutrientes provenientes de esgotos domésticos não tratados, resíduos de atividades industriais e agrícolas e decomposição natural de outros organismos, ocasiona uma proliferação desordenada de macrófitas aquáticas, o que podem ameaçar ecossistemas e ter impactos ecológicos e econômicos como resultado de alterações ocorridas no ecossistema (HUSSNER *et al.*, 2017) . A proliferação dessas plantas aquáticas, geralmente ocorre em mananciais com eutrofização e tem atingido diversas partes do Brasil e do mundo (VERECKEN *et al.*, 2006).

De um modo geral as plantas aquáticas são capazes de reter nutrientes, apresentam alta produtividade e alta taxa de crescimento constituindo, assim, uma fonte de biomassa vegetal (POMPÊO; SILVA; MOSCHINI-CARLOS, 2005). A fitomassa das macrófitas aquáticas pode ser aproveitada na produção de substratos devido a ciclagem e disponibilização de nutrientes que podem ser utilizados na produção de mudas, por exemplo (RUBIO *et al.*, 2004).

A compostagem desses resíduos (MAC e CMD) pode reduzir seu volume, facilitar seu armazenamento e utilização. A compostagem é um processo que acelera a decomposição de resíduos sólidos orgânicos, na presença de oxigênio e microrganismos, capaz de produzir fertilizante natural (COSTA *et al.*, 2005 ; SILVA *et al.* 2011) relatam a produção de composto a partir de macrófitas aquáticas com 65 dias, sua importância como forma de destinação e a necessidade de testar sua qualidade em condições controladas.

O jenipapo (*Genipa americana* L.), espécie vegetal da família Rubiaceae, tem sua ocorrência registrada em todo o país, sendo uma espécie secundária tardia, com características de climax. É uma espécie que pode ser usada na arborização urbana, sendo uma boa opção para pequenos agricultores tanto pelos frutos, quanto pela madeira (CARVALHO 1994). Os frutos são comestíveis e muito apreciados e a madeira é flexível, compacta e fácil de trabalhar, podendo ser comercializada (COSTA *et al.*, 2005).

As características gerais da *G. americana* L. são descritas por (LORENZI 1992) é uma espécie arbórea que pode ter de 8 a 14 m e tronco de 40 a 60 cm de diâmetro, apresenta folhas simples, subcoriáceas e glabras. A sua ocorrência está situada em todo o Brasil, em várias formações florestais e várzeas úmidas.

A *G. americana* L. têm sua ocorrência no noroeste do estado de São Paulo e faz parte das espécies de ocorrência na Floresta Estacional Semidecidual, e apresenta síndrome de dispersão zoocórica (BARBOSA *et al.*, 2017).

Segundo (ANDRADE *et al.*, 2000a) espera-se que a germinação de sementes de *G. americana* L. ocorram entre 8 e 34 dias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Faculdade de Engenharia - UNESP/Campus de Ilha Solteira (SP), em condição de cultivo protegido, com irrigação diária, manual, com o uso de bomba costal no início do teste de germinação e regadores ao final dos testes de crescimento inicial das mudas. Compostos de macrófitas aquáticas (MAC) e carapaça de mexilhão-dourado (CMD) foram utilizados na composição do substrato para germinação e crescimento inicial de mudas, como segue:

Composto (Comp) + Solo, nas proporções:

Comp/Solo = 100/0; 70/30; 50/50, 30/70 e 0/100 %.

O solo utilizado para germinação e crescimento inicial das mudas foi coletado na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia-Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS). Esse teve sua granulometria determinada pelo método da pipeta (TEIXEIRA *et al.*, 2017) e a fertilidade (fósforo (P), matéria orgânica (MO), pH, potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), acidez potencial (H+Al) e alumínio (Al³⁺)) determinada segundo RAIJ *et al.*, 2001), tendo sido caracterizado como arenoso (areia = 876,4 g kg⁻¹, silte = 5,91 g kg⁻¹ e argila = 126,68 g kg⁻¹) através do triângulo textural conforme recomendações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018) e o mesmo foi caracterizado como quimicamente pobre (Tabela 1).

Tabela 1- Análise química inicial do solo utilizado.

P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	S-SO4	CTC
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl2	-----mmolc dm ⁻³ -----							
1	12	4,9	0,4	6	4	15	2	10,4	3	25,5
V	m	N	B	Cu	Fe	Mn	Zn			
%	%	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----							
41	16	0,46	0,12	0,5	14	3,9	0,1			

P = fósforo, MO = matéria orgânica, pH = reação do solo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, H+Al = acidez potencial, Al = alumínio, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca catiônica, V% = saturação por bases, m% = saturação por alumínio, B = boro, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Os compostos utilizados foram preparados misturando macrófitas aquáticas (MAC) coletadas em dois períodos (Novas e Antigas) e carapaça de mexilhão-dourado (CMD), sendo: Macrófitas Novas, removidas da água 90 dias antes do início do experimento, (MN), e Macrófitas Antigas, removidas da água 180 dias antes do início do experimento (MA), ambas receberam carapaças de mexilhão-dourado nas seguintes proporções:

MN/CMD=100/0; 97,5/2,5; 95/5 e 90/10 % (volume).

MA/CMD=100/0; 97,5/2,5; 95/5 e 90/10 % (volume).

As CMD utilizadas foram coletadas em tanques-redes no reservatório da UHE de Ilha Solteira, na confluência com o Rio São José dos Dourados e as MAC (MA e MN) foram coletadas no reservatório da UHE de Jupia, na entrada de água das unidades geradoras. As macrófitas de ocorrência comum no reservatório são *Egeria najas*, *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Echinochloa polystachya*, *Eichhornia azurea*, *Typha latifloia*, *Pistia stratiotes*, *Cyperus acicularis*, *Salvinia auriculata*, *Brachiaria mutica* e *Ceratophyllum demersum*, (MARCONDES *et al.*, 2003 e MARTINS *et al.*, 2003).

Tanto MAC (MA e MN), como CMD foram caracterizadas para atender às exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA IN05/2016), quanto ao uso destes materiais como substrato (Tabelas 2 e 3) e para conhecimento dos teores de elementos trocáveis de interesse ao crescimento inicial da vegetação (Tabela 4).

Importante ressaltar que estas análises são obrigatórias para registro de substrato para plantas no MAPA (IN05/2016) e os métodos oficiais para determinação desses parâmetros, em substratos de plantas e condicionadores de solo, foram primeiramente publicados em 2006 e republicados no Diário Oficial da União pela Instrução Normativa nº17 (IN 17) da Secretaria de Defesa Agropecuária em 21 de maio de 2007. Posteriormente os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2 desta IN17 foram corrigidos e estão publicados na Instrução Normativa SDA Nº 31 no Diário Oficial da União de 24 de outubro de 2008. Estas análises foram realizadas no Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, segundo normativa atualizada.

Os resultados obtidos indicam que é possível a utilização destes materiais combinados como substrato, o único alerta encontrado foi para o uso de CMD concentrado, pois no lote avaliado o conteúdo de arsênio (24,5 mg kg⁻¹) supera a tolerância máxima indicada pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), (Tabela 2) porém seu uso como parte

do composto não causa impedimento. Este é o único ponto a ser considerado para os materiais avaliados.

Tabela 2. Teores totais de arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e selênio, determinados pelo método EPA, tolerâncias máximas segundo MAPA (Instrução normativa 07/2016 para metais pesados), para carapaças de mexilhão-dourado (CMD) e macrófitas aquáticas removidas da água há 90 (MN) e 180 (MA) dias.

Parâmetros	Unidade	CMD	MA	MN	Limite Máximo
Arsênio	mg/kg	24,5	2,2	4,6	20,00
Cádmio	mg/kg	< 0,1	0,1	< 0,1	8,00
Chumbo	mg/kg	70,2	16,3	29,5	300,00
Cromo	mg/kg	43,7	34,6	32,7	500,00
Mercúrio	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,50
Níquel	mg/kg	7,1	12,7	6,1	175,00
Selênio	mg/kg	5,2	< 0,1	< 0,1	80,00

Método de digestão: EPA- 3051. Método de digestão em forno de micro-ondas e determinação por espectrometria de emissão óptica em plasma de argônio (ICP-OES). Data da análise: 05/08/2019.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Tabela 3. Resultados analíticos para pH, condutividade elétrica (CE), umidade (Umd), densidade (Dens) úmida e seca, capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de troca catiônica (CTC), das carapaças de mexilhão-dourado (CMD) e macrófitas aquáticas removidas da água há 90 (MN) e 180 (MA) dias.

Amostra	pH*	CE*	Umd ¹	Dens. Úmida ²	Dens. Seca IN17 ²	CRA 10 ³	CRA 10 ³	CTC ⁴	CTC ⁴
		dS m ⁻¹	% m/m	kg m ⁻³	kg m ⁻³	% v/v	% m/m	mmolc kg ⁻¹	mmolc dm ⁻³
CMD	7,5	0,9	3,2	792,6	767,1	-	-	-	-
MA	7,2	1,4	57,5	670,0	284,5	69,0	239,3	655,2	439,0
MN	7,1	1,3	23,2	842,8	647,3	60,0	92,6	352,2	296,8

*Extração 1:5 para pH e CE: Método descrito na IN 17 de 21/05/2007; ¹Umidade a 65°C: Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008; ²Densidade úmida e seca: Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008; ³Capacidade de Retenção de água (CRA 10): Mesa de tensão a 10 cm de coluna d'água (10kPa). Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008; ⁴Capacidade de Troca de Cátions: Método descrito na IN 17 de 21/05/2007.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Tabela 4. Resultados analíticos para nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), carbono orgânico (CO) e relação C/N, na carapaça do mexilhão dourado (CMD) e macrófitas aquáticas removidas da água há 90 (MN) e 180 (MA) dias.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	CO	C/N
	g kg ⁻¹				mg/kg			g kg ⁻¹		mg/kg		g kg ⁻¹	-----
CMD	9,3	0,9	11	34	1,3	1,5	51	60	9	745	272	72	8
MA	15,0	1,7	68	14	1,9	3,7	53	61	15	2	78	193	13
MN	8,3	0,8	17	12	1,2	1,7	55	55	8	857	279	124	15

Método de digestão: EPA- 3051. Método de digestão em forno de micro-ondas e determinação por espectrometria de emissão óptica em plasma de argônio (ICP-OES; Nitrogênio Total: Kjeldahl; K: Determinação Fotômetro de Chama; Carbono Orgânico: Walkley-Black; Relação C/N: Por Cálculo.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Os tempos de compostagem (TCP) entre MAC e CMD foram três, TCP1 30, TCP2 60 e TCP3 90 dias para MN, e TCP1 0, TCP2 30 e TCP3 60 dias para MA, tendo as leiras sido molhadas periodicamente, de modo a permanecerem úmidas (20 a 60%), durante estes períodos.

Desta maneira, foram produzidos 24 compostos (quatro composições volumétricas de cada um, e três tempos de compostagem, e duas coletas de macrófitas), que foram testados como substrato, o que ocorreu considerando 5 proporções diferentes de Comp/Solo, como citado acima, resultando em 120 tratamentos.

Além dos substratos preparados a partir dos compostos, um substrato comercial - SCOM (HT- Vida Verde, substrato a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes (14-17-18, nitrato de potássio,superfosfato simples) foi utilizado como controle, para fins de comparação dos resultados.

A espécie de *G. americana* L. foi selecionada considerando a ocorrência comum na região e a disponibilidade de sementes. Os frutos maduros foram coletados em 10 diferentes árvores, entre os municípios de Ilha Solteira (SP) e Selvíria (MS), e as sementes foram beneficiadas manualmente, e verificada a viabilidade pelo teste do tetrazólio (Figura 1).

O teste de germinação foi conduzido em bandejas com 375 cm² de área (0,15 x 0,25 m) e 0,10 cm de profundidade, onde foram introduzidas 20 sementes, tratadas como repetições, assim cada tratamento teve 20 repetições (Figura 2). A contagem da germinação aconteceu a cada 3 dias, durante 90 dias e foram consideradas sementes germinadas aquelas onde ocorreu a exposição da parte aérea à superfície (CARVALHO *et al.*, 2005).

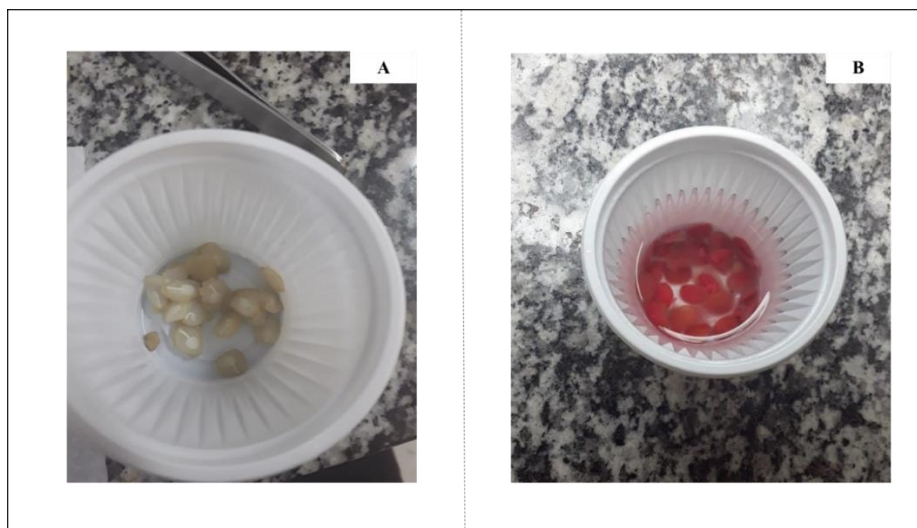
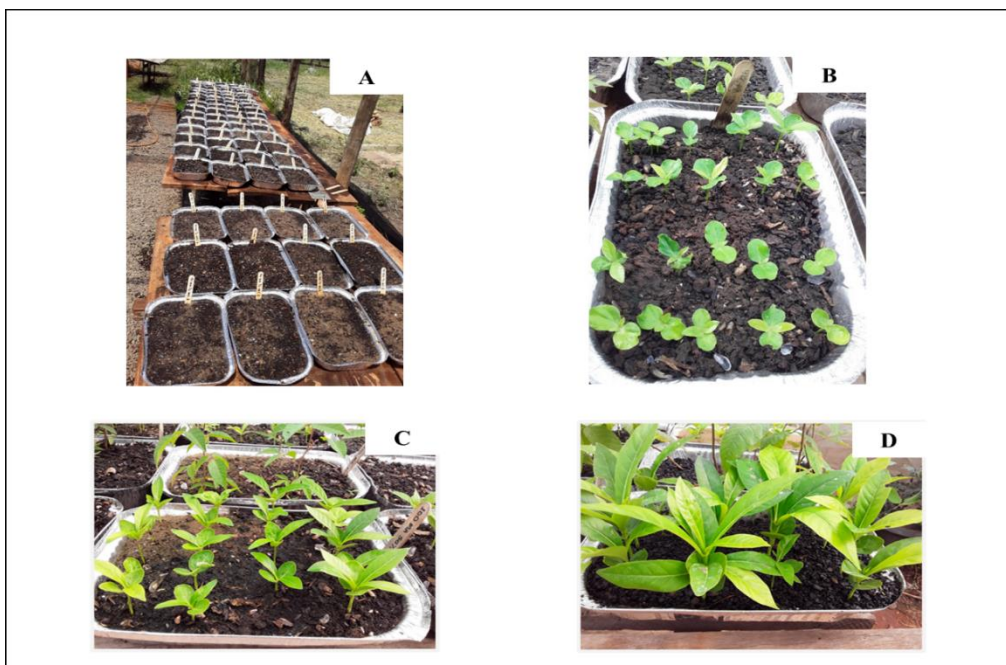


Figura 1. Sementes de *G. americana* L. submetidas ao teste do tetrazólio, (A) antes do teste e (B) após o teste, quando 100% das sementes foram consideradas viáveis.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 2 –Teste de germinação da *G. americana* L. (a) início do teste, (b) plântulas em processo de emergência, (c) e (d) final do teste de germinação (90 dias).



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado de acordo com a equação (1) de Maguire (1962):

$$IVE = \left(\frac{G1}{N1}\right) + \left(\frac{G2}{N2}\right) + \dots + \left(\frac{Gn}{Nn}\right) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde, IVE = Índice de velocidade de emergência; G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem.

Após a conclusão do teste de germinação, os substratos que propiciaram a maior porcentagem de emergência, em cada tempo de compostagem e tipo de macrófita, foram selecionados para condução do experimento, com a finalidade de avaliar a possibilidade de usar os compostos produzidos na produção e crescimento inicial das mudas de *G. americana* L., com vistas a sua utilização para revegetação de áreas degradadas.

A porcentagem de emergência foi determinada de acordo com LABOURIAU e VALADARES (1976), pela equação (2):

$$PE(\%) = \left(\frac{Ns}{Ni}\right) \times 100, \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: PE = porcentagem de emergência, Ns = número de sementes semeadas, e Ni = número de plântulas que emergiram.

Os substratos selecionados de acordo com as melhores porcentagem de emergência foram colocados em sacos para mudas (8 x 14 x 0,10) com capacidade de 1 kg, onde as mudas advindas da germinação foram plantadas para avaliações do crescimento inicial.

O crescimento inicial das mudas foi avaliado por meio de dados coletados ao longo de cada 15 dias ao decorrer de 120 dias, com início em 07/03/2020, após os 90 dias da avaliação da germinação (Figura 3).

Altura, diâmetro do colo (na base do caule que foram avaliados através do auxílio de fita métrica e paquímetro digital), índice de clorofila foliar, massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca do sistema radicular, comprimento do sistema radicular (CARNEIRO, 1995), volume do sistema radicular (ZENZEN, 2007) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON *et al.*, 1960) foram as variáveis consideradas para avaliação das mudas.

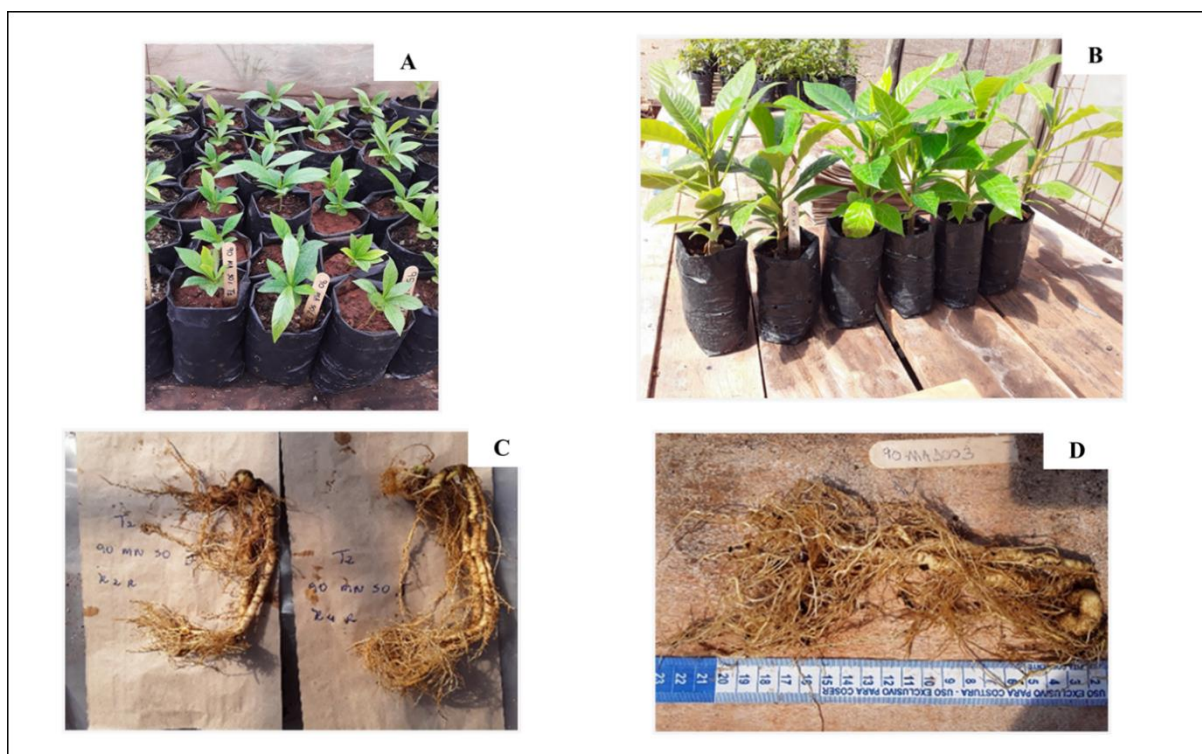
O índice de qualidade de Dickson, que avalia a qualidade das mudas, foi determinado como segue:

$$IQD = \frac{\text{Peso da matéria seca total}}{\frac{\text{altura (cm)}}{\text{diâmetro (mm)}} + \frac{\text{Peso matéria seca parte aérea (g)}}{\text{Peso da matéria seca da raiz (g)}}} \quad \text{Equação (3)}$$

Após 120 dias de condução do experimento o substrato foi avaliado para fertilidade segundo metodologia de (RAIJ *et al.*, 2001).

Os dados obtidos foram testados para a hipótese da normalidade pelo teste SHAPIRO-WILK (1965). Atendidas as pressuposições procedeu-se à análise de variância (ANOVA), sendo aplicado o teste F a 5% de probabilidade para detectar as diferenças de todos os tratamentos. Quando encontrada diferença significativa para tratamentos foi realizado o teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) para comparação das médias. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2019).

Figura 3. Avaliação do crescimento das mudas de *G. americana*, (a) inicial e (b) final, (c) raízes e (d) medida do comprimento de raiz.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

4 RESULTADOS

Finalizado o trabalho de coleta de dados e as análises estatísticas foi possível observar que a porcentagem de emergência (PE) das sementes de *G. americana L.*, quando foram utilizados os compostos preparados com MA e MN, superou a PE em SCOM (Tabela 5). Enquanto os TCP 1 e 2 (para MA 0 e 30 dias e para MN 30 e 60 dias) foram os que proporcionaram maior porcentagem de emergência, ou maior germinação.

Comportamento semelhante a germinação, em relação a MA e MN, foi observado para o índice de velocidade de emergência (IVE). A adição de CMD também apresentou efeitos positivos sobre germinação e o IVE. A maior porcentagem de germinação ocorreu na presença da maior quantidade de CMD ou na ausência deste, indicando que pequenas quantidades de CMD podem não ser eficientes em contribuição à germinação.

A maior PE da *G. americana L.* ocorreu nos substratos com 100, 50 e 70 % do composto, assim a porcentagem de germinação e o IVE permitem afirmar que os compostos produzidos a partir da mistura de macrófitas aquáticas (MA e MN) e carapaça de mexilhão dourado podem ser utilizados no processo de germinação do *G. americana L.*, substituindo o substrato comercial, o que poderá reduzir custos sem prejudicar a germinação.

A partir da PE foram selecionados os tratamentos de maior germinação para avaliar o uso dos compostos no crescimento inicial do *G. americana L.* (Tabela 6).

Selecionados os tratamentos de maior PE, procedeu-se a avaliação do crescimento inicial do *G. americana L.*, com mudas obtidas a partir do teste de germinação. Após os 90 dias de germinação e transcorridos 120 dias do teste de crescimento inicial das mudas, o substrato foi avaliado para fertilidade, onde foi possível observar que os compostos introduzidos no solo, melhoraram as condições de fertilidade do mesmo (Tabela 7).

Todos os tratamentos (Tabela 7) proporcionaram a elevação do pH a neutralidade ou próximo disso (6,8 a 7,3) e redução do alumínio trocável a zero, tendo os tratamentos 1 MA 0 100, 2 MA 0 100, 2 MA 2,5 100, 2 MA 5 100, 2 MN 0 100 e 3 MN 0 100 apresentado a melhor fertilidade, isto é, os melhores resultados para pelo menos 5 dos 10 atributos químicos avaliados. Esta observação permite afirmar que os tratamentos cujo substrato foi preparado com 100% de composto apresenta os melhores resultados para fertilidade, o que pode refletir positivamente no crescimento inicial das mudas.

Tabela 5 – Médias de porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de mudas de *G. americana L.*, valores de F, para as fontes de variação (FV) tempo de compostagem – TCP, tipo de substrato - TIPO (macrófitas retiradas da água há 180 e 90 dias, MA e MN respectivamente, areia e substrato comercial-SCOM), quantidade (%) de carapaça de mexilhão dourado (CMD) introduzida no composto e proporção composto: solo - SUBS), coeficiente de variação (CV) e média geral (Média).

FV	Valores de F	
	PG (%)	IVE
TCP	144,038**	6,065**
TIPO	3,187**	1,840 ^{ns}
CMD	4,648**	6,155**
PROPORÇÃO SUBSTRATO	4,053**	8,409**
CV	85,63	48,26
Média	22,79	0,15
TCP 1	80,81a	0,14b
TCP 2	82,56a	0,14b
TCP 3	44,45b	0,17 a
	Médias	
AREIA	60,00b	0,10b
SCOM	66,56b	0,15a
MA	71,25a	0,15a
MN	74,58a	0,15a
CMD (%)		
0,0	72,17a	0,13b
2,5	62,91b	0,15b
5,0	67,50b	0,15b
10,0	72,70a	0,17a
PROPORÇÃO SUBSTRATO		
100:00	69,16a	0,17a
70:30	63,16b	0,13b
50:50	73,88a	0,16a
30:70	70,37a	0,13b

ns, * e **, diferenças significativas, significativas a 5% e a 1%, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Tabela 6. Substratos que proporcionaram a maior porcentagem de emergência (PE), selecionados para avaliação do crescimento inicial do *G. americana*.

<i>G. americana L.</i>	PE	<i>G. americana L.</i>	PE
*TCP		*TCP	
MAC	(%)	MAC	(%)
CMD		CMD	
SUBST		SUBST	
1 MA 00 100	100	1 MN 00100	90
1 MA 00 70	90	1 MN 00 70	100
1 MA 00 50	100	1 MN 2,5 70	80
1 MA 10 100	100		
1 MA 10 50	95		
2 MA 00 100	90	2 MN 00 30	80
2 MA 00 50	85	2 MN 05 30	95
2 MA 00 30	100	2 MN 10 50	90
2 MA 2,5 100	95	2 MN 10 30	90
2 MA 2,5 70	100		
2 MA 05 100	80		
2 MA 05 70	90		
2 MA 05 50	95		
2 MA 05 30	95		
2 MA 10 50	100		
2 MA 10 30	75		
3 MA 10 30	70	3 MN 00 50	60
3 MA 10 50	65	3 MN 10 100	60

* TCP= tempo de compostagem (para MA TCP 1=00 dias, 2= 30 dias e 3= 60 dias e para MN TCP 1= 30 dias, 2= 60 dias e 3= 90 dias), MAC (MA=macrófita coletada 180 dias antes do início do experimento e MN=macrófita coletada 90 dias antes), CMD = porcentagem de carapaça de mexilhão adicionada à MAC 00, 2,5, 5,0 e 10 % do volume, SUBST= proporção entre composto:solo, sendo 100, 70, 50, 30 e 00 de composto).

Tabela 7. Valores de F, coeficientes de variação (CV) e média geral (Média) para nitrogênio (N), fósforo (P), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e capacidade de troca catiônica (CTC) para todos os tratamentos (Trat) e dentro de cada tempo de compostagem e tipo de macrófita utilizado (MA= macrófita coletada 180 dias antes do início da compostagem e MN=macrófita coletada 90 dias antes do início da compostagem) para os substratos utilizados no crescimento inicial do *G. americana* L.

	N g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH CaCl2	K	Ca	Mg mmolc kg ⁻¹	H+Al	Al	CTC
	Valores de F									
Trat	15,57**	2,27**	8,39**	0,44ns	6,36**	3,56**	3,68**	3,03**	0,00ns	3,40**
CV (%)	27	29	29	3	48	54	41	8	0	50
Média	4,03	134,8	71,9	7,1	3,7	318,5	38,5	10,4	0	371,1
	Médias									
1 MA 00 100	1,0Bd	178,7Aa	115,7Aa	7,1Aa	7,8Ab	393,3Ab	66,3Aa	10,0Aa	0Aa	477,5Ac
1 MA 00 70	1,2Bd	117,0Ab	78,3Bb	7,1Aa	5,1Ac	330,0Ab	49,7Ab	10,7Ab	0Aa	395,9Ac
1 MA 00 50	0,8Bd	105,3Ac	51,0Bc	7,2Aa	3,1Ad	178,3Ab	34,0Ac	11,0Ab	0Aa	226,5Ac
1 MA 10 100	6,9Ab	163,7Aa	109,0Ab	7,1Aa	7,1Ab	459,7Ab	62,0Aa	10,7Ab	0Aa	539,5Ab
1 MA 10 50	3,1Ac	109,3Ac	62,3Bc	7,2Aa	4,0Ad	264,0Ab	46,0Ab	11,0Ab	0Aa	324,1Ac
Valor F	47,73**	0,13ns	7,17**	0,10ns	2,19ns	2,22ns	0,94ns	0,54ns	0,00ns	2,09ns
CV (%)	25	29	22	2,9	43	39	45	9	0	38
2 MA 00 100	3,3Cc	197,7Aa	129,0Aa	7,2Aa	4,6Ac	476,7Ab	71,3Aa	11,7Bb	0Aa	564,2Ab
2 MA 00 50	3,8Bc	92,7Cc	52,7Dc	7,2Aa	1,7Bd	196,0Bb	31,0Cc	10,3Bb	0Aa	239,0Bc
2 MA 00 30	2,0Bd	45,3Fd	26,0Ec	7,2Aa	1,4Bd	54,3Bb	16,7Cc	9,7Aa	0Aa	82,0Bb
2 MA 2,5 100	9,8Aa	164,7Aa	126,7Aa	7,1Aa	5,9Ac	479,0Ab	62,7Aa	11,0Bb	0Aa	558,5Ab
2 MA 2,5 70	5,1Bc	103,7Cc	77,7Cb	7,2Aa	1,8Bd	267,0Bb	37,7Cb	11,0Bb	0Aa	317,4Bb
2 MA 05 100	5,4Bb	170,0Aa	138,4Aa	7,2Aa	4,3Ac	462,7Ab	64,3Aa	11,3Bb	0Aa	317,4Bb
2 MA 05 70	4,5Bc	123,0Bb	87,7Bb	7,2Aa	2,8Bd	371,7Ab	44,7Bb	11,0Bb	0Aa	430,3Ac
2 MA 05 50	4,8Bc	69,7Ed	52,3Dc	7,2Aa	1,6Bd	294,0Bb	24,0Cc	10,7Bb	0Aa	330,3Bc
2 MA 05 30	3,2Cc	35,7Fd	26,3Ec	7,2Aa	1,2Bd	115,3Bb	13,7Cc	9,0Aa	0Aa	139,2Bc
2 MA 10 50	2,0Cd	73,0Dc	51,0Dc	7,0Aa	1,6Bd	241,0Bb	27,0Cc	9,3Aa	0Aa	278,0Bc
2 MA 10 30	1,3Cd	42,0Fd	29,0Ec	7,0Aa	1,0Bd	140,0Bb	16,7Cc	9,3Aa	0Aa	167,1Bc
Valor F	12,59**	33,07**	89,03**	0,42ns	9,89**	4,15**	9,26**	5,20**	0,00ns	4,65**
CV (%)	28	17	11	3	36	45	32	7	0	42

Continuação tabela 7.

	N g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg mmolc kg ⁻¹	H+Al	Al	CTC
	Valores de F									
T	15,57**	2,27**	8,39**	0,44ns	6,36**	3,56**	3,68**	3,03**	0,00ns	3,40**
CV (%)	27	29	29	3	48	54	41	8	0	50
Média	4,03	134,8	71,9	7,1	3,7	318,5	38,5	10,4	0	371,1
3 MA 10 30	3,3Ac	63,0Ad	36,7Ac	7,1Aa	2,1Ad	172,7Ab	23,0Ac	9,3Aa	0Aa	207,9Ac
3 MA 10 50	8,1Aa	119,3Ab	62,6Ac	7,2Aa	5,3Ac	337,3Ab	39,7Ab	10,0Aa	0Aa	392,3Ac
Valor F	27208,4**	0,77ns	0,74ns	0,07ns	1,15ns	0,76ns	0,69ns	1,00ns	0,000ns	0,76ns
CV (%)	1	86	71	2	58	91	79	8	0	86
1 MN 00 100	9,1Aa	102,3Ac	93,7Ab	7,1Aa	7,4Ab	429,3Ab	58,3Aa	10,7Ab	0Aa	22,2Ab
1 MN 00 70	4,7Bc	100,0Ac	83,0Ab	7,1Aa	3,8Ad	307,0Ab	40,3Ab	11,3Ab	0Aa	19,0Ac
1 MN 2,5 70	4,2Bc	96,0Ac	76,7Ab	7,1Aa	5,0Ac	299,0Ab	38,3Ab	10,8Ab	0Aa	18,6Ac
Valor F	15,70**	0,01ns	0,12ns	0,13ns	1,62ns	1,36ns	1,33ns	0,67ns	0,00ns	1,15ns
CV (%)	20	53	47	2	47	31	36	7,5	0	16
2 MN 00 100	12,0Aa	181,3Aa	74,3Ab	7,2Aa	1,7Ad	723,0Aa	43,7Ab	10,3Ab	0Aa	1112,0Aa
2 MN 00 30	6,4Ab	39,7Cd	30,0Cc	7,3Aa	0,9Bd	270,3Bb	12,3Bc	8,7Aa	0Aa	292,2Bc
2 MN 05 30	4,2Bc	46,3Cd	31,7Cc	7,2Aa	1,0Bd	180,0Bb	16,0Bc	10,0Aa	0Aa	207,4Bc
2 MN 10 50	2,6Cd	76,0Bc	48,3Bc	7,1Aa	1,8Ad	136,0Bb	25,7Bc	9,7Aa	0Aa	318,2Bc
2 MN 10 30	1,6Cd	39,3Cd	29Cc	7,2Aa	0,9Bd	136,0Bb	15,0Bc	9,0Aa	0Aa	160,9Bc
Valor F	35,39**	61,5**	38,82**	0,77ns	3,01**	5,26**	6,99**	1,43ns	0,00ns	5,54**
CV (%)	19	17	6	2	36	75	37	10	0	69
3 MN 00 100	8,0Aa	176,7Aa	136,0Aa	7,0Aa	11,0Aa	435,7Ab	56,0Aa	11,7Ab	0Aa	514,4Ab
3 MN 00 50	1,8Bd	122,0Ab	88,0Ab	7,0Aa	5,5Bc	279,3Ab	40,3Ac	11,0Ab	0Aa	336,2Ac
3 MN 10 100	8,0Aa	138,0Ab	82,7Ab	7,0Aa	3,8Bd	328,7Ab	41,0Ab	10,7Ab	0A	384,1Ac
Valor F	7,48**	2,06ns	2,74ns	0,30ns	6,61**	1,07ns	0,89ns	1,40ns	0,000ns	1,254ns
CV (%)	47	23	30	2	38	38	35	77	0	35

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna por variável não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna por tempo de compostagem e tipo de macrófita utilizado não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. A leitura dos tratamentos segue Tempo de compostagem-TCP, tipo de macrófita, porcentagem de carapaça de mexilhão adicionada e substrato (proporção composto:solo), como segue 1MA 10 100=00 dias de compostagem, da macrófita coletada há 180 dias, com 10% de mexilhão e 100% do composto no substrato, ou 2MA 0 100 = 30 dias de compostagem, da macrófita coletada há 180 dias, sem mexilhão e 100% do composto no substrato.

Tabela 8- Valores médios de diâmetro (DIAM), altura (ALT), massa fresca do sistema radicular (MFR), da parte aérea (MFPA), e total (MFT), massa seca do sistema radicular (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST), volume (VR) e comprimento (CR) de raiz, índice de clorofila foliar (ICF) e índice de qualidade de Dickson (IQD) para *G. americana*, nos diferentes tratamentos de tempo de compostagem (MA-1= 0, 2=30 e 3= 60 dias; MN- 1=30, 2=60 e 3=90 dias), tipo de macrófita (MA e MN), porcentagem de carapaça de mexilhão (0, 2,5, 5, e 10 %) e proporção composto:solo (100:00, 70:30, 50:50, 30:70 e 00:100) (ex. 2 MA 00 100 = 30 dias de compostagem, macrófita coletada há 180 dias, sem mexilhão, e sem solo), valores de F, coeficiente de variação (CV) e média geral (Média).

TRATAMENTOS	DIAM (mm)	ALT (cm)	MFR	MFPA	MFT g	MSR	MSPA	MST	VR (cm ³)	CR (cm)	ICF	IQD
Valor de F	4,186**	4,630**	6,366**	4,369**	6,402**	9,463**	5,246**	11,12**	3,762**	4,851**	2,478**	9,185**
CV (%)	18	22	34	40	32	32	35	29	45	12	19	33
Média	7,28	15,56	17,52	16,2	33,72	5,7	5,5	11,2	16,32	23,86	47,52	3,67
Médias												
1MA 00 100	7,0Ab	15,2Ac	17,0Ac	15,3Ab	32,3Ac	4,7Ac	5,2Ab	9,9Ac	18,0Aa	26,3Ab	49,8Aa	3,0Ac
1MA 00 70	7,0Ab	15,3Ac	18,3Ac	19,0Ab	37,3Ab	4,8Ac	6,1Ab	10,8Ac	17,3Aa	24,7Ab	50,3Aa	3,1Ac
1MA 00 50	5,5Ab	11,7Ac	9,1Bc	8,3Ac	17,5Bd	2,4Ac	3,2Ac	5,6Ad	9,1Ab	24,0Ac	50,0Aa	1,6Ac
1MA 10 100	7,1Ab	16,7Ac	19,3Ab	18,7Ab	38,0Ab	4,8Ac	5,7Ab	10,5Ac	20,3Aa	23,1Ac	52,1Aa	3,0Ac
1MA 10 50	5,5Ab	12,1Ac	10,7Bc	12,0Ac	22,7Bd	2,9Ac	3,1Ac	6,0Ad	14,0Ab	25,3Ab	51,8Aa	1,8Ac
Valor F	1,310 ^{ns}	1,183 ^{ns}	2,619**	2,378 ^{ns}	2,553**	1,818 ^{ns}	2,065 ^{ns}	1,933 ^{ns}	1,885 ^{ns}	0,960 ^{ns}	0,062 ^{ns}	1,922 ^{ns}
CV(%)	28	34	47	19	47	53	51	52	49	12	21	51
2MA 00 100	8,4Aa	18,0Bb	29,7Aa	26,7Aa	56,3Aa	9,2Bb	9,04Aa	18,2Aa	26,7Aa	22,8Ac	48,3Aa	5,8Ac
2MA 00 50	7,5Bb	14,5Cc	21,0Bb	14,3Bc	35,3Ac	8,0Bb	4,91Cb	12,9Bb	20,0Ba	22,0Ac	51,0Aa	5,1Ab
2MA 00 30	7,0Bb	13,8Cc	10,3Dc	10,7Cc	21,0Dd	3,6Cc	4,07Cc	7,7Cd	10,0Cb	18,9Bd	48,9Aa	2,6Bc
2MA 2,5 100	9,6Aa	20,1Aa	31,0Aa	30,0Aa	61,0Aa	10,9Aa	8,67Aa	19,6Aa	23,1Ba	23,4Ac	46,0Aa	6,9Aa
2MA 2,5 70	7,5Bb	17,0Bb	16,3Cc	16,3Bb	32,7Cc	4,8Cc	6,23Bb	11,0Bb	14,0Ca	22,9Ac	51,0Aa	3,1Bc
2MA 05 100	9,3Aa	20,7Aa	26,3Aa	21,3Ab	47,7Bb	8,8Bb	8,62Aa	17,4Aa	30,0Aa	23,3Ac	48,1Aa	5,5Ab
2MA 05 70	7,6Bb	17,6Bb	26,3Aa	17,3Bb	35,0Cc	6,3Cc	5,48Bb	11,8Bb	16,7Ca	22,5Ac	51,0Aa	3,9Bc
2MA 05 50	7,9Bb	16,7Bb	21,3Bb	16,7Bb	38,0Cb	7,3Cb	5,92Bb	13,2Bb	19,0Ba	25,7Ab	49,4Aa	4,6Ab
2MA 05 30	6,2Bb	12,3Bc	11,3Dc	10,0Dc	21,3Dd	3,9Cc	4,21Cc	8,0Cd	10,0Cb	22,0Ac	48,3Aa	2,6Bc
2MA 10 50	9,0Aa	14,0Bc	23,7Bb	16,7Bb	40,3Cb	8,0Cb	5,98Bb	13,9Bb	21,3Ba	23,0Ac	48,9Aa	6,1Ab
2MA 10 30	6,7Bb	13,2Cc	12,0Dc	9,00Dc	21,0Dd	4,1Cc	3,52Cc	7,6Cd	9,0Cb	19,2Bd	48,6Aa	2,7Bc
Valor F	7,355**	5,792**	11,879**	6,812**	13,073**	10,105**	7,810**	14,540**	6,404**	4,057**	0,729 ^{ns}	8,187**
CV (%)	12	17	26	36	25	27	28,11	21	37	10	9	29

Continuação tabela 8.

Tratamentos	DIAM (mm)	ALT (cm)	MFR	MFPA	MFT g	MSR	MSPA	MST	VR (cm ³)	CR (cm)	ICF	IQD
Valor de F	4,186**	4,630**	6,366**	4,369**	6,402**	9,463**	5,246**	11,12**	3,762**	4,851**	2,478**	9,185**
CV (%)	18	22	34	40	32	32	35	29	45	12	19	33
3MA 10 50	6,0Ab	11,3Ac	14,0Ac	9,0Ac	23,0Ad	4,0Ac	3,5Ac	7,5Ad	11,7Ab	27,51Aa	44,6Aa	2,8Ac
3MA 10 30	6,6Ab	12,1Ac	13,3Ac	12,1Ac	25,5Ad	4,3Ac	4,2Ac	8,5Ad	15,7Ab	28,80Aa	53,2Aa	2,9Ac
Valor F	0,274 ^{ns}	0,179 ^{ns}	0,048 ^{ns}	2,532 ^{ns}	0,410 ^{ns}	0,049 ^{ns}	0,871 ^{ns}	0,370 ^{ns}	0,940 ^{ns}	0,343 ^{ns}	3,968 ^{ns}	0,016 ^{ns}
CV(%)	30	29	38	32	28	39	34	33	52	6,7	15	38
2MN 00 100	8,8Aa	19,0Ab	26,3Aa	23,7Aa	50,0Aa	10,8Aa	8,8Aa	19,7Aa	22,8Aa	22,3Ac	49,5Aa	6,6Aa
2MN 00 30	6,7Bb	13,0Cc	10,7Bc	10,3Bc	21,0Bd	6,4Bc	3,8Bc	10,2Bc	10,7Bb	19,8Ad	56,5Aa	4,0Bc
2MN 05 30	6,8Bb	12,7Cc	11,7Bc	18,5Ab	30,1Bc	4,4Bc	3,3Bc	7,7Bd	13,3Bb	23,2Ac	40,3Bb	3,0Bc
2MN 10 50	8,4Aa	15,7Bc	24,0Ab	18,3Bb	42,3Ab	9,2Ab	7,0Aa	16,2Aa	21,8Aa	23,3Ac	42,3Ba	6,2Aa
2MN 10 30	6,5Bb	11,9Cc	15,7Bc	10,7Bc	26,3Bd	5,2Bc	3,8Bc	9,0Bd	9,7Bb	22,5Ac	49,9Aa	3,5Bc
Valor F	9,659**	7,736**	16,248**	8,825**	12,314**	10,484**	9,335**	13,451**	11,332**	2,399 ^{ns}	3,789**	10,243**
CV(%)	11	17	24	28	24	28	36	27	29	10	17	26
3MN 00 100	7,6Ab	17,7Ab	20,5Ab	19,7Ab	40,1Ab	4,3Ac	6,6Aa	11,0Ac	22,1Aa	25,0Ab	50,31Aa	1,8Ac
3MN 00 50	6,7Ab	17,7Ab	16,5Ac	16,9Ab	33,3Ac	4,3Ac	5,8Ab	10,0Ac	14,3Ab	27,2Aa	47,63Aa	1,7Ac
3MN 10 100	6,4Ab	15,0Ac	10,1Ac	12,0Ac	22,1Ad	3,4Ac	4,2Ac	7,6Ad	12,5Ab	28,6Aa	43,50Aa	1,6Ac
Valor F	1,804 ^{ns}	0,796 ^{ns}	3,117 ^{ns}	1,266 ^{ns}	2,88 ^{ns}	0,821 ^{ns}	1,332 ^{ns}	1,224 ^{ns}	1,628 ^{ns}	0,979 ^{ns}	0,839 ^{ns}	0,532 ^{ns}
CV(%)	17	25	46	52	41	36,3	46	40	60	16	36	17

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna por variável não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna por tempo de compostagem e tipo de macrófita utilizado não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. A leitura dos tratamentos segue Tempo de compostagem-TCP, tipo de macrófita, porcentagem de carapaça de mexilhão adicionada e substrato (proporção composto:solo), exemplo: 1MA 10 100=00 dias de compostagem, da macrófita coletada há 180 dias, com 10% de mexilhão e 100% do composto no substrato, ou 2MA 0 100 = 30 dias de compostagem, da macrófita coletada há 180 dias, sem mexilhão e 100% do composto no substrato.

Neste caso, os incrementos em cálcio não se mostraram dependentes da adição das carapaças do mexilhão, que podem ainda não ter seus efeitos explicitados sobre a disponibilização de cálcio, pois o tempo transcorrido pode não ter sido suficiente para liberação deste elemento da carapaça.

O crescimento inicial das mudas *G. americana* L. (Tabela 8) mostra que dos 12 itens avaliados nos tratamentos 2 MA 00 100, 2 MA 2,5 100, 2 MA 5 100, 1 MN 0 100 e 2 MN 0 100 as mudas apresentaram melhor desempenho em pelo menos 6 dos itens avaliados. Sendo 4 destes tratamentos (1 MA 00 100, 2 MA 00 100, 2 MA 2,5 100, 2 MN 00 100) destacados como de melhor fertilidade do substrato, e coincide com o uso de 100 % do composto.

Além das observações feitas, outras poderiam ser consideradas, porém de difícil medida (Figura 5), como a que segue apresentada na Figura 5, onde é visível o amarelecimento das folhas do *G. americana* L., no substrato comercial, em relação às mudas em substrato com 100% de composto.

Figura 4- Diferença de coloração foliar, entre mudas de *G. americana* L., (A) em 100% de composto de macrófita e (B) 100% substrato comercial.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

5 DISCUSSÃO

O processo germinativo depende de vários fatores, como qualidade das sementes, temperatura, estrutura, aeração, capacidade de retenção de água do substrato, entre outros (URBEN FILHO; SOUZA, 1993; POPINIGIS, 1985).

A qualidade das sementes também interfere no processo de germinação, embora recém coletadas, foram averiguadas pelo teste com tetrazólio, e apresentaram 100% de viabilidade, indicando que as sementes estavam em condições de germinar. Resultado semelhante, com 96% de sementes viáveis, foi relatado por (CRUZ *et al.*, 1998) para sementes de *G. americana L.* recém coletadas.

A qualidade das sementes, positivamente avaliadas no teste de tetrazólio, se comprova com os elevados percentuais de emergência observados (87,8 %). Este resultado, o melhor, coincide com os resultados verificados por (ANDRADE *et al.*, 2000b), que para temperaturas entre 25 e 35 °C variou de 88,8 a 87,5 % em diferentes substratos (papel, solo e vermiculita).

Em relação ao substrato, a PE foi superior nos substratos preparados, em relação ao comercial. Este resultado permite indicar o uso dos substratos preparados para germinação de *G americana L.*

A produção de mudas em viveiros pode encontrar nestes substratos uma alternativa de baixo custo, uma vez que foram preparados a partir de macrófitas aquáticas, carapaça de mexilhão-dourado e solo arenoso. O emprego de macrófitas já foi citado por (GUIMARÃES 2000a) na condição de fertilizante, este relata a necessidade de compostagem e a redução da biomassa vegetal pela metade, quando o produto está bioestabilizado, podendo ser empregado na agricultura, sem risco ambiental.

Esta observação indica a possibilidade de uso tanto das MAC quanto da CMD, no preparo do substrato, particularmente das macrófitas aquáticas, que ao serem removidas dos corpos d'água precisam ficar armazenadas, o que demanda extensas áreas para depósito.

As carapaças do mexilhão dourado vêm sendo testadas, com sucesso, como corretivo de solo (MALTONI *et al.*, 2020c) e neste trabalho estes resíduos foram compostados juntos, como a macrófita já estava depositada à superfície há 180 (MA) e 90 (MN) dias, antes da coleta para preparo dos compostos, os tempos de compostagem após incorporação da CMD variaram de zero a 90 dias e (GUIMARÃES 2000b) cita um período de 60 a 120 dias como necessário à compostagem da macrófita em sistema aberto, para ao final apresentar uma coloração marrom escura, típica de terra vegetal (MORAES; RODRIGUES, 2002).

Os compostos preparados foram testados como substrato para o crescimento inicial de mudas de *G. americana L.*, misturados a um solo arenoso e apresentaram resultados satisfatórios para fertilidade, onde as combinações do composto ao solo promoveram incrementos em N, P, MO, K, Ca, Mg, CTC e pH.

A avaliação de porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência precisa ser realizada para outras espécies, porém indica uma possível solução para redução dos depósitos de macrófitas aquáticas, que ocorrem em grande quantidade. A utilização das CMD também mostra resultados positivos, porém a ocorrência destas em depósitos ainda é reduzida, pois grande parte do descarte é feito nos corpos d'água, o que poderá gerar outros problemas no futuro.

A correção do solo, com elevação do pH, redução da acidez potencial e do alumínio trocável, além dos incrementos em cálcio, também foram relatados por (MALTONI *et al.*, 2020d), quando da adição de carapaça de mexilhão-dourado ao solo e (GUIMARÃES, 2000c) cita o uso das macrófitas como fertilizante, assim, a combinação dos dois promoveu melhores condições de fertilidade ao substrato.

Para o crescimento inicial de *G. americana L.* os tratamentos com 100 % de composto foram os que produziram melhor resultado aos 120 dias, com altura variando de 18,0 a 23,7 cm, comprimento de raiz de 22,3 a 23,4 cm e IQD de 3,1 a 6,9. Altura superior a 5,4 cm foi observada por (CARNEVALI *et al.*, 2020) aos 150 dias em experimento com aplicação de 2 t ha⁻¹ de calcário e 45 t ha⁻¹ de esterco bovino, indicam sucesso no uso dos compostos produzidos a partir de macrófitas e carapaça de mexilhão-dourado.

Além dos resultados positivos para germinação e crescimento inicial de mudas, para utilização do composto como substrato é necessário que este atenda às exigências da Instrução normativa SDA nº 27, 05 de junho de 2006, alterada pela SDA nº 7 de 12 de abril de 2016 republicada em 02 de maio de 2016 (MAPA, 2016) que trata dos limites máximos de contaminantes admitidos em substrato para plantas – Anexo IV (Arsênio = 20; Cádmio = 8,0; Chumbo = 300,0; Cromo = 500; Mercúrio = 2,5; Níquel = 175,0; Selênio = 80,0 mg kg⁻¹, ausência de salmonela em 10g de matéria seca, coliformes termotolerantes = 1000 NMP g⁻¹ e ovos viáveis de helmintos = 1 em 4g sólidos totais) e para corretivos da acidez, caso das carapaças de mexilhão (Cádmio = 20,0 e Chumbo = 1000,00 mg kg⁻¹).

As análises realizadas nos materiais individualmente (Tabela 2) permitiram considerar o uso dos mesmos na composição de composto para atuar como substrato para plantas. GOMES *et al.*, (1987), demonstraram que é possível transformar o aguapé em composto orgânico

aceitável para uso perante a legislação por meio do processo de fermentação ao ar livre. Estudos sobre a utilização de biomassa de macrófitas aquáticas, do reservatório de Santana em Pirai indicam a necessidade de adição de fósforo, cálcio e magnésio ao solo.

Contribuição de grande importância para solos de baixa fertilidade as macrófitas atendem a legislação do MAPA (YAMAGUCHI, 2014), portanto podem ser recomendadas para uso agrícola após compostagem.

6 CONCLUSÕES

O conjunto das observações permite afirmar que, os menores tempos de compostagem produziram os maiores percentuais de emergência das sementes de *G. americana L.*

A utilização de MA ou MN no processo de compostagem não interferiu no resultado da germinação, e a incorporação de carapaças de mexilhão-dourado ao composto e aos substratos com 70 e 100 % de composto produziram as maiores porcentagens de emergência para o *G. americana L.*

Os substratos de melhor fertilidade são aqueles que contém a maior porcentagem de composto (100 e 70 %) e nem sempre presença de CMD.

O crescimento inicial das mudas de *G. americana L.* foi favorecido pelos maiores tempos de compostagem e substratos contendo MA.

Estas observações permitem propor o uso das macrófitas após compostagem, associadas ou não à presença das carapaças de mexilhão-dourado, bem como a possibilidade de usar o composto sem misturar ao solo, tanto para germinação, quanto para o crescimento inicial do *G. americana L.*

O uso destes materiais precisa ser destacado como a produção de um bem ao meio ambiente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2505-2516, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600027>.

ANDRADE, Antônio Carlos Silva de et al. **germinação de sementes de *G. americana*: Temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, p.609-615, 2000a.

ANDRADE, Antônio Carlos Silva de et al. **germinação de sementes de *G. americana*: Temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, p.609-615, 2000b.

BARBOSA, L. M., SHIRASUNA, R. T., LIMA, F. C., ORTIZ, P. R. T., BARBOSA, K. C., BARBOSA, T. C. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. São Paulo: **Instituto de Botânica**, 2017. 344p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 37, de 5 de setembro de 2016. Brasília, DF: **Mapa**, 2016. Diário Oficial da União, n. 172, de 06 de setembro de 2016. p. 1-5

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARNEVALI, N. H.S.; PAES, V. L.A; RAMOS, D. D.; BOTELHO, L. S.S.; CARNEVALI, T. O. Desenvolvimento inicial de mudas de *G. americana* submetidas ao uso de esterco bovino e calagem. In: **XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 2020, Sergipe. Anais do XI Congresso de Agroecologia, ISSN 2236-7934, v.15 n°2, 2020.

CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 627-633, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Colombo. 1994. 640 p.

COSTA, M.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de genipapo (*Genipa americana* L), **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.19-24, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - "**Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte**." Data da legislação: 21/03/2002 - Publicação DOU nº 144, de 29/07/2002, pág <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao/resolucao/231-2002.html> s.77-78. Nº308/2002.

CRUZ, M.I.M.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G.; CARVALHO, J.E.U. de.; CARVALHO, C.J.R. de.; VIEIRA, I.M. Viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) submetida a três condições de armazenamento em diferentes períodos. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, 49., 1998, Salvador. Resumos. Salvador: Universidade Federal da Bahia! Instituto de Biologia, 1998. p.188-189.

DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

DUARTE, Rose Mary Reis; CASAGRANDE, José Carlos (org.). **MANUAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: Matas Ciliares do Interior Paulista: A interação solo, vegetação na recuperação de áreas degradadas**. 3. ed. Guaratinguetá: **Instituto de Botânica de São Paulo**, 2006. 129 p. (Pag 52).

DUNKER, G. 1857. Mytilacea nova collections Cumingianæ. Proceedings of the Zoological Society of London 24: 358–366. <http://biodiversitylibrary.org/page/12860918>

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.: il. color.; 16 cm x 23 cm. 5. ed. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em 16/06/2019.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: 6 maio 2020.

GOMES, J. A; KAWAI, H. & JAHNEL, M.C. 1987. Estudo piloto sobre obtenção de composto orgânico a partir do aguapé. *Ambiente*, 1(1): 12-17.

GUIMARÃES, L.T. 2000^a. Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição na bacia do de resíduos Paquequer, município de Teresópolis – RJ, **Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COOPE)**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 172p.

GUIMARÃES, L.T. 2000^b. Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição na bacia do de resíduos Paquequer, município de Teresópolis – RJ, **Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COOPE)**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 172p.

GUIMARÃES, L.T. 2000^c. Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição na bacia do de resíduos Paquequer, município de Teresópolis – RJ, **Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COOPE)**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 172p.

HANCOCK, G. R., DUQUE, J. F. M., & WILLGOOSE, G. R. (2020). Mining rehabilitation – Using geomorphology to engineer ecologically sustainable landscapes for highly disturbed lands. **Ecological Engineering**, 155, 105836. doi:10.1016/j.ecoleng.2020.105836.

HUSSNER, A., STIERS, I., VERHOFSTAD, M. J. J. M., BAKKER, E. S., GRUTTERS, B. M. C., HAURY, J., VAN VALKENBURG, J. L. C. H., BRUNDU, G., NEWMAN, J. CLAYTON, J. S., ANDERSON, L. W. J. & HOFSTRA, (2017). Management and control methods of invasive alien freshwater aquatic plants: a review. *Aquatic Botany* 136, 112– 137.

LABOURIAU, L. G., VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 1976; 48(2): 263-284.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992 352 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, 176-177p, 1962.

MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P.; DARRIGAN, G; HEYDRICH, I. CALLIL, C. T; CARDOSO, F. R Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v.20, n.1, p.75-84,2003.

MALTONI, K., L.; OLIVEIRA, N. F.; BONI, T. S. FARIA, G. A.; CASSIOLATO, A. M. R. Uso da carapaça do mexilhão-dourado como substituto do calcário, na correção do solo e no fornecimento de cálcio. **Research, Society And Development**, Vargem Grande Paulista SP, v. 9, n. 11. p. 2020a. Mensal. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 19 fev. 2022.

MALTONI, K., L.; OLIVEIRA, N. F.; BONI, T. S. FARIA, G. A.; CASSIOLATO, A. M. R. Uso da carapaça do mexilhão-dourado como substituto do calcário, na correção do solo e no fornecimento de cálcio. **Research, Society And Development**, Vargem Grande Paulista SP, v. 9, n. 11. p. 2020b. Mensal. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 19 fev. 2022.

MALTONI, K., L.; OLIVEIRA, N. F.; BONI, T. S. FARIA, G. A.; CASSIOLATO, A. M. R. Uso da carapaça do mexilhão-dourado como substituto do calcário, na correção do solo e no fornecimento de cálcio. **Research, Society And Development**, Vargem Grande Paulista SP, v. 9, n. 11. p. 2020c. Mensal. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 19 fev. 2022.

MALTONI, K., L.; OLIVEIRA, N. F.; BONI, T. S. FARIA, G. A.; CASSIOLATO, A. M. R. Uso da carapaça do mexilhão-dourado como substituto do calcário, na correção do solo e no fornecimento de cálcio. **Research, Society And Development**, Vargem Grande Paulista SP, v. 9, n. 11. p. 2020d. Mensal. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 19 fev. 2022.

MARCONDES, D. A.; MUSTAFÁ, A. L.; TANAKA, R. H. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupiá. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 299-317.

MARTINS, D.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; MARCHI, S. R.; VELINI, E. D. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no reservatório de Salto Grande (Americana-SP). **Planta Daninha**, Campinas, v. 21 ed. esp., p. 21-25, 2003.

MILGROM, T. 2008. Environmental aspects of rehabilitating abandoned quarries: Israel as a case study. **Landscape and Urban Planning** v. 87, p. 172–179. 2008.

MODESTO, P. T. et al. alterações em algumas propriedades de um Latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1489-1498, 2009.

MORAES, A. J.; RODRIGUES, J. B. Remoção de fósforo com uso de macrófitas em lagoa facultativa de frigorífico. Medianeira, 2002. 52 f. **Monografia** (Graduação em Tecnologia Ambiental) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

MORMUL, R. P. Espécies exóticas e invasoras no Brasil: a grande preocupação com macrófitas aquáticas. 2010. 4 f. Texto (Terceiro) - Curso de Ciências ISBN 978-85-8084-603-4 Anais Eletrônico VIII EPCC – **Encontro Internacional de Produção Científica** Cesumar UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar Editora CESUMAR Maringá – Paraná – Brasil Biologicas, Departamento de Laboratório de Macrófitas Aquáticas e Limnologia, Uem, Maringá, 2010. Cap. 1

MUNFORD, K. E., WATMOUGH, S. A., RIVEST, M., POULAIN, A., BASILIKO, N., MYKYTCZUK, N. C. S. Edaphic factors influencing vegetation colonization and encroachment on arsenical gold mine tailings near Sudbury, Ontario. **Environmental Pollution**, v. 264, p. 114680., 2020. doi:10.1016/j.envpol.2020.114680. Disponível em www.elsevier.com/locate/envpol.

PATTON, V. D.; STARNES, W. E. Aquatic weeds and water pollution. **Hyacinth Control Journal**, Florida, v. 8, n. 2, p. 48-49, 1970.

POMPÊO, M. L.; SILVA, S. C.; MOSCHINI-CARLOS, V. A deterioração da qualidade das águas continentais brasileiras: o processo de eutrofização. **Saneas**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 24-28, 2005.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2ª ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas, *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 406-424, 2008. POMPEO, M.; CARDOSO-SILVA, S.; MOSCHINI-CARLOS, V. Rede independente de monitoramento da qualidade da água de reservatórios eutrofizados: uma proposta. In: POMPEO, M.; MOSCHINI-CARLOS, V.; NISHIMURA, P. H.; CARDOSO-SILVA, S.; LÓPEZ-DOVAL, J. C. (Orgs.). **Ecologia de reservatórios e interfaces**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB/USP), 2015.

RAJAKARUNA, N.; BOYD, R. S. **Edaphic Factor**. Encyclopedia of Ecology, 2nd Ed. Elsevier, 2019, p. 361–367. doi:10.1016/b978-0-12-409548-9.11159-5. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489111595>.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico, 2001, 284p.

RODRIGUES, G B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** v. 11, n. 1, p. 73-80, 2007a <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000100010>.

RODRIGUES, G B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** v. 11, n. 1, p. 73-80, 2007b <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000100010>.

RUBIO, J. et al. Plantas Aquáticas: sorventes naturais. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 205, p. 68-71, 2004.

SILVA, C. A.; ANDREOLI, C. V. Compostagem como alternativa a disposição final dos resíduos sólidos gerados na CEASA Curitiba/PR. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 027-040, abr./jun. 2010.

SILVA, J. V H; BORGES, A. P; MORAIS, P. B; PICANÇO, A. P. Compostagem das macrófitas aquáticas: *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes* retiradas do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, Tocantins. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 074-086, abr./jun. 2011.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (complete sample)**. **Biometrika**, Great Britain, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.

SCHOLLES, D.; LISBOA, B. B.; SÃO JOSÉ, J. F. B.; VARGAS, L. K. Atividade microbiana e permanência de resíduos vegetais em função de sua composição e disposição no solo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 27, n. 1, p. 3-13, 26 jan. 2021.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 573p.

TROPSTRATO HT HORTALIÇAS- Vida verde tecnologia em substratos- Disponível em: <<https://vidaverde.agr.br/produtos/tropstrato-ht-hortalicas>> acesso em: 17/02/2021.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: LAIME, E. M. O.; ALVES, E. U.; VEREECKEN, V.; BAETENS, J.; VIAENE, P.; MOSTAERT, F.; MEIRE, P. **Ecological management of aquatic plants: effects in lowland streams**. **Hydrobiologia**, New York, v. 570, n. 1, p. 205-210, 2006.

VEREECKEN, V.; BAETENS, J.; VIAENE, P.; MOSTAERT, F.; MEIRE, P. **Ecological management of aquatic plants: effects in lowland streams**. **Hydrobiologia**, New York, v. 570, n. 1, p. 205-210, 2006.

ZENZEN, I. L. et al. Área foliar e volume do sistema radicular em plantas de soja inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium* e submetidas ao alagamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1092-1094, jul. 2007.

YAMAGUCHI, F. K. Alfredo, Efeito da incorporação de macrófitas aquáticas sobre características químicas de solo degradado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, campus de Jaboticabal, 2014. **Dissertação tese de mestrado**, Jaboticabal, 2014.

WALKER, L. R.; SHIELS, A. B. Spatial patterns for Landslide Ecology. In: WALKER, L. R.; SHIELS, A. B. **Landslide ecology**. New York: Cambridge University Press, 2013a, p. 17 – 45

WALKER, L. R.; SHIELS, A. B. Spatial patterns for Landslide Ecology. In: WALKER, L. R.; SHIELS, A. B. **Landslide ecology**. New York: Cambridge University Press, 2013b, p. 17 – 45