
ECOLOGIA

Caio Mantovani Vercese

Potencial do uso de *Cnicus benedictus*, *Synedrella nodiflora* e *Sidastrum paniculatum*
como adubo verde em sistemas agroflorestais



Rio Claro

2021

CAIO MANTOVANI VERCESE

**POTENCIAL DO USO DE *CNICUS BENEDICTUS*, *SYNEDRELLA
NODIFLORA* E *SIDASTRUM PANICULATUM* COMO ADUBO
VERDE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de
Biotecnologias – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de
Ecólogo.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Habermann

Coorientador: Maisa Frighetto Resende Siqueira

Rio Claro – SP

2021

V481p	<p>Vercese, Caio Mantovani</p> <p>Potencial do uso de <i>Cnicus benedictus</i>, <i>Synedrella nodiflora</i> e <i>Sidastrum paniculatum</i> como adubo verde em sistemas agroflorestais / Caio Mantovani Vercese. -- Rio Claro, 2021</p> <p>37 p.: tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro</p> <p>Orientador: Gustavo Habermann</p> <p>Coorientadora: Maisa Frighetto Resende Siqueira</p> <p>1. plantas daninhas, adubação verde, sistemas agroflorestais, agricultura sintrópica, alelopatia. I. Título.</p>
-------	--

CAIO MANTOVANI VERCESE

POTENCIAL DO USO DE *CNICUS BENEDICTUS*, *SYNEDRELLA NODIFLORA* E *SIDASTRUM PANICULATUM* COMO ADUBO VERDE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

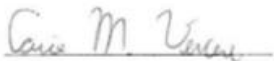
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Ecólogo.

BANCA EXAMINADORA:

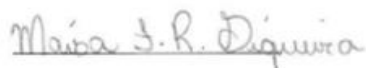
Prof. Dr. Gustavo Habermann (orientador)
Maise Frighetto Resende Siqueira (coorientadora)
Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro
Dr. Marina Alves Gavassi

Aprovado em: 3 de fevereiro de 2022


Orientador



Aluno



Coorientadora

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família por ter me proporcionado todos os aprendizados que vivenciei nessa jornada, aos que passaram pelo meu caminho nesta caminhada.

Esse trabalho não seria possível sem o aprendizado na fazenda Sitião Agroflorestal em Terra Roxa, e todos que tive o prazer de conhecer naquela terra.

Queria agradecer a fazenda Painal e a todos que me ajudaram a fazer esse projeto e me proporcionado muito conhecimento sobre a “terra”.

Esse trabalho não seria possível sem a ajuda da Marina, que me ajudou muito na parte escrita e todo o processo do TCC.

Obrigado aos que conseguiram me aguentar nesse momento de stress, especialmente a Camila e minha família.

Minha profunda gratidão.

RESUMO

A agricultura convencional, com o uso intensivo do solo, acaba ocasionando a degradação do meio ambiente. Faz-se então necessária a utilização de cultivos que têm potencial para a conservação do solo, restauração florestal e produção de alimentos, enquanto conserva e reabilita os ecossistemas, tais quais os sistemas agroflorestais. Para a recuperação de áreas degradadas, levando em consideração os princípios da agricultura sintrópica, objetiva-se avaliar se as espécies *Cnicus benedictus* (Cardo Santo), *Synedrella nodiflora* (Barbatana) e *Sidastrum paniculatum* (Malva Roxa), possuem potencial de uso como adubação verde, em comparação com *Megathyrus maximus* (Capim-mombaça), que é usada convencionalmente na implantação ou renovação de sistemas agroflorestais. Foram levados em consideração os seguintes parâmetros: cobertura do solo, índice de rebrote, biomassa, teor de nutrientes nas plantas e no solo. Adicionalmente, foi avaliado o potencial alelopático do extrato foliar de todas as espécies na porcentagem, tempo médio e índice de velocidade de germinação de *Zea mays* (milho), *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco) e *Leucaena leucocephala* (leucena). Entre as espécies testadas, o capim-mombaça apresentou os melhores resultados de cobertura do solo, índice de rebrote, biomassa, teor de nutrientes nas plantas e no solo, além de não ter interferido negativamente na germinação das sementes de feijão-de-porco, leucena e milho. No entanto, entre as espécies propostas, a Barbatana foi a que teve resultados mais satisfatórios e tem potencial para ser usada como adubação verde.

Palavras-chave: sistemas agroflorestais, agricultura sintrópica, adubação verde, capim-mombaça, alelopatia, germinação de sementes, plantas espontâneas.

ABSTRACT

Conventional agriculture, with the intensive use of the soil, ends up causing the degradation of the environment. It is therefore necessary to use crops that have the potential for soil conservation, forest restoration and food production, while conserving and rehabilitating ecosystems, such as agroforestry systems. For the recovery of degraded areas, taking into account the principles of syntropic agriculture, the objective is to evaluate whether the species *Cnicus benedictus* (Cardo Santo), *Synedrella nodiflora* (Barbatana) and *Sidastrum paniculatum* (Malva Roxa), have potential for use as green manure, compared to *Megathyrsus maximus* (Mombaça grass), which is conventionally used in the implementation or renovation of agroforestry systems. The following parameters were taken into account: soil cover, regrowth rate, biomass, nutrient content in plants and soil. Additionally, the allelopathic potential of the leaf extract of all species was evaluated in terms of percentage, mean time and germination speed index of *Zea mays* (corn), *Canavalia ensiformis* (pig bean) and *Leucaena leucocephala* (leucena). Among the tested species, Mombasa grass presented the best results in soil cover, regrowth index, biomass, nutrient content in plants and soil, in addition to not having a negative effect on the germination of jack bean seeds, leucaena and corn. However, among the proposed species, the Fin was the one that had the most satisfactory results and has the potential to be used as a green manure.

Keywords: agroforestry systems, syntropic agriculture, green manure, mombasa grass, allelopathy, seed germination, spontaneous plants.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVO	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Condições experimentais e material vegetal.....	11
3.2 Desenho experimental	12
3.3 Análises.....	14
3.3.1 Teor nutricional do solo	14
3.3.2 Cobertura do solo.....	14
3.3.3. Índice de rebrota	15
3.3.4 Biomassa total.....	15
3.3.5 Teor nutricional das plantas.....	16
3.4 Teste de potencial alelopático de extratos foliares das plantas espontâneas na germinação de milho, feijão-de-porco e leucena	16
3.5 Forma de análise dos resultados	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Teor nutricional do solo.....	18
4.2 Cobertura do solo.....	20
4.3 Índice de rebrota	21
4.4 Biomassa total.....	23
4.5 Teor nutricional das plantas.....	24
4.6 Potencial alelopático de extratos foliares das plantas espontâneas na germinação de milho, feijão-de-porco e leucena	25
4.6.1 Feijão-de-porco.....	25
4.6.2 Leucena.....	27
4.6.3 Milho.....	29
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A revolução verde teve início na metade do século XX, impulsionada pelo grande aumento da população mundial, e alavancou a produção de alimentos (NOVAES; MAZIN; SANTOS, 2016). Esta última foi possível através da modernização, ampliação de monoculturas e criação extensiva de animais, tendo como consequência a alta dependência do uso de fertilizantes e outros agroquímicos (DUTRA & SOUZA, 2017). Com o poder do mercado de alimentos aumentando, a partir do século passado, as monoculturas começaram a ser mais lucrativas para os produtores rurais, que produziam os alimentos que estavam mais cotados no mercado (ARAGONA & ORR, 2011). Para que esse modelo de produção fosse possível houve a intensificação da utilização de fertilizantes e pesticidas sintéticos, padronização, mecanização e especialização de mão de obra para essas práticas agrícolas (LIN *et al.*, 2008). Esse uso intensivo do solo acaba ocasionando a degradação do ambiente, com as seguintes consequências: lixiviação de nutrientes e agroquímicos, contaminação de corpos d'água, alteração da microbiota edáfica, desestruturação do solo, comprometimento de serviços ecossistêmicos como a polinização, dentre outras (SILVA *et al.*, 2011). Para evitar tais problemas, faz-se necessária a utilização de sistemas que têm potencial para a conservação do solo, capacidade de produzir madeira, restauração florestal, e produção de alimentos, enquanto conserva e reabilita os ecossistemas, tais quais os agroflorestais (KING, 1979; MICCOLIS *et al.*, 2016).

Nesse contexto, a agricultura sintrópica (AS), desenvolvida e difundida pelo suíço Ernst Götsch, baseia-se nos processos que ocorrem nos ecossistemas naturais para implantar e conduzir agroecossistemas, sem o uso de agroquímicos e insumos externos (PASINI, 2017; ANDRADE, PASINI & SCARANO, 2020), surgindo como uma excelente alternativa para enfrentar os problemas ambientais causados pela agricultura convencional. Ressalta-se que o termo sintropia tem o significado de formação de estruturas, aumento da diferenciação e complexidade dos sistemas, concentração das energias nos sistemas biológicos, ao contrário da entropia, que segundo a Lei da Termodinâmica, culmina em desordem e dispersão de energia em sistemas biológicos (DICORPO & VANNINI, 2014).

Os sistemas agroflorestais (SAFs), especialmente os que seguem os princípios da agricultura sintrópica, promovem a produção de alimentos de maneira sustentável, contribuindo para prestação de serviços ambientais, como sequestro de carbono aumento da taxa de percolação de água no solo, conseqüente redução do escoamento superficial e da erosão (FELICIANO *et al.*, 2018), criação de corredores ecológicos, atração de agentes polinizadores (MICCOLIS *et al.*, 2016). A adubação verde é parte fundamental dos SAFs, pois torna o solo mais poroso, úmido e fértil, aumentando a concentração de macro e micronutrientes que são favoráveis ao desenvolvimento das plantas (CORRÊA-NETO *et al.*, 2016). As espécies que geralmente são usadas na adubação verde possuem ciclo de vida curto sendo chamadas de “placenta”, e possuem a função de proteger e nutrir o embrião, neste caso, as árvores de ciclo mais longo na escala da sucessão natural (PASINI, 2017). Em solos degradados pelos sistemas agrícolas convencionais de produção, as plantas com a função de placenta são as primeiras a cobrir o solo e gerar biomassa, nutrindo árvores de ciclo mais longo (secundárias e/ou climáticas) seja de início de sistemas de colonização, acumulação ou abundância (REBELLO & SAKAMOTO, 2021). Entretanto, esses três sistemas estão inseridos em contextos diferentes da escala sucessional, desde a colonização de formas microscópicas de vida em um solo coberto por lava de uma erupção recente de um vulcão, até a abundância de uma floresta Amazônica com complexas relações entre os seres e com capacidade de abrigar e alimentar animais de grande porte (PASINI, 2017).

O capim-mombaça (*Megathyrsus maximus*), é frequentemente indicado como adubação verde nos sistemas agroflorestais e agrosilvipastoris (MEDINILLA-SALINAS *et al.*, 2013), sendo que ao ser manejado de 3 a 5 vezes por ano, proporciona ao solo de 6 a 10kg de biomassa seca por metro quadrado por ano (CORRÊA-NETO *et al.*, 2016). Portanto, os processos decorrentes do uso da adubação verde podem ser utilizados para a produção de grandes culturas produzidas no Brasil, reduzindo custos como a utilização de insumos externos e trabalhos como a capina (CORRÊA-NETO *et al.*, 2016). Na agricultura convencional e orgânica, as gramíneas, como o capim-mombaça, são consideradas por vezes como plantas daninhas, pois podem propiciar a matocompetição com as culturas de interesse e por algumas espécies também possuírem efeitos alelopáticos (SILVA *et al.*, 2018). Porém, com o manejo adequado, essas plantas conseguem prosperar no mesmo espaço, não interferindo na produtividade da cultura e participando da sucessão ecológica (GOTSCH, 1995). É importante ressaltar que a indicação da espécie para adubação verde é dependente

das condições locais, no caso do capim-mombaça, por exemplo, existe a exigência de boa fertilidade do solo (CORRÊA-NETO *et al.*, 2016).

Levando em consideração as estratégias e técnicas utilizadas na agricultura sintrópica citados por Rebello & Sakamoto (2021), a densidade de plantas no agroecossistema é fundamental para a produção de biomassa, favorecida pela eficiente taxa fotossintética por metro quadrado, deixando o solo coberto, alimentando a vida no mesmo. Consegue-se diversidade e atingir uma eficiente taxa fotossintética por metro quadrado, e consequente acúmulo de matéria orgânica e saúde do solo, utilizando-se das estratégias observadas nos ecossistemas naturais, como a estratificação de plantas, que tem relação com os andares da floresta, e a porcentagem de luz que a planta necessita em sua vida adulta, Ernst Gotsch divide as florestas tropicais em 11 andares/estratos. Outra estratégia utilizada é a sucessão natural, que se dá através do plantio de plantas com diferentes ciclos de vida e de acordo com o estágio sucessional em que o sistema se encontra, podendo ser um sistema de colonização, acumulação e abundância. Dentro de cada tipo de estágio sucessional encontram-se as plantas de diferentes estratos e diferentes ciclos de vida, sendo considerados, principalmente, os estratos: emergente (80% de luz), alto (60% de luz), médio (40% de luz) e baixo (20% de luz), e os ciclos de vida: “placenta (até dois anos)”, árvores pioneiras, secundárias e climácicas. Utilizamos algumas técnicas para acelerar essas estratégias, que em um ambiente natural levaria muito tempo para acontecer, sendo a poda das plantas uma delas, que tem por objetivo produzir biomassa, aumentando a matéria orgânica do solo, a ciclagem de nutrientes, e vida no solo, e também o de trazer a informação para plantas de rejuvenescimento do sistema estimulando o crescimento das mesmas. As plantas espontâneas (ou “daninhas”) são de suma importância para a dinâmica de sucessão natural citadas anteriormente, pois conseguem manter o solo coberto e com o manejo da poda, fornecem biomassa e nutrientes importantes para o solo, de acordo com o estágio sucessional do sistema. Com isso, elas podem ser usadas como adubos verdes em sistemas agroflorestais, com a função de “placenta” na implantação ou renovação de plantios de SAFs.

As espécies cardo-santo (*Cnicus benedictus*), barbatana (*Synedrella nodiflora*) e malva-roxa (*Sidastrum paniculatum*) foram selecionadas com o potencial de uso como adubação verde devido à taxa de crescimento rápido, moderada tolerância à seca, ciclo de vida anual e frequência na região de implantação do SAF experimental. Essas plantas também são conhecidas popularmente por germinar e crescer em condições desfavoráveis, e interferir

nas culturas agrícolas convencionais com a competição por recursos que auxiliam no crescimento, como água, luz, nutrientes e alelopatia (PITELLI, 2014). Porém alguns autores, concluíram que essas plantas consideradas daninhas podem não ter o efeito alelopático que é difundido pela agricultura convencional, sendo testadas com extratos vegetais aquosos (LORENSI *et al*, 2017; PINA, 2008; PACHECO *et al*, 2017).

Portanto, baseando-se nos princípios da agricultura sintrópica, será testada a hipótese de que o cardo-santo, a barbatana e a malva-roxa possuem potencial para serem utilizadas como adubos verdes, quando comparadas ao adubo verde convencional, o capim-mombaça.

2. OBJETIVO

Objetivou-se avaliar se as espécies cardo-santo, barbatana e malva-roxa possuem rebrote, biomassa, cobertura do solo e teor nutricional igual ou superior ao adubo verde convencional, com capim-mombaça, bem como a capacidade de incorporação final de nutrientes no solo. O potencial germinativo de milho, feijão-de-porco e leucena foi avaliado em presença do extrato foliar das espécies supracitadas com o objetivo de descartar o efeito alelopático das mesmas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condições experimentais e material vegetal

O experimento foi conduzido em área experimental, na Fazenda Painal (26°16'47" S / 47°44'47" O) em Cravinhos-SP. O clima da região é o Tropical (Aw), segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno seco e verão chuvoso, a altitude da área é de 730m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico. A análise do teor nutricional do solo anterior ao experimento (Tabela 1) foi realizada pela empresa Geofert Coopercitrus. A área experimental era ocupada por pastagem de braquiária (*Brachiaria spp.*) e foi realizado o preparo de solo com grade aradora e grade niveladora.

As sementes (Figura 1) das espécies cardo-santo, barbatana e malva-roxa foram obtidas através de plantas obtidas no entorno da propriedade e foram plantadas sem a utilização de insumos.

Figura 1: Da esquerda para a direita, sementes de Malva Roxa (Ni 2) e de Barbatana (Ni 3).



3.2 Desenho experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, contendo três repetições de cada tratamento. A área total do experimento possuía 120 m², e foi dividida em 12 parcelas de 10 m² (4m x 2,5m)) contendo três blocos com quatro tratamentos (Figura 2). Os tratamentos foram: capim-mombaça (T1 - controle), cardo santo (T2), barbatana (T3), malva roxa (T4). Em cada tratamento foram plantadas 105g de cada espécie, jogadas a lanço em 35 sulcos de 3 cm no solo com espaçamento de 10 cm e dois metros e meio de comprimento (Figuras 3 e 4).

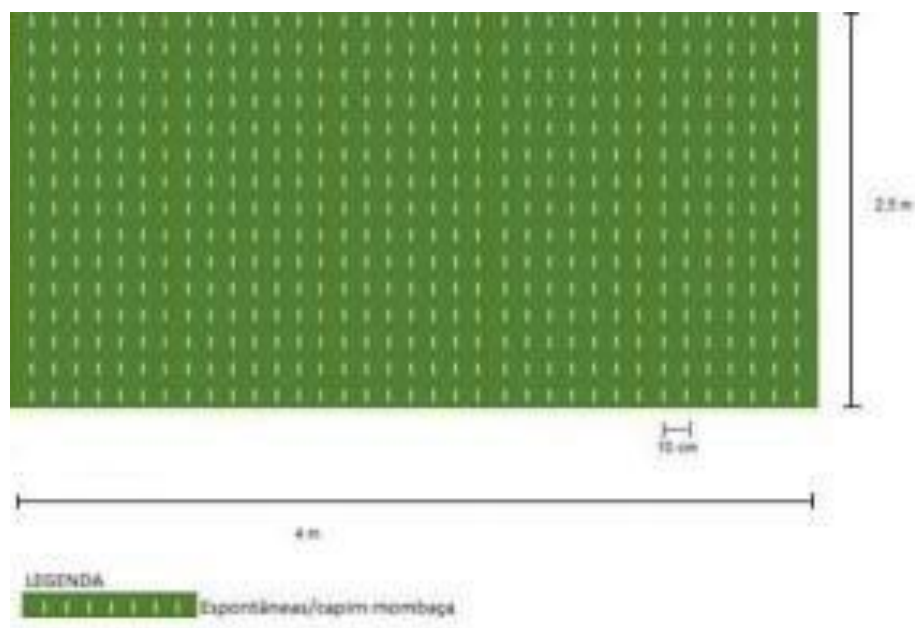
Figura 2: Disposição dos tratamentos nos blocos após sorteio. Capim-mombaça (T1 - controle), cardo santo

(T2), barbatana (T3) e malva-roxa (T4).

T1	T1	T3
T2	T4	T4
T3	T2	T1
T4	T3	T2
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3

Fonte: Autor.

Figura 3: Diagrama representativo de cada tratamento.



Fonte: Autor

Figura 4: Finalização do dia da implantação do experimento.



Fonte: Autor.

3.3 Análises

3.3.1 Teor nutricional do solo

Para a análise de teor nutricional do solo foram coletadas três amostras por repetição, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, do tipo coleta composta (FILIZOLA; GOMES; de SOUZA, 2006). Essas amostras foram colocadas em um balde plástico limpo e muito bem misturadas, de onde foram retiradas três repetições de 500 g. Após a identificação, as amostras de solo foram enviadas ao laboratório para análise.

3.3.2 Cobertura do solo

A análise de cobertura do solo foi realizada baseando-se no método de intersecções (FAVERO *et al.*, 2001), onde foi lançado duas vezes em cada parcela um quadro de canos PVC de 0,7 m² (70cm x 100cm) com linhas entrelaçadas formando 70 pontos de intersecção (Figura 3) que representa 100% da cobertura do solo. Sendo assim, foi contado o número de intersecções que estavam em cima das plantas sobre o número total de pontos do quadro, alcançando a porcentagem de cobertura do solo, conforme fórmula a seguir:

Cobertura de solo (%) = n° de pontos de intersecção sobre as plantas x 100/ n° total de pontos de intersecção do quadro.

Figura 5: Quadro usado para avaliar a cobertura do solo.



Fonte: Autor.

3.3.3. Índice de rebrota

A avaliação da rebrota foi realizada através das medições de altura (com fita métrica), considerando do nível do solo à altura do horizonte visual das folhas (OLIVEIRA *et al.*, 2000), e o diâmetro do caule, sendo determinado no nível do solo, utilizando-se um paquímetro metálico com precisão 0,05 mm (SARAIVA & KONIG, 2013), de três plantas aleatoriamente de cada parcela, das espécies *C. benedictus*, *S. nodiflora*, *S. paniculatum* e *M. maximus* a cada 15 dias após a primeira roçagem. foi considerada como característica da rebrota, a biomassa seca extraída aos 120 dias após o plantio (CECATO *et al.*, 2000).

3.3.4 Biomassa total

O capim-mombaça e as demais espécies foram roçadas a 10 cm do solo, com roçadeira Stihl FS 220 com haste de podador de cerca viva, aos 60 e 120 dias após o plantio. Para obtenção da biomassa seca total foram extraídas uma subamostra de 0,98 m² (0,7m x 1,4 m) de cada parcela, as quais foram armazenadas em sacos de papel e secas em estufa de

circulação forçada a 65 °C até estabilização do peso, para determinação da matéria seca (BARBOSA *et al.*, 2011; CAVALCANTE *et al.*, 2012). A biomassa total da planta foi mensurada com balança de precisão.

3.3.5 Teor nutricional das plantas

Após pesagem da biomassa seca das espécies, as amostras foram encaminhadas para realização de análise de teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) (CAVALCANTE *et al.*, 2012) no Laboratório de Tecidos Vegetais do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP) em Piracicaba, SP.

3.4 Teste de potencial alelopático de extratos foliares das plantas espontâneas na germinação de milho, feijão-de-porco e leucena

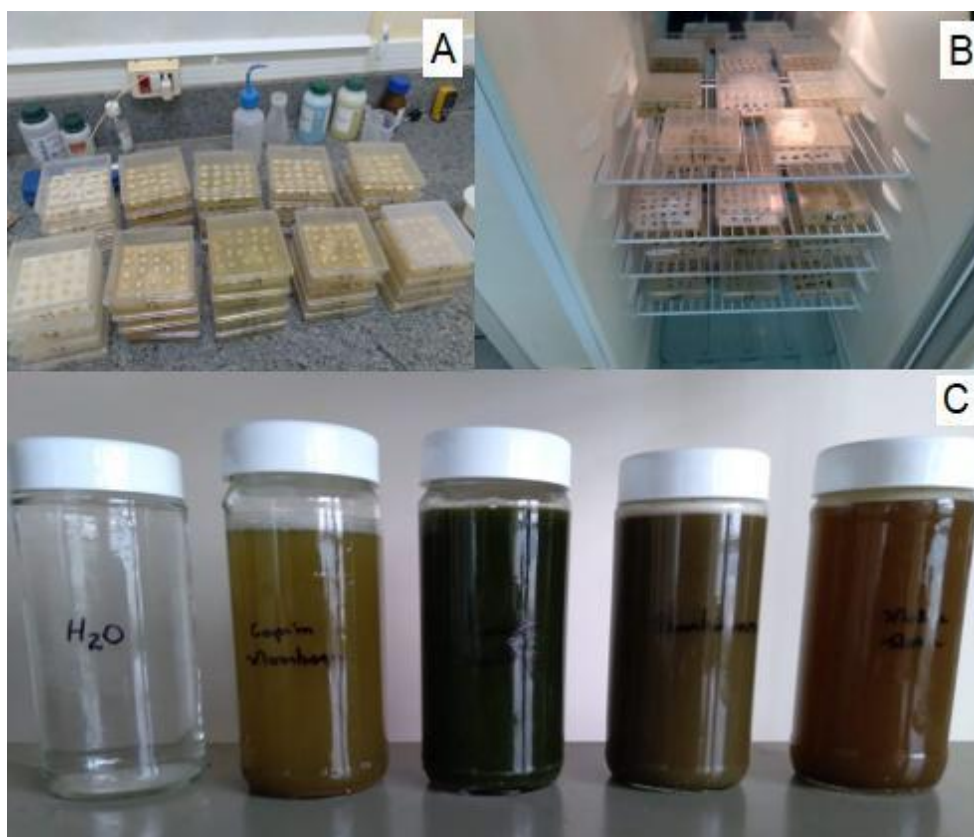
Foram utilizadas 25 sementes em cada caixa plástica transparente (11x11x3 cm) por repetição (4 repetições) (Figura 6A). As sementes foram distribuídas em cinco colunas em cada caixa. Os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação com temperatura de $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12/12 h (Figura 6B). Duas folhas de papel filtro umedecidas com 12 ml de extrato, ou água destilada, foram utilizadas por tratamento. Foram utilizados cinco tratamentos: T1 - controle (água destilada), T2 – extrato foliar de capim-mombaça, T3 – extrato foliar de cardo-santo, T4 – extrato foliar de barbatana, T5 – extrato foliar de malva- roxa. Utilizou-se a proporção de 1: 3 (100 g por 300 ml) de material fresco: água destilada para a produção dos extratos e o pH foi ajustado para 6,5 (Figura 6C). As plantas utilizadas na preparação dos extratos encontravam-se em estágio vegetativo e foram coletadas no em um campo próximo a área do experimento.

Diariamente, durante 7 dias (168 h), foram avaliadas as sementes germinadas. As sementes foram consideradas germinadas quando a radícula aparecia com comprimento maior que 50% do tamanho para evitar a falsa germinação da semente por expansão da embebição do embrião (LABOURIAU, 1983).

Os cálculos do potencial germinativos foram os seguintes: porcentagem de

germinação ($\%G = (nf/ N) \times 100$)), tempo médio de germinação ($TMG = \Sigma (ti.ni) / \Sigma n$), velocidade de germinação ($IVG = \Sigma (ni / ti)$) onde N é o número total de sementes incluídas no teste, nf é o número total de sementes germinadas após 7 dias, ti é o tempo em dias e ni é o número de sementes germinadas no dia avaliado (COOLBEAR *et al*, 1984; LABOURIAU & VALLADARES, 1976; SNEIDEIRIS *et al*, 2015).

Figura 6: Montagem do experimento de germinação em caixas gerbox (A). Caixas dispostas na câmara de germinação (B). Extratos aquosos foliares das plantas do experimento (C).



3.5 Forma de análise dos resultados

Os dados foram submetidos à análise de variância (One-Way ANOVA) e à verificação da normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk). Para os dados que apresentaram distribuição normal, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05\%$) e os que não apresentaram normalidade, testados pelo teste de Kruskal Wallis.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor nutricional do solo

Os resultados sobre o teor de nutrientes no solo (tabela 1), indicam que ao final do experimento (120 DAP) as concentrações de fósforo (P) foram estatisticamente inferiores no tratamento com cardo-santo (CS) e barbatana (BB) em relação a análise feita antes da implantação do projeto (0 DAP). A concentração de magnésio (Mg) foi superior em todos os tratamentos aos 120 DAP em relação aos 0 DAP, sendo que o solo cultivado com BB apresentou a maior concentração de Mg. Quanto ao boro (B) todos os tratamentos apresentaram concentrações superiores aos 0 DAP, com exceção da MV. Em relação ao cobre (Cu) e o manganês (Mn) todos os tratamentos proporcionaram concentrações significativamente superiores desses nutrientes comparados aos 0 DAP. Os nutrientes potássio (K), cálcio (Ca), ferro (Fe) e zinco (Zn) não apresentaram diferença significativa em suas concentrações entre 0 e 120 DAP. De modo geral, nem CS, BB ou malva roxa (MR) proporcionaram incremento nutricional do solo em relação ao capim-mombaça (CM).

Tabela 1: Teor de nutrientes do solo (0-20 cm) antes do plantio das sementes (0 DAP) e 120 dias após o plantio (DAP) de cada espécie. Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).

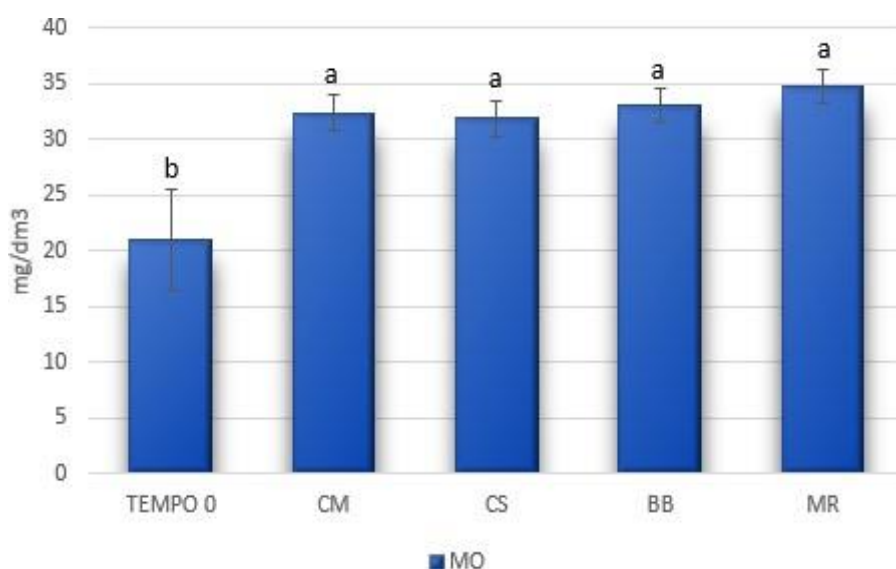
Tratamentos		P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		kg g ⁻¹					mg kg ⁻¹			
0 DAP	--	39,0 ± 2,5 a	1,2 ± 0,7 a	28 ± 9,6 a	9 ± 3,6 b	0,12 ± 0,04 b	1,38 ± 0,8 b	4,09 ± 1,2 a	6,77 ± 3,6 b	0,63 ± 0,17 a
120 DAP	CM	28,1 ± 3,4 ab	1,4 ± 0,3 a	23,8 ± 1,6 a	11,1 ± 1,2 ab	0,29 ± 0,02 a	3,39 ± 0,4 a	5,44 ± 0,3 a	13,23 ± 1,2 a	0,41 ± 0,05 a
	CS	16,3 ± 3,1 c	1,1 ± 0,2 a	19,0 ± 1,8 a	10,3 ± 1,2 ab	0,29 ± 0,01 a	3,38 ± 0,2 a	5,00 ± 0,2 a	13,51 ± 0,8 a	0,45 ± 0,04 a
	BB	17,0 ± 3,1 c	1,2 ± 0,1 a	24,8 ± 3,5 a	16,2 ± 3,0 a	0,29 ± 0,02 a	3,27 ± 0,2 a	4,56 ± 0,4 a	13,64 ± 1 a	0,48 ± 0,04 a
	MR	19,2 ± 1,9 bc	1,1 ± 0,1 a	22,3 ± 2,1 a	11,0 ± 1,2 ab	0,25 ± 0,01 ab	3,36 ± 0,3 a	4,89 ± 0,3 a	13,67 ± 1,6 a	0,39 ± 0,04 a

Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

As plantas espontâneas podem ter um papel fundamental, trazendo da parte mais profunda do solo, por meio da rizosfera, até a superfície, os nutrientes perdidos no manejo convencional do solo, como uma “bomba de nutrientes” (PRIMAVESI, 1984). Mesmo com o mesmo substrato, diferentes espécies podem extrair nutrientes em quantidade e diversidade distintas (Mattos *et al*, 2009). Dessa forma, pode-se observar que todas as plantas testadas como adubo-verde proporcionaram incremento no teor de nutrientes do solo após 120 DAP, com exceção da concentração de P no tratamento com BB.

No gráfico 1 estão apresentados os dados de teor de matéria orgânica no solo aos 120 DAP, onde nota-se que todos os tratamentos com as espécies propostas apresentaram valores superiores de incorporação de matéria orgânica do que antes da implantação do experimento (0 DAP), no entanto, não houve diferença entre os tratamentos.

Gráfico 1: Teor de matéria orgânica (MO) no solo antes do plantio das sementes (0 DAP) e de cada tratamento ao final do experimento (120 DAP). Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).

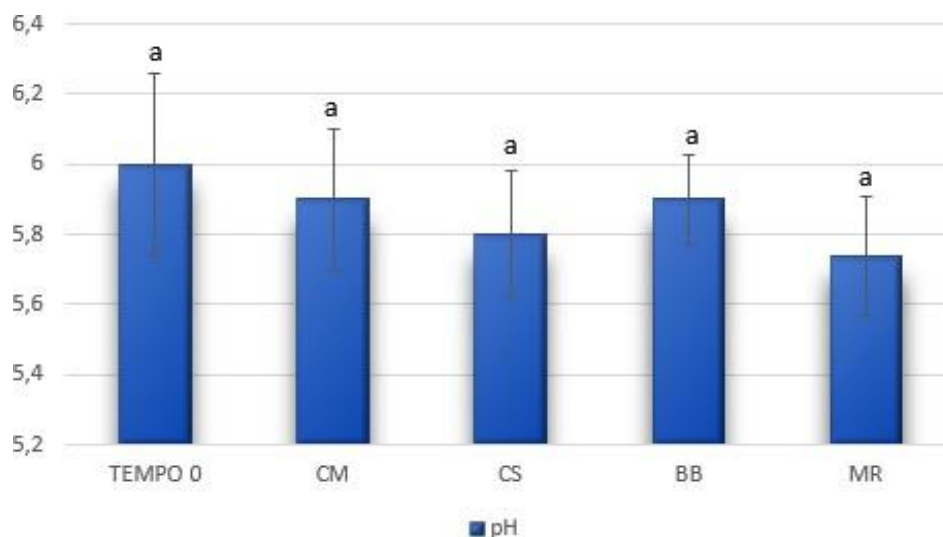


Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

O aumento da matéria orgânica do solo causado pela biomassa vegetal melhora a qualidade do solo, beneficiando a estabilidade da densidade, porosidade, aeração e a capacidade de retenção, percolação e infiltração de água no solo, dentre outros (ZERZGHI *et al*, 2010). Dick *et al* (2009) relatam que a matéria orgânica no solo é composta por 90 % em média de carbono, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio (respectivamente 55, 34, 3 e 5 %) oriundos da decomposição de material vegetal.

O pH do solo foi semelhante em todos os tratamentos, em relação ao tempo 0, variando de 5,7 a 6,0, como mostra o gráfico 2.

Gráfico 2: pH no solo antes do plantio das sementes (tempo 0), e dos tratamentos das espécies. Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).

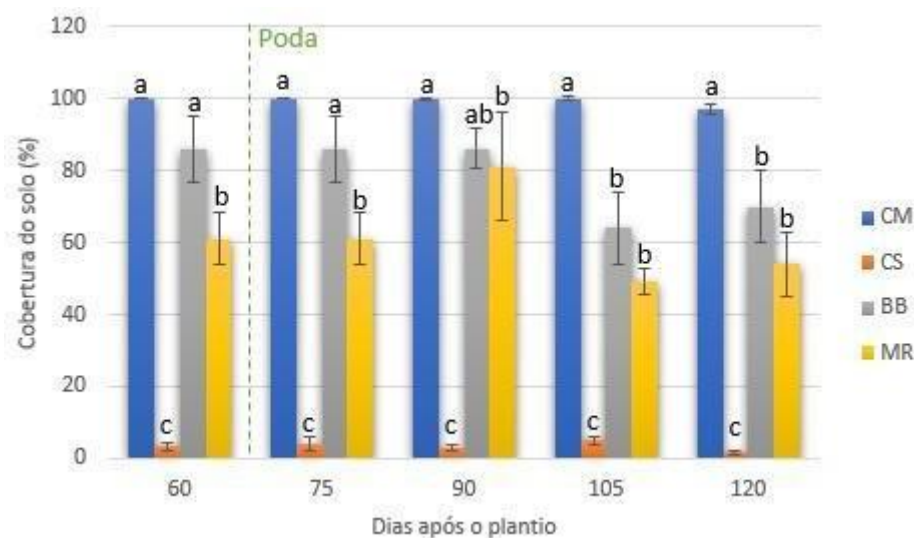


Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

4.2 Cobertura do solo

O CM proporcionou as maiores porcentagens de cobertura do solo durante todo o experimento. A BB obteve os valores mais semelhantes em relação ao CM, se diferenciando estatisticamente apenas a partir dos 105 dias. A MR causou menor cobertura do solo quando comparada ao CM durante todo o experimento, obtendo valores similares à BB a partir dos 90 DAP. O CS apresentou baixa taxa de cobertura do solo, com porcentagens significativamente inferiores que as demais espécies.

Gráfico 3: Porcentagem da cobertura vegetal no solo depois dos 60, 75, 90, 120 dias após o plantio das sementes. Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).



Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

As maiores porcentagens de cobertura do solo foram da MR e BB, que ocorreram aos 90 dias, mesmo sendo após a poda, com valores acima dos 80 %. Após os 105 dias ocorreu uma diminuição da cobertura do solo, causado por um período longo de estiagem e temperaturas altas.

Rebello & Sakamoto (2021) afirmam que é preciso saber a origem climática e geográfica da planta e seus aspectos fisiológicos, para que a planta seja adaptada e não se desequilibre com as condições climáticas da região em que é feito o plantio durante as estações do ano. Com isso é de suma importância que as espécies utilizadas como adubação verde forneçam cobertura do solo.

4.3 Índice de rebrota

O CM apresentou a maior altura em comparação com as demais espécies em todas as coletas de dados (Gráfico 4), sendo que após a primeira poda, nos dias 75 e 120, a BB e a MR obtiveram crescimento intermediário em relação ao CM, enquanto o CS apresentou a menor altura.

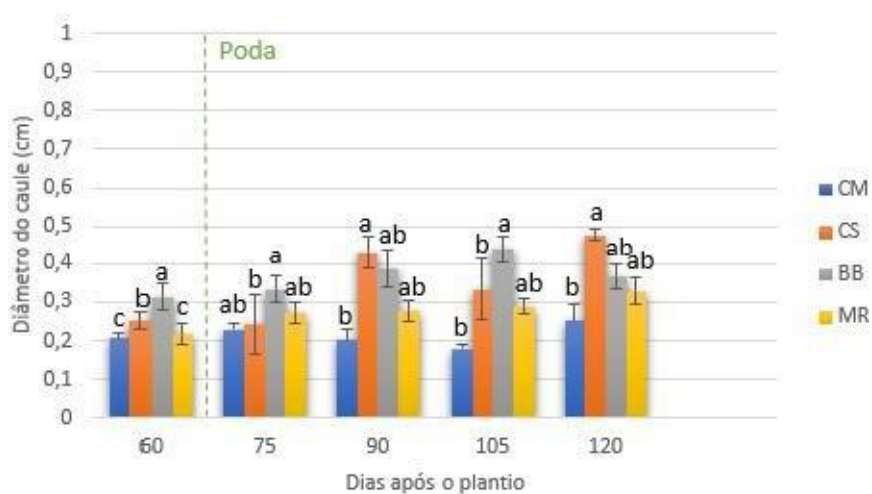
Gráfico 4: Altura vegetal nos 60, 75, 90, 105, 120 dias após o plantio das sementes e o acumulado (ACUM). Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).



Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

Analisando o diâmetro do caule (Gráfico 5), antes da poda a BB apresentou o maior valor e o CM e a MR não obtiveram diferenças estatísticas entre si. Após a primeira poda, os diâmetros seguiram padrões parecidos com a primeira coleta de dados até o final do experimento. No diâmetro acumulado a BB apresentou o maior valor e o CM o menor, o CS e a MR ficaram com valores intermediários.

Gráfico 5: Diâmetro do caule nos 60, 75, 90, 105, 120 dias após o plantio das sementes e o acumulado (ACUM). Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).



Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

É importante salientar que apesar de o CS apresentar valores altos de diâmetro, não foi constatado durante o experimento abundância de plantas nas parcelas, como pode ser observado com as baixas taxas de cobertura do solo (Gráfico 3). Apesar desse fato o CS, a BBe a MR apresentaram um leve aumento no diâmetro e na altura aos 105 dias e aos 120 apenas BB não apresentou aumento no diâmetro, em comparação com a primeira coleta de dados antes da poda. O mesmo não aconteceu com a altura do CM, apesar do pequeno crescimento depois da poda, o que pode ser causado por um déficit hídrico (BELIDO *et al*, 2016).

O CS não apresentou bom desenvolvimento e germinação de sementes no período do experimento, contrastando com as informações obtidas por Ghiasy-Oskoe *et al* (2019), em relação ao período do ano em que as sementes foram plantadas.

Segundo Souza-Filho (2010), a BB começa a apresentar senescência das folhas e diminuição da biomassa a partir dos 150 dias da germinação, sob as condições ambientais de luz direta, enquanto no mesmo período, sob a condição ambiental de sombreamento, observou que a planta ainda estava vigorosa. O mesmo trabalho também mostra que a germinação das sementes diminui com a baixa disponibilidade de água no solo, o mesmo ocorre com a velocidade da germinação. Este fato pode ser evidenciado no gráfico acima de cobertura do solo (Gráfico 3), na qual houve a diminuição da cobertura do solo.

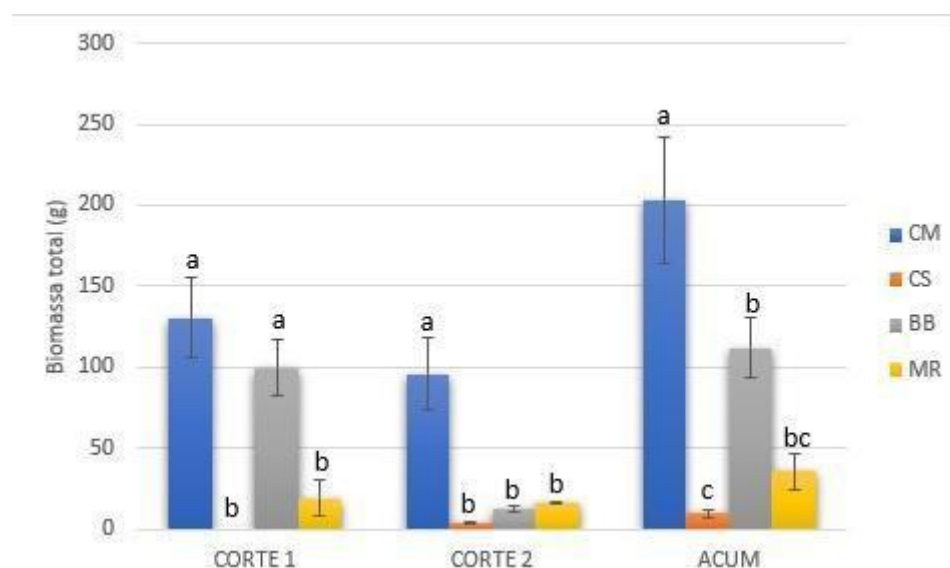
A MR apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, estando presente em variados biomas, como: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (BOVINI, 2015). Isto mostra a resiliência destas plantas em variadas condições edafoclimáticas.

As variações de diâmetro e altura, entre os dias em que foi feita a coleta de dados e o final do experimento, ocorreram em função da medição do diâmetro em indivíduos selecionados aleatoriamente nas diferentes em cada coleta.

4.4 Biomassa total

Em relação a biomassa das plantas, no primeiro corte o CM e a BB apresentaram os maiores valores de matéria seca, não havendo diferença estatística entre os mesmos. No segundo corte, apenas o CM apresentou valores estatisticamente maiores em relação as demais plantas. Pode-se observar através da biomassa acumulada que o CM proporciona o maior incremento de biomassa seca a ser incorporada no solo.

Gráfico 6: Peso seco da parte aérea após a 1ª roçada (corte 1), 2ª roçada (corte 2) e acumulado (ACUM). Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).



Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

4.5 Teor nutricional das plantas

A análise nutricional da parte aérea das plantas está apresentada na Tabela 2. Nela, pode-se observar que o Cardo Santo possui maiores concentrações de P e S e significativamente diferentes do que o CM; a BB também mostrou valores maiores de N, K, B, Cu, Fe e Zn, e estatisticamente diferenciados do que o CM; e a MR também obteve os mesmos resultados com o N, B, Fe, Mn e Zn.

Tabela 2: Teor nutricional da parte aérea vegetal das espécies. Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).

Tratamentos	kg g ⁻¹											mg kg ⁻¹										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CM	14,53 ± 3,65 b	0,65 ± 0,31 b	11,71 ± 1,62 bc	7,83 ± 1,29 a	4,79 ± 0,58 a	1,44 ± 0,38 b	12,04 ± 1,67 b	4,99 ± 0,85 bc	638,72 ± 24,62 b	139,22 ± 22,65 a	15,97 ± 1,82 b	11,54 ± 1,56 b	5,63 ± 0,54 a	6,9 ± 0,99 c	8,73 ± 0,74 a	1,71 ± 0,44 a	4,8 ± 0,11 a	2,83 ± 0,52 b	2,92 ± 0,09 c	35,48 ± 1,38 b	1,75 ± 0,18 b	11,52 ± 0,92 b
CS	21,99 ± 1,79 a	1,46 ± 0,16 b	24,57 ± 1,99 a	12,33 ± 1,67 a	4,71 ± 1,16 a	1,91 ± 0,33 b	24,18 ± 1,84 a	13,98 ± 1,51 a	1697,6 ± 231,6 a	76,89 ± 12,74 ab	33,95 ± 2,83 a	23,92 ± 2,38 a	1,33 ± 0,23 b	17 ± 2,96 ab	15,29 ± 2,04 a	5,56 ± 0,91 a	3,37 ± 0,76 ab	27,65 ± 3,49 a	8,97 ± 1 ab	1277,4 ± 139,4 a	147,97 ± 17,71 a	28,4 ± 2,57 a
BB	21,99 ± 1,79 a	1,46 ± 0,16 b	24,57 ± 1,99 a	12,33 ± 1,67 a	4,71 ± 1,16 a	1,91 ± 0,33 b	24,18 ± 1,84 a	13,98 ± 1,51 a	1697,6 ± 231,6 a	76,89 ± 12,74 ab	33,95 ± 2,83 a	23,92 ± 2,38 a	1,33 ± 0,23 b	17 ± 2,96 ab	15,29 ± 2,04 a	5,56 ± 0,91 a	3,37 ± 0,76 ab	27,65 ± 3,49 a	8,97 ± 1 ab	1277,4 ± 139,4 a	147,97 ± 17,71 a	28,4 ± 2,57 a
MR	21,99 ± 1,79 a	1,46 ± 0,16 b	24,57 ± 1,99 a	12,33 ± 1,67 a	4,71 ± 1,16 a	1,91 ± 0,33 b	24,18 ± 1,84 a	13,98 ± 1,51 a	1697,6 ± 231,6 a	76,89 ± 12,74 ab	33,95 ± 2,83 a	23,92 ± 2,38 a	1,33 ± 0,23 b	17 ± 2,96 ab	15,29 ± 2,04 a	5,56 ± 0,91 a	3,37 ± 0,76 ab	27,65 ± 3,49 a	8,97 ± 1 ab	1277,4 ± 139,4 a	147,97 ± 17,71 a	28,4 ± 2,57 a

Legendas: CM: Capim-mombaça, CS: Cardo Santo, BB: Barbatana e MR: Malva Roxa.

A utilização de plantas de cobertura é importante para a qualidade física do solo, tanto na proteção da superfície quanto no aporte de biomassa proveniente da parte aérea (SOUZA *et al*, 2014). Portanto, essas plantas podem acumular nutrientes no material vegetal e os liberar durante sua decomposição, possibilitando a manutenção e melhoria da fertilidade do solo (SILVA *et al*, 2014).

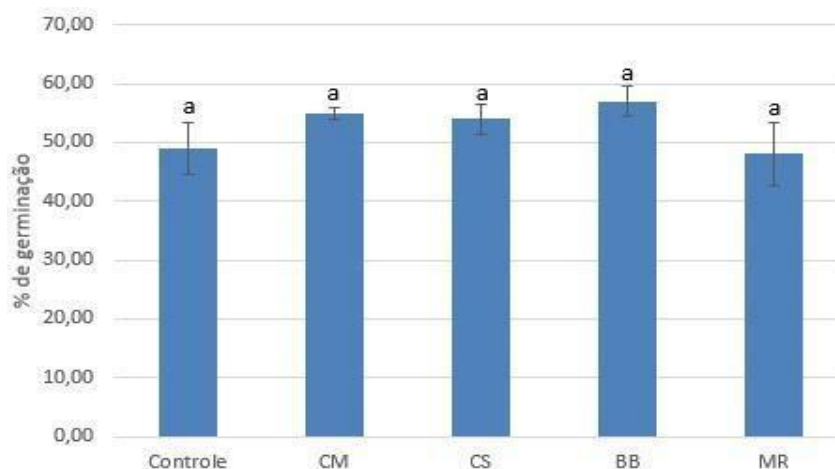
Peters *et al* (2010) fizeram um trabalho com 14 espécies de plantas espontâneas, e foi constatado que estas espécies podem absorver quantidades diferentes de nutrientes no decorrer das estações do ano. Em condições de consórcio com outras espécies, as plantas espontâneas podem absorver do solo quantidades diferentes de nutrientes em comparação com quando ela está isolada no sistema, assim essas plantas têm a capacidade de extrair nutrientes variados em diferentes condições de manejo e competição (FERREIRA *et al*, 2013). Ou seja, em SAFs essas plantas podem ter uma função positiva no sistema, devolvendo esses nutrientes ao solo.

4.6 Potencial alelopático de extratos foliares das plantas espontâneas na germinação de milho, feijão-de-porco e leucena

4.6.1 Feijão-de-porco

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com os extratos foliares das diferentes espécies sobre a porcentagem de sementes de Feijão-de-porco germinadas (Gráfico 7), sendo a média abaixo dos 60%.

Gráfico 7: Média da porcentagem de germinação das sementes de feijão-de-porco com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).



O índice da velocidade de germinação (IVG) foi maior entre as sementes de feijão-de-porco expostas aos estratos foliares em relação ao controle, sendo que estatisticamente o extrato foliar de CM obteve o maior IVG (0,1887), sendo significativamente distinto do controle (0,1424) e da MR (0,1460), enquanto que o CS e a BB resultaram em valores intermediários de IVG (Gráfico 8). Portanto, o tratamento com CM proporcionou uma maior velocidade de germinação das sementes em relação ao controle. Não houveram diferenças estatísticas entre os tratamentos para o TMG.

Gráfico 8: Média do índice da velocidade de germinação (IVG) das sementes de feijão-de-porco com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).

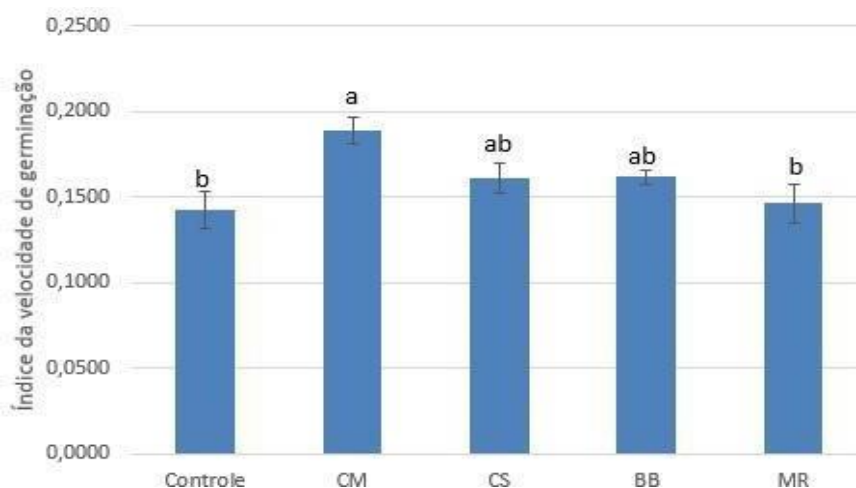
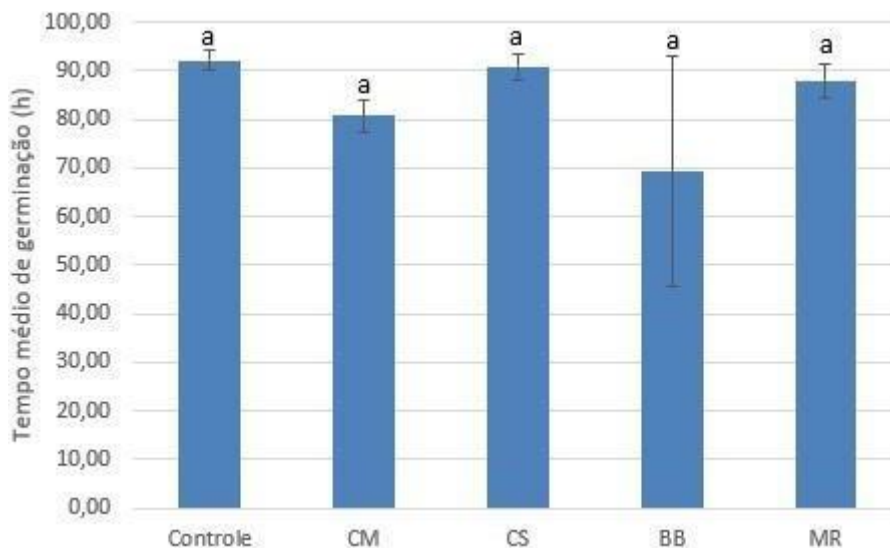


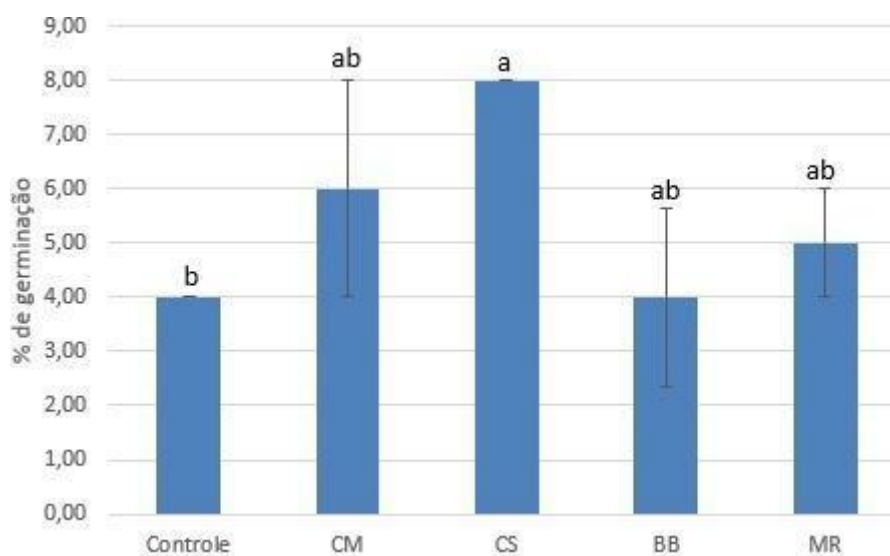
Gráfico 9: Tempo médio de germinação (TMG) das sementes de Feijão-de-porco com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).



4.6.2 Leucena

O percentual de germinação de leucena mostrou-se extremamente baixo, inclusive na condição de controle. A maior %G foi obtida com o extrato foliar do CS, que proporcionou um aumento de 50% na %G em relação ao controle (Gráfico 10).

Gráfico 10: Média da porcentagem de germinação das sementes de Leucena com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).



Segundo Oliveira e Filho (2007) as sementes de Leucena possuem dormência

tegumentar, caso as sementes não sofram nenhuma quebra de dormência mecânica, física, química ou natural a porcentagem de germinação fica abaixo dos 50%. Possivelmente, algum componente do extrato foliar de CS tenha auxiliado na quebra da dormência das sementes de leucena.

Os maiores IVG (Gráfico 11) foram do CM (0,0208), CS (0,0259) e MR (0,0243). O Controle obteve o menor valor (0,0083), não sendo estatisticamente diferente da BB (0,0165). Não houve diferença estatística entre o TMG das sementes de leucena tratadas, no entanto, a variação em horas foi de 45 (BB) a 120 (Controle).

Gráfico 11: Média do índice da velocidade de germinação (IVG) das sementes de Leucena com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).

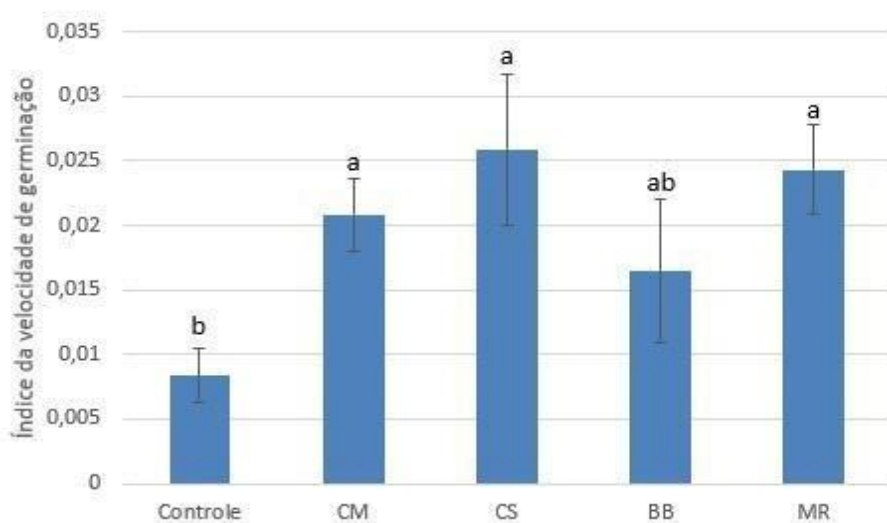
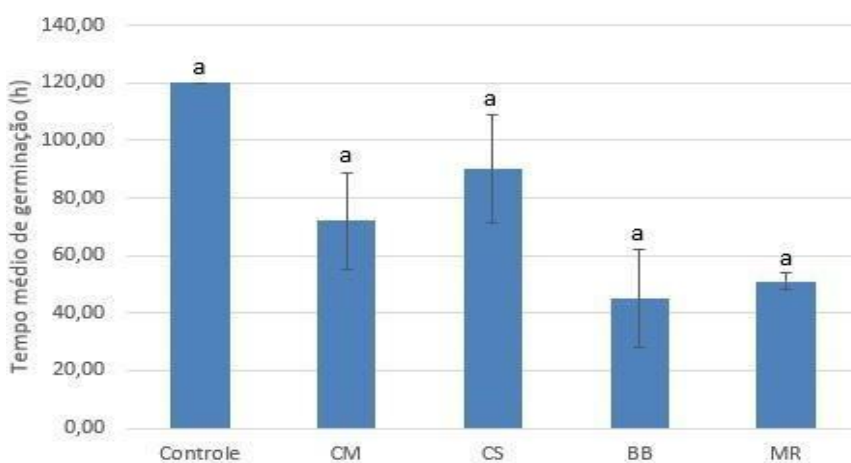


Gráfico 12: Tempo médio de germinação (TMG) das sementes de Leucena com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).



4.6.3 Milho

Para as sementes de milho, os tratamentos com todos os extratos foliares não causaram alteração significativa na %G (Gráfico 13), no IVG (Gráfico 14), bem como no TMG (Gráfico 15).

Gráfico 13: Média da porcentagem de germinação das sementes de Milho com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).

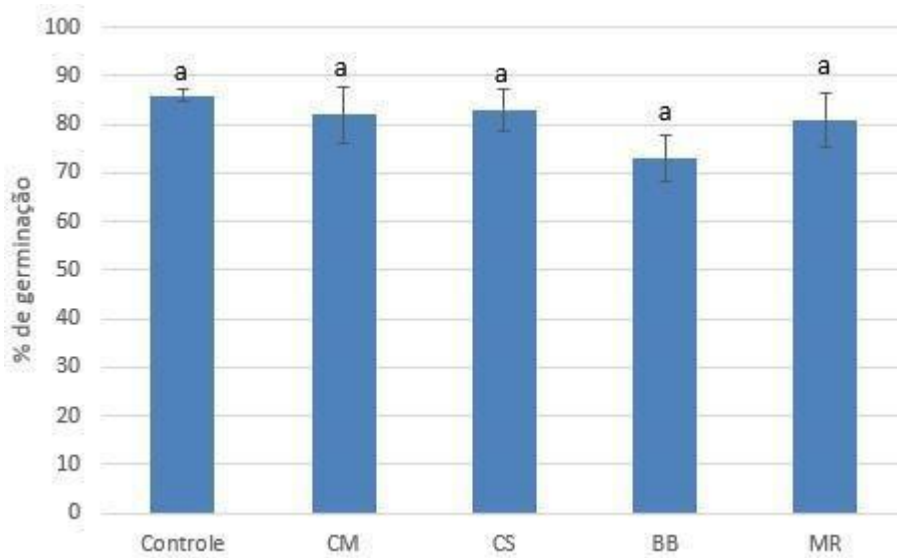


Gráfico 14: Média do índice da velocidade de germinação (IVG) das sementes de Milho com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).

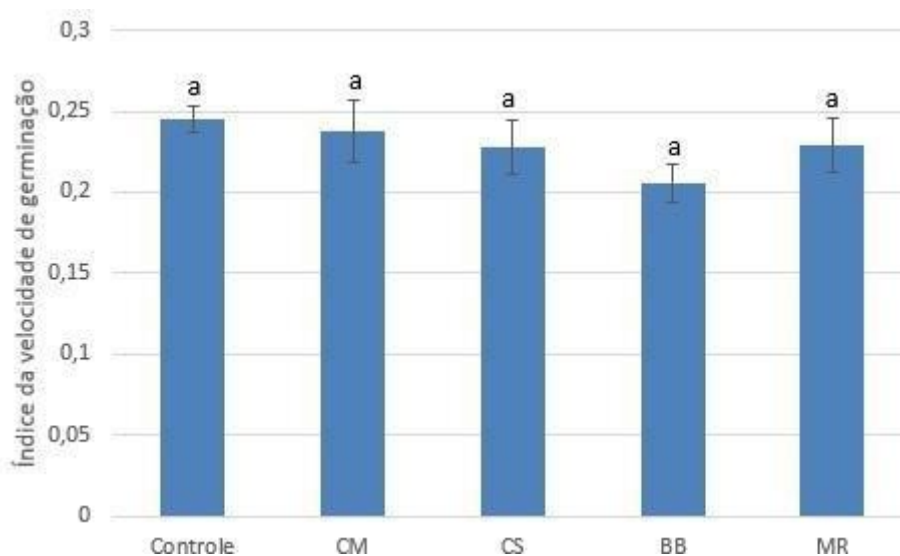
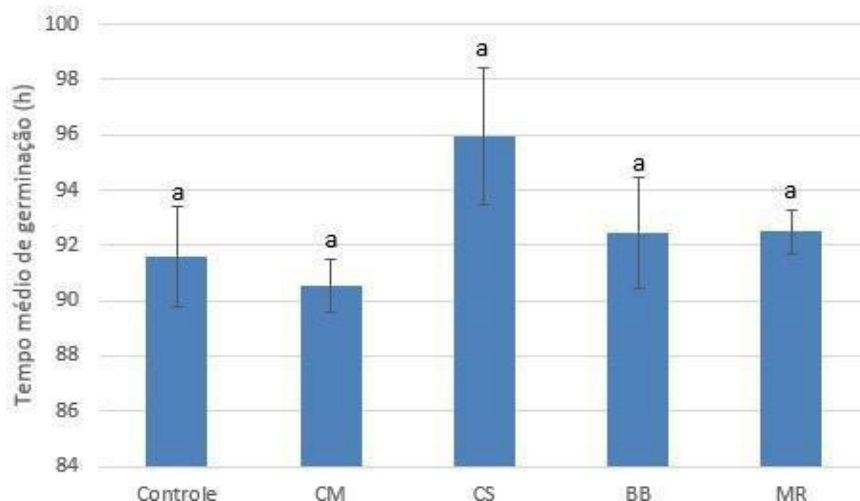


Gráfico 15: Tempo médio de germinação (TMG) das sementes de Milho com os seguintes tratamentos: controle, Capim-mombaça (CM), Cardo Santo (CS), Barbatana (BB) e Malva Roxa (MR).



As sementes de milho não obtiveram diferenças estatísticas nos parâmetros germinativos de modo geral, em função dos tratamentos utilizados no experimento. Isto indica que o extrato dessas espécies de plantas espontâneas não teve ações positivas ou negativas sobre a germinação de Milho.

5.CONCLUSÃO

Entre as espécies testadas, o capim-mombaça apresentou os melhores resultados de cobertura do solo, índice de rebrota, biomassa, teor de nutrientes nas plantas e no solo, além de não ter interferido negativamente na germinação das sementes de feijão-de-porco, leucena e milho. No entanto, a barbatana apresentou valores satisfatórios dos parâmetros supracitados e pode ser considerada como adubo verde a fim de se favorecer a variabilidade de espécies no SAF.

6. REFERÊNCIAS

- Andrade, D., Pasini, F., & Scarano, F. R. **Syntropy and innovation in Environmental Sustainability**, 45, 20-24. 2020.
- Aragona, F. B.; Orr, B. **“Agricultural intensification, monocultures and economic failure: the case of onion production in the pipajara watershed on the eastern slope of the Bolivian Andes”**. Journal of Sustainable Agriculture, 35(5), 467-492. 2011.
- Barbosa, C. E. M.; Lazarini, E.; Picoli, P. R. F.; Ferrari, S. **Determinação da massa seca, teor de nutrientes e cobertura do solo de espécies semeadas no outono-inverno**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 6, nº 2, 264-272, Recife, PE. 2011.
- Belido, I. A.; Yamashita, O. Y.; Ferreira, A.C.F.; Felito, R. A.; Rocha, A. M. R. & Carvalho, M. A. C. C. **Estresse hídrico na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de *Panicum maximum* cv. Mombaça**. Rev. Ciênc. Agroamb., v.14, n.2. 2016.
- Bovini, M.G.; Esteves, G.; Duarte, M.C.; Takeuchi, C.; Kuntz, J. **Malvaceae in lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB156>>. Acesso em: outubro de 2021.
- Cavalcante, V. S.; Santos, R. V.; Santos Neto, A. L.; dos Santos, C. G.; Costa, L. **C.Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 16 nº 5, 521-528, Campina Grande, PB. 2012.
- Cecato, U.; Machado, A. O.; Martins, E. N.; Pereira, L. A. F.; Barbosa, M. A. A. D. F.; Santos, G. T. D. **Avaliação da produção e de algumas características de rebrota de cultivares e acessos de *Panicum Maximum* Jacq sob duas alturas de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29 nº 26, Viçosa, MG. 2000.
- Coolbear, P., Francis, A. & Grierson D. **The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds**. J Exp Bot 35: 1609-1617. 1984.

marin
2022-01-04 17:59:37

Conferir novamente se todas as citações estão referenciadas.

Cultures and economic failure:

Corrêa-Neto, N. E. C.; Messerschmidt, N. M.; Steenbock, W.; Monnerat, P. F. **Agroflorestando o mundo de facão a trator**. Petrobrás Ambiental. Barra do Turvo. 166- 175. 2016.

Di Corpo, U.; Vannini, A. **“Syntropy and ustainability”**. Proceedings of the 58th Meeting of ISSS, (1), p 1-8. 2014.

Dick, D.P.; Novotny, E. H.; Dieckow, J & Bayer, C. **Química da matéria orgânica do solo**. SBCS, Viçosa. Química e Mineralogia do Olo, Parte II. Eds. Melo, V. de F. & ALLEONI, R. F, pg 1-67. 2009.

Dutra, R. M. S.; de Souza, M. M. O. **Cerrado, revolução verde e a evolução no consumo de agrotóxicos**. Sociedade & Natureza, v. 29, n. 3, 469-484, 12 abr, 2017.

Favero, C.; Juckch, I.; da Costa, L. M; Casali, V. W. D. **Plantas espontâneas e leguminosas introduzidas: adubação verde e interações entre populações**. Revista Ceres. v. XL VIII, nº 278, 485-499. 2001.

Feliciano, D.; Ledo, A.; Hillier, J.; Nayak, D. R. **Quais opções de agrossilvicultura oferecem os maiores benefícios de carbono no solo e acima do solo em diferentes regiões do mundo?** Agricultura, ecossistemas e meio ambiente, 254, 117-129. 2018.

Ferreira, E. A.; Silva, E. B.; Carvalho, F. P.; Silva, D. V.; Santos J. B. **Crescimento e análise nutricional de plantas daninhas em competição com pinhão-manso**. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.17, p.3789. 2013.

Filizola, H. F.; Gomes, M. A. F.; de Souza, M. D. (Eds.) **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos**. M. A. F. Gomes, & M. D. de Souza (Eds.). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2006.

Ghiasy-Oskoe, M.; AghaAlikhani, M.; Mokhtassi-Bidgoli, A.; Sefidkon, F. & Ayyari, M. **Seed and biomass yield responses of blessed thistle to nitrogen and density**. Agronomy Journal, vol 111, Issue 2. 2019.

Gotsch, E. **Homem e natureza: cultura na agricultura**. Centro de Desenvolvimento Agroecológico. 1995.

King, K. F. S. **Agroforestry and the utilisation of fragile ecosystems**. Forest Ecology and Management, v. 2, n. C, 161–168. 1979.

Labouriau LG. **A germinação das sementes**. Washington: OEA. 1983.

Lorensi, C. A.; Passamani, B. R.; Ponce, M. M. & Ethur, L. Z. **Alelopatia de extratos vegetais na germinação e crescimento inicial do tomateiro**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.25; p. 185. 2017.

Lin, B. B.; Perfecto, I.; Vandermeer, J. **“Synergies between agricultural intensification and climate change could create surprising vulnerabilities for crops”**. Bioscience, 58 (9),847-854. 2008.

Medinilla-Salinas, L.; de la Cruz Vargas-Mendoza, M.; López-Ortiz, S.; Ávila-Reséndiz, C.; Campbell, W. B.; del Carmen Gutiérrez-Castorena, M. **Growth, productivity and quality of *Megathyrus maximus* under cover from *Gliricidia sepium***. Agroforestry Systems, 87(4), 891-899. 2013.

Miccolis, A.; Peneireiro, F. M.; Marques, H. R.; Vieira, D. L. M.; Arco-Verde, M. F.; Hoffmann, M. R.; ...; Pereira, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga**. Embrapa Cerrados- Livro técnico (INFOTECA-E). 2016.

Mattos, A.T.; Freitas, W. S.; Monaco, P.A.V. **Capacidade extratora de diferentes espécies vegetais cultivadas em sistemas alagados no tratamento de águas residuárias da**

suinocultura. *Ambi-Água*, v.4 n.2, p.31-45, 2009.

Novaes, H.; Mazin, Â. D.; Santos, L. (Eds.). **Questão agrária, cooperação e agroecologia.** Outras Expressões. 2016.

Oliveira, M. D.; Pereira, O. G.; Garcia, R.; Obeid, J. A.; Cecon, P. R.; Moraes, S. D.; Silveira, P. D. **Rendimento e Valor Nutritivo do Capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em Diferentes Idades de Rebrotas.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, nº6, Viçosa, MG. 2000.

Pacheco, M. V., Felix, F. C., de Medeiros, J. A. D., Nunes, S. L., de Lima Castro, M. L., da Silva Lopes, A. L., & de Souza, W. M. A. T. **Potencial alelopático dos extratos de folhas e frutos de *Pityrocarpa moniliformis* sobre a germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia*.** *Revista Agroecossistemas*, 9(2), 250-262. 2017.

Pasini, F. S. **A agricultura sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da agricultura sustentável.** Orientador: Prof. Dr. Fabio Rubio Scarano. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) apresentada a Universidade Federal do Rio de Janeiro Campus UFRJ-Macaé Aloísio Teixeira, Rio de Janeiro, 2017.

Peters, A.; Filley, S.; Hulting, A. **Forage value of pasture weeds in southwestern Oregon.** Beef Research Report, v.26, 6 p., Oregon, Oregon State University, 2010.

Pina, G. D. O. (2008). **Efeito alelopático do extrato aquoso foliar de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae–cagaita) na germinação, crescimento e morfo-anatomia de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae–gergelim) e *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae–rabanete).** Orientador: Prof. Dr. Luiz Alfredo Rodrigues Pereira. Dissertação apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas. Brasília-DF. 2008.

Pitelli, R. A. **Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas.** Monqueiro PA. Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas. São Carlos: Rimas, p. 66-7, 2014.

Primavesi, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** 9 ed. São

Paulo: Editora Nobel, p. 549. 1984.

Rebello, J. F. D. S.; Sakamoto, D. G. **Agricultura sintrópica Segundo Ernst Götsch**. Editora Reviver, v 1, p 40-51. 2021.

Rebello, J. F. D. S. **Princípios de agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch**. 2018.

Saraiva, V. M.; Konig, A. **Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades**. *Holos*, 1, 28-46. 2013.

Sodré-Filho, J.; Cardoso, A. N.; Carmona, R.; Carvalho, A. M. D. **Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(4), 327-334. 2004.

Silva, P. P. V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. Dissertação de mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, p. 98. 2002.

Silva, A. F.; Concenço, G.; Aspiazú, I.; Galon, L.; Ferreira, E. A. **Métodos de controle de plantas daninhas**. *Controle de Plantas Daninhas*, pg 11. 2018.

Silva E. C. et al. **Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas**. In: LIMA FILHO OF et al. *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. 1.ed. Brasília: Embrapa. p.267-305. 2014.

Silva, G. L.; Lima, H. V.; Campanha, M. M.; Gilkes, R. J.; Oliveira, T. S. **Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region**. *Geoderma*, v. 167–168, p. 61– 70. 2011.

Sneideris, L. C., Gavassi, M. A., Campos, M. L., D’amico-Damião, V., & Carvalho, R. F. **Effects of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress**. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 87(3), 1847–1852. 2015.

Souza L. S. et al. **Adubação verde na física do solo**. In: LIMA FILHO OF et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 1.ed. Brasília: Embrapa. p.337-369. 2014.

Souza-Filho, P. R. M. **Desenvolvimento de plantas e germinação em cipselas dimórficas de *Synedrella nodiflora* (L.)**. Orientador: Massanori Takaki. Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Programa de pós-graduação em ciências biológicas (Biologia Vegetal). Rio Claro-SP. 2010.

Zerzghi, Z.; Gerba, C.P.; Brooks, J.P.; Pepper, I.L. **Long-term effects of land application of class by biosolids on the soil microbial populations, pathogens, and activity**. Journal of Environmental Quality, v. 39, p. 402-408, 2010.