

Compostagem como alternativa convencional na produção de mudas de erva mate (*Ilex paraguariensis*) no município de União da Vitória - ParanáSandra Mara de Moraes¹, Rogério Antonio Krupek¹, Isabel Homczinski¹

¹Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, campus de União da Vitória. Praça Coronel Amazonas, s/n, Caixa Postal - 241, CEP – 84600-000, União da Vitória, Paraná.

Resumo: O solo é um recurso de extrema importância para a sobrevivência humana, por isso, torna-se necessário buscar alternativas que possam proporcionar o melhor aproveitamento desse recurso, em especial na produção de alimentos. Este trabalho objetiva avaliar a utilização da compostagem como alternativa no processo de acréscimo de nutrientes sobre a germinação e desenvolvimento de plantas de erva mate no município de União da Vitória, Paraná, a partir da avaliação da taxa de germinação e crescimento (altura, diâmetro e número de folhas) das mudas de erva mate. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (testemunha, compostagem e NPK) e três repetições cada. Após 120 dias da sementeira, foram feitas avaliações da taxa de germinação em todas as amostras. Após, foram coletadas 30 plantas de cada tratamento para se avaliar o crescimento das mudas, através das seguintes medidas das plantas: comprimentos, peso fresco e número de folhas; das folhas: comprimentos, largura e peso fresco; do caule: comprimento e peso fresco. Os resultados demonstraram que a adição da compostagem como adubo orgânico em canteiros de erva mate, quando comparado com os tratamentos NPK e testemunha mostrou os melhores desenvolvimentos em todos os parâmetros avaliados, revelando ser este tipo de adubo um componente importante na manutenção da fertilidade do solo.

Palavras-chave: Solo, adubação, produtividade, nutrientes orgânicos.

Composting as alternative to conventional seedling production of erva mate (*Ilex paraguariensis*) in the municipality of União da Vitória - Paraná

Abstract: The soil is a resource extremely important for human survival, so it becomes necessary to seek alternatives that can provide the best use of this resource, particularly in food production. This study evaluates the use of composting as an alternative in the process of nutrients addition on germination and seedling growth of erva mate in the municipality of União da Vitória, Paraná, from the evaluation of the rate of germination and growth (height, diameter and number of leaves) of seedlings of erva mate. The experiment was conducted in a completely randomized design with three treatments (control, compost and NPK) and three replications. After 120 days of sowing, the germination rate were made evaluation on all samples. After the 30 plants of each treatment were collected to evaluate the growth of seedlings, through the following measures plant: length, fresh weight and number of leaves; Leaves: length, width and fresh weight; Stem: length and fresh weight. The results showed that the addition of compost as organic fertilizer in seedbeds of erva mate, when compared with the NPK treatment and control showed the best developments in all parameters evaluated, revealing that this type of fertilizer an important component in maintaining soil fertility .

Keywords: Soil, fertilization, productivity, organic nutrients.

Introdução

Os solos brasileiros são intemperizados e pobres em nutrientes, sendo que a prática de uma boa fertilização é de fundamental importância para a recuperação de solos pobres e renovação da fertilidade de áreas de produtividade agrícola (Leinz e Amaral 1998). Para Oliveira et al. (2004) a compostagem apresenta-se como alternativa viável para sistemas de produção orgânica em virtude de sua elevada qualidade nutricional e biológica. A elevação dos teores de matéria orgânica e nutrientes como fósforo, potássio e cálcio, pH e saturação por bases permite obter um elevado grau de fertilidade dos solos no sistema orgânico.

Segundo Oliveira et al. (2005) a compostagem além de ser uma fonte de nutrientes, a adição de matéria orgânica do composto melhora a estrutura física do solo, proporcionando maior retenção de água e de nutrientes em solos arenosos e melhorando a aeração em solos argilosos. Além disso, propicia um acréscimo na população de microrganismos benéficos, como bactérias e fungos, que disponibilizam os nutrientes minerais do solo para as plantas.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) ocorre em regiões tropicais e temperadas da América do Sul. Ocorre além do Brasil, na Argentina, Uruguai, Paraguai, Colômbia, Bolívia, Peru e Equador. No Brasil, a espécie possui uma vasta área geográfica de dispersão natural que compreende os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, compreendendo cerca de 5% da área do País (d' Ávila et al., 2006). Apresenta grande importância sócio-econômica na Região Sul do Brasil, sendo esta a maior produtora e consumidora, graças ao hábito de utilizá-la na preparação do chimarrão (Alves et al., 2001).

De acordo com Lorenzi (2002), a erva-mate é uma planta perenifólia, esciófita, seletiva higrófila, característica das matas de pinhais onde geralmente chega a formar capões homogêneos. É naturalmente disseminada por pássaros e produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis. Em seu habitat natural, a erva-mate é uma espécie ombrófila que pode atingir altura de 10 a 15 metros, de crescimento lento ou moderado, típica das florestas maduras onde pode atingir densidades de centenas de indivíduos por hectare. Ocorre, sobretudo nas submatas de canelas, em solo úmido, compacto e pouco inclinado onde, por vezes, se torna bastante abundante.

Segundo Pereira et al. (2005) a erva mate está entre as culturas que tem se destacado na economia dos estados do sul do Brasil, onde a mesma aponta como uma excelente alternativa para as propriedades rurais. Por tratar-se de uma planta nativa, o consumo do mate criou fronteiras geográficas próprias e, de certa maneira, funcionou no passado como ainda hoje, de elo cultural entre os povos dos diferentes países da região sul, bem como entre

moradores de regiões diferentes de um mesmo país, como no caso dos estados do sul do Brasil. Ao contrário do café e da cana-de-açúcar, trazidos de fora, o mate é um alimento extraído de uma planta nativa do Brasil. Neste aspecto, o Paraná é privilegiado, pois viu desenvolver-se com a erva-mate uma cultura original que influenciou os hábitos de castelhanos, portugueses e demais imigrantes de outras regiões do mundo, que aqui incorporaram o chimarrão e o chá-mate às suas comidas (Boguszewski, 2007).

Considerando as características dos solos brasileiros e os prejuízos ambientais advindos do intenso e exagerado uso de fertilizantes químicos sobre o solo e águas subterrâneas e superficiais e ainda a importância da erva mate como planta nativa de uso comercial na região sul do Brasil, o presente estudo teve por finalidade avaliar o uso de compostagem como alternativa na produção de *Ilex paraguariensis* no município de União da Vitória – PR.

Material e Métodos

Área de Estudo - O experimento foi desenvolvido no Distrito de São Domingos (26° 9' 6.97" e 51° 5' 49.70"), localizado no Município de União da Vitória – Paraná. A propriedade possui cerca de dois hectares de erva-mate, nativa e cultivada com um total de aproximadamente 18 mil indivíduos. O clima é do tipo Subtropical Úmido, tipo Cfb (Köppen) Mesotérmico, apresentando verões suaves e invernos com geadas severas e frequentes. As chuvas ocorrem geralmente em todos os meses, não apresentando estação seca.

Coleta de Dados - As sementes de erva mate foram colhidas durante o mês de janeiro de 2012 na própria propriedade. Com o intuito de se evitar qualquer interferência da planta mãe (por exemplo, características genéticas, desenvolvimento e idade), um único indivíduo da espécie foi selecionado. A coleta das sementes da erva mate foi realizada colocando-se embaixo da planta selecionada uma forração (sombrite) para o armazenamento dos frutos maduros que caíram aleatoriamente, evitando que as sementes fossem retiradas da planta mãe sem o ciclo completo de maturação. Os frutos colhidos passaram por processo de trituração a mão para expor as sementes. Após as sementes passaram por um processo de lavagem e secagem. As sementes foram então colocadas em uma caixa de madeira (dia 22 de Abril de 2012) para quebra de dormência. A caixa de madeira foi estratificada com uma camada de pedra brita e camadas de areia úmida alternadas com as sementes de erva mate até atingir a parte superior da caixa. Posteriormente a caixa foi armazenada em local fresco e ventilado. Tal procedimento teve uma duração de 6 meses.

Para a avaliação da influência da compostagem sobre a germinação e desenvolvimento da erva-mate, foi construído um canteiro com 16 metros de comprimento por 80 cm de largura, divididos em doze blocos com 60 cm de largura por 80 cm de comprimento com espaçamentos de 30 cm entre cada bloco para evitar o contato dos fertilizantes adicionados a cada bloco. Para cada canteiro foi utilizado um delineamento experimental com canteiros casualizados com três tratamentos e quatro repetições cada, a saber: 1º -Testemunha – sem adição de qualquer tipo de adubo ou fertilizante; 2º- Com adição de 200 gramas de adubo mineral NPK e o 3º- com 900 gramas de compostagem.

A compostagem foi coletada na associação de voluntários de fabricação de compostagem, serviço realizado junto com membros da prefeitura do município. A compostagem foi adicionada nos canteiros no mês de Setembro de 2012, enquanto que o adubo químico foi acrescido apenas no momento da sementeira. Foram dispostos em cada bloco um total de 100 sementes a serem analisadas. A sementeira foi feita no dia 02 de Novembro de 2012.

Para a avaliação das características do substrato nos diferentes tratamentos/repetições foi coletada uma amostra de solo retirada anteriormente à aplicação dos tratamentos e posteriormente à aplicação dos tratamentos, e enviadas ao laboratório físico-químico para análises. Foram ainda feitas análises do pH do solo antes e depois da separação em diferentes tratamentos.

A avaliação da taxa de germinação e do desenvolvimento das plantas de erva mate foi realizada dentro do período de 120 dias, o qual é normalmente descrito como o necessário para o desenvolvimento completo da muda de erva mate para transplante. Após 90 dias será avaliada a taxa de germinação (número de sementes germinadas) em cada um dos tratamentos. Após a germinação das sementes um total de 30 plantas foram coletadas aleatoriamente em cada um dos tratamentos. As plantas após coletadas foram imediatamente levadas ao laboratório onde foram tomadas as seguintes medidas: a) da planta: comprimento, peso fresco e número de folhas; b) das folhas: comprimento, largura e peso fresco; c) do caule: comprimento e peso fresco. Todas as medidas foram tomadas com o auxílio de um paquímetro (precisão 0,1 cm) e balança de precisão analítica (precisão 0,001 g).

Análise dos Dados - Todo o conjunto de dados será inicialmente submetido à estatística descritiva e posteriormente ao teste estatístico Análise de Variância (Kruskal-Wallis) para avaliar possíveis diferenças nas características mensuradas entre os tratamentos.

Resultados e Discussão

A germinação das mudas de erva mate teve início após 72 dias da data de semeadura com término após 96 dias. Todos os tratamentos mostraram uma taxa de germinação (testemunha = 46%; compostagem = 49,6%; NPK = 38,6%) superior ao obtido ao teste preliminar (29% de sementes germinadas), o que demonstra um efeito positivo dos diferentes tipos de materiais usados como adubo, mesmo que o tratamento testemunha tenha apresentado uma boa taxa de germinação.

A taxa de germinação das sementes de erva mate nos diferentes tratamentos está apresentada na tabela 1 e na figura 1.

Tabela 1. Taxa de germinação das sementes (n=100) de erva mate nos diferentes tratamentos (Compostagem, NPK e Testemunha) durante o período de estudos (72 , 84 e 96 dias após semeadura).

| Canteiro | Tratamento | Número de sementes germinadas | | |
|----------|--------------|-------------------------------|---------|---------|
| | | 72 dias | 84 dias | 96 dias |
| 1 | Testemunha | 9 | 27 | 43 |
| 2 | Compostagem | 7 | 22 | 47 |
| 3 | Compostagem | 12 | 33 | 53 |
| 4 | Fertilizante | 6 | 22 | 41 |
| 5 | Testemunha | 10 | 28 | 49 |
| 6 | Fertilizante | 0 | 17 | 36 |
| 7 | Compostagem | 10 | 29 | 49 |
| 8 | Fertilizante | 1 | 18 | 39 |
| 9 | Testemunha | 11 | 26 | 46 |

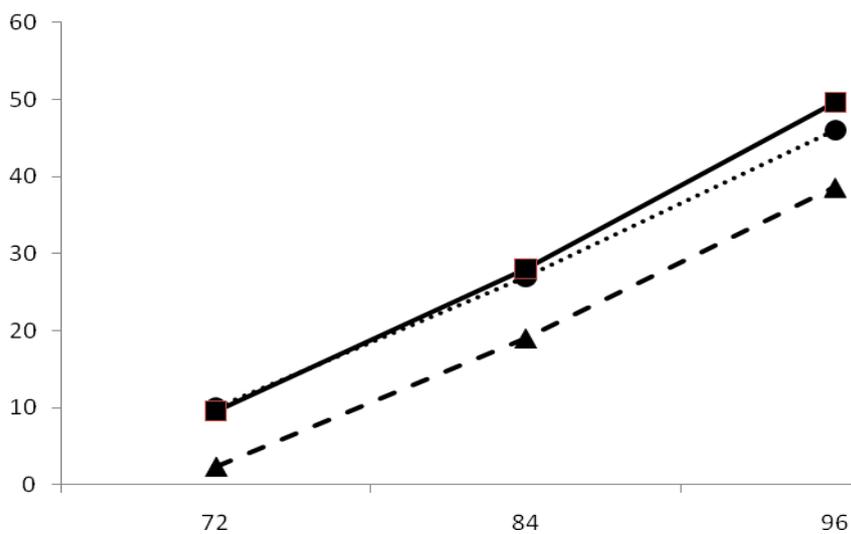


Figura 1. Número de sementes germinadas (n=100) após o período de estudos (72, 84 e 96 dias) nos diferentes tratamentos (-●- = testemunha; -■- = compostagem; -▲- = NPK).

A análise de variância não revelou diferenças significativas entre os tratamentos testemunha e compostagem ($F=2,21$; $p>0,05$), entretanto foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos compostagem e NPK ($F=6,64$; $p<0,01$) e testemunha e NPK ($F=4,43$; $p<0,05$) (Figura 1). Tal resultado mostra que a compostagem promoveu um pequeno incremento na produtividade de mudas de erva mate, quando comparado com o adubo químico. Este pequeno incremento pode ser devido à solubilidade da massa orgânica promovida pelos microrganismos presentes no material orgânico liberando nutrientes para a cultura. Pois a compostagem apresenta-se como alternativa viável para sistemas de produção orgânica, em virtude de sua elevada qualidade nutricional e biológica (Oliveira et al., 2004).

A matéria orgânica é um dos componentes fundamentais do substrato para a produção de mudas, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes suficientes para a planta. Assim, tende a ser o substrato mais adequado para a sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, nutrientes e oxigênio, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos tóxicos e condutividade elétrica adequada (Caldeira et al., 2008). Segundo Cerri et al. (2008) a matéria orgânica in natura torna-se ainda uma grande fonte de matéria e energia, onde faz ocorrer a liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se transformando em nutrientes minerais. Ou seja, esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas num processo conhecido como condicionador de propriedades físicas e biológicas do solo, assim como, um composto fertilizante que fornece os nutrientes essenciais para o suprimento das plantas.

Da mesma forma, o pH, para a amostra de solo com compostagem apresentou-se levemente ácido (6,20), sendo o mais próximo do pH neutro (7,0). Nas amostras de solo dos tratamentos testemunha e NPK, ambos os valores de pH obtidos foram bastante baixos (3,60 e 3,70 respectivamente). A acidez é um dos principais fatores capaz de reduzir o potencial produtivo de solos e diminuir a produção agrícola. Assim, a correção do perfil do solo se faz necessário para que o sistema radicular das culturas explore maior volume de solo, de modo que a planta absorva água e nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento (Ramos et al., 2006).

Com relação aos macronutrientes, foram obtidos os seguintes valores: o Cálcio medido no tratamento compostagem foi de $11,74 \text{ cmol}(+)\text{mg}/\text{dm}^3$, e de $3,21$ e $0,62$ nos tratamentos NPK e testemunha respectivamente. O fósforo medido nas amostras foram de $32,67 \text{ mg}/\text{dm}^3$ no solo com NPK, $25,10$ na compostagem e $16,11$ no tratamento testemunha.

Para o potássio, a compostagem apresentou um valor de 1,58cmol (+) /dm³ o solo com NPK foi de 2,08 e testemunha com 0,38. Conforme Lopes e Guilherme (2000) a maior parte do potássio absorvido encontra-se nas folhas, talos e ramos. Este aspecto é relevante, pois o manejo adequado dos restos culturais irá devolver grande parte do potássio utilizado pelas plantas, contribuindo para um maior equilíbrio na dinâmica deste nutriente no solo. Os altos valores deste elemento na amostra do tratamento com compostagem corroboram com esta informação

O comprimento das mudas no tratamento com compostagem apresentou uma média superior (42±9,4mm) aos tratamentos NPK (36,1±6,1 mm) e testemunha (32,3±5,3mm) (Figura 2). A Análise de Variância mostrou diferença significativa (F=41,68, p<0, 001) entre todos os tratamentos avaliados (Figura 2).

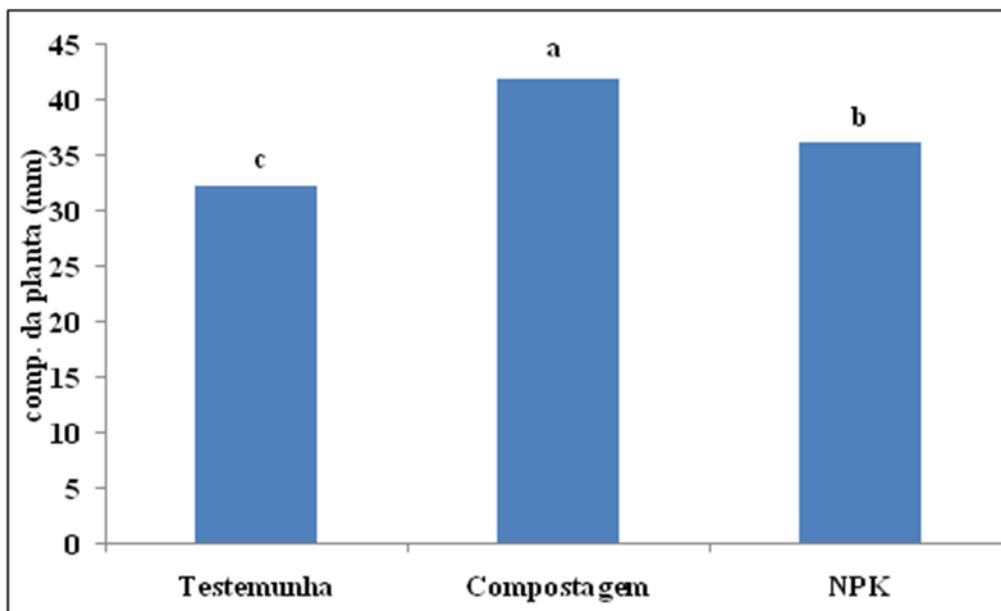


Figura 2. Valores médios do comprimento das plantas de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Análises sobre o crescimento inicial de mudas das espécies *Cytherexylum myrianthum* (Pau-Viola) e *Schinus terebinthifolius* (Aroeira-Pimenteira) sob tratamentos convencional (NPK), orgânico e biodinâmico foram obtidas respostas diferentes em relação aos substratos. De modo geral, *C. myrianthum* se desenvolveu melhor em tratamento biodinâmico e orgânico do que com NPK. Já na espécie *S. terebinthifolius*, embora a diferença entre os tratamentos não tenha sido evidente para várias características, houve um

melhor desempenho no solo com NPK do que no solo orgânico, e isso pode estar relacionado à ação química mais rápida sobre a planta. Tal processo, entretanto, pode trazer grandes desvantagens em termos de conservação de solo (Croce et al., 2007). Acrescenta-se, ainda, que a adição de material orgânico ao solo, além do efeito direto no fornecimento de nutrientes das plantas, melhora as condições físicas e biológicas do solo. Prestes (2007) realizou experimentos sobre os efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas de Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), sendo que doses em torno de 35% de esterco bovino foram suficientes para promover uma maior produção de massas de raízes, copas e comprimento em plantas inteiras respectivamente. Para o autor, os tratamentos que não receberam as doses de esterco, em ambas as análises de matéria seca, apresentaram uma produção muito inferior às doses que receberam a adubação orgânica, sugerindo que as mudas de angico respondem bem a uma boa adubação.

O peso fresco das mudas de erva mate apresentou no tratamento compostagem uma média superior (0,205 g), aos tratamentos testemunha (0,185 g) e NPK (0,146 g) (Figura 8). A Anova revelou que os resultados foram significativamente diferentes ($F=12,06$ $p<0,001$) entre os tratamentos compostagem e NPK e testemunha e NPK (Figura 3). Os resultados tanto para compostagem quanto para testemunha apresentaram um valor médio de peso fresco das plantas mais elevadas e estatisticamente similares.

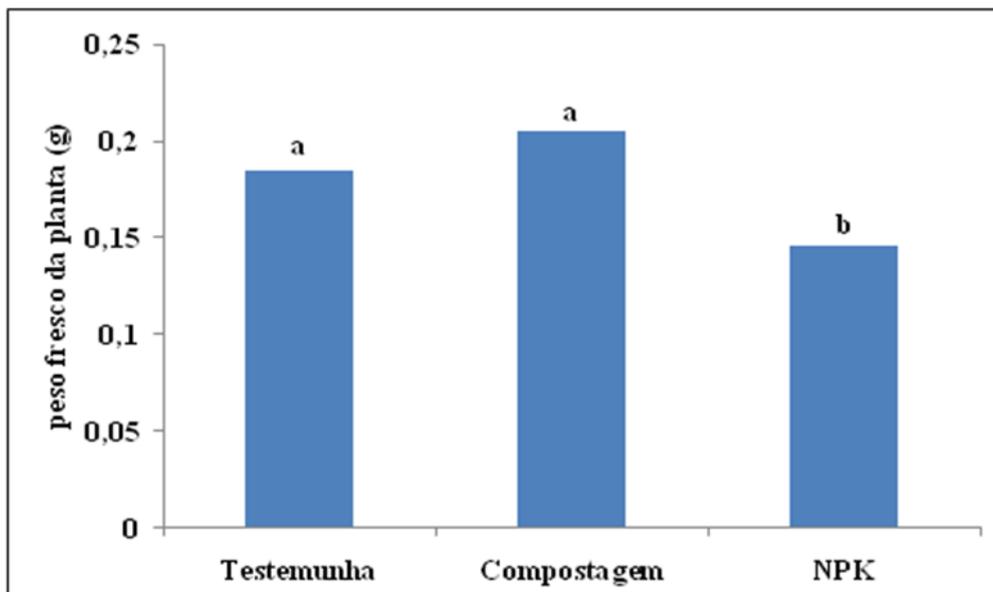


Figura 3. Valores médios do peso fresco das plantas de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Para Pandolfo et al. (2003) a maior resposta da erva-mate em termos de rendimento de massa verde está relacionada aos teores de nutrientes ao solo. Tal efeito pode ser atribuído aos efeitos benéficos da matéria orgânica como um todo, onde ocorre o aumento e melhoria da atividade microbiana disponibilizando nutrientes, melhoria da estrutura do solo, como também, por ser fonte de Ca, Mg, S e micronutrientes.

Ribeiro e Lima (2007) relatam que o uso do composto orgânico na produção da hortaliça cebolinha (*Allium fistulosum*) beneficiou o solo aumentando seu grau de fertilidade. Os espécimes de cebolinha do tratamento controle apresentaram tamanhos e peso significativamente menores do que aquelas dos tratamentos.

Com relação ao número de folhas o tratamento compostagem também apresentou o melhor resultado, com uma média de 4,45 folhas por mudas, seguido pelo tratamento testemunha com 4,18 e NPK com 4,04 folhas por mudas (figura 4). A Análise de Variância mostrou diferenças significativas ($F=7,36$ $p<0,001$) para o número de folhas entre os tratamentos compostagem e testemunha e compostagem e NPK (figura 4). Neste sentido, a compostagem foi mais efetiva com relação à produção de folhas nas mudas, o que pode favorecer o seu crescimento, visto que as folhas é a parte da planta responsável pela fotossíntese, processo pelo qual a planta obtém seu alimento.

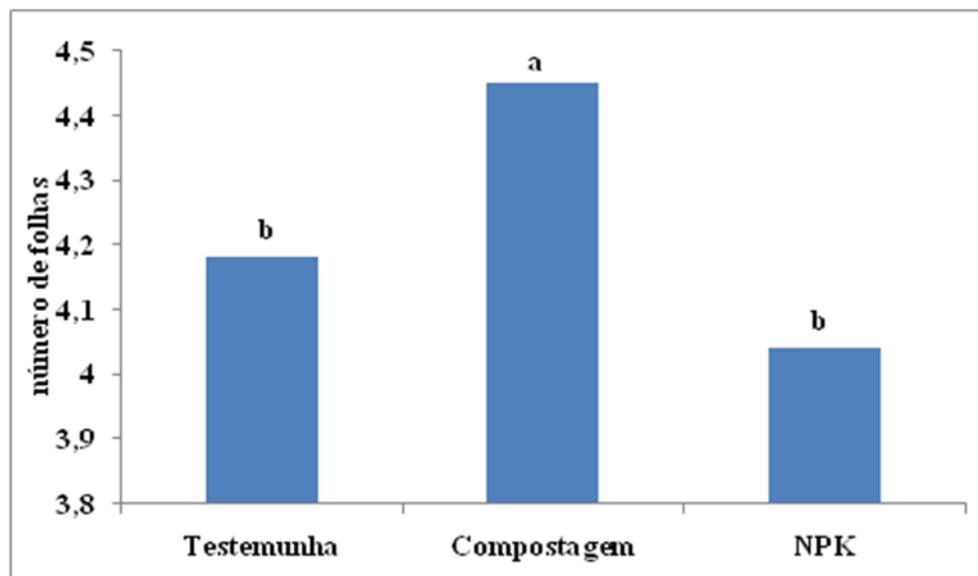


Figura 4. Valores médios do número de folhas de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Em análises do crescimento inicial de mudas de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solo, na região central do Rio Grande do Sul, observou-se que o

número de plantas sobreviventes sob o uso de adubação química foi reduzido, enquanto que, o uso de vermicomposto e até mesmo o tratamento sem fertilizantes induziram maior incremento na área foliar total e no número de folhas (Saidelles et al., 2003). Para os autores a diferença observada entre os tratamentos, com e sem adubação química, parece estar associado ao efeito da salinidade do adubo, prejudicando o crescimento inicial das plantas, indicando que a adubação química teve efeito contrário ao esperado o que deve estar associado ao efeito salino às raízes e a prováveis efeitos redutivos da atividade micorrízica que é intensa nessa espécie.

Com relação às medidas biométricas da folha de *I. paraguariensis*, foi possível verificar que tanto os tratamentos testemunha quanto o NPK apresentaram médias muito próximas com relação ao comprimento, largura e peso fresco das folhas de mudas de *I. paraguariensis*, isso mostra que a presença ou ausência de fertilizantes químicos influenciou muito pouco no desenvolvimento das folhas da mesma, ao contrário do tratamento compostagem que apresentou médias maiores em comparação com os demais tratamentos.

Entretanto, Pandolfo et al. (2003) ao analisarem o rendimento de biomassa em erval jovem submetido à adubação mineral e orgânica em Latossolo, concluíram que a resposta da erva mate está relacionada aos teores do nutriente existente no solo. Assim, os teores de nutrientes (principalmente potássio - K) no solo abaixo de 120 mg dm⁻³, com aplicação anual de 75g de K₂O por planta, resultaram em uma produção de massa verde em torno da resposta máxima. Quando os teores de K apresentavam-se acima deste nível, a aplicação anual de 25 g de K₂O por planta foi suficiente para manter a produção de massa verde. Neste sentido, Caldeira et al. (2008) informam ainda que dentre os componentes do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é a responsável pela retenção de umidade. Por isso, o incremento do adubo orgânico é muito utilizado como fonte de nutrientes na composição dos substratos para diversos tipos de cultivo.

Para o comprimento das folhas o tratamento compostagem apresentou uma média de 23,7 ± 6,27mm, seguido dos tratamentos testemunha com 18,8 ± 3,90mm e NPK com 19,4 ± 3,83mm (Figura 5). A Anova revelou diferenças significativas (F=27,01 p<0,001) entre o tratamento compostagem com os dois outros tratamentos (NPK e testemunha) (Figura 5).

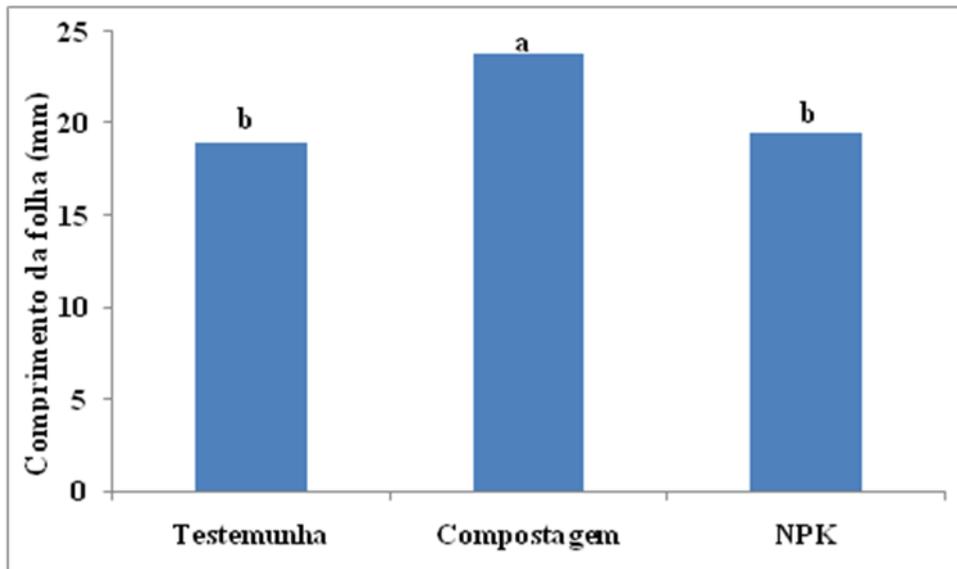


Figura 5. Valores médios do comprimento da folha de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

A largura das folhas na compostagem também apresentou a maior média (14,8 \pm 3,57mm) seguido pelo NPK (12,7 \pm 2,34mm) e a testemunha com (12,6 \pm 2,17mm).

Na largura das folhas das mudas de *I. paraguariensis*, a análise de variância, apresentou resultados significativos ($F=18,78$ $p<0,001$), sendo que a compostagem apresentou um índice maior em comparação com os demais tratamentos. Para os tratamentos da testemunha e o NPK apresentaram o mesmo índice (Figura 6). Assim no comprimento das folhas, na largura e no peso fresco das folhas a compostagem foi o tratamento que apresentou os melhores resultados, enfatizando sua eficiência no desenvolvimento das mudas de *I. paraguariensis*.

Lima (2001) em estudos sobre o crescimento de cajueiro-anão-precoce submetidas à adubação orgânica e mineral, observou na combinação entre a menor dose da mistura de fertilizante mineral na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio (1,92 g/planta) e a maior de matéria orgânica (húmus de minhoca), (300 g/planta), um acréscimo significativo na altura da planta, peso da matéria seca da parte aérea e número de folhas por planta. Verificou-se, que o aumento das doses de fertilizantes minerais e da matéria orgânica provocou incremento nos valores das características de crescimento das plantas, em relação à não aplicação. Estes resultados sugerem a possibilidade de redução nos custos para obtenção da muda, visto que o fertilizante mineral pode ser parcialmente substituído pela matéria orgânica, contribuindo significativamente para o seu desenvolvimento inicial.

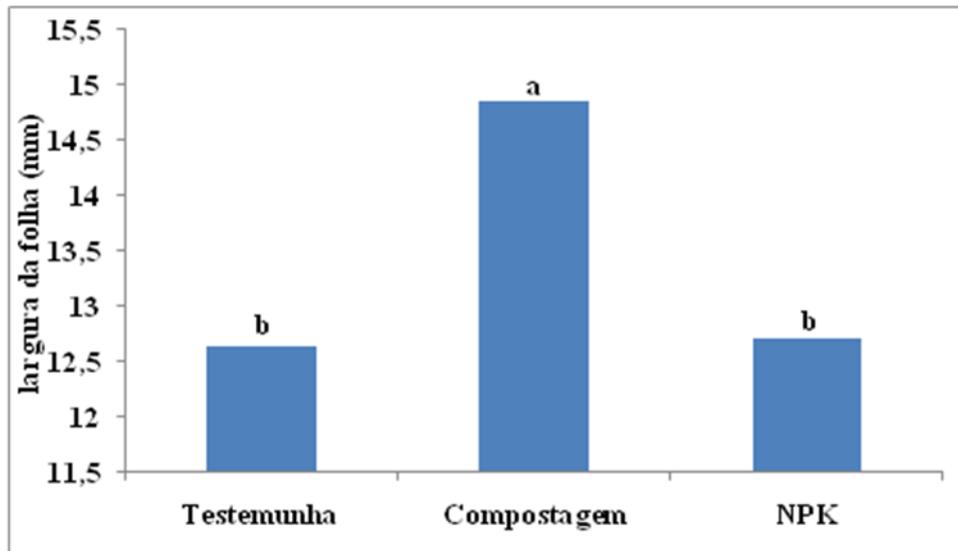


Figura 6. Valores médios da largura da folha de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

O peso fresco da folha das mudas apresentou os seguintes resultados: $0,127 \pm 0,07g$ para o tratamento compostagem, $0,109 \pm 0,04g$ para a testemunha e $0,098 \pm 0,12g$ para o tratamento NPK. Foram obtidas diferenças significativas (Anova - $F=29,68$ $p<0,001$), entre os tratamentos compostagem e NPK e compostagem e testemunha (Figura 7).

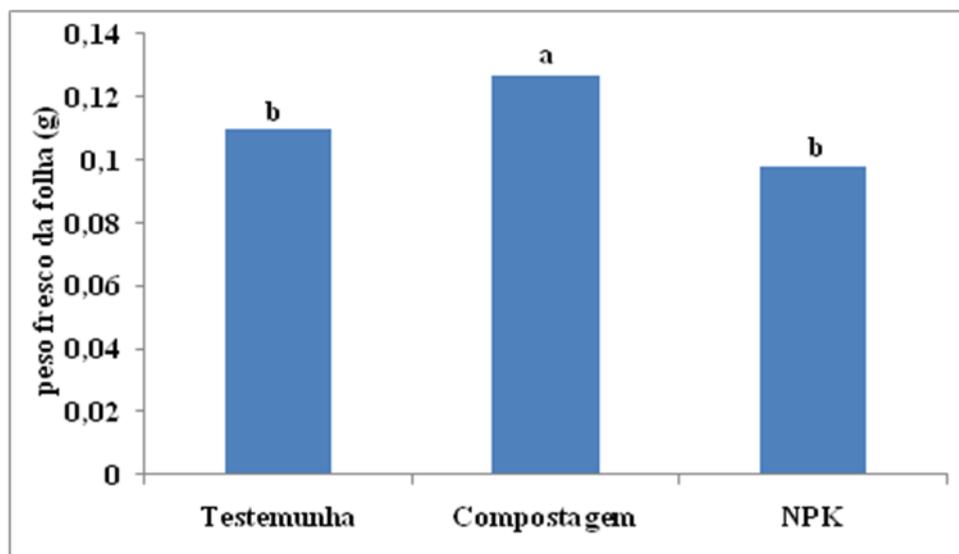


Figura 7. Valores médios de peso fresco da folha de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

O comprimento do caule medido mostrou os maiores valores para o tratamento compostagem ($42 \pm 9,4\text{mm}$), seguido pelo tratamento com fertilizante químico - NPK ($36,1 \pm 6,1\text{mm}$) e testemunha ($32,3 \pm 5,3\text{mm}$). Conforme a Análise de Variância, foram obtidas diferenças significativas ($F=41,68$, $p<0,001$) entre todos os tratamentos avaliados (Figura 8).

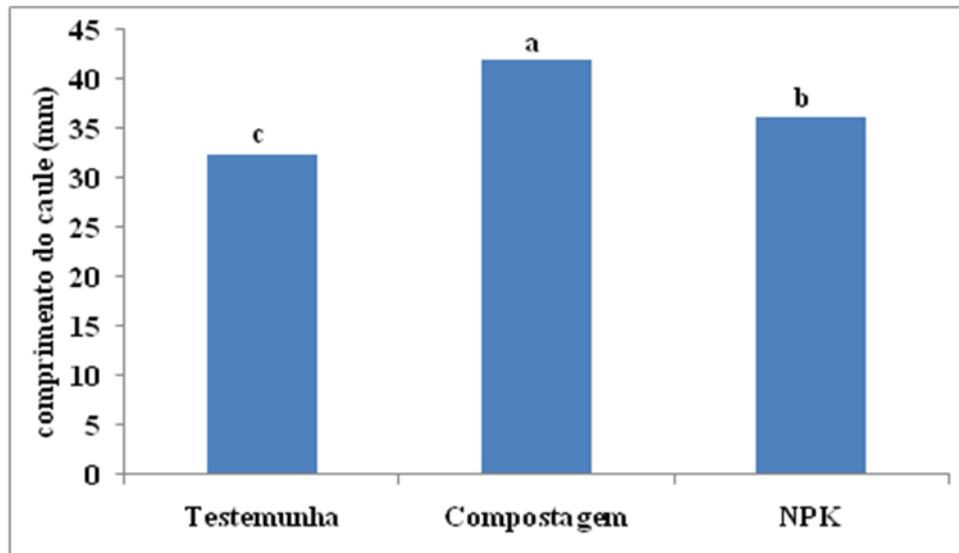


Figura 8. Valores médios do comprimento do caule de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Em experimentos com *Ilex paraguariensis*, Wendling et al. (2007) compararam quatorze tipos diferentes de substratos. Entre os tratamentos testados comprovou que o substrato formado com 40% de esterco bovino +40% de serragem e +20% de terra de subsolo, promoveu a maior altura nas mudas de erva mate. Estudos sobre os efeitos dos substratos nos parâmetros morfológicos de mudas de Sesbânia (*Sesbania virgata* (Caz.) Pers) e de Angico (*Anadenanthera peregrina* (L.) cultivados em substrato fertilizado com composto de lixo urbano mostrou diferentes resultados de acordo com as proporções do substrato. Para o angico, a adição do composto proporcionou aumento na altura da parte aérea, relação massa seca de parte aérea por massa seca de raiz e no índice de qualidade nas mudas e para a Sesbânia, a adição do composto proporcionou aumento na altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca de raiz e índice de qualidade e número de nódulos (Nobrega et al., 2008).

Roweder et al. (2012) em experimentos sobre o uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro, concluiu que as

plântulas apresentaram melhores resultados em relação ao comprimento da parte aérea, quando as mudas foram conduzidas em adubação orgânica (húmus de minhoca). Relatam, ainda, que as espécies florestais apresentam em geral uma grande variação na capacidade de germinação e desenvolvimento, crescimento e vigor no que se refere ao substrato. Para o cedro, que possui características de fácil adaptabilidade, substratos que garantam boa relação ar, água e nutrientes apresentam considerável potencial para a produção de mudas, considerando o bom desempenho com substratos à base de compostos vegetais.

Saidelles et al. (2003) em análises do crescimento inicial de mudas de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solo (vermicomposto, testemunha e NPK) asseguram que o tratamento com vermicomposto apresentou os maiores crescimentos em altura. Os autores sugerem este tipo de solo como o mais adequado, devido a suas propriedades químicas como fonte de nutrientes, além da melhora nas propriedades físicas, como a maior retenção da água, fator que pode ser muito importante em períodos de estiagem e em solos arenosos.

O peso fresco do caule das mudas avaliadas foi visivelmente maior no tratamento compostagem ($0,057 \pm 0,08g$) quando comparado com os tratamentos testemunha ($0,039 \pm 0,01g$) e NPK ($0,037 \pm 0,03g$). A única diferença estatística obtida (Anova - $F=3,87$ $p<0,05$) foi entre os tratamentos compostagem e NPK (Figura 9).

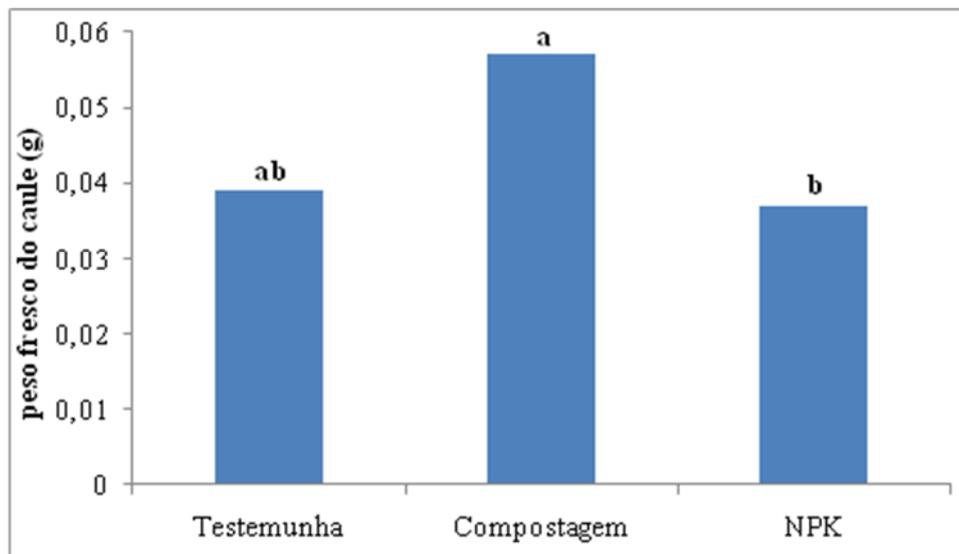


Figura 9. Valores médios do peso fresco do caule de *Ilex paraguariensis* em cada um dos tratamentos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Amaral et al (2013) em experimentos com substratos orgânicos na produção de mudas de Leucena (*Leucaena leucocephalia* (Lam.) para revegetação de áreas degradadas no Sul do Piauí concluiu que os melhores resultados para altura da plantas, diâmetro de caule e número de folhas, foram obtidos quando se utiliza composto e esterco bovino como substratos. A utilização de esterco e composto na composição dos substratos permitiu incrementos de 81,22 e 90,75% para a altura da planta, 54,67 e 53,20% para o diâmetro e 58,62 e 56,87% para número de folhas, respectivamente. Os substratos e as proporções estudadas exerceram efeitos expressivos sobre todas as variáveis estudadas, apresentando um alto potencial de utilização na composição de substratos para produção de mudas. Para o crescimento de cajueiro-anão-precoce o uso de doses de matéria orgânica (húmus de minhoca) 300 g/2,5 kg de substrato, promoveu maior incremento nos valores de peso da matéria seca da parte aérea e número de folhas da planta (Lima, 2001). Segundo o autor para a obtenção de mudas de boa qualidade, é fundamental a utilização de substratos a qual apresente propriedades físicas e químicas adequadas fornecendo os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da planta. Estes resultados obtidos com a matéria orgânica sugerem a possibilidade de redução nos custos para obtenção da muda, contribuindo significativamente para o seu desenvolvimento inicial. Experimentos com substratos orgânicos na produção de mudas de Leucena (*Leucaena leucocephalia*) também mostram que os melhores resultados foram expressos com a utilização de esterco e composto (Amaral et al., 2013). A utilização de esterco e composto na composição dos substratos permitiu melhor desenvolvimento das mudas, além disso, oferecendo baixos riscos ambientais.

Conclusão

Com base nos objetivos propostos e nas condições em que foi realizado o presente estudo, foi possível concluir que:

1. A adição da compostagem como adubo orgânico em canteiros de erva mate, quando comparado com os tratamentos NPK e testemunha mostrou os melhores desenvolvimentos em todos os parâmetros avaliados, revelando ser este tipo de adubo um componente importante na manutenção da fertilidade do solo.
2. A compostagem contribuiu, em partes, na recuperação do solo, particularmente no pH(6,20). Nas amostras de solo dos tratamentos testemunha e NPK, ambos os valores de pH obtidos foram bastante baixos(3,60 e 3,70 respectivamente).Além disso, os valores de macronutrientes como, Cálcio, magnésio, potássio, fósforo no solo foram também mais elevados no tratamento com compostagem.

3. Em todas as características analisadas a compostagem prevaleceu e sustentou os rendimentos da erva-mate em função de altura, comprimento do caule e peso da planta, bem como, comprimento, largura e peso fresco das folhas.

4. A resposta da erva-mate ao adubo orgânico está relacionada aos teores dos nutrientes no solo. Os substratos com fertilizante NPK puro mostrou-se pouco viável para a produção de mudas de erva mate (*Ilex paraguariensis*), demonstrando fraco desempenho nas análises biométricas das plantas avaliadas, permanecendo em nível igual ou mais baixo que a testemunha.

5. A presença do composto orgânico na combinação com o solo parece ter resultado em benefícios como maior fornecimento de nutrientes e fertilidade na germinação das sementes da erva mate, favorecendo não só a planta como também o ambiente. Neste sentido, tal procedimento diminuiu os custos na produção de mudas e abrandou o uso de defensivos agrícolas, evitando a contaminação ao meio ambiente, trazendo benefícios a saúde humana.

Portanto, considerando os pontos acima descritos, o substrato formulado com compostagem (adubo orgânico) visivelmente promoveu um maior crescimento em todas as características analisadas e mostrou-se mais eficiente, sendo assim, o mais recomendado para a germinação de sementes e do crescimento inicial da erva mate (*Ilex paraguariensis*).

Referências

AVILA, João Carlos. **Compostagem Biodinâmica**. *Ci. Inf.*, Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, Botucatu, São Paulo, p.1-21, 2013. Disponível em: <http://www.biodinamica.org.br/artigos/compostagembiodinamica.pdf>. Acesso em: 15/01/2013.

BOGUSZEWSKI, J.H. **Uma História Cultural da Erva-Mate: O Alimento e suas Representações**. Dissertação de Mestrado em História pela Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007, p. 130.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Exemplos de Compostagem e Recolhas Seletivas bem Sucedidas**. Direção – Geral do Ambiente. *Ci. Inf.*, Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2000, p.7-60. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost_pt.pdf04. Acesso em: 15/01/2013.

ERHART, J. **O Efeito do Pó de Basalto nas Propriedades Químicas do Solo e Nutrição da Videira (Cabernet sauvignon)**. Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias pela Universidade de Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC, 2009 71 p.

FERREIRA, E.R.N.C.; ALMEIDA, J.A.; MAFRA, A.L. Pó de Basalto, Desenvolvimento e Nutrição do Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.8, n.2, p. 111-121, 2009.

FERRON, R. Erva-mate – Muito mais que a Árvore Símbolo do RS. Conselho em revista nº 40. Disponível em: saturno. Disponível em: http://www.crea-rs.org.br/crea/pags/revista/40/CR40_area-tecnica-artigo8.pdf. Acesso em: 24/02/2012.

GUTIERREZ, R.S; INOCÊNCIO, M.F. Escória de Siderurgia e Pó-De-Basalto na fertilização de solos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009, p.1887-1880.

LEINS, V.; AMARAL, S. E. **Geologia Geral**. São Paulo: Ed. Nacional, 1998.

LORENZI, H. [et al.]. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, vol 1. 4 edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 375p. 2002.

LIMA, R.L.S.; FERNANDES, V.L.B.; OLIVEIRA, V.H.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento de Mudanças de Cajueiro- Anão- Precose ‘CCP-76’ Submetidas à Adubação Orgânica e Mineral. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 391-395, agosto 2001.

MELO, I.B. **Mapeamento da cadeia produtiva da erva-mate no município de Machadinho: Desafios e Propostas**. Monografia em Gestão do Agronegócio pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo, RS 2010, 46p.

NALON, J.M; OLIVEIRA, J.R.F.. Avaliação do uso de Pó de Basalto e Hiperfosfato de Gafsa na cultura de milho em sucessão a coquetel de adubos verdes no município de Bituruna- PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009, p. 2283-2285.

OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, H.J.M.; CAJAZEIRA, J.P. **Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceara, 2004, p.17. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/tatianebosco/residuossolidos/Artigos/Compostagem%20Embrapa.pdf>. Acesso em: 15/01/2013.

OLIVEIRA, A.M.G.; AQUINO, A.M.; NETO, M.T.C. **Compostagem Caseira de Lixo Doméstico**. Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento, Circular Técnica 76, Cruz das Almas, Bahia, p.1-6, Dezembro de 2005. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular_76.pdf. Acesso em: 15/01/2013.

PEREIRA, T.M; KUMMER, C. I; MOURA, M. S. G; ALMEIDA, R.M. **Erva Mate**. UNIJUI – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, De FEM – Departamento de Física, Estatística e Matemática, p.1-14, 2005. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/erva_mate/. Acesso em: 20/02/2012.

PEZZUTTI, R.V.; SCNUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. Crescimento de Mudanças *Eucalyptus globulus* em Resposta à Fertilização NPK. **Ciência Florestal**. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999.

REZENDE, F.A. **Aceleração do Processo de Compostagem de Resíduos Sólidos: Avaliação de Fertilizante Obtido em Usina de Compostagem no Litoral Norte da Bahia.** Dissertação de Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2005, 68p.

SILVA, D.C. Compostagem: Uma Alternativa para ao Dejetos Animal e Vegetal. **Diário de Caratinga.** Centro Universitário de Caratinga – UNEC, n. 11, 2007, p. 02.

SILVEROL, A.C.; FILHO, L.M. Utilização de Pó de Granito e Manto de Alteração de Piroxenito para Fertilização de Solos. **Rev. Bras. Agroecologia.** II Congresso Brasileiro de Agroecologia, v.2, n.1, p. 703-707, 2007.

TURISMO PORTO UNIÃO DA VITÓRIA. **Dados do Município.** Disponível em: <http://www.turismoportouniaodavitoria.com.br/uva/dados.php>. Acesso em: 24/05/2012.

WENDLING, I.; FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso Intensivo de Viveiros e Produção de Mudas.** Embrapa, documentos 79, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Colombo, Paraná, 2002 p.5-45.

Recebido para publicação em: 13/05/2014

Aceito para publicação em: 13/12/2014