

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DE SUBSTRATOS À BASE DE CASCA
DE ARROZ CARBONIZADA E VERMICOMPOSTO**

FABIANA BASSO LASMAR

MARIA ALICE VIEIRA
(Orientadora)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG

Dezembro - 2003

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO – QUÍMICA DE SUBSTRATOS À BASE DE CASCA
DE ARROZ CARBONIZADA E VERMICOMPOSTO**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 05/12/2003

Prof^ª. Dr^a Maria Alice Vieira
(Orientadora)

Prof^ª. Ms^a. Ofélia Cleusa Rosante Gomes
(Membro da Banca)

Prof^ª. Dr^a. Denise Garcia Santana
(Membro da Banca)

Uberlândia – MG
Dezembro - 2003

ÍNDICE

RESUMO.....	04
1. INTRODUÇÃO.....	06
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	09
2.1. Substrato.....	09
2.1.1. Casca de arroz carbonizada.....	11
2.1.2. Vermicomposto.....	13
2.1.3. Caracterização dos substratos hortícolas.....	16
2.1.4. Análise de substratos.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Caracterização físico-química e química dos substratos.....	21
3.1.1. pH.....	21
3.1.2. Condutividade elétrica (CE).....	21
3.1.3. Macronutrientes(P, K, Ca, Mg e S e micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn e B). 22	
3.2. Análise estatística das propriedades avaliadas.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..	23
4.1. Caracterização físico-química dos substratos.....	23
4.1.1. Valor de pH e Condutividade elétrica	23
4.1.2. Valores de macro e micronutrientes.....	27
5. CONCLUSÕES.....	33

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
7. APÊNDICE.....	40
8. ANEXO.....	42

RESUMO

Considerando-se a necessidade de novos materiais para uso como componentes de substratos e, principalmente o conhecimento de suas características para melhor avaliação da adequação à produção hortícola, que o presente trabalho teve por objetivo avaliar o pH a condutividade elétrica e a disponibilidade de macro e micronutrientes de misturas com proporções diferentes de casca de arroz carbonizada (CAC) e o vermicomposto (VER). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Os tratamentos constituíram de 100%CAC; 66%CAC + 34%VER; 50%CAC + 50% VER; 34%CAC + 66%VER; 100%VER. A determinação do valor de cada propriedade físico-química foi realizada através de leituras feitas em suspensões de substrato-água na proporção de 1: 5(v : v). Observou-se uma redução do pH do substrato, para um valor ideal, com o aumento da proporção de VER, assim como o aumento da CE. Foi observado que a concentração de nutrientes tende a aumentar proporcionalmente com o acréscimo de vermicomposto.

1. INTRODUÇÃO

Em diversos ramos da produção hortícola o uso de substrato adequado à cultura e condições ambientais particulares são essenciais para o sucesso do empreendimento. Atualmente, tanto em viveiro de produção de mudas, bem como durante todo o ciclo de produção das plantas cultivadas em recipientes, especialmente na floricultura e em ambiente protegido, o substrato tornou-se um insumo imprescindível para o desenvolvimento desta atividade agrícola.

O estudo de substratos para plantas no Brasil é relativamente recente, embora já se disponha de expressivos resultados de pesquisa aplicada em diferentes ramos, tais como em floricultura, silvicultura, olericultura e fumicultura. Porém, em alguns países europeus a pesquisa nesta área já é bem mais antiga, conforme mostram os trabalhos pioneiros de DeBoodt (1974), que ao estudar a evolução da Horticultura no Centro de Ghent, na Bélgica, entre os anos de 1960 a 1972, concluiu que a utilização de substratos adequados proporcionou aumentos entre 10 e 30% no valor do mercado de produtos hortícolas. No Brasil a utilização de substrato vem sendo feita há algum tempo pelos produtores rurais, especialmente produção de mudas de hortaliças, de plantas ornamentais, frutíferas, essências florestais e na floricultura em geral.

Na escolha do substrato para plantas deve-se considerar a grande diversidade de materiais e misturas utilizados em função da região produtora, das exigências específicas da cultura, das condições econômicas e nível técnico do produtor, além da disponibilidade da matéria-prima, condições de mercado e possibilidade de uso de substratos comerciais. De acordo com Silva (2000), na região de Holambra-SP, principal produtora de plantas ornamentais do Brasil, seguramente a maioria dos produtores utilizam substratos comerciais prontos, elaborados especialmente para espécies em cultivo, e até mesmo de acordo com fórmula específica solicitada pelo produtor, através da misturas das diferentes matérias-primas.

Dos materiais de origem mineral disponível para composição das misturas, a terra, preferencialmente a argilosa, além da terra preta e da turfa, têm sido amplamente utilizadas como matéria-prima. No entanto, deve se considerar os prejuízos ambientais que o uso destes materiais como substratos para plantas podem causar, uma vez que todos eles são recursos naturais limitados, cuja utilização não é recomendável quando se propõe desenvolver uma agricultura em bases sustentáveis. Haja vista inclusive, que o mercado agrícola, principalmente nos países europeus têm imposto regras cada vez mais rigorosas neste sentido. Quanto aos materiais de origem orgânica, podem ser utilizados os esterco curtidos, turfas, cascas de arroz carbonizadas, maravalhas e vermicompostos e entre os sintéticos, as espumas fenólicas.

Entre os diversos componentes de misturas para substratos, adquire importância a casca de arroz carbonizada, devido à grande disponibilidade desta matéria-prima, aliada à necessidade de dar-lhe um destino econômico e ecologicamente viável (Vieira, 2002),

principalmente pelas suas propriedades físicas que conferem aumento da porosidade, melhora da aeração e redução da densidade do substrato. Devido a isto, a casca de arroz carbonizada é amplamente utilizada como substrato para enraizamento de estacas de plantas sob nebulização e em misturas para o cultivo de várias espécies ornamentais. Entretanto, devido a rápida drenagem da água neste material seu uso como substrato puro não é indicado quando se trata de cultivos em condições normais sem nebulização, sendo necessário assim acrescentar-lhe materiais que melhorem sua capacidade de reter água.

Sob o aspecto nutricional, a casca de arroz carbonizada é considerada um substrato com baixa disponibilidade de nutrientes, os quais devem ser acrescentados via adubação e/ou mistura com outros materiais que apresentem níveis mais elevados de macro e micro nutrientes.

Por outro lado, os materiais resultantes de processos de vermicompostagem de resíduos orgânicos provenientes de atividades agrícolas, industriais e/ou domésticas depois de convertidos em formas mais estáveis de matéria são bastante aplicados na formulação de substratos hortícolas. Este material, denominado vermicomposto, apresenta alta capacidade de retenção de água e conteúdo nutricional mais elevado e variável, de acordo com a origem. Por isto, sua utilização pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos substratos.

Além disto, como destaca Bicca (1999), a vermicompostagem surge como uma prática recomendável de reciclagem de resíduos orgânicos de modo a reduzir os problemas de poluição ambiental dentre os quais aqueles causados por esterco de animais e resíduos de indústrias de alimentos. Esses materiais reciclados podem ser uma alternativa que busca

assegurar produtividades sustentadas em longo prazo, através de práticas de manejo ecologicamente seguras.

Deve-se salientar, entretanto, que a caracterização química dos materiais utilizados na composição dos substratos hortícolas e das respectivas misturas, é importante para determinar sua adequação à produção hortícola, pois como relata Miner (1994) para avaliar a qualidade do substrato não basta conhecer as propriedades gerais de seus componentes principais, sendo necessário determiná-las para cada ingrediente ou mistura particular.

Diante disto, o presente trabalho teve objetivo avaliar o pH, a condutividade elétrica e disponibilidade de macro e micronutrientes de substratos constituídos de diferentes proporções de casca de arroz carbonizada e vermicomposto de origem bovina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Substrato

Substrato é o meio onde se desenvolvem as raízes e que, portanto, serve de suporte à plantas que são cultivadas em recipientes, em pelo menos algumas fases durante o seu desenvolvimento (Fermino ; Bellé, 2000), sendo usado em substituição ao solo, para a produção vegetal (Kämpf, 2000).

As principais funções do substrato conforme relatado por Gonçalves (1995) são, a manutenção da planta e o fornecimento de nutrientes, água e oxigênio.

Os substratos são utilizados no mundo todo para cultivo de plantas num método de produção denominado cultivo sem solo, termo referente a qualquer sistema de produção de plantas baseado em meio de cultivo distinto de solo, como meio de estabelecimento das raízes, embalados em recipiente de qualquer material, forma e tamanho. Nos cultivos em substrato, o pequeno volume e a baixa capacidade tampão elevam os riscos, mas também as chances de sucesso agrônômico (Miner, 2002), isso devido, principalmente, a facilidade de controle.

A possibilidade de aproveitar como substrato hortícola a diversidade de materiais disponíveis no ambiente, depende do bom conhecimento de suas propriedades, sendo que ao lado de materiais tradicionais aparecem outros que têm sua origem em resíduos agrícolas

ou industriais e que oferecem propriedades interessantes para o horticultor (Martinez, 2002).

Conforme citado por Bataglia ; Abreu (2001) os materiais utilizados como substratos podem ser naturais ou sintéticos e de origem residual, mineral ou orgânico; podendo também, de acordo com Bunt (1961), ser empregados de forma isolada ou combinados dois ou mais componentes devido a necessidade de aproveitarem características específicas para a otimização das condições de água, ar e nutrientes no meio de cultura. Deve-se salientar que de acordo com Kämpf (2000), os materiais que são adicionados ao substrato em proporções iguais ou inferiores a 50%, com o objetivo de melhorar características físicas e/ou químicas da mistura, são denominados condicionadores de substratos.

Portanto, como observa Vieira (2002), o que distingue o substrato do condicionador é a proporção do material na mistura e, sendo assim, um mesmo material tanto pode ser considerado substrato como condicionador, dependendo da proporção em que ele participa da mistura, que é de 50%.

A utilização de substratos na produção de plantas ornamentais tem sido de grande importância. Geralmente, são utilizados recipientes que demandam grande volume de misturas de solo e matéria orgânica, assim a substituição destes materiais por um substrato ideal contribui de forma substancial para a melhoria da quantidade e qualidade de produção (Stringheta, 1995 apud Franco, 2000). Por outro lado, deve se considerar que de acordo com Minami (1995), o substrato ideal não existe, sendo entretanto possível obter misturas com o máximo de características desejáveis.

2.1.1. Casca de arroz carbonizada (CAC)

Na Europa, desde a década de 70, buscam-se materiais substitutos para a turfa na composição de substratos para plantas, já que esta é um recurso não renovável, além de representar um alto custo a ser pago pelos países importadores (Cole ; Newell, 1996).

Como exemplo de outros materiais citam-se acículas de *Pinus* triturada, casca de amendoim moída, casca de arroz carbonizada e/ou moída, areia de rio e vermicomposto dentre outros.

Em regiões de concentração da orizicultura a casca de arroz constitui um abundante resíduo, que conforme relata a literatura (Backes et al., 1989; Bellé ; Kämpf, 1993; Puchalski ; Kämpf, 2000; entre outros), após sofrer o processo de carbonização pode ser usada como substrato ou em misturas tendo função condicionadora.

De acordo com Souza (1993), as cascas de arroz carbonizadas são consideradas um bom substrato para germinação de sementes e enraizamento de estacas devido aos motivos: permite a penetração e a troca de ar na base das raízes; é suficientemente firme e densa para fixar a semente ou estaca; tem coloração escura e forma sombria na base da estaca; é leve e porosa permitindo boa aeração e drenagem; tem volume constante seja seca ou úmida; é livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos; não necessita de tratamento químico para esterilização, em razão de ter sido esterilizada com a carbonização.

Gonçalves (1995) cita como as principais características da CAC a extrema leveza, o fácil manuseio, a grande capacidade de drenagem, o pH ligeiramente alcalino, a riqueza em minerais, principalmente cálcio e potássio, a baixa capacidade de retenção de umidade e a esterilidade. Segundo Silva et al. (2000) em estudo sobre as características químicas e físicas de substrato à base de turfa (T) e casca de arroz carbonizada (CAC), concluíram que

independente das proporções usadas, T, CAC e suas misturas apresentaram valores da relação sólidos: poros muito semelhantes. Entretanto, se diferenciam de forma significativa no espaço de aeração (EA) e na capacidade de retenção de água, sendo que a CAC apresentou maior EA e menor capacidade de retenção de água.

Para a produção de mudas de *Salvia splendens* Ker e *Passiflora edulis f. flavicarpa*, o trabalho de Bellé (1990), mostrou que as proporções de 33 a 50% de CAC na mistura foram as que mais contribuíram para o melhorar o desempenho da turfa, proporcionando maior crescimento e melhor qualidade das mudas.

Em estudo sobre o efeito de substratos artificiais na produção de mudas de *Kalanchöe blossfeldiana* ‘Singapur’ Gonçalves (1992) verificou, que as misturas contendo CAC apresentaram bons resultados, com excelente aspecto visual e ótimo desenvolvimento do sistema radicular. Entretanto este autor alerta para as limitações de sua utilização prática, uma vez que devido à baixa densidade do material, os recipientes preenchidos com este, principalmente se forem de plástico, ficam muito leves e com um simples contato ou uma rajada de vento podem ser derrubados. Além disso, exigem maior número de regas, devido à sua alta capacidade de drenagem.

Ao avaliar o enraizamento de estacas de *Hibiscus lequisetiformis* e *Bougainville glabra*, Vieira et al. (1996) constataram que o substrato contendo CAC + solo se mostrou eficiente, porém não diferiu de outros substratos usados nos dois experimentos tais como: solo + húmus + areia (1:1:1), areia e substrato comercial, casca de algodão + vermiculita + solo (1:1:1), casca de algodão + vermiculita (1:1).

Souza et al. (1989) no cultivo em vaso de *Chrysanthemum morifolium* Ramat var-White Polaris, observaram que o substrato CAC se destacou dos demais (casca de café, casca de arroz, serragem e vermiculita), proporcionando maior produção de matéria fresca total das partes aéreas e raízes. Além disso, as plantas cultivadas na mistura contendo CAC apresentaram melhor crescimento e floração.

2.1.2. Vermicomposto

Vermicompostagem ou composto de vermes é a denominação da tecnologia na qual se utilizam as minhocas para a produção de composto orgânico.

No caso da vermicompostagem, todo produto orgânico bioestabilizado ou semicurado, livre de fermentação, constitui-se na fonte de matéria-prima. Esses resíduos orgânicos são encontrados na natureza na forma de esterco dos animais domésticos (bovinos, equinos, coelhos, aves, suínos, etc.), restos vegetais (folhas, talos, frutas, etc.), resíduos industriais e agro-industriais (soro de leite, aparas de couro, casca de arroz, serragem, casca de nozes, farinhas, tortas, etc.), lixo urbano, lodo de esgoto, etc. (Resíduos, 2003).

O processo de decomposição dos resíduos orgânicos é dependente do teor de nitrogênio presente neste, o qual determinará a relação carbono/nitrogênio da massa (Bicca, 1999).

A bioestabilização de um produto se inicia com o processo de compostagem, que é o empilhamento, alternando-se de restos de cultura (folhas, colmos, etc.) com esterco animal. Os primeiros são ricos em carbono, portanto relação C/N alta (70/1 a 90/1), o que dificulta a sua decomposição pelos microrganismos, enquanto o esterco animal é rico em nitrogênio,

sendo capaz de reduzir essa relação C/N para níveis próximos de 10/1, ideais para o desenvolvimentos dos microrganismos, o que também é favorecido através de irrigação das camadas. Para a fase seguinte, da humificação do composto, para a continuidade do processo de redução dos níveis da relação C/N e obtenção da mineralização da matéria orgânica, a minhoca é utilizada acelerando o processo através da ação das enzimas produzidas no seu tubo digestivo e da atividade de uma série de microrganismos nele existentes, que são grandemente estimulados antes de serem excretados (Zeola, 2003).

As minhocas só podem ser introduzidas no material a ser compostado quando a temperatura deste estiver entre 20° a 28°C (na fase de maturação da compostagem), e após introduzi-las o composto não pode ser revolvido, para evitar sua fuga ou morte (Motter et al., 1987 apud Oliveira, 2003).

Segundo Kiehl (1985), o esterco fresco contém muita celulose, presente nos materiais utilizados nas camas e um elevado teor de água, podendo causar uma deficiência temporária de nitrogênio no solo ao se decompor, o que não acontece com o já bioestabilizado (Primavesi, 1991).

Os resíduos vegetais, de acordo com Kiehl (1985), são ricos em carbono e pobres em nitrogênio apresentando uma elevada relação C/N, como é o caso palha de arroz (67:1) e das palhas secas (87:1) , têm por característica não entrar em decomposição espontânea, mesmo quando amontoadas e irrigados, no entanto com os esterco acontece o contrário, por terem relação C/N mais baixa, como exemplo tem-se o esterco bovino (25:1) e o de aves (7,3:1).

Bicca (1999) e Aquino et al. (2003), comentam que a espécie de minhoca mais utilizada para a vermicompostagem é a *Eisenia foetida*, conhecida como “minhoca Vermelha da Califórnia” ou “minhoca de esterco”. Esta preferência deve-se a sua habilidade de converter resíduos orgânicos pouco decompostos em material estabilizado, extraordinária proliferação, rápido crescimento e por se adaptar com facilidade aos diferentes resíduos produzidos nas zonas rurais, urbanas e industriais e ao clima. Para Hernandez (1991), as principais razões para se eleger a minhoca da Califórnia são: fecundidade, longevidade, consistência corporal, adaptação ao cativeiro e pouca mobilidade.

Outra espécie de minhoca que pode ser usada é a *Pheretima sp*, muito comum nos solos brasileiros e vulgarmente chamada de puladora, facilmente reconhecida pela presença de um “colarinho branco”. Esta espécie é geralmente utilizada na compostagem de resíduos em estágio mais avançado de decomposição, sendo útil em campo na incorporação de matéria orgânica ao solo (Aquino et al., 2003).

O húmus é o produto final da transformação de matéria orgânica por microrganismos, e é considerado um excelente condicionador do solo, diminuindo a sua densidade e aumentando a permeabilidade à água, a porosidade, a aeração e a resistência à erosão (Aprotec, 2003).

Segundo Lavelle et al. (1998), a estabilidade dos excrementos produzidos pelas minhocas podem durar um longo tempo, podendo as propriedades físicas serem conservadas por muito tempo após as minhocas serem removidas do solo.

2.1.3. Caracterização dos substratos hortícolas

As características químicas mais comumente analisadas para avaliar a qualidade de um substrato hortícola são valor de pH, capacidade de troca de cátions (CTC) e condutividade elétrica (CE) ou teor total de sais solúveis (TTSS) de acordo com Bellé (1990).

Para Waller ; Wilson (1983), o pH também é considerado como o critério químico de maior importância ao crescimento das plantas, pois valores inadequados relacionam-se a muitos desequilíbrios fisiológicos. Por outro lado, para esses mesmos autores, o conhecimento do teor de sais, na solução de substrato, torna-se importante devido às plantas apresentarem diferentes tolerância em relação aos níveis de salinidade. Em diversas situações, um alto teor de sais pode ser uma indicação de fertilidade de substrato, uma vez que os macronutrientes são altamente solúveis, desde que a quantidade de íons indesejáveis, como o sódio e o cloro sejam insignificantes.

A salinidade de uma solução se mede pelo conteúdo de sais nela dissolvidos e, mais comumente pela sua capacidade em conduzir corrente elétrica, ou seja, pela sua condutividade (Miner, 1994). A CE é, portanto, um indicador do nível de nutrientes da solução, que como relata Gruszynski (2001) fornece uma significativa informação do conteúdo de íons (nutrientes ou não) na solução do substrato.

O uso da condutividade elétrica para avaliação dos níveis de nutrientes é baseado no fato de que os íons dissolvidos na solução do substrato conduzem corrente elétrica na proporção direta da concentração presente. Desta forma, medindo-se a condutividade

elétrica de um extrato tem-se uma indicação da concentração total dos íons ali dissolvidos (Bower ; Wilcox, 1965 apud Rodrigues, 2001).

Uma concentração alta de sais solúveis na solução do solo, em contato com a planta jovem, causa a perda de água por parte de suas raízes, a qual se deve a uma pressão osmótica maior que a do suco celular causando a desidratação das raízes, dano permanente e até a morte da planta (Malavolta, 1981).

Quanto a disponibilidade de nutrientes, para Verdonck (1983) o conhecimento de seus teores pode ser dispensável, uma vez que os fertilizantes são adicionados conforme a necessidade da cultura. Porém segundo Goh (1979), os dois principais fatores que determinam o sucesso da produção de plantas em recipientes em viveiros comerciais são: a escolha do meio e o suprimento de nutrientes.

Neste aspecto, cabe ressaltar, que mesmo quando os nutrientes são fornecidos através de adubações, sua quantificação não deve ser relevada, pois no cálculo das concentrações de fertilizantes a serem adicionadas, têm que ser descontadas das quantias já presentes na solução do meio. Caso contrário corre-se o risco de adubar excessivamente, elevando-se a salinidade do substrato a níveis prejudiciais para as plantas, além de se desperdiçar adubos e conseqüentemente aumentar os custos de produção.

Na formulação de substratos são empregados diferentes componentes que apresentam em sua composição teores baixos, suficientes ou altos de nutrientes exigidos pelas diversas plantas, podendo estar presentes em concentrações pesadas ou metais pesados, causando toxicidade à plantas e muitas vezes ao homem e animal, caso entrem na cadeia alimentar. Sendo assim, a análise de teores totais na caracterização química desses

materiais torna-se muito importante, tanto para fins de recomendação de adubação, como para controle de qualidade (Abreu et al., 2002).

Portanto, o conhecimento das propriedades físicas e químicas dos diferentes substratos permite ajustá-los às diferentes condições de uso (Verdonck et al., 1981; Verdonck ; Gabriels, 1988; Lamaire, 1995).

2.1.4. Análise de substratos

De forma diferenciada da análise de solos, onde há um grande número de extratores para cada nutriente ou grupos de nutrientes, na análise de substratos a disponibilidade em água já é um procedimento consagrado universalmente. Apesar disto, mesmo nos países desenvolvidos há dificuldade de padronização dos métodos de extração. Nos Estados Unidos, existe certa preferência pelo extrato de saturação, na Europa, é mais comum o uso de suspensão com água em volumes fixos (1:1,5; 1:2; 1: 5; 1:10), havendo diferentes preferências entre países. Na Holanda, tem-se adotado baixas diluições (1:1,5) porém com uma padronização da umidade inicial. (Bataglia ; Abreu, 2001).

Entretanto, o Comitê Europeén de Normalisation (CEN) iniciou um programa para padronização dos métodos de análises químicas e físicas de substratos, baseado em trabalhos realizados principalmente na Alemanha, Holanda, Bélgica e Austrália. De acordo com Abreu et al. (2002), esta normalização deverá ser feita também no Brasil, através do Ministério da Agricultura. De acordo com Gruszynski (2001) o extrato 1:5 é provavelmente a diluição que será adotada como padrão pela comunidade europeia pois é a que entre os métodos expeditos mais reduz a probabilidade de erro em relação à umidade inicial do material, pela sua maior diluição. Isto se confirmou recentemente, pois conforme

informação pessoal (Kämpf, de 2003) a CEN definiu recentemente (setembro de 2003) que o método padrão será o da extração em água na relação 1:5 (substrato: água) para avaliação, tanto do pH e CE quanto de nutrientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (U.F.U.), em Uberlândia-MG (18° 55' S, 48° 17'W, 872 m), sendo as análises físico-químicas e químicas realizadas nos laboratórios Laboratório de Análise de Solo, Adubo, Calcário e Foliar(LABAS).

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Os tratamentos consistiram de diferentes proporções dos substratos, casca de arroz carbonizada (CAC) e vermicomposto (VER), conforme relacionado na Tabela 1.

TABELA 1: Relação dos tratamentos e materiais utilizados na realização do experimento

Tratamentos	Materiais
T1	100% CAC
T2	66% CAC + 34 % VER
T3	50% CAC + 50% VER
T4	34% CAC + 66% VER
T5	100% VER

As cascas de arroz foram obtidas de arrozeiras da região e carbonizadas conforme o processo descrito por Souza, 1993 e o vermicomposto, de origem bovina, adquirido de um produtor da cidade de Uberlândia- MG.

3.1. Caracterização físico-química dos substratos

3.1.1. pH

Os valores de pH foram determinados com o auxílio de um potenciômetro, em suspensão substrato : água destilada na proporção de 1:5 (volume : volume), segundo o método empregado pela VDLUFA (União das Entidades Alemãs de Pesquisas Agrícolas) para substratos hortícolas (Hoffmann, 1970), que consistiu do seguinte procedimento:

- a) em copos plásticos previamente lavados com água destilada, adicionou-se 20 ml de amostra a 50ml de água destilada.
- b) Com o auxílio de um bastão de vidro realizou-se a mistura das suspensões, no momento do preparo da amostra, 30 minutos depois e 1 hora após, quando foram feitas as leituras.
- c) O eletrodo e o bastão de vidro foram lavados com água destilada à cada nova leitura.

3.1.2. Condutividade elétrica (CE)

A CE das amostras foi determinada conforme metodologia proposta pela VDLUFA (Hoffmann,1970). O método baseia-se no fato de que os íons dissolvidos em água são capazes de conduzir eletricidade na proporção de sua concentração.

A leitura CE foi feita através do extrato de uma suspensão substrato: água destilada na proporção de 1:5 (volume:volume), de acordo com os passos:

- a) em recipientes plásticos vedados foram adicionados 20ml do substrato e 100ml de água destilada, sendo agitadas durante 3 horas em agitador mecânico horizontal.
- b) As suspensões foram deixadas em repouso por 12 horas para decantação de partículas;
- c) Retiraram-se alíquotas de 50ml das amostras com excesso de partículas em suspensão, transferindo-as à recipientes previamente lavados com água destiladas;
- d) Leitura da condutividade com condutivímetro TecnoPON, a temperatura dos extratos no momento da determinação encontravam-se em 25°C;

3.1.3. Macronutrientes (P, K, Ca , Mg e S) e Micronutrientes (Cu, Fe, Mn , Zn e B)

Utilizando a solução feita para análise da CE realizou-se as das concentrações de macro e micronutrientes em espectrofotômetro, aparelho de absorção atômica e fotômetro de Chama, de acordo com metodologia usada no Laboratório de Análise de Solo, Adubo, Calcário e Foliar (LABAS) da Universidade Federal de Uberlândia.

3.5. Análise estatística das propriedades avaliadas

Os dados provenientes das avaliações realizadas em laboratório foram analisados estatisticamente através do programa Sistema de Análise Estatística – SANEST (Zonta ; Machado, 1984). Após análise de variância, os dados das variáveis respostas foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização Físico-Química dos substratos

4.1.1. Valor de pH e Condutividade Elétrica

Os valores médios de pH e CE dos tratamentos avaliados revelaram diferenças significativas ao nível de 5 % entre estes, conforme se verifica na Tabela 1A do apêndice. Estes valores encontram-se plotados nos gráficos das Figuras 1 e 2, os quais também apresentam as equações de regressão linear acompanhadas do coeficiente de determinação

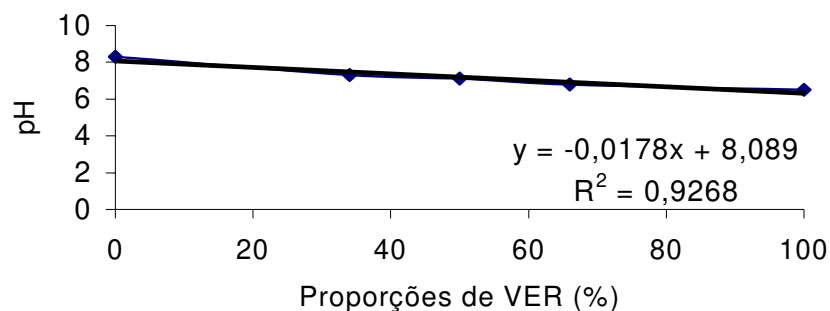


FIGURA1: pH de substratos constituídos de CAC e diferentes proporções de VER.

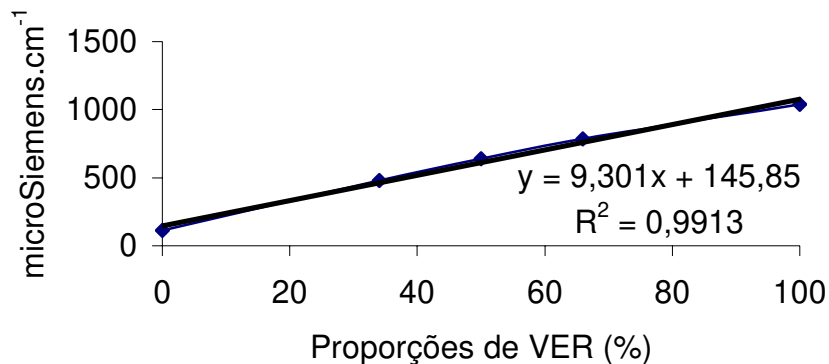


FIGURA 2: CE de substratos constituídos de CAC e diferentes proporções de VER..

O tratamento constituído puramente de casca de arroz carbonizada (T1) apresentou pH igual 8,3, superior à maioria dos valores encontrados em outros trabalhos referenciados por Vieira (2002), os quais de um modo geral situaram-se entre 6,5 e 7,5, mas próximo ao valor de 7,9 obtido por Menezes Júnior (1998) e inferior apenas ao resultado de Stumpf (1998), que foi de 9,1. Estas diferenças podem ser atribuídas tanto à origem da matéria prima (condições de cultivo e variedade), bem como ao processo de carbonização (grau e uniformidade da carbonização, presença de impurezas). Embora os métodos de avaliação do pH nestes, trabalhos tenham utilizado proporções diferentes de água, isto possivelmente não influenciou os resultados, uma vez que Abreu et al. (2000) observaram que para determinação do pH, qualquer solução aquosa é recomendável. Os autores comparando medidas de diferentes materiais, inclusive da CAC, em diferentes diluições verificaram diferenças entre os valores obtidos. Porém, como salienta Kämpf (2000), deve-se ressaltar, que no caso de métodos que utilizam soluções salinas (KCl, CaCl₂), obtém-se menores valores, recomendando, portanto, sempre indicar o extrator usado na quantificação do pH.

Além disto, verifica-se que apesar de vários trabalhos citados na literatura utilizarem o método da extração em água na proporção 1:10 (Fermino et al., 2000; Gauland, 1997; Menezes Júnior, 1998; Pulchaulsk, 1999; Rodrigues ; Fior, 2000; Stumpf, 1998), obtiveram resultados diferentes.

Com a adição de vermicomposto à casca de arroz carbonizada, verificou-se um aumento da acidez das misturas, devido ao efeito do pH relativamente baixo desta propriedade no tratamento T5 , que foi o que apresentou menor valor (6,5). Na Figura 1 observa-se nitidamente este efeito com equação de regressão apresentando coeficiente de determinação altamente consistente (0,93).

O valor do pH do vermicomposto puro (6,5), encontra-se dentro da faixa obtida por outros autores (Morga,1996; Menezes Junior, 1998), entre 6,2 a 7,2, e também dentro da faixa de 5,5 a 6,5 considerada adequada para o desenvolvimento de plantas (Trigueiro ; Guerrini, 2002; Lallana et al.,2000). Muito próximo a esta faixa está o pH do tratamento T4, com o valor de 6,8, podendo considerá-lo também ideal, uma vez que não diferiram estatisticamente . Por estas referências todos os demais tratamentos são inadequados para o desenvolvimento de plantas, uma vez que apresentaram valores mais altos de pH (Tabela 1A).

Neste sentido, como destaca Kämpf (2000) é importante salientar que na interpretação dos resultados de pH deve se levar em conta tanto as variações técnicas como a finalidade de uso do substrato.

Na Tabela 1A verifica-se que também para CE houve diferenças significativas entre os tratamentos, e que apesar do T5, com $1039,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ter sido o de maior média, o

tratamento T4 ainda apresentou valor dentro da faixa apropriada para o cultivo de plantas (entre $700\mu\text{S.cm}^{-1}$ e $2000\mu\text{S.cm}^{-1}$), de acordo com Rodrigues ; Medeiros (2000). Na Figura 2, verifica-se que o efeito da adição do vermicomposto aumentou a salinidade das misturas, determinando maiores valores de CE, apresentando uma determinação linear altamente consistente (R^2 de 0,99).

Para Trigueiro ; Guerrini (2002) valores de CE até $1000\mu\text{S.cm}^{-1}$ são considerados ideais para o cultivo de plantas, em razão dos baixos teores de sais solúveis. Condutividade elétrica entre 2000 e $3500\mu\text{S.cm}^{-1}$ torna o uso do substrato restrito e valores acima de $3500\mu\text{S.cm}^{-1}$ são impróprios para serem utilizados.

Já de acordo com Cavins et al.(2000), Anexo 1, os valores de CE dos substratos são classificados segundo o método de extração água 1:5 e 1:2, extrato saturado e lixiviado (*Pour-Trough*) em 6 categorias para cada deles . Comparando-se os resultados com esta classificação verifica-se que a CAC pura (tratamento T1) insere-se no limite superior da classe *muito baixa*, segundo a qual o nível de nutrientes pode não ser suficiente para sustentar um crescimento rápido das plantas. Já o vermicomposto puro (tratamento T5), segundo esta classificação pertence à categoria *muito alta*, a qual pode resultar em injúrias devido à reduzida absorção de água, crescimento reduzido, queima das bordas das folhas e murchas. Os tratamentos T2 e T3 inserem-se na categoria *normal*, que é a faixa padrão para a maioria das plantas em crescimento, cujo maior valor define o limite para as plantas sensíveis à salinidade. Por fim o tratamento T4 fica na faixa *alta* desta tabela, o que o acarreta plantas de vigor reduzido e crescimento especialmente durante épocas quentes.

Portanto para a escolha do melhor material a ser usado como substrato deverá ser observado qual o tipo de planta utilizada, o manejo empregado e as condições de cultivo.

4.1.2. Valores de macro e micronutrientes

Em relação aos macronutrientes verificou-se uma tendência para maiores concentrações nos substratos com proporções mais elevadas de vermicomposto, como pode-se observar na Tabela 2.

TABELA 2: Média dos teores de macro e micronutrientes dos tratamentos avaliados

Variáveis	Tratamentos					F
	1	2	3	4	5	
Macronutrientes						
P	57,86 b	120,78 a	106,22 ab	120,44a	141,92 a	5,6167
K	431,2 d	1039,2 c	1268,8 c	1523,2 b	1884,0 a	90,152
Ca	0,4 c	1,3 bc	1,54 b	1,84 b	3,22 a	21,8008
Mg	0,3 d	1,34 c	1,98 c	2,88 b	5,1 a	123,6731
Micronutrientes						
B	1,44 a	2,14 a	2,06 a	2,02 a	1,96 a	1,0015
Cu	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,1 a	0,06 a	1,3333
Fe	9,78 a	15,56 a	13,18 a	9,96 a	6,62 a	2,1717
Mn	0,3 c	0,56 b	0,62 ab	0,68 a	0,66 ab	29,85
Zn	0,08 a	0,12 a	0,12 a	0,20 a	0,16 a	2,1667
S	24,42 a	39,80 a	60,72 a	38,42 a	40,52 a	1,745

Os elementos Cálcio e Magnésio se encontram na unidade $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ e os demais na unidade $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

As concentrações dos macronutrientes encontradas em cada tratamento foram comparadas aos níveis considerados ótimos de acordo com a literatura citada pelos autores Verdonck ; Gabriels (1988) e por Verdonck et al. (1981), sendo que as tabelas referentes a estes estão em Anexo 2 e Anexo 3, respectivamente.

Para o P, Verdonck ; Gabriels (1988) consideram-se como nível ótimo concentrações acima de $30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, para plantas ornamentais sensíveis a salinidade e

plantas de cultivo intensivo, e entre 75 e 150 mg.dm⁻³, para tomates. Portanto, todos os tratamentos apresentaram valores satisfatórios quanto ao nível de P presente no substrato para as plantas relatadas, exceto para tomate, sendo que o tratamento T5 foi o de mais elevada concentração e o T1 o de mais baixa, o que pode ser observado na Figura 3.

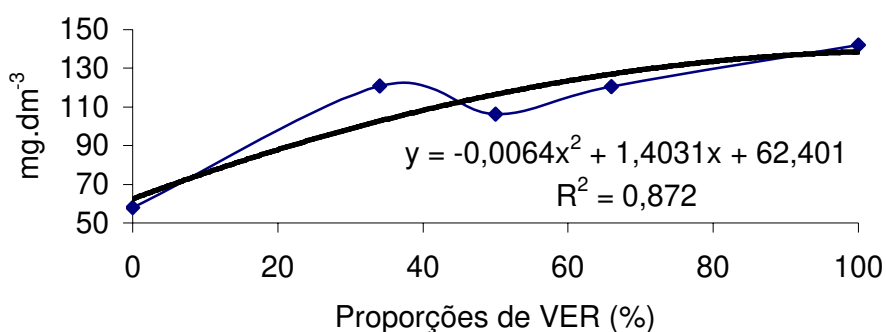


FIGURA 3: Efeito da adição de vermicomposto (VER) sobre o aumento da concentração elemento P nos substratos.

Porém, de acordo com tabela do Anexo 3, para Verdonck et al. (1981), o substrato adequado para a maioria das plantas ornamentais deve conter entre 100 e 200mg L⁻¹ de P₂ O₅ (43,66 a 87,33 mg.dm⁻³ de P), verificando-se então que o tratamento T1, com 57,86 mg.dm⁻³, foi o único a apresentar valor desejado, sendo que os outros tratamentos tiveram concentrações superiores ao desejável.

Com relação ao elemento K, segundo Verdonck ; Gabriels (1988), o nível em que este nutriente deve ser encontrado no substrato para que seja considerado ideal varia de 125 a 200 mg.dm⁻³, para plantas sensíveis a salinidade; de 150 a 360 mg.dm⁻³, para plantas de cultivo intensivo; e 250 a 400 mg.dm⁻³, para tomates. Observando-se assim que todos os

tratamentos estão com níveis altos de K. Isto se confirma através da faixa de valores ótimos citados por Verdonck et al. (1981), qual seja, entre 200 e 400 mg L⁻¹ (166,33 a 332,06 mg.dm⁻³). Portanto, de acordo com Gonçalves (1995) que destaca como propriedade da CAC, sua elevada concentração de K.

Na Figura 4 observa-se ainda a alta determinação ($R^2 = 0,97$) entre o conteúdo de K e o aumento da proporção de VER.

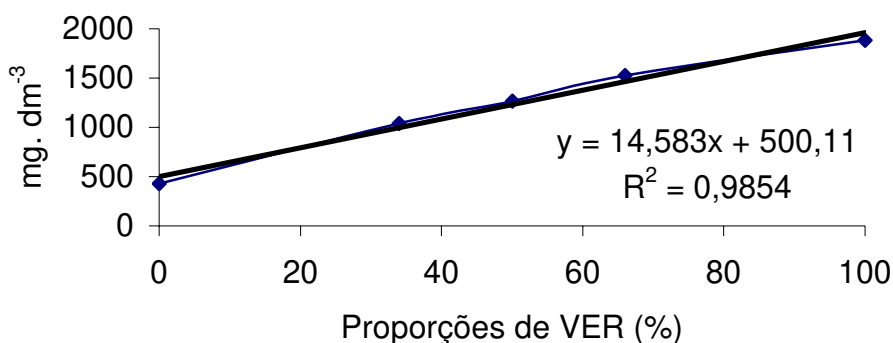


FIGURA 4: Efeito da adição de vermicomposto (VER) sobre o aumento da concentração elemento K nos substratos.

Para Ca somente o tratamento T5 se mostrou com valor adequado, 3,22 cmol_c.dm⁻³ desse elemento de acordo com Verdonck ; Gabriels (1988), que consideram valores maiores que 3,0 cmol_c.dm⁻³ como sendo ótimo. A variação das concentrações deste elemento em cada tratamento se encontra na Figura 5, na qual destaca-se também a consistência da correlação entre os conteúdos deste nutriente e as proporções de CAC e VER.

Na avaliação feita por Puchalski (1999) em substrato CAC pura obteve valor baixo para Ca, $0,6 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, bem próximo, portanto ao valor de T1 ($0,4 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) encontrado neste trabalho.

Assim, tanto no presente trabalho como no de Pulchasc (1998) os dados referentes à concentração de Ca na CAC não revelaram- se tratar de um material rico neste elemento, como afirmou Gonçalves (1995).

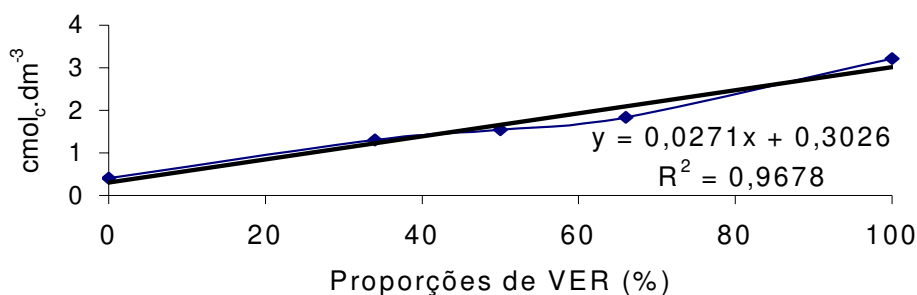


FIGURA 5: Efeito da adição de vermicomposto (VER) sobre o aumento da concentração elemento Ca nos substratos.

De acordo com a Figura 6, os tratamentos T1 e T5, não satisfizeram nenhuma das categorias consideradas ideais do anexo 2, já o tratamento T2 foi considerado ideal para plantas ornamentais sensíveis ao sal, o T2 e o T3 ideais para plantas ornamentais de cultivo intensivo e os tratamentos T3 e T4 para tomates. Porém para o anexo 3, nenhum tratamento satisfez a condição de ideal, quanto ao nível de Mg num substrato.

Observa-se na Figura 6 que também houve uma correlação positiva e muito consistente entre a concentração de Mg e o aumento da proporção de VER na mistura.

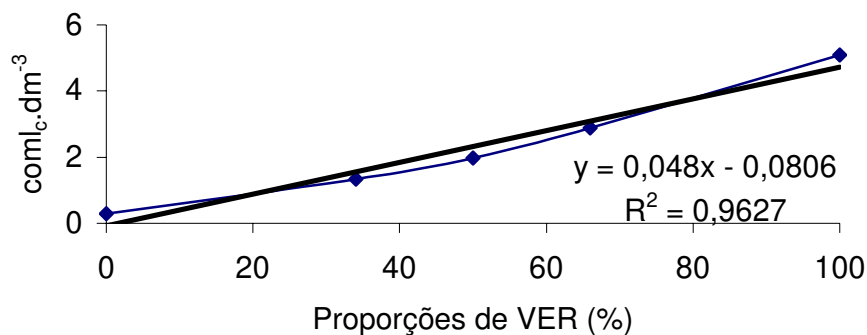


FIGURA 6: Efeito da adição de vermicomposto (VER) sobre o aumento da concentração elemento Mg nos substratos.

Os valores de S não diferiram significativamente entre os tratamentos avaliados, sendo que o tratamento T3 foi o de maior média, 60,72 mg.dm⁻³, e o tratamento T1 o de menor média, 24,42 mg.dm⁻³. O valor deste se assemelha ao encontrado no trabalho realizado por Gauland (1997), que foi de 18,4 mg.dm⁻³, mas é bem diferente do encontrado por Puchalski (1999), 7,4 mg.dm⁻³.

Diferentemente dos demais macronutrientes, observa-se na tabela 2 que no caso do S, não houve correlação consistente entre o conteúdo do elemento e as proporções dos materiais utilizados na mistura.

Quanto aos micronutrientes, todos os tratamentos não diferiram estatisticamente de acordo com os dados apresentados na Tabela 3, com exceção do Mn, cujo tratamento T4 apresentou maior média (0,68 mg.dm⁻³) e o tratamento T1 menor média (0,3 mg.dm⁻³).

TABELA 3: Média das concentrações dos micronutrientes dos substratos avaliados.

Micronutrientes	TRATAMENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	F
B	1,44 a	2,14 a	2,06 a	2,02 a	1,96 a	1,0015
Cu	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,1 a	0,06 a	1,3333
Fe	9,78 a	15,56 a	13,18 a	9,96 a	6,62 a	2,1717
Mn	0,3 c	0,56 b	0,62 ab	0,68 a	0,66 ab	29,85
Zn	0,08 a	0,12 a	0,12 a	0,20 a	0,16 a	2,1667

Os micronutrientes se encontram na unidade mg.dm^{-3} .

Comparando os valores dos elementos Cu e Mn, que Verdonck e Gabriels (1988) consideram ideais para substrato ($0,2$ a 2 mg.dm^{-3} , 1 a 5 mg.dm^{-3} , respectivamente), com as concentrações dos mesmos no presente trabalho, pôde-se observar que todos os tratamentos obtiveram valores abaixo dos desejados.

Para as concentrações do elemento Fe, avaliadas nos substratos estudados, apresentam valores muito acima do valor ótimo determinado pelos mesmos autores (anexo 2). Com relação ao elemento B somente o tratamento T2 não satisfaz a faixa de concentração ideal para substrato com relação a este nutriente, de $0,5$ a $2,0 \text{ mg.dm}^{-3}$, por ter apresentado valor bem pouco acima, $2,14 \text{ mg.dm}^{-3}$.

Ao contrário do B, os únicos tratamentos em que se observaram níveis ótimos de Zn, de acordo com Verdonck ; Gabriels (1988), foram o T4 e o T5.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que:

À adição de vermicomposto à casca de arroz carbonizada reduziu o pH e elevou o valor da condutividade elétrica da mistura, além de aumentar a disponibilidade de nutrientes. Porém observou-se a necessidade de uma avaliação das características físicas dos materiais e de suas misturas para uma melhor escolha do substrato ideal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. F; ABREU, C. A. de; BATAGLIA, O. C.; SARZI, I. Uso de soluções aquosas para análise de pH e condutividade elétrica em componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 2, 2000, FLORIANÓPOLIS. **Resumos...** Florianópolis, 2000, p. 24- 25.

ABREU, M. F; ABREU, C. A. de; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. IN: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 3, 2002, Campinas. **Resumos ...** Campinas, 2002, p. 17- 27.

ABREU, M. F; ABREU, C. A; FURLANI, A. M. C. A determinação dos teores totais de nutrientes e elementos tóxicos na avaliação da qualidade de substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 3, 2002, Campinas. **Resumos ...** Campinas, 2002, p. 87.

APROTEC – Tecnologia apropriada. Disponível em: <http://www.cecae.usp.br/aprotec/resp21.htm>. Acesso em : 10 abr. 2003.

AQUINO, A. M. de; ALMEIDA, D. L. de; SILVA, V.F. da. Utilização de minhoca na estabilização de resíduos orgânicos : vermicompostagem. Disponível em : <http://www.cnpab.embrapa.br/servicos/download/cot008.pdf> . Acesso em : 10 abr. 2003.

BACKES, M. A; KÄMPF, A. N; BORDÁS, J. M. Substratos para produção em viveiros. Trigo e Soja, Porto Alegre, n.102, p. 5-8, 1989.

BATAGLIA, O. C; ABREU, C. A. de. Análise química de substratos para o crescimento de plantas: um novo desafio para cientistas do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do solo. **Boletim Informativo**. V.26.n.1. Viçosa, 2001. P 8-9.

BELLÉ, S. **Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão/ RS) como substrato hortícola.** Porto Alegre, 1990. 142f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BELLÉ, S; KÄMPF, A. N. Produção de mudas de maracujá- amarelo em substratos à base de turfa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 28, n. 3, p. 385-390, 1993.

BICCA, A. M. O. Caracterização física de diferentes vermicompostos obtidos nas estações fria e quente. 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Concentração: solos. Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 1999.

BUNT, A. C. Some physical and chemical properties of pot-plant composts and their effect on plant growth. I. Bulky Physical conditioners. **Plant and Soil.** The Hague, n. 12. P. 322 – 332, 1961.

CAVINS, T. J; WHIPKER, B. E; FONTENO, W.C; HARDEN, B.; MCALL, I.; GIBSON, J. L. **Monitoring and managing ph and EC using the pourThru extration method.** Horticulturi Information Leaflet. Raleigh: North Carolina State Universit, 2000. n. 590 – 07/2000. 17p.

COLE, J. C; NEWELL, L. 1996. Recycled paper influences container substrate physical properties, leachate mineral content and growth of rose-of-sharon and Forsythia. **HortTechnology**, Alexandria, n.6, v.1, p. 79-83.

DeBOODT, M. 1974. The floricultural centre of Ghent as modelled by its substrata. Acta Horticulturae, Wageningen, 37:1909-1917.

FERMINO, M. H., BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: PETRY, Cláudia. **Plantas ornamentais- aspectos para a produção.** Passo Fundo: EDIUPF, 2000. P. 29-40.

FRANCO, A. N. A. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de gramas em bandejas.** 2000. 54f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

GAULAND, D. C. S. **Relações hídricas em substratos a base de turfas sob o uso dos condicionadores cascas de arroz carbonizada e queimada.** Porto Alegre: 1997. 107 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GOH, K. M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants. **Journal of Agricultural Research**, New Zealand, v. 22, p. 163 – 171, 1979.

GOLÇALVES, A. L. **Substratos artificiais para a produção de mudas de kalanchoe, *Kalanchoe blossfeldiana* c. v. Singapur, Crassulaceae.** Piracicaba, 1992. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

GONÇALVES, A. L. Substrato para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, Keigo. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T. A. Queiroz. 1995. P.107-115.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vasos, corte e jardim.** Guaíba: Livraria e editora Agropecuária. 2001. 166p.

HERNANDEZ, R. R. **La Lombricultura y sus Fundamentos.** Madrid. 1991. 302p.

HOFFMANN, G. Verbindliche Methoden zur Untersuchung von TKS und gartnerischen Erden. **Mitteilungen der vdlufa**, Heft. v. 6, p. 129 – 153, 1970.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. P. 139-145.

KIEHL, J. C. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba. Ed. Agronômica Ceres Ltda. 1985. 492p.

LALLANA, V. H.; VALENZUELA, O. R.; LALLANA, M. C.; TONELLI, B. B.; ROTHMAN, S. M. Valoración física, química y biológica de lombricompostos de residuos de conejeras. In: : Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. P. 217 - 223.

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

LAVELLE, P.; BAROIS, I.; BLANCHART, E. Las lombrices como recurso en los agrossistema tropicales. **UNESCO**. Ed. Mundi-Prensa. S. A. Vol. 34. N. 1. Enero-marzo. 1998.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e Adubação**. 3 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1981. p. 80.

MARTÍNEZ, P. Manejo de substratos para horticultura. . In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 3, 2002, Campinas. **Resumos ...** Campinas, 2002, p. 53 – 76.

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

MINAMI, K. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade em horticultura. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995, 128p.

MINAMI, K. A pesquisa em substrato no Brasil. In: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. p. 169-170.

MINER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 3, 2002, Campinas. **Resumos ...** Campinas, 2002, p. 45 - 51.

MINER, J. A. **Substratos – propriedades e caracterizcion**. Madrid: Mundi Prensa, 1994. 172p.

MORGA, A. **COMPOSTAGEM**. IN: CONGRESSO Gaúcho de Minhocultura, 1, setembro de 1996, Pelotas –RS. 46p.

OLIVEIRA, de O. Apostila elaborada para o Curso de Zootecnia da UNESP/FCA.

Disponível em :<http://www.botucatu.sp.gov.br/artigos/artigos/AulaVermicomp.pdf>.

Acesso em: 10 abr.2003.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo. Nobel. 1991. 144p.

PUCHALSKI, L. E. A. **Sistema de produção de mudas em plugs: propagação vegetativa de hibisco, *Hibiscus rosa-sinensis*.** L. Porto Alegre, 1999. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PUCHALSKI, L. E. A; KÄMPF, A. N. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. em plugs. In: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. p. 209-215.

RESÍDUOS orgânicos usados em compostagem e vermicompostagem. Disponível em: <http://www.ufsm.br/solos/informativo/minhoca.htm> . Acesso em: 10 abr. 2003.

RODRIGUES, L. T.; MEDEIROS, C. A. B. Caracterização química de substratos constituídos de diferentes misturas de turfa com casca de eucalipto, casca de acácia e casca de arroz carbonizada. In: ENCONTRRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 2, 2000, FLORIANÓPOLIS. **Resumos...** Florianópolis, 2000, p. 25 – 51.

RODRIGUES, L. T. **Caracterização e resposta agrônômica de substratos na produção de mudas de fumo no sistema float.** Pelotas, 2001. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

RODRIGUES, L. T.; FIOR, C. S. Substrato para climatização ex vitro de canela-sebo, *Persea venosa* Nees et Martius ex Nees. In: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. p. 271 - 275.

SILVA, L. J. C. Demanda de substrato na floricultura. In: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. p. 163-165.

SILVA, L; PORTO, M. D. M; KÄMPF, A. N. Características químicas e físicas de substratos à base de turfa e casca de arroz carbonizada. In: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. **Substratos para plantas- a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Kämpf, A. N. e Fermino, M. A. editores, 2000. p. 235-240.

SOUZA, M. M; LOPES, L. C; CONDÉ, A. R. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de *Chrysanthemum morifoliun*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 7, 1989. Viçosa. **Anais.** Viçosa; UFV, 1989. 41p.

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

STUMF, E. R. T. **Enraizamento de estacas de *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. Em dois substratos com o uso de ácido indolbutírico**. Pelotas, 1998. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Caracterização física e química de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. . In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 3, 2002, Campinas. **Resumos ...** Campinas, 2002, p. 93.

VERDONK, O., GABRIËLS, R. Substrat requirements for Plants. **Acta horticulturae**, Wageningen, v. 221, p. 19 – 23, 1988.

VERDONK, O.; De VLEESCHAUWER, D. de.; BOODT, M. de. The influence of the substrates to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 126, p. 251 – 258, 1981.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 50, p. 467-473, 1983.

VIEIRA, M. A; ANDRADE, J.C. DE; GOMES, O. de R; FILGUEIRA, F. A. R. Los efectos presentados por distintos tipos de substratos en el enraizamiento de estacas de *hibiscus esquesitifomes* e *Bougainville glabra*.In: Congresso Brasileiro de Fruticultura Tropical, 14, **42ª REUNIÃO INTERAMERICANA DE FRUTICULTURA TROPICAL**, 1996. Curitiba. **RESUMO...** Londrina: IAPAR, 1996, p. 526.

VIEIRA, M. A. **Uso de polímero hidroabsorvente:** efeitos sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental. 2002. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Produção Vegetal. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

WALLER, P. L., WILSON, F. N. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.150, p. 51-57, 1983.

ZEOLA, N. M. B. L; SOBRINHO, A. G. da S; NETO, S. G. Compostagem e vermicompostagem na ovinocultura. http://www.aspaco.org.br/mate_tecnicos.htm-35k. Acesso em 10 abr. 2003.

ZONTA, E. P; MACHADO, A. A. **Sistema de análise para microcomputadores – SANEST**. PELOTAS: Universidade Federal de Pelotas, 1984.

APÊNDICE

TABELA 1A: Propriedades físico-químicas: pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos

Variáveis	Tratamentos				
	1	2	3	4	5
pH	8,20 a	7,28 b	7,12 bc	6,80 cd	6,52 d
CE	111,48 e	481,40 d	637,20 c	784,60 b	1039,80 a

A CE se encontra na unidade $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-1}$.

ANEXO

ANEXO 1: Interpretação de valores de CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) à 25° C para vários métodos de extração. Para cultivos em geral.

Método de Extração				
1:5	1:2	Extrato saturado	Lixiviado (Pour Through)	Indicação
0 a 110	0 a 250	0 a 750	0 a 100	Muito baixo: O nível de nutrientes pode não ser suficiente para sustentar um rápido crescimento
120 a 350	260 a 750	760 a 2000	1000 a 2600	Baixo: Adequado para seedling, forrações anuais plantas sensíveis à salinidade
360 a 650	760 a 1250	2000 a 3500	2600 a 4600	Normal: Faixa- padrão para a maioria das plantas em crescimento. Limite superior para as sensíveis à salinidade.
660 a 890	1260 a 1750	3500 a 5000	4600 a 6500	Alto: Vigor reduzido e crescimento pode ocorrer, especialmente durante épocas quentes.
900 a 1100	1760 a 2250	5000 a 6000	6600 a 7800	Muito alto: Pode resultar em injúrias devido à reduzida absorção de água. Assim como crescimento reduzido. Sintomas incluem queima das bordas das folhas e murchas.
> 1100	> 2250	> 6000	> 7800	Extremo: A maioria dos cultivos sofrerá injúrias a estes níveis. Lixiviação imediata necessária.

Cavins *et al.* (2000).

ANEXO 2: Níveis ótimos das características químicas nos substratos.

	Plantas ornamentais sensíveis ao sal	Plantas ornamentais de cultivo intensivo	Tomates
pH H ₂ O	4,0 – 5,5	4,5 – 6,0	5,5 – 6,5
Ec in μ S	200 – 375	200 – 425	400 – 600
N in mg/l	25 – 40	30 – 140	70 – 250
P	> 30	> 30	75 – 150
K	90 – 175	150 – 360	250 – 400
Ca in $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$	> 2	> 2	> 3
Mg	1,04 – 1,67	1,25 – 2,5	1,67 – 2,92
Fe in mg/l	1 – 5		
Mn	1 – 5		
Cu	0,2 – 2		
B	0,5 – 2	id.	id.
Zn	0,2 – 1		
Mo	0,05 – 0,1		
Na	< 50		
Cl	< 50		

Verdonck ; Gabriels (1988)

ANEXO 3: Substrato universal desejado para a maioria das plantas ornamentais.

pH/ CaCl ₂	Níveis nutrientes disponíveis (mg/dm^{-3})			
	N	P ₂ O ₅ (P)	K ₂ O (K)	Mg (Mg em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$)
5,5	200	150	300	100
5,0 – 5,8	100 - 300	100 – 200	200 – 400	50 – 150
		(43,66–87,33)	(166,03-332,06)	(0,42 – 1,25)

Verdonck et al. (1981)