



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

JARDEL COSTA SILVA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CONDICIONADORES DE SOLOS, EM
CONDIÇÕES DE RIZOTRON, SOBRE A CULTURA DO MILHO**

Prof. Dr. RICARDO LUIZ LOURO BERBARA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

JARDEL COSTA SILVA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CONDICIONADORES DE SOLOS, EM
CONDIÇÕES DE RIZOTRON, SOBRE A CULTURA DO MILHO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. RICARDO LUIZ LOURO BERBARA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2015

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CONDICIONADORES DE SOLOS EM
CONDIÇÕES DE RIZOTRON, SOBRE A CULTURA DO MILHO

Comissão Examinadora:

Monografia aprovada em 30 de Novembro de 2015.

Prof. Dr. Ricardo Luiz Louro Berbara. Dr.
UFRRJ / IA / SOLOS
Orientador

Mst. Luiz Gilberto Ambrósio de Souza
UFRRJ / IA / SOLOS
Membro

Ms. Tatiana de Oliveira Pinto
UFRRJ / IA / SOLOS
Membro

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CONDICIONADORES DE SOLOS EM
CONDIÇÕES DE RIZOTRON, SOBRE A CULTURA DO MILHO**

JARDEL COSTA SILVA

Monografia aprovada em 30 de novembro de 2015.

Banca Examinadora:

Ricardo Luiz Louro Berbara. Dr. UFRRJ
Orientador

Luiz Gilberto Ambrósio de Souza, Mst. UFRRJ

Tatiana de Oliveira Pinto. Ms. UFRRJ

RESUMO

A agricultura, fundamental para sobrevivência do agricultor e do homem moderno, sempre precisou e continuará precisando de ferramentas que lhe ofereçam uma boa produção, gerando alimentos de qualidade, sem prejuízo ao meio ambiente, conservando os solos, mantendo os ecossistemas em equilíbrio, mitigando os problemas e maximizando a produção. A baixada fluminense é uma região que apresenta solos bastante arenosos, pobres em fertilidade e com baixo teor de matéria orgânica, haja vista a sua rápida decomposição e perda devido ao alto grau de intemperismo causado pela incidência de chuvas e altas temperaturas. Assim o uso de condicionadores de solo é indispensável para a manutenção da umidade do solo, matéria orgânica, nutrientes entre outros benefícios. O presente trabalho teve como objetivo observar o efeito de diferentes doses e formas de aplicação dos condicionadores de solos, biocarvão e bokashi, sob condições de Rizotron. Foram comparados os tratamentos: 1) amostra controle, 2) solo com biocarvão; 3) solo com bokashi; 4) solo incorporado com bokashi e biocarvão (dose 10 t/ha); 5) solo incorporado com bokashi e biocarvão (dose 20 t/ha); 6) solo com bokashi e biocarvão localizado (dose 10 t/ha); 5) solo com bokashi e biocarvão localizado (dose 20 t/ha). O milho var. Caatingueiro foi semeado em placas de rizotron (60cmx40cmx4cm), ao longo do ciclo foi acompanhado o crescimento radicular e foliar através de registros fotográficos. Aos 30 dias após a semeadura foram analisados a massa fresca de raiz, volume de raízes, massa fresca foliar e área foliar. Conclui-se que a mistura de biocarvão com bokashi foi o tratamento mais eficiente.

Palavras-chave: Bokashi. Biocarvão. Var. caatingueiro.

ABSTRACT

Agriculture is vital to the survival of the farmer and of modern man, always needed and will continue to need tools that offer you a good production, generating quality food without damaging the environment, conserving soils, maintaining ecosystems in balance, reducing the problems while maximizing production. The Baixada Fluminense is a region with very sandy, poor soil fertility and low in organic matter, given its rapid decomposition and loss due to the high degree of weathering caused by rainfall and high temperatures. Thus the use of soil conditioners is essential for maintaining soil moisture, organic matter, nutrients and other benefits. This study aimed to observe the effect of different doses and forms of application of soil conditioners, biochar and Bokashi, under conditions of rhizotron. The treatments were compared: 1) control sample, 2) soil with biochar; 3) soil with Bokashi; 4) embedded with Bokashi soil and biochar (dose 10 t / ha); 5) Built-Bokashi with soil and biochar (dose 20 t / ha); 6) Bokashi with soil and biochar located (dose 10 t / ha); 5) Bokashi with soil and biochar located (dose 20 t / ha). The maize var. Caatingueiro was sown in rhizotron plates (60cmx40cmx4cm) over the cycle was accompanied root and leaf growth through photographic records. At 30 days after sowing, the fresh root mass, root volume, and leaf fresh weight was foliar. Conclui-area mixing with biochar Bokashi was the most effective treatment.

Keywords: Bokashi. Biocarvão. Var. caatingueiro.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 BIOCARVÃO.....	2
2.2 COMPOSTOS FERMENTADOS DO TIPO BOKASHI.....	4
2.3 RIZOTRON.....	5
2.4 MILHO CAATINGUEIRO.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

A agricultura, fundamental para sobrevivência do agricultor e do homem moderno, sempre precisou e continuará precisando de ferramentas que lhe ofereçam uma boa produção, gerando alimentos de qualidade, sem prejuízo ao meio ambiente, conservando os solos, mantendo os ecossistemas em equilíbrio, mitigando os problemas e maximizando a produção.

O uso de condicionadores de solos como Biocarvão, pode ser uma alternativa na busca de melhorar a estrutura física do solo e a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), além de ser fonte de carbono e nutrientes. Doses de 5-20 toneladas por hectare podem dobrar a produtividade da safra e trazer benefícios prolongados para a fertilidade do solo. O Bokashi também é considerado um condicionador de solo, pois adiciona nutrientes e microrganismos, condicionando características desejáveis aos cultivos.

A cidade de Seropédica, localizada na baixada fluminense, estado do Rio de Janeiro, é uma região que apresenta solos bastante arenosos, pobres em fertilidade e com baixo teor de matéria orgânica. Para que se consiga cultivar nestes solos é preciso que as condições físicas, químicas e biológicas sejam alteradas, deixando o ambiente mais favorável ao desenvolvimento de plantas. Sendo assim, o uso de condicionadores torna-se indispensável, haja vista a sua rápida decomposição e perda de matéria orgânica e nutrientes devido ao alto grau de intemperismo causado pela incidência de chuvas e altas temperaturas típicas desse ambiente.

Portanto, o presente trabalho busca observar o efeito de diferentes doses e formas de aplicação de condicionadores de solos, biocarvão e bokashi, a interação entre eles, através da observação do crescimento radicular e da parte aérea de plantas de milho, através do cultivo em Rizotron.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura está entre as principais atividades antropogênicas que interferem nas mudanças climáticas, seja pelas emissões de gases de efeito estufa (GEEs) devidas à produção de alimentos ou pelas emissões causadas pelas mudanças no uso da terra. A produção de alimentos gera emissões em suas várias etapas, desde a produção de fertilizantes, o uso de combustível no transporte e a exportação de biomassa fotossintetizada. As mudanças de uso da terra envolvem alterações nos estoques de carbono na vegetação e no solo. Os solos agrícolas, apesar de conterem apenas uma pequena proporção do carbono do planeta, podem provocar mudanças significativas no fluxo anual de carbono atmosférico. Daí a importância de manter ou aumentar os estoques de carbono no solo, visto seu potencial de armazenamento ser praticamente ilimitado (Sohi et al., 2010).

Conforme Benites et al (s.d.), o Brasil possui um território extenso de solos agricultáveis. A maior parte desses solos são ácidos, com baixa capacidade de retenção de nutrientes e baixa fertilidade. O solo é, portanto, um fator limitante para a produtividade e sustentabilidade de sistemas de produção agrícola em ambientes tropicais. A matéria orgânica do solo apresenta um importante papel no incremento da capacidade de retenção de nutrientes, estruturação e retenção de umidade em solos tropicais, além de representar um importante compartimento para a fixação do carbono atmosférico. Porém, devido ao manejo agrícola, esses compostos podem ser degradados, perdendo sua função como condicionador das propriedades físicas e químicas, além de liberar gases causadores do efeito estufa. Portanto a estabilidade e a reatividade da matéria orgânica são fatores fundamentais na escolha de um adubo orgânico, tanto sob o ponto de vista agrícola quanto sob o ponto de vista das mudanças climáticas globais.

2.1 BIOCARVÃO

Segundo Lehmann (2009), o biocarvão é “um material carbonáceo de granulidade fina com elevado teor de carbono orgânico e largamente resistente à decomposição (mineralização). Praticamente qualquer fonte de biomassa, carbonizada sob baixa atmosfera de oxigênio, pode ter uso como condicionador de solos. Os finos de carvão das carvoarias, por exemplo, até recentemente considerados resíduos do processo, hoje são de grande valor para uso agrícola.

Entre as vantagens do uso do biocarvão em solos estão o aumento dos estoques de carbono em longo prazo, tendo em vista sua estabilidade, o aumento de produtividade e da capacidade de retenção hídrica.

O biocarvão para uso no solo também é uma boa estratégia econômica, pois o Brasil é responsável por cerca de 38,5% da produção mundial. Esse carvão tem, como destino principal, a indústria siderúrgica para a produção de ferro gusa e aço (AMS 2008). Anualmente são produzidos no país em torno de 10 milhões de t de carvão, dos quais cerca de 15% se perdem na forma de finos. Este subproduto da indústria carvoeira frequentemente não é utilizado na indústria siderúrgica (a maior consumidora de carvão) e, muitas vezes, torna-se um nocivo passivo ambiental. Existem diversas outras fontes importantes de biomassa residual nas cadeias da agroenergia: bagaço de cana, resíduos do babaçu, de soja, etc. Neste contexto, o biocarvão é uma tecnologia importantíssima, pois ganha o ambiente por reciclar seus resíduos e por aumentar os estoques de carbono estável no solo e ganha a economia pelo aumento da produtividade das lavouras e pela redução no uso de fertilizantes químicos.

A presença de biocarvão pode contribuir para mudanças significativas nas propriedades físicas do solo, alterando características tais como: estrutura, porosidade, diâmetro dos poros, distribuição granulométrica e densidade (Downie et al., 2009, citado por Petter, 2010). O biocarvão, devido à sua porosidade e à sua grande superfície específica, pode aumentar significativamente a capacidade de retenção de água, especialmente em solos de textura arenosa. Contudo, a estrutura aromática, que tem características hidrofóbicas, pode reduzir a penetração de água nos espaços porosos dos agregados do solo, aumentando assim a estabilidade dos agregados (Glaser et al., 2000, citado por Petter, 2010). Todas essas alterações nas propriedades físicas podem levar a mudanças em outras propriedades do solo, principalmente químicas e biológicas, em função do surgimento de sítios quimicamente reativos e habitats de proteção para microorganismos do solo (Brady & Weil, 2008, citado por Petter, 2010).

O biocarvão pode proporcionar aumento do pH, CTC e carbono orgânico (LIANG et al., 2006; CHAN et al., 2007; RONDON et al., 2007); aumento na fixação biológica de nitrogênio e na disponibilidade de boro, molibdênio, cálcio, potássio e fósforo (RONDON et al., 2007; KOOKANA et al., 2011); aumento na adsorção de herbicidas na superfície do biocarvão, diminuindo as perdas por lixiviação (SPOKAS et al., 2009); alteração na abundância e funcionamento de fungos micorrízicos, principalmente pela alteração das

propriedades físicas e químicas (WARNOCK et al., 2007); provimento de refúgio para a microbiota nos microporos do biocarvão (WARNOCK et al., 2007; THIES e RILLIG, 2009); aumento na disponibilidade de nutrientes pela alteração da biota do solo (LEHMANN et al., 2011); e melhoria na estrutura do solo e disponibilidade de água (DOWNIE et al., 2009). Major (2010) observou que a aplicação única de 20 t.ha⁻¹ de biocarvão elevou a produtividade de milho e soja durante 4 anos em condições de solo e clima tropicais na Colômbia. Outros trabalhos encontraram efeitos positivos de biocarvão sobre a produtividade de diversas culturas e na recuperação de pastagens e áreas degradadas, mas utilizando altas doses de biocarvão sozinho ou doses menores com associação de fertilizantes químicos. Como 15 ton.ha⁻¹ na recuperação de pastagem (Ya et al., 2010), 10 ton.ha⁻¹ associado a NPK em tomate (Hossain, 2010), 8 ton.ha⁻¹ associado a NPK em arroz (assai et al, 2009). Mas o uso de altas doses de BC inviabiliza economicamente sua utilização, citado por Trazi (2014).

Vale atentar para o uso de biomassa, uma vez que esta tem outras utilizações no ecossistema, a exemplo o uso de resíduos como cobertura do solo, para proteção da sua superfície, em equilíbrio com a utilização de biocarvão. Enquanto o biocarvão pode melhorar a qualidade do solo, a cobertura de resíduos será útil para controlar a erosão hídrica e eólica. Assim não é recomendado o uso de toda biomassa para produção de biocarvão.

2.2 COMPOSTOS FERMENTADOS DO TIPO BOKASHI

De acordo com Pian (2015), o bokashi consiste em um adubo orgânico concentrado contendo teores elevados de nutrientes, sendo recomendado para cultivos exigentes em nutrição, podendo ser aplicado tanto no plantio quanto em adubação de cobertura. A ação mais importante do bokashi, entretanto, é introduzir microrganismos benéficos no solo, que desencadeiam um processo de fermentação na biomassa disponível, proporcionando rapidamente condições favoráveis à multiplicação e atuação da microbiota benéfica existente no solo, como fungos, bactérias, actinomicetos, micorrizas e fixadores de nitrogênio, que fazem parte do processo complexo da nutrição vegetal equilibrada e da construção da sanidade das plantas e do próprio solo.

Não existe uma formulação padronizada para o “bokashi”. Sua composição é ajustada com base nos insumos localmente disponíveis ou de fácil aquisição a preços compatíveis no comércio. Geralmente são preparados a partir de uma mistura balanceada de farelos, como o

de soja, arroz, torta de mamona, torta de girassol trigo, extrato de levedura seca, entre outros, buscando sempre a combinação de materiais com elevado teor de N, com materiais com elevado teor de carboidratos. Uma formulação simplificada vem sendo muito utilizada é constituída pela mistura de 40% de torta de mamona, 60% de farelo de trigo e inoculação com solução de microrganismos eficazes.

Muitos trabalhos mostram os benefícios do bokashi na fertilidade do solo, pela grande quantidade de nutrientes adicionada, e como condicionador do solo, pelo grande aporte de microrganismos. Vale considerar que a elevação de microrganismos no solo acelera a mineralização da matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes e a decomposição de restos culturais. Assim quando o uso do bokashi está associado à adição de coberturas mortas, restos culturais e adubos verdes, pode contribuir com a formação de matéria orgânica. Porém o uso de bokashi sem estes cuidados e de forma excessiva pode levar a diminuição da matéria orgânica, pela mineralização, ocasionada pelo aumento de microrganismos.

Considerando os solos arenosos presentes nas condições da baixada fluminense, vale refletir sobre a manutenção e formação de matéria orgânica, uma vez que os solos naturalmente apresentam baixas quantidades e poucas cargas que mantenham esta matéria orgânica no sistema. E considerando o uso intenso de bokashi no módulo de cultivo (principal fonte de nutrientes), que é realizado em conjunto com a adição de cobertura morta. Deve-se questionar o efeito do uso do bokashi sobre a manutenção e formação da matéria orgânica do solo, formando ou elevando as perdas de matéria orgânica.

Sendo o bokashi um condicionador de solo, assim como o biocarvão, poderia ocorrer um sinergismo entre eles. Uma vez que o biocarvão condiciona química e fisicamente o solo e gera ambiente propício a colonização microbiana, o bokashi poderia atuar como uma fonte de microrganismos para o biocarvão. Com a aplicação conjunta a melhoria de aspectos químicos, físicos e biológicos do solo pode ser maximizada, do que sua aplicação separadamente.

2.3 RIZOTRON

No que trata da metodologia para a análise do crescimento de raízes, o uso com paredes de vidro facilitam a visualização das mesmas. Taylor e Willatt (1981) citam como vantagens do uso de Rizotrons, que a intensidade das raízes pode ser determinada rapidamente e, que as plantas podem ser manejadas mais facilmente, do que se estas fossem

destruídas em cada período de amostragem, em processos convencionais de leitura. Quando se deseja usar instrumentos e sensores para medir as propriedades do solo ou planta no local, geralmente, são mais simples de instalar, medir e manter em Rizotron, do que a campo. Zanette e Comin (1992) relatam que em estudos de fisiologia, o comprimento e a área de raízes, são os parâmetros de maior importância, que afetam as funções de absorção, ao invés do estudo da massa, salvo em gramíneas, onde há estreita correlação, pela homogeneidade das raízes.

Segundo Taylor e Willat (1981), a densidade de raízes na interface, solo-parede visível, é aproximadamente cinco vezes maior, do que aquela obtida na mesma superfície, comparativamente às condições de campo, devido ao restrito volume de solo/substrato, para o crescimento. No entanto, segundo BENINCASA (1988), as medidas do sistema radicular são bastante difíceis de serem feitas, principalmente, em condições de campo. A imprecisão é de tal ordem, que é preferível não executá-las. Quando houver interesse muito grande nesse conhecimento, é possível fazer-se uma estimativa a partir de medidas indiretas a campo. Assim, estima-se a quantidade de raízes ou a superfície radicular em determinado volume de solo, o qual é mantido para todas as amostras. Quando se trabalha com plantas envasadas, entretanto, essas medidas tornam-se bastante viáveis.

Ainda assim, a técnica de cultivo em rizotron permite a observação do crescimento radicular instantaneamente, ao contrário das técnicas clássicas de experimentação que visualizam apenas o crescimento aéreo e propõem estimativas. Com técnicas modernas de registro de imagens e interpretação de imagens por meio de softwares, o uso de rizotron tem aplicabilidade e grande potencial de uso.

2.4 MILHO CAATINGUERA

O milho é um dos componentes básicos da alimentação humana e animal, seu sistema de produção depende da disponibilidade de chuvas, que na maioria dos anos tem uma distribuição irregular ou está concentrado em períodos muito curto que não coincide com o período em que o milho necessita de mais umidade no solo para garantir a produção. A Embrapa desenvolveu a variedade de milho BRS Caatingueiro que é uma variedade precoce, com alta produtividade e tolera condições adversas, quando comparado as demais variedades (EMBRAPA, s.d.).

Segundo o comunicado técnico 29, da Embrapa (2004), a utilização de variedades superprecoce de milho, a exemplo da Caatingueiro, é uma alternativa de reduzir os riscos do cultivo desse cereal, proporcionando melhoria da produtividade dos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais. O mesmo apresenta as seguintes características:

Ciclo: superprecoce

Graus dias: 702

Altura da planta: 1,70 m a 1,90 m

Altura da espiga: 0,70 m a 0,90 m

Tolerância ao acamamento: boa

Tolerância ao quebramento: boa

Tipo de grãos: semi-duros

Coloração dos grãos: amarelo-alaranjada

Região de adaptação: Nordeste brasileiro com foco direcionado para a região semiárida.

Potencial genético para a produtividade: 5 toneladas/hectare

Produtividade média: 2-3 toneladas/hectare na região semiárida

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), mais conhecido como Fazendinha Agroecológica Km 47, que ocupa uma área de aproximadamente 70 hectares, próxima à sede da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica/RJ.

No dia 16 de outubro de 2015, foram montados sete caixas de Rizotron, com o intuito de observar o crescimento radicular de plantas de milho. O solo usado para enchimento dessas caixas foi coletado na área do cultivo intensivo de hortaliças. Solo representativo da região da baixada fluminense, que apresenta solos pobres em matéria orgânica e baixa fertilidade. A análise do solo apresentou teores de cálcio 2,19 cmolc/dm³, potássio 62,00 mg/dm³, magnésio 0,97 cmolc/dm³, fósforo 65,07 mg/dm³, pH 7,07, carbono orgânico total 0,7 g/kg, e nitrogênio 2,15g/kg.

Durante a montagem foi necessário o uso de funis para encher as caixas com o solo e sempre molhando bem com água, para que todo o perfil mantivesse úmido. As sete caixas existentes foram divididas em tratamentos com diferentes doses de carvão e bokashi, incorporado e adicionado em faixas nos primeiros cinco centímetros da caixa. Os tratamentos foram divididos da seguinte maneira:

- 1- Apenas Solo;
- 2- Solo + Biocarvão (32 g de carvão misturado nos 5 cm, equivalente 20 t.ha);
- 3- Solo + Bokashi (16g de Bokashi misturado nos 5 cm, equivalente 10 t.ha);
- 4- Solo + Biocarvão + Bokashi (16g de cada, misturado a 5 cm, equivalente 10 t.ha);
- 5- Solo + Biocarvão + Bokashi (32g de cada, misturado a 5 cm, equivalente 20 t.ha);
- 6- Solo + Biocarvão + Bokashi (16g de cada, numa faixa a 5 cm, equivalente 10 t.ha);
- 7- Solo + Biocarvão + Bokashi (32g de cada, numa faixa a 5 cm, equivalente 20 t.ha).

O bokashi utilizado no experimento apresentou teores de cálcio 3,32 g/kg, potássio 11,5 g/kg, magnésio 3,48 g/kg, fósforo 3,94 g/kg e nitrogênio 4,08%. O biocarvão utilizado no experimento apresentou teores de cálcio 92,9 mmolc/dm³, potássio 57,3 mmolc/dm³, magnésio 21,7 mmolc/dm³, fósforo 33,1 mg/dm³.

Depois de prontas, as caixas de Rizotron foram levadas até uma casa de vegetação, e semeadas com 10 sementes de milho do tipo caatingueira por caixa de Rizotron, foi mantido irrigação por aspersão diariamente.

Durante todo o período do experimento, o acompanhamento foi feito através de anotações e fotos, tiradas de uma câmera profissional, que possibilita uma avaliação visual e temporal.

Dia 16 de novembro de 2015, foram desmontadas as caixas de Rizotron, lavando com cuidado para não perder nenhum material de estudo. As partes aéreas foram cortadas com tesoura e guardadas em sacos de papel, sendo as bordas guardadas separadas das plantas que estavam no centro. As raízes foram lavadas com água corrente, secas em estufa e pesadas.



Figura 1. Raízes lavadas e folhas armazenadas aos 30 dias após a semeadura, no momento de avaliação final.

As análises feitas em laboratório foram: massa fresca de raiz, volume de raízes, massa fresca foliar, área foliar feita em leitor óptico instantâneo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do ciclo do milho foram realizadas as seguintes observações:

1- Apenas Solo: Primeiro a ter suas raízes preenchidas por toda caixa de rizotron, o que pode ser justificado pela falta de nutrientes na superfície do solo, que impôs a planta a produzir raízes mais profundas. Logo sua parte aérea ficou pouco desenvolvida.



Figura 2. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 1 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

2- Solo + Biocarvão (32 g de carvão misturado nos 5 cm): As raízes ficaram concentradas durante as primeiras semanas nos 5 cm de biocarvão incorporado ao solo. Durante os 30 dias o milho desenvolveu bem sua parte aérea e teve uma produção significativa de raízes grossas e finas.



Figura 3. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 2 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

3- Solo + Bokashi (32g de Bokashi misturado nos 5 cm): As raízes ficaram estagnadas durante os primeiros dias de experimento, por causa do efeito do excesso de Bokashi que foi incorporado nos primeiros 5 centímetros. Já no final do experimento, as plantas tiveram um bom desenvolvimento de suas partes aéreas e raízes, que não precisaram ir mais profundo a procura de nutrientes.



Figura 4. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 3 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

4- Solo + Biocarvão + Bokashi (16g de cada, misturado a 5 cm): Bom desenvolvimento de raízes nos primeiros dias de experimento; nos últimos teve a produção de raízes até o final da caixa de Rizotron e sua parte aérea ficou bem desenvolvida.



Figura 5. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 4 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

5- Solo + Biocarvão + Bokashi (32g de cada, misturado a 5 cm): Pouca produção de raízes durante os primeiros dias de experimento, concentradas nos primeiros 5 centímetros da caixa

de Rizotron. Até o final experimento, o tratamento teve uma boa produção de parte aérea aliada à baixa produção de raiz até o final da caixa e sua parte aérea ficou bem desenvolvida.

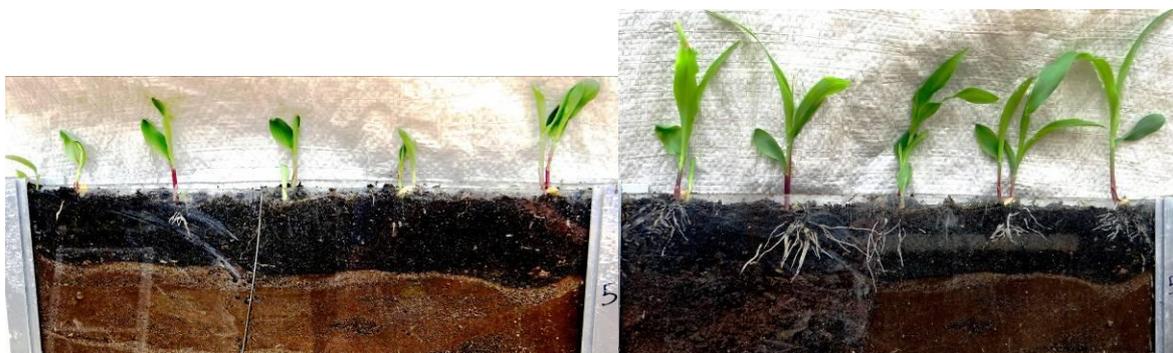


Figura 6. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 5 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

6- Solo + Biocarvão + Bokashi (16g de cada, numa faixa a 5 cm): Suas raízes foram bem formadas desde o início do experimento, e a faixa de biocarvão e bokashi não foram empecilhos para o desenvolvimento radicular que se manteve nos primeiros centímetros da caixa durante os primeiros dias de experimento. Contudo as plantas sentiram necessidade de aprofundar suas raízes a procura de nutrientes, chegando até o final da caixa.



Figura 7. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 6 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

7- Solo + Biocarvão + Bokashi (32g de cada, numa faixa a 5 cm): Esse tratamento teve um empecilho físico e/ou químico, que fez com que as raízes ficassem paradas durante dias nos primeiros centímetros da caixa de rizotron. Apenas as plantas das bordas da caixa conseguiram ultrapassar a faixa de biocarvão mais bokashi. A sua parte aérea também foi afetado pela baixa produção de raízes.



Figura 8. Crescimento radicular e foliar do milho no tratamento 7 aos 7 (esquerda) e 10 (direita) dias após a semeadura, em condições de rizotron.

Segundo Peixoto e Peixoto (2004), a análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total. A partir dos dados de crescimento pode-se inferir atividade fisiológica, isto é, estimar-se, de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes.

Massa da matéria fresca é a massa do material em equilíbrio com o ambiente. Geralmente o crescimento da matéria seca é acompanhado pelo aumento do teor de água nos tecidos da planta.[...] A desvantagem do uso de massa da matéria fresca (MMF), é conter algumas imprecisões como o tempo entre a colheita e a pesagem, além de destruir o indivíduo. O teor de água é bastante variável a partir da colheita da planta, principalmente dependente da umidade relativa do ar, desde o local da amostragem até o local de pesagem, por exemplo: perda de água por transpiração (REIS E MULLER, 1978 apud PEIXOTO e PEIXOTO, 2004).

A área foliar de uma planta constitui sua matéria prima para fotossíntese e, como tal, é muito importante para a produção de carboidratos, lipídeos e proteínas. O IAF representa a área foliar total por unidade de área do terreno. Funciona como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz. O IAF pode variar com a população de plantas, distribuição de plantas e variedades (PEIXOTO e PEIXOTO, 2004)

Tabela 1. Massa fresca de raiz (g):

TRATAMENTOS	CENTRO	BORDA	EXCESSO
1	36,22 g	21,13 g	-
2	46,99 g	37,74 g	16,36 g
3	37,84 g	49,22 g	-
4	52,59 g	43,01 g	14,84 g
5	64,22 g	57,72 g	6,75 g
6	84,7 g	18,79 g	6,09 g
7	33,46 g	16,54 g	-

- Tabela 2. Volume de raízes:

TRATAMENTOS	CENTRO	BORDA + EXCESSO
1	50 mL	30 mL
2	60 mL	62,5 mL
3	40 mL	60 mL
4	30 mL	70 mL
5	60 mL	41 mL
6	110 mL	30 mL
7	40 mL	25 mL

- Tabela 3. massa fresca foliar:

TRATAMENTOS	CENTRO	BORDA
1	38,3 g	41,76 g
2	49,18 g	59,50 g
3	59,72 g	82,70 g
4	62,45 g	51,38 g
5	80,61 g	93,26 g
6	68,6 g	57,66 g
7	56,26 g	57,86 g

* Saco de papel pesando 10,32 g.

- Tabela 4. Leitura de área foliar:

TRATAMENTOS	CENTRO	BORDA
1	837,55	776,95
2	1075,53	1300,99
3	1449,45	1852,21

4	1488,39	1056,18
5	1849,42	1962,59
6	1508,65	1188,78
7	1311,19	1274,78

5. CONCLUSÃO

Comparando-se os quatro primeiros tratamentos, observou-se que o tratamento 4 (Carvão mais Bokashi) apresentou melhores resultados em todas as análises realizadas. O que indica que a junção dos dois condicionadores é mais eficiente do que quando separados.

De modo geral, verificou-se que os tratamentos 1 e 7 foram os que apresentaram piores comportamentos, o que pode ser justificado que tanto a falta como o excesso não são bons ao desenvolvimento das plantas de milho Caatingueiro, sendo necessário uma dose adequada de biocarvão e Bokashi.

Sendo assim, as doses que obtiveram os melhores resultados foram os seguintes tratamentos: Tratamento 5, que foi misturado biocarvão e Bokashi a 5 cm, com dose de 32g de cada e o tratamento 6 adicionado em faixa uma dose de 16g de biocarvão mais Bokashi de cada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Cartilha Milho caatingueiro**. Aracaju-SE, s.d.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Comunicado técnico 29**- Caatingueiro - Uma Variedade de milho para o semi-árido nordestino. Aracaju-SE, 2004.

NÓBREGA, I. P. C. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: - Sequestro de carbono no solo**. Lisboa, 2011. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4104/1/3PDF_Tese_ISIS.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2015.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. **Dinâmica do crescimento vegetal** (Princípios básicos)¹, 2004. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi8ijhj7fJAhVHlpAKHQpGB7YQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.ufrb.edu.br%2Fmapeneo%2Fdownloads%2Fcategory%2F9-materialdidatico%3Fdownload%3D26%3Adinamica-do-crescimento-vegetal&usg=AFQjCNGd4rFNdTxFFQIOHjWs4Bc3HmueQg>>

BENITES http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap_22_Vinicius.pdf>. Acesso em: 16 de novembro de 2015.

PIAN, L. B. **Indicadores de sustentabilidade em Módulo de Cultivo Intensivo de Hortaliças Orgânicas e ação de substâncias húmicas, biocarvão e bokashi**. Seropédica, 2015.

TRAZI, P.A. **Uso do biocarvão na produção de mudas e no crescimento inicial de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 2014. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2014/t378_0449-D.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

