

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas

Campus de Cruz das Almas – BA

Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia

FABIANE PEREIRA MACHADO DIAS

**EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS SOBRE A DINÂMICA DA
MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA ORGÂNICO DE
PRODUÇÃO DE ABACAXI**

**CRUZ DAS ALMAS – BA
2014**

FABIANE PEREIRA MACHADO DIAS

**EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS SOBRE A DINÂMICA DA
MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA ORGÂNICO DE
PRODUÇÃO DE ABACAXI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas, como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientador: Prof^a. Dra. Rafaela Simão Abrahão Nobrêga

Co-orientador: Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier

**CRUZ DAS ALMAS – BA
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA

D541e

Dias, Fabiane Pereira Machado.

Efeito de coberturas vegetais sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo em sistema orgânico de produção do abacaxi / Fabiane Pereira Machado Dias._ Cruz das Almas, BA, 2014.

50f.; il.

Orientadora: Rafaela Simão Abrahão Nóbrega.

Coorientador: Francisco Alisson da Silva Xavier.

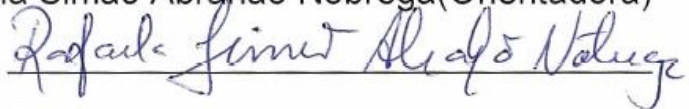
Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Solos – Manejo. 2.Solos – Adubação verde – Avaliação. 3.Abacaxi – Cultivo. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

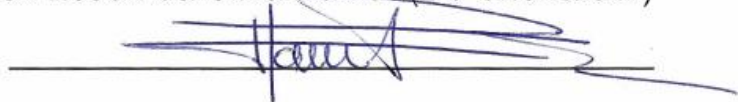
CDD: 631.8

COMISSÃO EXAMINADORA

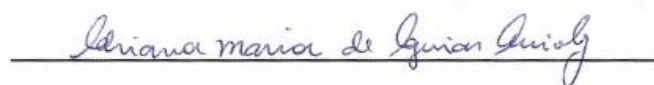
Prof^a. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega(Orientadora)



Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier (Co-orientador)



Dra. Adriana Maria de Aguiar Accioly



Cruz das Almas, 15 de Fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, aos meus amados pais, em especial a minha mãe que nunca mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida e por sua incansável dedicação.

Aos meus orientadores pela paciência demonstrada no decorrer do trabalho.

E a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

AGRADECIMENTOS

De forma grata e grandiosa, agradeço primeiramente a meus pais que acreditaram em mim todo esse tempo e apostaram nas minhas escolhas.

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim e pelo incentivo para a minha formação; já que tios e tias foram pais e mães, primos foram como irmãos.

Ao meu orientador Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier, pela paciência, pelos ensinamentos, atenção e dedicação ao longo deste período.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura – Unidade de Cruz das Almas, pela oportunidade do treinamento. Aos funcionários, estagiários e amigos em especial a toda equipe do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, por dividirem conhecimentos.

À Empresa Bioenergia Orgânicos, pelo apoio logístico e técnico e por conceder a área experimental.

À FAPESB pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Ao meu amigo Dr. João Roberto Pereira pelas palavras de estímulo e conselhos.

Aos amigos de classe, pelo companheirismo, confiança e compreensão ao longo destes quatro anos de convivência, e principalmente por estarem comigo nesta caminhada tornando-a mais fácil e agradável.

Ao professor e coordenador do curso, Dr. Daniel Melo de Castro, pelo convívio, apoio, confiança e pela amizade. Eu posso dizer que a minha formação, inclusive pessoal, não teria sido a mesma sem seus conselhos.

À professora Dra. Rafaela Nóbrega, por seus ensinamentos, pelo apoio e confiança.

A todos os meus mestres (professores e ex-orientadores) pela experiência que me proporcionaram, sem dúvida foram os maiores responsáveis por eu estar concluindo esta etapa da minha vida, contribuíram significativamente para minha formação.

Enfim a todos aqueles que de alguma forma contribuíram ao longo dessa jornada, agradeço por acreditarem no meu potencial, nas minhas ideias, nos meus devaneios, principalmente quando nem eu mais acreditava, pois direta, ou indiretamente me fizeram crescer, tanto pessoalmente como profissionalmente.

Muito Obrigada!

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

Theodore Roosevelt

DIAS, F. P. M. **EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS SOBRE A DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO DE ABACAXI.** Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – *Campus Cruz das Almas*. Cruz das Almas, 2014.

RESUMO

O uso de adubos verdes como pré-cultivo do abacaxizeiro pode ser uma alternativa viável como prática ecológica para melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes espécies de leguminosas e/ou gramíneas utilizadas como adubos verdes sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo em sistema orgânico de produção de abacaxi. O experimento foi instalado na Fazenda da Bioenergia-Orgânicos, em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico A moderado, textura argilosa, localizada na Chapada Diamantina, município de Lençóis, BA. Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram das espécies: crotalaria (*Crotalaria ochroleuca* G.Don), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), milheto (*Pennisetum glaucum* R.Br), mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e a combinação mucuna + sorgo (50%) e também dois tratamentos testemunha com vegetação espontânea (VE) como cobertura e outro mantido com o solo no limpo (TEST). Os cultivos das plantas de cobertura foram feitos em dois ciclos, cada ciclo teve duração de 80 dias. Foram avaliados a produção de biomassa e análise foliar de macro e micro nutrientes das coberturas, teores totais de C e N, caracterização física e química do solo, substâncias húmicas, carbono orgânico sob diferentes graus de oxidação e matéria orgânica leve. Pode-se concluir que os adubos verdes possuem potenciais distintos de ciclagem de C e nutrientes. O milheto apresentou elevado potencial para manter a cobertura do solo, a vegetação espontânea apresenta um papel ecológico importante para a ciclagem de C e nutrientes e sua eliminação total da área representa uma perda substancial de C e nutrientes do sistema. O uso de gramíneas no sistema pode influenciar positivamente a capacidade de penetração e armazenamento de água no solo. A manutenção de plantas de cobertura no sistema se constitui uma prática importante dentro do manejo e conservação do solo, podendo alterar positivamente as propriedades físicas e químicas do solo quando bem manejados.

Palavras Chaves: Fracionamento da matéria orgânica, plantas de cobertura, ciclagem de nutrientes, *Ananas comosus*.

DIAS, F. P. M. **EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS SOBRE A DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO DE ABACAXI.** Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – *Campus Cruz das Almas*. Cruz das Almas, 2014.

ABSTRACT

The use of green manures as pre-cultivation of pineapple can be a viable alternative ecological practice to improve the physical, chemical and biological soil. This study aimed to evaluate the effect of different species of legumes and / or grasses used as green manure on the dynamics of soil organic matter in organic pineapple production system. The experiment was installed in Bioenergy - Organic Farm, on a Typic moderate dystrophic A, clayey, located in the Chapada Diamantina, municipality of Sheets, BA. We used the randomized complete block design with eight treatments and three replications. The treatments consisted of species: hemp (*Crotalaria ochroleuca* G.Don), jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), Pearl millet (*Pennisetum glaucum* R.Br), velvet bean (*Mucuna pruriens* (L.) DC), sorghum forage (*sorghum bicolor* (L.) Moench), and the combination velvet bean + sorghum (50 %) and also two control treatments with natural vegetation (VE) as a cover and another with the soil kept in clean (TEST). Crops cover crops were made in two cycles, each cycle lasted 80 days. Biomass production and leaf analysis of macro and micro nutrients of toppings, total C and N contents, physical and chemical characterization of soil humic substances, organic carbon under different degrees of oxidation and light organic matter were evaluated. It can be concluded that the green manures have different potential cycling C and nutrients. The millet shown high potential to maintain soil cover, the natural vegetation has an important cycling of C and nutrients and elimination of its total area ecological role represents a substantial loss of C and nutrients from the system. The use of grasses in the system can positively influence the penetration capability and water storage in the soil. The maintenance of cover crops in the system constitutes an important practice in the management and conservation of soil and can positively alter the physical and chemical properties of the soil when well managed.

Key Words: Fractionation of organic matter, cover crops, nutrient cycling, *Ananas comosus*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERÊNCIAL TEORICO	11
2.1 A cultura do Abacaxi.....	11
2.2 Agricultura Orgânica	13
2.3 Importância da Matéria Orgânica do Solo.....	14
2.4 Efeitos das coberturas vegetais sobre os sistemas de manejo agrícola.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Área de estudo.....	17
3.2 Determinações físicas	19
3.3 Determinações químicas	19
3.3.1 Carbono Orgânico Total.....	19
3.3.2 Nitrogênio Total	20
3.3.3 Substâncias Húmicas	20
3.3.4 Carbono Orgânico sob Diferentes Graus de Oxidação	21
3.3.5 Matéria Orgânica Leve.....	22
3.3.6 Análise Estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Produção de Biomassa	22
4.2 Análise Foliar.....	24
4.3 Caracterização física e química do solo	28
4.4 Teores totais de carbono e nitrogênio	32
4.5 Compartimentos da matéria orgânica.....	34
4.5.1 Matéria Orgânica Leve.....	34
4.5.2 Carbono Orgânico sob Diferentes Graus de Oxidação	36
4.5.3 Substâncias Húmicas	38
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS	41
7. ANEXOS	48

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o preparo do solo no cultivo do abacaxizeiro se dá predominantemente de forma convencional, que preconiza práticas sequenciais de roçagem, aração e gradagem, seguidas das etapas de coveamento ou sulcamento para o plantio das mudas (OLIVEIRA et al., 2009). Esta recomendação implica na grande exposição do solo aos efeitos erosivos da chuva, por manter o solo totalmente descoberto; favorece a rápida mineralização da matéria orgânica do solo (MOS) e mantém as entrelinhas expostas aos agentes erosivos durante a primeira fase do ciclo da cultura.

O sistema orgânico de produção se difere do convencional principalmente por promover o aumento da matéria orgânica e da atividade biológica, priorizando mínimo revolvimento do solo e a redução de fertilizantes químicos de alta solubilidade. Com a manutenção da cobertura vegetal sobre a superfície do solo no manejo orgânico, ocorre retenção de água e menor variação de temperatura (DE ROSSI et al., 2007), aumento nos níveis de carbono (c) orgânico e nutrientes, sobretudo o potássio (ANDREOLA et al. 2000), além de aumentar a macroporosidade e reduzir a densidade do solo (ROSSETTI et al., 2012). Para a produção de frutas, o manejo orgânico se mostrou promissor nas culturas do maracujá- doce (DAMATTO JUNIOR et al., 2005). Espindola et al. (2006) constataram também que o uso do consórcio com leguminosas no plantio de bananeira resulta em aumento da produtividade e maior número de cachos colhidos em menor espaço de tempo.

Em regiões de clima quente e seco, como no cerrado brasileiro, algumas espécies já foram pesquisadas quanto ao potencial para uso como cobertura vegetal e/ou adubo verde. Em um Latossolo Vermelho a cultura do milheto e crotalária tem sido utilizada como adubo verde na entressafra do milho com objetivo de recuperar o nitrogênio no sistema solo-planta (SILVA et al., 2006). Também em região de cerrado em Latossolo Amarelo Bressan et al. (2013) obtiveram com milheto valores elevados de nutrientes e matéria orgânica. Teixeira et al. (2005), encontraram nas leguminosas valores superiores de N e Ca quando comparado com as gramíneas, tendo o milheto destacado-se por apresentar alto teor de K.

Segundo Silva et al. (2002), é possível substituir ou reduzir satisfatoriamente uma parcela de adubos químicos nitrogenados com o uso de leguminosas, uma vez que promovem em quantidades razoáveis a incorporação e reciclagem de nutrientes no solo, como o N, K, Ca e P. Os autores destacam a crotalária e o feijão-de-porco como espécies que melhor favorecem a reciclagem de nutrientes e produzem elevada fitomassa.

Contudo, para o cultivo orgânico da cultura do abacaxi em clima semi-árido não existem recomendações técnicas. Assim, o manejo inicial do solo para o preparo da área no cultivo orgânico necessita ser estudado visando recomendações técnicas futuras para este sistema de produção. Nesse sentido, o pré-cultivo da área destinada à produção de abacaxi com adubos verdes, seguido da manutenção dos resíduos culturais sobre o solo, pode ser uma alternativa ao manejo convencional para o preparo inicial do solo para o cultivo orgânico do abacaxizeiro, visando, dentre outros benefícios, aumentar a cobertura do solo, incorporar matéria orgânica, manter a umidade do solo. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito do pré-cultivo utilizando plantas de cobertura sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo em área destinada ao cultivo orgânico de abacaxi.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura do Abacaxi

O abacaxizeiro é uma planta monocotiledônea, herbácea perene da família *Bromeliaceae*, a maioria das espécies são encontradas em condições naturais de regiões tropicais e subtropicais da América, e poucas em zonas temperadas. As cultivares mais conhecidas do mundo são classificadas em cinco grupos distintos: Cayenne, Spanish, Queen, Pernambuco e Mordilona Perolera (CUNHA et al., 1999).

O Brasil é o segundo maior produtor de abacaxi, sendo cultivado em quase todos os estados, sendo que a maior produção está concentrada na região Nordeste seguido do Sudeste. Devido às excelentes condições para seu desenvolvimento, grande demanda no mercado mundial de frutas e alta rentabilidade. (CUNHA et al., 1999).

Para Cunha et al. (2005) os solos de textura areno-argilosa ou arenosa, de fácil drenagem e pH entre 4,5 e 5,5 são mais indicadas para o cultivo do abacaxi. O autor orienta para implantação da cultura, roçagem seguida de aração e gradagem, para facilitar o desenvolvimento das raízes e recomenda a calagem, com utilização de tração mecanizada, se houver necessidade de correção de acidez do solo. É indicada a aplicação de N, P e K para adubação da cultura, a serem aplicados parcialmente, em três vezes, em cultivos sem irrigação, com exceção do P que deve ser aplicado uma única vez. O autor ressalta que a cultura responde bem a adubações orgânicas, a base de esterco e compostos.

No plantio, recomenda-se utilização de mudas saudáveis, dos tipos filhote, cacho ou rebentão. Podendo ser feito em covas ou sulcos, para evitar tombamento das mudas, as covas devem ter profundidade de aproximadamente um terço do tamanho das mudas. O abacaxi ainda pode ser cultivado em sistema de consorciação, tanto como cultivo principal como secundário. Nos cultivos convencionais de abacaxi recomenda-se o controle das plantas espontâneas nas entrelinhas com herbicidas (CUNHA et al., 2005).

O crescimento e desenvolvimento do abacaxi são influenciados pela temperatura. Embora considerada uma planta rústica e resistente, por ser originário de regiões que se caracterizam por apresentar clima quente e distribuição de chuvas irregular, existem faixas ótimas de fatores ambientais em que há melhor desenvolvimento da cultura e boa produtividade (CUNHA et al., 1999).

O autor ainda destaca que a melhoria das técnicas de cultivo da cultura torna-se indispensável visando atender cada vez mais a um mercado competitivo e consumidor exigente em qualidade, uma vez que o abacaxi é uma cultura de destaque na fruticultura pela sua rentabilidade e qualidade do fruto. Melhorias nos sistemas de produção têm refletido na qualidade dos frutos de abacaxi e contribuído para o aumento do rendimento da cultura, que atualmente produz cerca de 23.000 frutos por hectare (CUNHA et al., 2005).

Para Cunha et al. (2005) o elevado custo dos insumos e a exigência do mercado consumidor tem estimulado a adoção de novas técnicas de cultivo e práticas de manejo impulsionando a pesquisa com sistemas orgânicos, devido a crescente degradação dos solos cultivados com o abacaxizeiro.

2.2. Agricultura Orgânica

A agricultura orgânica vem ganhando espaço no Brasil, principalmente por não fazer uso dos insumos químicos sintéticos, advindos da revolução verde que originou um modelo agrícola que atualmente vem sendo amplamente criticado e questionado em diversas partes do mundo. Busca-se na produção orgânica um equilíbrio do agroecossistema tentando torna-lo o mais sustentável possível.

O atual modelo de produção agrícola brasileiro vem trazendo diversos problemas no setor. Modelo este que priorizou a utilização de práticas agressivas ao meio ambiente, como intensivo uso de agrotóxicos e de máquinas, frequentes desmatamentos e melhoramento genético voltado para a produtividade, buscando-se produzir muito e barato, o que levou a consequências como a devastação de grandes áreas, erosão e compactação dos solos, além da contaminação de alimentos e dos recursos hídricos. No entanto esse padrão vem entrando em decadência, principalmente nos seus países de origem (VEIGA, 1999; COUTINHO, 2011).

Tem-se que esse padrão de produção vem sendo amplamente questionado nos países mais desenvolvidos devido ao aumento da produtividade em detrimento à qualidade do produto gerado, deixando de ser unanime. Se por um lado os consumidores passaram a ver nesse modo de produção um risco à própria saúde e aos recursos naturais, o alto custo de produção e preços baixos dos produtos tem desestimulado produtores que tem se visto cada vez mais dependentes de insumos químicos (SOUZA & ALCANTARA, 2000).

O Brasil tem tido grande impulso na produção orgânica que nos últimos anos, que tem crescido devido ao alto preço dos produtos, uma média de 30% superior ao oriundo da produção convencional, além de uma possível redução nos custos de produção e possibilidades maiores de conservação dos recursos naturais, fatores estes que tem atraído mais adeptos ao modelo de produção (SOUZA & ALCANTARA, 2000). O crescimento do mercado brasileiro para os produtos orgânicos tem sido significativo, estimado em 30% no ano (BORGES & SOUZA, 2005), isso explica que os consumidores estão se conscientizando

que alimentos contaminados com agrotóxicos trazem efeitos nocivos à saúde humana, levando-o em direção a uma alimentação saudável, embora o mercado de produtos orgânicos ainda não esteja consolidado já se percebe que a demanda é crescente.

No país a produção de frutícolas orgânicas ainda é incipiente, o que resulta nas prateleiras dos supermercados e nas feiras em uma oferta irregular de produtos (BORGES et al., 2003). No que diz respeito à pesquisa científica em relação às práticas de manejo para produção em sistemas orgânicos, sobretudo a cultura do abacaxi, o país ainda tem muito que avançar, uma vez que na agricultura orgânica não existe receita pronta e levando em consideração que nesse modelo é preciso pensar o ambiente como um todo, clima, tipo de solo, pluviosidade, a biodiversidade do local dentre outros fatores que afetam a produtividade, o que torna ainda mais complicado esse avanço tecnológico exigindo pesquisas com grande número de repetições em diversas regiões do país.

2.3. Importância da Matéria Orgânica do Solo

A matéria orgânica do solo (MOS) é definida como uma mistura complexa de resíduos vegetais e animais em diferentes estágios de decomposição incorporados a matriz do solo, biomassa microbiana e substâncias produzidas por estes, além da fração humificada rica em compostos químicos de difícil assimilabilidade pela biota edáfica (MENDONÇA & MATOS, 2005).

Funcionalmente a MOS pode ser dividida em dois grupos: substâncias não húmicas (SNH), que apresentam fácil degradação no solo, sendo utilizados como substratos pela biota do solo; e substâncias húmicas (SH) representadas por substâncias complexas e heterogêneas, possuindo alta resistência à degradação microbiana. A parte viva da MOS é representada pelos microrganismos do solo. Estima-se que as substâncias húmicas constituam cerca de 80 a 90% da MOS. Os resíduos húmicos são normalmente capazes de se tornarem estabilizados no solo. Essa fração de MOS que se torna estabilizada pode sofrer mineralização, liberando nutrientes minerais que

podem ser absorvidos pelas raízes das plantas, sendo alcançado o equilíbrio entre humificação e mineralização. No entanto, esse equilíbrio está sujeito a mudanças que depende das práticas de cultivo adotadas (GLIESSMAN, 2001; MEDONÇA & MATOS, 2005).

Segundo Souza & Melo (2000), a matéria orgânica e os nutrientes do solo são removidos com os subsequentes cultivos, o que acentua a degradação dos solos. Os nutrientes perdidos nesse processo não são repostos na mesma proporção ao longo do tempo, o que pode tornar os níveis disponíveis de nutrientes tão baixos a ponto de inviabilizar a produção agrícola.

O manejo inadequado do solo pode levar a perda significativa de matéria orgânica. Contudo, estudos têm mostrado que é possível obter aumento do sequestro de C no solo por meio da adoção de práticas conservacionistas de manejo, a exemplo do plantio direto. Para que haja aumento nos estoques de matéria orgânica é importante que se mantenha nas áreas de plantio os resíduos vegetais no solo, permitindo maior passagem de C no solo (SILVA & MACHADO, 2000).

As interferências no sistema de cultivo refletem na microbiologia do solo, que é responsável pela dinâmica de decomposição da matéria orgânica (SOUZA & MELO, 2000). A presença da biomassa vegetal dos adubos verdes no solo favorece a atividade dos organismos edáficos, servindo como fonte de energia e nutrientes, e ainda reduzem as oscilações térmicas e de umidade, criando condições favoráveis ao seu desenvolvimento (SAGRILO et al., 2009).

Os resíduos vegetais são uma importante fonte de matéria orgânica para o solo. Com isso, é necessário que se desenvolva técnicas eficazes de manejo para se ter a contribuição desses resíduos no aumento dos níveis de MOS. Assim, na escolha das plantas de cobertura deve ser considerada a constituição química dos resíduos vegetais e ainda as condições climáticas do ambiente que irão interferir na atividade microbiana, consequentemente na degradabilidade dos resíduos e disponibilidade de nutrientes.

2.4. Efeito das coberturas vegetais sobre os sistemas de manejo agrícola

A prática da adubação verde é capaz de melhorar as propriedades do solo, auxiliar no controle de patógenos e plantas invasoras e aumentar a produtividade agrícola. No entanto, vale ressaltar que os benefícios originados pela adubação verde nem sempre são imediatos, sendo mais evidentes a médio e longo prazo (ESPINDOLA et al., 2005).

A adubação verde vem se destacando como sendo uma alternativa viável na busca da sustentabilidade dos solos agrícolas (ALCÂNTARA et al., 2000). A prática consiste em introduzir, em um sistema de produção, a espécie apropriada para depositar sobre o solo ou incorporar sua massa vegetal a fim de preservar e/ou restaurar os teores de MOS e promover a ciclagem de nutrientes (BARRADAS, 2010). Além disso, os adubos verdes favorecem a manutenção da MOS (TIVELLI et al., 2010).

Dentre os adubos verdes destacam-se as leguminosas, por sua alta capacidade de (re) ciclagem de nutrientes, especialmente o N, e por produzirem grandes quantidades de biomassa vegetal na parte aérea e raízes, e ainda por realizar a fixação biológica do nitrogênio. Estas plantas são capazes de absorver nutrientes nos horizontes subsuperficiais (sistema radicular profundo), e estocá-los na sua biomassa. Com a deposição dos materiais orgânicos pelas raízes, na rizosfera, quanto em superfície no solo, a decomposição e mineralização realizada pela biota edáfica proporcionará a disponibilização de nutrientes na camada arável. Neste contexto, Favero et al. (2000), baseado na hipótese de que as plantas espontâneas promovem o mesmo benefício ao solo que os adubos verdes, avaliaram o crescimento e o acúmulo de nutriente dessas plantas já utilizadas como adubo verde (leguminosas) comparando-as com as plantas espontâneas, e concluíram que as espontâneas apresentaram teores inferiores de N e Ca quando comparadas as leguminosas. Já Fontanétti et al. (2006) em estudo do potencial da adubação verde na produção de alface orgânico verificaram que a crotalária (*Crotalaria juncea*) apresentou maior produção de matéria seca e maior aporte de nutrientes, tendo sido considerada pelos autores uma espécie promissora para produção de hortaliças em sistema orgânico.

Apesar de resultados promissores para várias culturas de interesse agrônomo, a utilização de adubos verdes na fruticultura ainda é pouco estudada, embora possa trazer benefícios, do ponto de vista econômico e de

preservação dos recursos ambientais ao fruticultor. Dentre outros aspectos, destaca-se a importância para um sistema orgânico de produção avaliar o efeito do uso dessas espécies sobre o aporte e a dinâmica do C orgânico e nutrientes ao solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O experimento foi conduzido na Fazenda da Bioenergia-Orgânicos, em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico A moderado, textura argilosa, localizada na região da Chapada Diamantina, município de Lençóis, BA (Figura 1.).

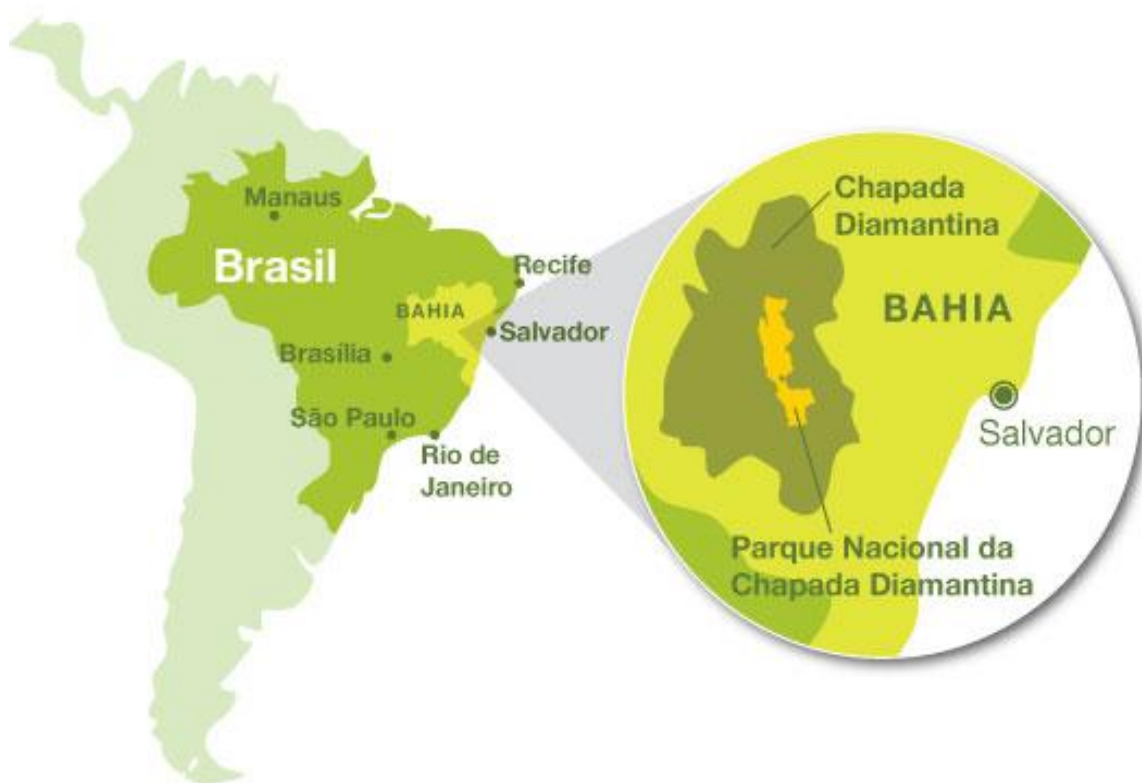


Figura 1. Localização do município de estudo.

A Chapada Diamantina é uma região de serras, situada no centro do estado brasileiro da Bahia, apresenta-se em geral como um altiplano extenso, com altitude média entre 800 e 1.200m acima do nível do mar. O município de Lençóis está no denominado “Polígono das Secas”, apresentando clima do tipo

úmido a subúmido, com extensos períodos de estiagem. A pluviosidade média anual varia entre 1.000 a 1.250mm. O período chuvoso ocorre entre os meses de novembro e abril e o período de estiagem costuma ser no mês de setembro. A temperatura média anual fica por volta de 22,9° C (FRANCA-ROCHA et al., 2005).

As serras que compõem a Chapada Diamantina abrangem uma área aproximada de 38.000 km². Nos maciços e serras altas, os solos são em geral rasos, pedregosos e pobres, predominando os Neossolos Litólicos (rasos, pedregosos e de fertilidade baixa) e grandes afloramentos de rocha. Nos topos planos, os solos são em geral profundos e muito pobres, com predominância de Latossolos (profundos, bem drenados, ácidos e de fertilidade baixa). Boa parte do leste da Chapada Diamantina é constituída por áreas que têm sofrido erosão intensa, causando um relevo bastante dissecado com vales profundos, com altitude variando de 200 a 800 m. Nestas áreas predominam os Espodossolos (medianamente profundos, bem drenados, textura argilosa e fertilidade média) e os Latossolos (FRANCA-ROCHA et al., 2005).

O experimento consistiu em avaliar diferentes plantas de cobertura utilizadas no pré-cultivo da cultura do abacaxi. Foram testadas as seguintes espécies: crotalária (*Crotalaria ochroleuca* G.Don), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), milho (*Pennisetum glaucum* R.Br), mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e a combinação mucuna + sorgo (50%). Foram consideradas também dois tratamentos comparativos: i) vegetação espontânea (VE) como cobertura e ii) com o solo no limpo (TEST). A semeadura foi feita a lanço, em parcelas experimentais de 60 m². Os cultivos das plantas de cobertura foram feitos em dois ciclos, sendo o primeiro realizado em entre os meses de maio a julho de 2012 e o segundo entre agosto a novembro de 2012. Cada ciclo teve duração de 80 dias.

Ao final de cada ciclo de cultivo foram feitas amostragens para a quantificação da produção de biomassa vegetal, utilizando o método do quadrado de dimensões 1m x 1m. Após a coleta, o material vegetal foi pesado em campo, e em seguida, retirou-se uma sub-amostra de cada tratamento para determinação da umidade em laboratório, usando estufa de circulação forçada a 60°C até atingir peso constante. Após a determinação da massa seca

recolheram-se amostras do material vegetal para determinação dos teores de C, N, P, Ca, Mg, K e S.

Após cada ciclo de cultivo, as coberturas foram roçadas e deixadas sobre o solo para decomposição natural dos resíduos visando a reciclagem de nutrientes e matéria orgânica. Optou-se não fazer incorporação do material utilizando operações agrícolas, como aração ou gradagem. A razão para tal foi de não eliminar o possível benefício das coberturas vegetais para a manutenção da qualidade física do solo, por meio da melhoria de sua estrutura. Nesse sentido, a semeadura do segundo ciclo de cultivo das coberturas foi feita sobre os resíduos da palhada do primeiro ciclo.

O plantio do abacaxi nas parcelas que receberam os diferentes tratamentos de cobertura foi realizado em novembro de 2012, após o segundo ciclo de cultivo. O plantio foi realizado diretamente sobre a palhada das coberturas sendo plantadas as variedades de abacaxi Pérola e Imperial em cada parcela, sendo que em todas as repetições continha as duas variedades.

3.2. Determinações físicas

A densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico segundo EMBRAPA (1997). Utilizou-se o método da pipeta para as determinações dos teores de argila total, com e sem utilização do dispersante NaOH 0,1M, respectivamente, como descrito por Day (1965). As frações areia grossa e areia fina foram obtidas por peneiramento e o silte por diferença. Determinou-se também agregados, porosidade e condutividade hidráulica.

3.3. Determinações químicas

3.3.1. Carbono orgânico total

Para a determinação do carbono orgânico total (COT) as amostras de solo foram trituradas em almofariz quantificando-se o carbono por oxidação da matéria orgânica via úmida com $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol L⁻¹ em meio sulfúrico. Empregou-se como fonte de energia o calor desprendido pelo H₂SO₄, juntamente com uma fonte externa de aquecimento. O excesso de dicromato,

após a oxidação, foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ (YEOMANS & BREMNER, 1988).

3.3.2. Nitrogênio total

O nitrogênio total (NT) foi quantificado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação Kjeldahl, conforme método descrito por Tedesco et al. (1995). Para tal procedimento, pesou-se 1g de solo (TFSA) e em seguida acrescentou-se 5 ml de H_2SO_4 concentrado na presença de catalisador. Posteriormente ao processo de digestão, o nitrogênio contido no extrato sulfúrico foi quantificado por titulação com HCl $0,02 \text{ mol L}^{-1}$.

3.3.3. Substâncias húmicas

A separação e o fracionamento das substâncias húmicas foram realizadas segundo a técnica da solubilidade diferencial, em meio ácido ou alcalino das frações correspondentes separando-se as frações: ácidos fúlvicos (FAF), a fração ácidos húmicos (FAH) e a fração humina (HUM), de acordo com os conceitos de frações húmicas estabelecidas pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (SWIFT, 1996).

Para tal procedimento pesaram-se 1 g de solo em tubos de centrífuga com capacidade para 50 ml, e em seguida adicionaram-se 10 ml NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Durante 1 hora as amostras foram submetidas à agitação mecânica por meio de agitador horizontal, e deixadas em repouso por 12 horas. Após esse período, as amostras foram levadas a centrifuga a 3.000 rpm durante 20 minutos, e em seguida o sobrenadante foi cuidadosamente transferido para outro tubo. Acrescentaram-se ao precipitado 10 ml de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ repetindo-se o processo de extração (agitação e centrifugação) por mais duas vezes. Novamente o sobrenadante foi acondicionado nos mesmos recipientes da primeira extração. Nesse extrato contém as frações AF e AH e o resíduo remanescente no tubo contém a fração HUM, que deve ser levada para estufa a 45°C .

Para separação das frações AF e AH o pH foi ajustado para $2,0 \pm 0,1$ com solução H_2SO_4 (20%), e deixadas em repouso de 2 horas. Em seguida a solução foi centrifugada a 3.000 rpm durante 5 minutos. Transferiu-se o sobrenadante (FAF) para tubos de 50 ml devidamente limpos e seu volume foi aferido com água destilada. O precipitado (FAH) teve seu volume aferido para 50 ml com solução de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Os extratos foram mantidos sob refrigeração por um breve período, até a determinação dos teores de C.

A determinação do C das frações húmicas foi realizada segundo o método descrito por Yeomans & Bremner (1988). Para quantificação nas frações AH e AF, retiraram-se alíquotas de 5 ml e 10, respectivamente. Para a fração HUM, o material foi seco em estufa e triturado em almofariz, retirando-se uma alíquota de 0,5 g para determinação do C. As concentrações de $K_2Cr_2O_7$ e de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ utilizadas na determinação do C das frações AF e AH foram, $0,033$ e $0,2 \text{ mol L}^{-1}$, respectivamente. Já na fração HUM as concentrações utilizadas foram $0,167$ e $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ para o $K_2Cr_2O_7$ e $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, respectivamente.

3.3.4. Carbono orgânico sob diferentes graus de oxidação

As frações de carbono oxidável foram obtidas utilizando-se diferentes concentrações de H_2SO_4 segundo método adaptado por Chan et al. (2001). O C foi quantificado por oxidação via úmida sem aquecimento externo conforme (Yeomans & Bremner, 1988).

A determinação foi realizada utilizando-se as doses de 2,5; 5 e 10 mL de H_2SO_4 concentrado, as quais correspondem às concentrações de 3, 6 e 9 mol L^{-1} , respectivamente, mantendo-se constante a concentração de $K_2Cr_2O_7$ em $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ (10 mL), resultando três proporções ácido-água de 0,25:1; 0,5:1 e 1:1. Os teores de C orgânico determinados utilizando as diferentes doses de H_2SO_4 permitiram a separação de diferentes frações de C com diferentes graus de labilidade. As frações F2, F3 e F4 são obtidas a partir de um cálculo de subtração entre o teor de C da fração atual e da imediatamente anterior. Por exemplo, a F2 é obtida pela subtração entre os teores de C obtidos utilizando a dose de 5,0 ml e 2,5 ml de H_2SO_4 :

Fração 1 ($3 \text{ mol L}^{-1} H_2SO_4$): carbono orgânico oxidado com de 3 mol L^{-1} .

Fração 2 (6 mol L⁻¹-3 mol L⁻¹ H₂SO₄): diferença de carbono orgânico oxidável extraído entre 6 e 3 mol L⁻¹ H₂SO₄.

Fração 3 (9 mol L⁻¹ -6 mol L⁻¹ H₂SO₄): diferença do carbono oxidável extraído entre 9 mol L⁻¹ -6 mol L⁻¹ H₂SO₄.

Fração 4 (COT - 9 mol L⁻¹ H₂SO₄): diferença entre o carbono orgânico total e o carbono extraído com H₂SO₄ 9 mol L⁻¹.

3.3.5. Matéria Orgânica Leve

A matéria orgânica leve livre (MOL) foi determinada de acordo com os procedimentos descritos por Sohi et al. (2001). Em frascos de centrifuga com capacidade para 50 mL foram adicionados 15 g de solo TFSA e 30 mL de Iodeto de Sódio (NaI) com densidade igual a 1,8 g cm⁻³. O frasco contendo a mistura foi agitado manualmente por 30 segundos, para permitir que as frações orgânicas não associadas aos componentes minerais atingissem a superfície. Em seguida, a solução solo/NaI foi centrifugada a 3200 rpm durante 5 minutos, sendo posteriormente feita a aspiração a vácuo e filtragem do NaI, obtendo-se a MOL. O material retido nos cadinhos foi cuidadosamente lavado com água destilada visando eliminar o excesso de NaI. Os cadinhos contendo a MOL foram levados à estufa ± 65° C por 48 horas sendo posteriormente pesados.

3.3.6 Análise estatística

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 10% de probabilidade, considerando-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados com sete tratamentos e três repetições. As análises foram realizadas com auxílio do Programa SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de biomassa

No primeiro ciclo a produção de matéria seca variou de 3,2 a 6,6 t ha⁻¹

entre os tratamentos, sendo maior no tratamento milheto como cobertura. De modo geral, no primeiro ciclo as gramíneas produziram cerca de duas vezes mais matéria seca em comparação às leguminosas. A produção de biomassa na vegetação espontânea foi semelhante àquela produzida nas leguminosas. Já a combinação mucuna + sorgo produziu uma quantidade intermediária de matéria seca entre as gramíneas e leguminosas. A menor produção de biomassa foi dada pelo tratamento crotalária.

A produção de matéria seca no segundo ciclo foi, de modo geral, semelhante ao primeiro, variando de 2,3 a 10,8 t ha⁻¹. Ao contrário do primeiro ciclo, a maior produção de matéria seca deu-se no tratamento com feijão-deporco, seguido de milheto e sorgo. As menores produções de biomassa ocorreram nos tratamentos crotalária e mucuna. Assim como no primeiro ciclo, a combinação mucuna + sorgo produziu uma quantidade intermediária de matéria seca (5,0 t ha⁻¹) quando comparada aos cultivos solteiros sorgo (6,9 t ha⁻¹) e mucuna (2,3 t ha⁻¹). A vegetação espontânea, por sua vez, produziu uma quantidade de biomassa superior que as leguminosas mucuna e crotalária revelando o seu grande potencial de reciclagem de C e nutrientes. Diferentemente do primeiro ciclo, a menor produção de biomassa ocorreu no tratamento mucuna.

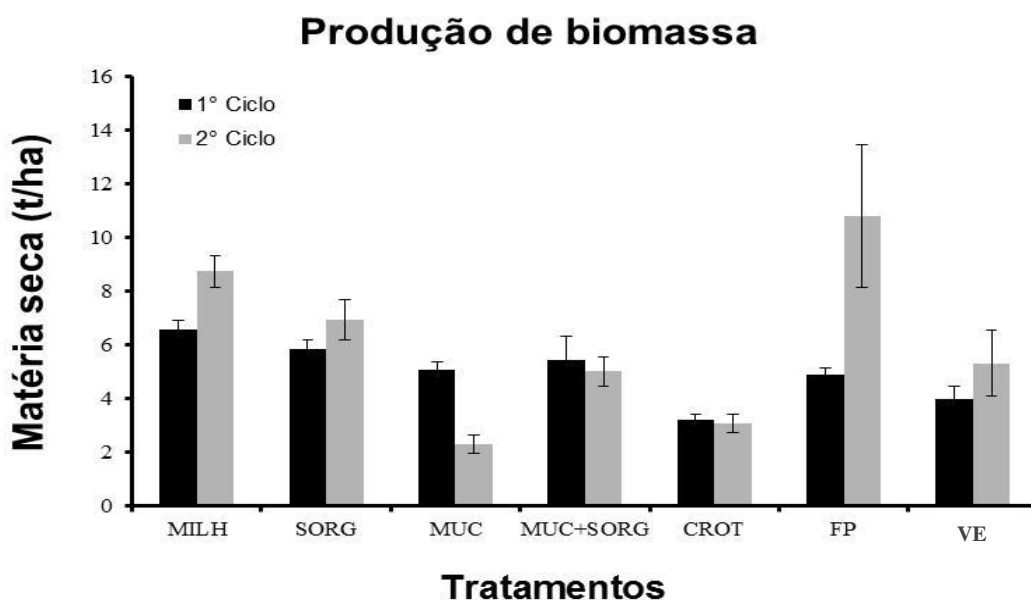


Figura 2. Produção de biomassa vegetal de diferentes coberturas vegetais utilizadas como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi em experimento instalado na Fazenda Ceral, município de Lençóis, BA. CROT:

crotalaria; MILH: milho; SORG: sorgo; MUC: mucuna-preta; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; FP: feijão-de-porco; VE: vegetação espontânea.

4.2. Análise foliar

Os percentuais de C na matéria seca variaram de 41 a 44% entre os diferentes materiais (Tabela 1). O tratamento mucuna + sorgo foi o que apresentou os maiores teores de C, seguido dos tratamentos milho e sorgo. Por outro lado, os tratamentos compostos pelas espécies de leguminosas (crotalaria e feijão-de-porco) foram aqueles que apresentaram os menores teores de C, corroborando com outros resultados na literatura. Os percentuais de N variaram de 1,3 a 4,1% sendo maiores nos materiais provenientes das leguminosas. Destaca-se ainda que os teores de N na vegetação espontânea foram similares aos teores encontrados nas leguminosas, sugerindo que estas espécies são bastante eficientes na ciclagem deste nutriente. A relação C/N variou de 12 a 28, sendo menor no tratamento feijão-de-porco seguido de crotalaria (Tabela 1). Os maiores valores da relação C/N foram observados nas gramíneas, sendo maior no tratamento sorgo seguido do milho. Estes resultados estão de acordo com a literatura e sugerem que as gramíneas possuem maior resistência à decomposição, cumprindo o seu importante papel de promover a cobertura do solo por maior tempo após a roçagem. Por outro lado, a espécie feijão-de-porco apresentou a menor relação C/N (12), o que refletirá em mais rápida decomposição e proteção do solo por menor período de tempo.

Tabela 1. Caracterização química do material vegetal de diferentes coberturas vegetais utilizadas como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi em experimento instalado na Fazenda Ceral, município de Lençóis, BA

	Tratamentos ^a						
	CROT	MILH	SORG	MUC	MUC+SORG	FP	VE
C (%)	41,52	43,33	43,28	42,05	44,02	41,71	41,83
N (%)	2,89 ± 0,08	1,78 ± 0,14	1,53 ± 0,02	2,04 ± 0,34	2,79 ± 0,31	3,47 ± 0,16	2,53 ± 0,39
P (%)	0,151 ± 0,01	0,188 ± 0,02	0,156 ± 0,02	0,119 ± 0,02	0,193 ± 0,03	0,138 ± 0,00	0,162 ± 0,02
K (%)	1,28 ± 0,11	1,22 ± 0,11	0,96 ± 0,02	1,00 ± 0,05	0,95 ± 0,17	0,94 ± 0,03	1,26 ± 0,21

Ca (%)	2,90 ± 0,12	0,21 ± 0,02	0,13 ± 0,02	1,40 ± 0,17	0,72 ± 0,17	2,94 ± 0,32	1,02 ± 0,10
Mg (%)	0,47 ± 0,05	0,29 ± 0,02	0,27 ± 0,00	0,35 ± 0,02	0,32 ± 0,05	0,56 ± 0,05	0,56 ± 0,09
S (%)	0,29 ± 0,02	0,24 ± 0,00	0,19 ± 0,01	0,28 ± 0,03	0,23 ± 0,03	0,57 ± 0,02	0,29 ± 0,05
Zn (mg/kg)	31,03 ± 0,84	40,23 ± 4,70	29,70 ± 1,08	33,07 ± 2,04	30,03 ± 4,60	12,77 ± 0,71	28,57 ± 1,51
Fe (mg/kg)	222,67 ± 30,06	161,13 ± 14,95	369,03 ± 118,98	308,57 ± 82,48	184,30 ± 36,90	137,67 ± 155,39	578,07 ± 22,42
Mn (mg/kg)	40,53 ± 6,57	30,07 ± 4,03	29,20 ± 1,85	49,43 ± 4,81	70,60 ± 15,64	32,63 ± 11,73	57,63 ± 11,06
Cu (mg/kg)	8,23 ± 0,68	24,17 ± 15,08	5,83 ± 0,43	4,77 ± 0,91	6,07 ± 0,90	4,07 ± 0,10	5,00 ± 0,32
B (mg/kg)	59,13 ± 2,21	14,33 ± 1,82	15,77 ± 0,60	26,57 ± 1,40	22,83 ± 2,95	48,20 ± 3,22	33,27 ± 5,03
C/N	14	24	28	21	16	12	16

^a CROT: crotalaria; MILH: milho; SORG: sorgo; MUC: mucuna-preta; MUC+SORG: combinação 50% mu-cuna-preta + sorgo; FP: feijão-de-porco; VE: vegetação espontânea. Teores com base na matéria seca. Médias ± desvio padrão.

Os teores de P foram bastante similares entre os materiais, com valor médio de 0,15 % (Tabela 1). O tratamento mucuna foi o que apresentou menor teor de P no material vegetal. De modo semelhante, houve pouca variação entre os teores de K nos diferentes tratamentos, com valor médio 1,1 %. Já considerando os teores de Ca, houve diferença na composição dos tecidos vegetais, em que os teores variaram de 0,13 a 2,94 %. Os resíduos das leguminosas, assim como da vegetação espontânea, foram os que apresentaram os maiores teores de Ca, sendo estes aproximadamente 14 vezes maior que o teor médio nas gramíneas. Entre as leguminosas, a mucuna-preta foi a que apresentou menor teor de Ca, cerca de duas vezes menor em relação às espécies crotalaria e feijão-de-porco. Observou-se uma redução de 50% nos teores de Ca no material vegetal plantado em combinação (mucuna + sorgo) quando comparado ao plantio solteiro (mucuna). Perin et al. (2004), ao compararem milho com leguminosas, também observaram baixos teores de N e Ca na gramínea. Os teores de Mg nas leguminosas, com valor médio de 0,46 %, também apresentaram-se superiores em relação às gramíneas, porém, em menor magnitude em comparação aos teores de Ca. A vegetação espontânea, assim como para os teores de Ca, apresentaram teores de Mg comparáveis às leguminosas. A relação Ca/Mg foi em média seis vezes maior nas leguminosas, indicando o maior potencial destas espécies em reciclar estes nutrientes. Nas gramíneas esta relação situou-se próximo a uma unidade, revelando um equilíbrio entre estes elementos nos tecidos vegetais.

Os estoques de nutrientes (kg ha^{-1}) nas diferentes coberturas vegetais está apresentada na Figura 3. De modo geral, os estoques de N não diferiram significativamente entre os tratamentos e variaram de 80 a 147 kg ha^{-1} . O estoque de N na vegetação espontânea foi similar aos estoques encontrados nas leguminosas, sugerindo que estas espécies são bastante eficientes na ciclagem deste nutriente. Os tratamentos milho e mucuna+sorgo foram os que apresentaram maior potencial para ciclagem de P, contrário aos tratamentos mucuna e crotalária. Já quanto aos estoques de K, o milho superou os demais, com exceção ao tratamento sorgo. Os demais tratamentos apresentaram potencial similar de ciclagem de K. Os estoques de Ca variaram de 8 a 144 kg ha^{-1} . As leguminosas apresentaram maiores estoques de Ca em relação às gramíneas, aproximadamente 14 vezes maior, com destaque para o tratamento feijão-de-porco. Observou-se uma redução de quase 50% nos teores de Ca no material vegetal plantado em combinação (mucuna + sorgo) quando comparado ao plantio solteiro. Os estoques de Mg foram relativamente semelhantes entre os materiais, com exceção do feijão-de-porco que superou significativamente os tratamentos sorgo, mucuna, mucuna+sorgo e crotalária. Quanto aos estoques de S, somente o tratamento feijão-de-porco superou significativamente os demais, o que representou potencial 56% maior para ciclagem de S em relação aos demais.

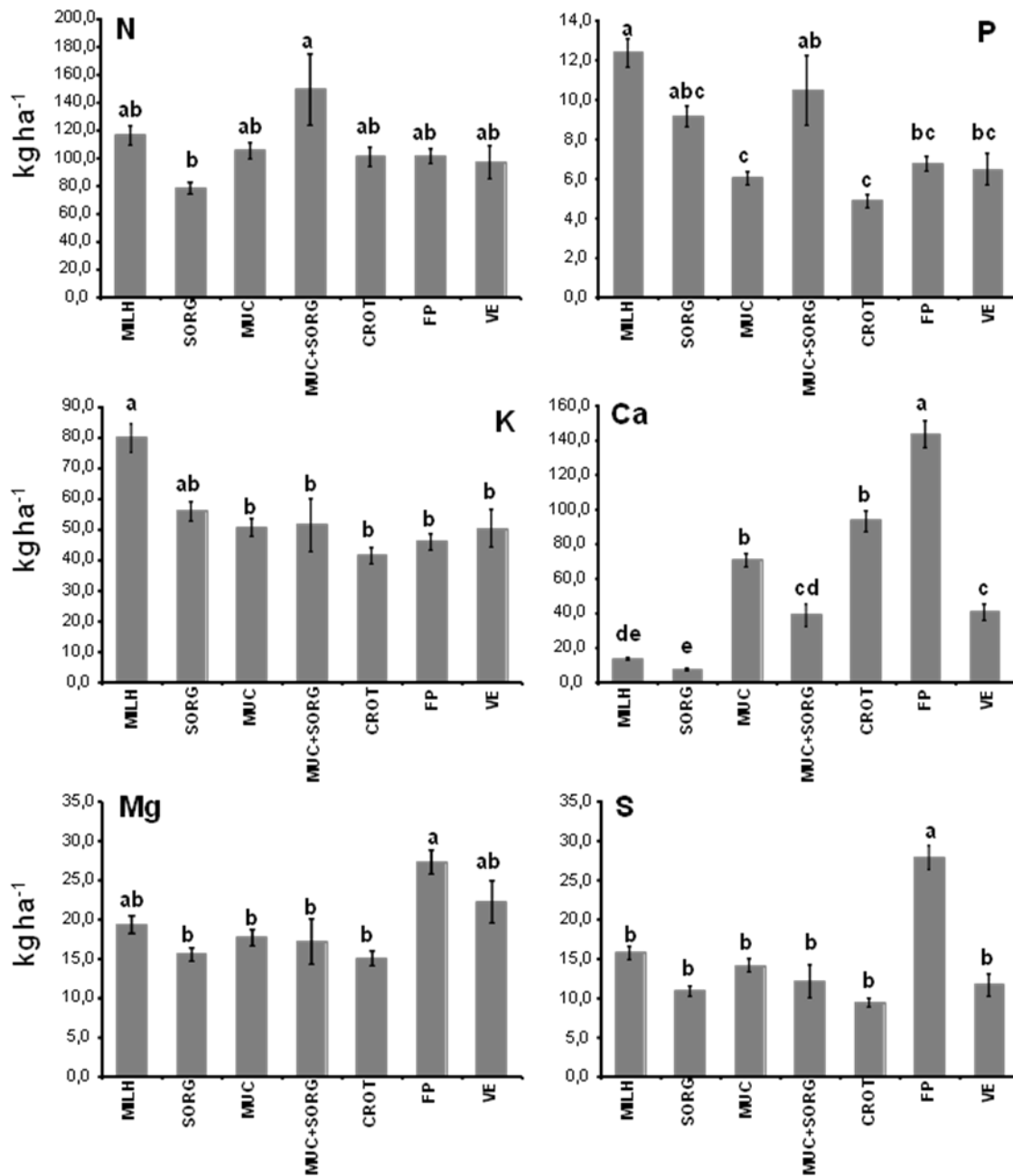


Figura 3. Estoques de nutrientes (kg ha⁻¹) na matéria seca de diferentes plantas de cobertura utilizadas como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi em experimento instalado na Fazenda Ceral, município de Lençóis, BA. CROT: crotalária; MILH: milheto; SORG: sorgo; MUC: mucuna-preta; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; FP: feijão-de-porco; VE: vegetação espontânea; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 10% de probabilidade. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Para Souza (2007), deve-se dedicar atenção especial aos micronutrientes, ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e boro (B), para os quais

existem constatações de ocorrências de limitações à produção do abacaxi em diferentes partes do mundo. No Brasil, existem registros de prejuízos ao desenvolvimento da planta e/ou ao peso do fruto causados por deficiências de Cu ou de B em áreas cultivadas com a cultura. No presente estudo, o milho foi o que apresentou maior teor de Cu e Zn. A vegetação espontânea apresentou teor de Fe de 258,76% superior ao milho e as gramíneas sorgo e milho apresentaram, respectivamente, teores de B cerca de 57 e 52% inferior ao teor deste elemento na vegetação espontânea.

4.3. Caracterização física e química do solo

A caracterização física do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm nas parcelas com diferentes coberturas está apresentada na Tabela 2. A área possui, predominantemente, solo do tipo argila arenosa.

O solo apresentou na análise de porosidade cerca de 40% de microporos a mais que macroporos. Segundo Primavesi (2002), quando microporos predominam conseqüentemente faltará ar, água e a possibilidade de penetração radicular. Os microporos são responsáveis pela capacidade de retenção de água (PEDROTTI & MELLO JÚNIOR, 2009). No entanto, não houve diferença significativa da porosidade total entre os tratamentos.

Não houve variação significativa na densidade do solo nos diferentes tratamentos, tendo os valores variado entre 1,24 a 1,38 kg/dm³. De acordo com Gliessman (2001) um solo com densidade aparente baixa tem um percentual mais alto de espaços de poros, maior aeração, melhor percolação e mais capacidade de armazenamento de água. Kitamura et al. (2008) comprovam que dentre as propriedades físicas do solo a densidade é a mais sensível, atestando que o uso de adubação verde modifica positivamente essas propriedades no horizonte A. No entanto no presente experimento não houve diferença significativa quanto a densidade.

A separação dos agregados foi feita por distribuição de massa do solo em seis classes de tamanhos, variando de <0,25 a 7,93 mm. Em termos gerais, observa-se que as estruturas que variam entre 7,93 a 4,76 mm representam cerca de 50% dos agregados do solo, sendo que dentre os tratamentos houve

pouca variação nas diferentes classes. Segundo Vasconcelos et al. (2010) a entrada de ar e drenagem de água no sistema é favorecido pela presença de resíduos orgânicos no solo que atuam diminuindo sua densidade e criam poros de diâmetro maiores. Neves et al. (2006) observaram com a introdução de coberturas vegetais no sistema aumento significativo na porcentagem de agregados estáveis comparativamente com a testemunha mantida sem cobertura, o autor considera que um solo descoberto pode ser desagregado pelo impacto da chuva, por exemplo.

Os dados de condutividade hidráulica saturada mostram que de modo geral as maiores variações ocorreram na camada superficial (23,60 e 754,13 mm/h). No entanto nos tratamentos com vegetação espontânea, crotalária e a testemunha a condutividade foi maior na camada de 10-20 cm. De Oliveira et al. (2005) também encontraram grande variabilidade e altos valores de condutividade hidráulica saturada, o que relacionou a predominância de macroporos e alta porosidade, diferentemente do solo estudado que houve predominância de microporos. De modo geral, os tratamentos com gramíneas representaram maior condutividade em ambas as profundidades. As leguminosas crotalária e mucuna apresentaram valores inferiores a 50 mm/h, ao contrário dos valores citados por Borges & Da Silva (2011), que obtiveram no tratamento crotalária condutividade hidráulica 35 vezes maior. Já na cobertura com feijão-de-porco os dados encontrados foram semelhantes. O mesmo autor observou significativa redução da condutividade no tratamento com sorgo em relação a profundidade.

De acordo com Espírito Santo (2011), a penetração da água no solo é representada pela condutividade hidráulica saturada quando todo o espaço poroso do solo se encontrar preenchido por água, macroporos de drenagem e microporos de armazenamento. Os dados encontrados indicam que o uso de coberturas vegetais melhora a condutividade hidráulica saturada, comparativamente com a testemunha o que sugere um aumento no armazenamento de água no solo e maior condução.

Tabela 2. Caracterização física do solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm nas parcelas com diferentes coberturas vegetais utilizadas como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi em experimento instalado na Fazenda Ceral, município de Lençóis, BA.

Identificação	Areia total	Silte	Argila	Classificação textural	Porosidade (%)			Densidade (kg/dm ³)	Cond. hid. Sat. (mm/h)	Distribuição do tamanho de agregados (g/kg)						DMP mm	Estabilidade %
					Total	Macro	Micro			7,93 - 4,76	4,76 - 2,0	2,0 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	< 0,25		
0-10 cm		(g/Kg)															
FP	523	117	360	Argila arenosa	47,98 a	19,85 ab	28,13 b	1,31 a	505,30	54,04	12,94	10,12	9,41	13,50	3,00	70,15	90,91
VE	508	108	384	Argila arenosa	48,57 a	20,55 a	28,01 b	1,27 a	290,60	44,35	13,57	12,10	10,63	19,36	2,56	63,11	90,06
CROT	526	114	360	Argila arenosa	44,49 ab	11,57 b	32,92 a	1,36 a	21,73	48,92	10,37	10,13	10,61	19,97	2,72	62,47	90,06
SORG	521	110	369	Argila arenosa	40,83 b	13,47 ab	27,35 b	1,33 a	754,13	51,51	13,83	11,31	9,21	14,14	2,90	70,14	91,50
MILH	513	99	388	Argila arenosa	43,67 ab	15,30 ab	28,37 b	1,31 a	505,57	72,57	9,17	6,40	4,77	7,08	3,81	81,69	92,63
SORG + MUC	519	96	384	Argila arenosa	46,76 a	18,16 ab	28,60 b	1,24 a	626,63	45,23	12,26	12,02	12,06	18,43	2,59	63,82	91,77
MUC	526	107	367	Argila arenosa	45,94 ab	15,94 ab	29,99 ab	1,33 a	23,60	43,65	11,23	11,58	12,00	21,54	2,49	59,63	89,50
TEST	507	106	388	Argila arenosa	47,44 a	17,57 ab	29,87 ab	1,30 a	96,63	44,83	9,42	9,98	11,91	23,87	2,52	57,77	89,82
10-20 cm																	
FP	479	104	418	Argila arenosa	47,16 ab	18,16 ab	29,00 ab	1,32 a	202,17	58,80	10,79	6,50	8,93	14,97	3,18	70,76	92,92
VE	487	109	404	Argila arenosa	49,13 a	20,93 a	28,19 b	1,26 a	334,70	62,43	11,45	7,19	7,64	11,28	3,37	74,69	92,08
CROT	505	111	384	Argila arenosa	46,83 ab	16,18 ab	30,65 a	1,33 a	43,27	52,51	13,16	8,88	9,74	15,71	2,93	68,46	91,85
SORG	484	106	411	Argila arenosa	45,13 ab	16,17 ab	28,96 ab	1,32 a	260,20	57,03	13,45	8,40	9,09	12,03	3,14	72,35	91,72
MILH	498	95	406	Argila arenosa	44,85 b	15,00 ab	29,85 ab	1,31 a	354,37	62,90	12,19	7,70	7,89	9,31	3,41	76,94	92,95
SORG + MUC	502	101	397	Argila arenosa	47,82 ab	19,73 ab	28,09 b	1,27 a	506,63	53,65	11,20	8,67	11,69	14,79	2,96	68,27	92,81
MUC	504	105	391	Argila arenosa	45,44 ab	14,21 b	31,23 a	1,38 a	25,03	53,22	12,44	9,44	10,23	14,66	2,96	67,81	90,29
TEST	495	106	400	Argila arenosa	44,60 ab	15,32 ab	29,27 ab	1,35 a	181,40	50,73	12,04	8,09	8,15	20,99	2,82	65,54	92,48

CROT: crotalaria; MUC: mucuna-preta; FP: feijão-de-porco; MILH: milheto; SORG: sorgo; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; VE: vegetação espontânea; TEST: solo no limpo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 10% de probabilidade.

Na tabela 3 está apresentada a caracterização química do solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm nas parcelas com diferentes coberturas.

O pH do solo variou de 4,4 a 6,0 (Tabela 3) nos diferentes tratamentos, estando dentro da faixa adequada para produção de abacaxi, cuja recomendação indica faixa 4,5 a 5,5 (NASCENTE et al., 2005). Observou-se que o pH foi reduzido em todos os tratamentos a medida em que aumentava a profundidade do solo. A menor acidez se deu no tratamento testemunha (6,0), confirmando que os valores de pH são influenciados pelo manejo, acidificando o solo. Todos os tratamentos apresentaram solos mais ácidos que a testemunha, contrariando os dados encontrados por Nascimento et al. (2003) em que as leguminosas elevaram os valores de pH contribuindo para redução da acidez do solo. Dias et al. (2013) avaliando o efeito de resíduos de leguminosas em relação as alterações no pH do solo, observaram que a crotalária apresenta menor potencial de acidificação em relação as demais leguminosas estudadas, o que pode ser atribuído ao menor teor de ácidos orgânicos de baixo peso molecular durante o processo de decomposição de suas biomoléculas. Porém o autor destaca que o tipo de resíduo vegetal adicionado ao solo é que irá determinar no aumento ou não da acidez.

De acordo com os padrões de fertilidade adotados pela Embrapa, o solo estudado pode ser considerado medianamente rico em nutrientes, no entanto os macronutrientes do solo ainda não foram influenciados pelo uso das coberturas vegetais, o solo está apresentando teores considerados elevados de P, K, Mg e teores médios de Ca, na camada de 0-10 cm os valores de Al presentes no solo são baixíssimos, porém nas camadas mais profundas apresenta valores considerados elevados, observou alta capacidade de troca de cátions efetiva e cerca de 25% de argila no solo. A saturação por base (V%) apresentou uma média de 50% numa amplitude de 42 a 61%, sendo que valores superiores a 50% são considerados solos férteis.

Tabela 3. Caracterização química do solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm nas parcelas com diferentes coberturas vegetais utilizadas como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi.

Identificação	pH	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Al	NA	H+Al	SB	CTC	V
0-10 cm	H ₂ O	mg/d ³	-----				cmol c /dm ³	-----				%
FP	5,4	23	0,16	3,0	1,6	4,6	0,10	0,05	5,54	4,85	10,38	47
VE	5,6	37	0,24	3,3	2,2	5,5	0,03	0,06	4,99	5,81	10,80	54
CROT	5,9	30	0,29	3,8	2,3	6,1	0,07	0,09	4,80	6,43	11,23	58
SORG	5,5	18	0,25	2,6	1,4	4,1	0,20	0,07	5,46	4,39	9,85	45
MILH	5,6	25	0,30	2,7	1,5	4,1	0,10	0,07	5,54	4,51	10,05	45
SORG+MUC	5,7	50	0,29	2,7	1,6	4,4	0,07	0,07	4,62	4,71	9,33	51
MUC	5,4	17	0,14	2,3	1,5	3,7	0,10	0,06	5,39	3,93	9,32	42
TEST	6,0	48	0,27	3,4	2,1	5,5	0,03	0,08	3,81	5,85	9,67	61
10-20 cm												
FP	4,8	10	0,10	1,9	1,3	3,2	0,50	0,04	7,15	3,32	10,47	32
VE	4,8	10	0,12	2,0	1,4	3,4	0,63	0,04	7,26	3,55	10,81	32
CROT	5,0	28	0,19	1,8	1,0	2,8	0,57	0,05	7,96	3,07	11,02	28
SORG	4,8	8	0,13	1,5	0,8	2,4	0,90	0,04	7,88	2,54	10,43	24
MILH	4,8	9	0,14	1,3	0,8	2,2	0,97	0,04	8,54	2,35	10,89	22
SORG+MUC	4,8	13	0,20	1,6	0,9	2,5	0,60	0,03	7,52	2,74	10,26	27
MUC	4,8	8	0,08	1,3	0,9	2,2	0,87	0,04	7,92	2,34	10,26	23
TEST	5,2	15	0,21	2,1	1,3	3,4	0,50	0,04	6,20	3,65	9,85	39
20-40 cm												
FP	4,6	13	0,08	1,3	0,8	2,1	1,10	0,03	7,81	2,21	10,02	22
VE	4,5	12	0,10	1,1	0,8	1,9	1,37	0,03	8,58	2,00	10,58	19
CROT	4,4	14	0,13	0,8	0,6	1,4	1,63	0,04	9,39	1,57	10,95	14
SORG	4,5	10	0,10	1,0	0,6	1,6	1,47	0,03	8,69	1,72	10,41	16
MILH	4,5	9	0,11	0,8	0,6	1,4	1,60	0,03	9,28	1,53	10,81	14
SORG+MUC	4,4	14	0,12	0,9	0,6	1,5	1,33	0,02	8,29	1,63	9,92	17
MUC	4,4	6	0,07	0,6	0,5	1,1	1,67	0,03	8,69	1,21	9,90	12
TEST	4,7	19	0,18	1,3	0,8	2,1	0,87	0,03	7,99	2,34	10,33	23

4.4. Teores totais de carbono e nitrogênio

Os teores de C orgânico total (COT) do solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm variaram de 1,54 a 1,98 dag kg⁻¹ (Figura 5). Não houve diferenças significativas entre os diferentes tratamentos nas profundidades avaliadas. Os teores de COT diminuíram com o aumento da profundidade, comportamento que já era esperado devido ao maior aporte de matéria orgânica em superfície. É importante destacar que as mudanças nos teores de C orgânico total em função do manejo ocorre de médio a longo prazo, portanto, a contribuição de plantas de coberturas nos teores totais de C orgânico deverão ocorrer e tornar-se mais evidente a partir de novos ciclos cultivos consecutivos.

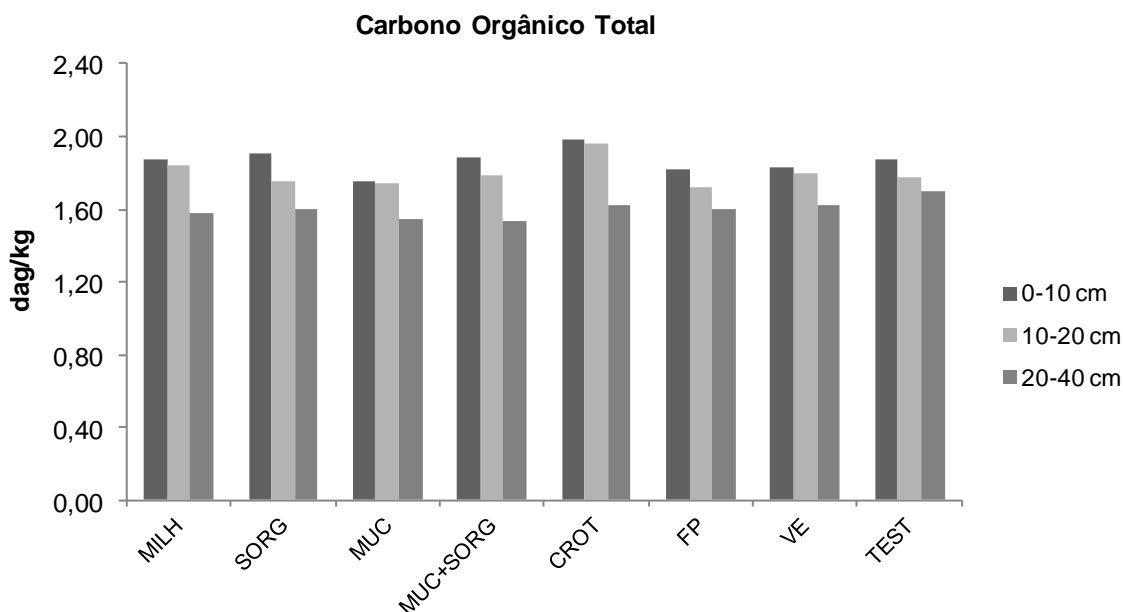


Figura 5. Carbono orgânico total do solo coletado das diferentes parcelas de adubos verdes utilizados como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi. MILH: milho; SORG: sorgo; MUC: mucuna-preta; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; CROT: crotalaria; FP: feijão-de-porco; VE: vegetação espontânea; TEST: solo no limpo.

Os teores de N total do solo foram avaliados nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm e variaram de 0,26 a 1,44 g kg⁻¹ (Figura 6). Semelhante ao COT, os teores de N total não diferiram significativamente entre os tratamentos avaliados. Os grandes valores dos desvios padrões indicam a ampla variabilidade na composição da média. Surpreendentemente, os teores de N do solo nas parcelas com gramíneas foram semelhantes às parcelas onde foram cultivadas leguminosas, como crotalaria e feijão-de-porco. Houve um incremento substancial de N no solo na camada de 0-10 cm em relação ao solo mantido no limpo (TEST) em praticamente todas as parcelas que utilizaram cobertura vegetal. Este é mais um indicativo de que a roçagem seguida da retirada total da cobertura vegetal (nativa ou implantada) durante o preparo do solo na cultura do abacaxi deve ser uma prática abolida da etapa de preparo do solo do sistema de produção da cultura. A parcela com a cobertura da vegetação espontânea (VE) apresentou teores de N total do solo similar às parcelas com coberturas implantadas, o que sugere que essas plantas também contribuem para a manutenção e/ou aumento do estoque de N no solo.

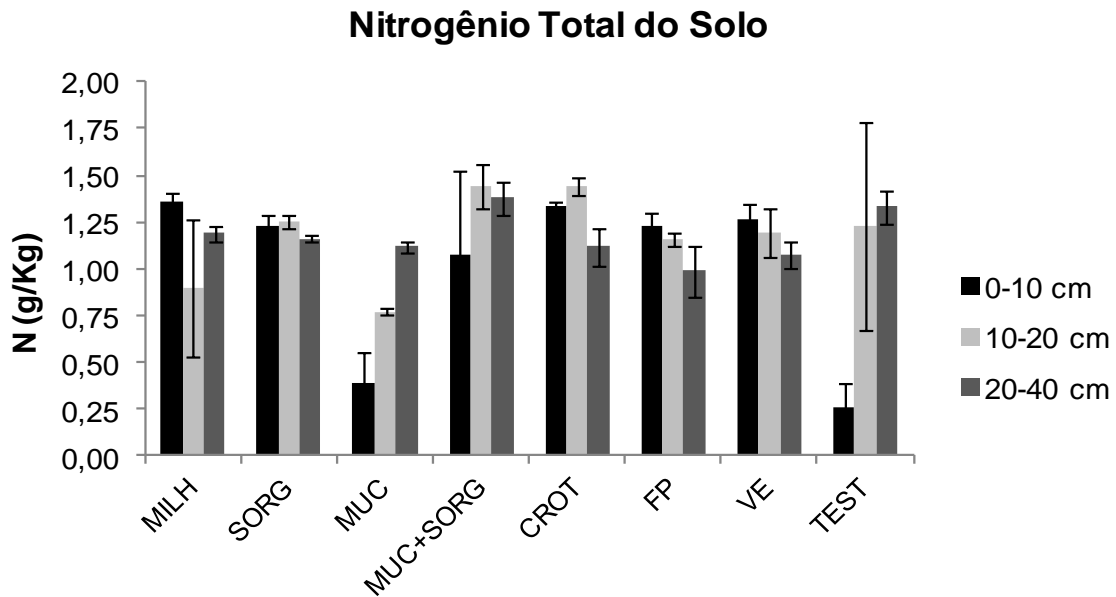


Figura 6. Nitrogênio total do solo em diferentes profundidades nas parcelas experimentais utilizando adubos verdes como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi. MILH: milho; SORG: sorgo; MUC: mucuna-preta; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; CROT: crotalaria; FP: feijão-de-porco; VE: vegetação espontânea; TEST: solo no limpo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

4.5. Compartimentos da matéria orgânica

4.5.1. Matéria orgânica leve

Os conteúdos de matéria orgânica leve (MOL) do solo na camada de 0-10 cm variaram de 4,0 a 16,0 g kg⁻¹ (Figura 7.). A MOL é uma fração da matéria orgânica do solo constituída por resíduos orgânicos parcialmente humificados em vários estádios de decomposição e apresenta um tempo de residência no solo que varia de 1 a 5 anos (JANZEN et al., 1992). É considerada um compartimento importante da matéria orgânica do solo, pois representa uma fonte de energia para os microorganismos, atua na formação dos agregados do solo (SIX et al., 2000) e é sensível às práticas de manejo (XAVIER et al., 2006).

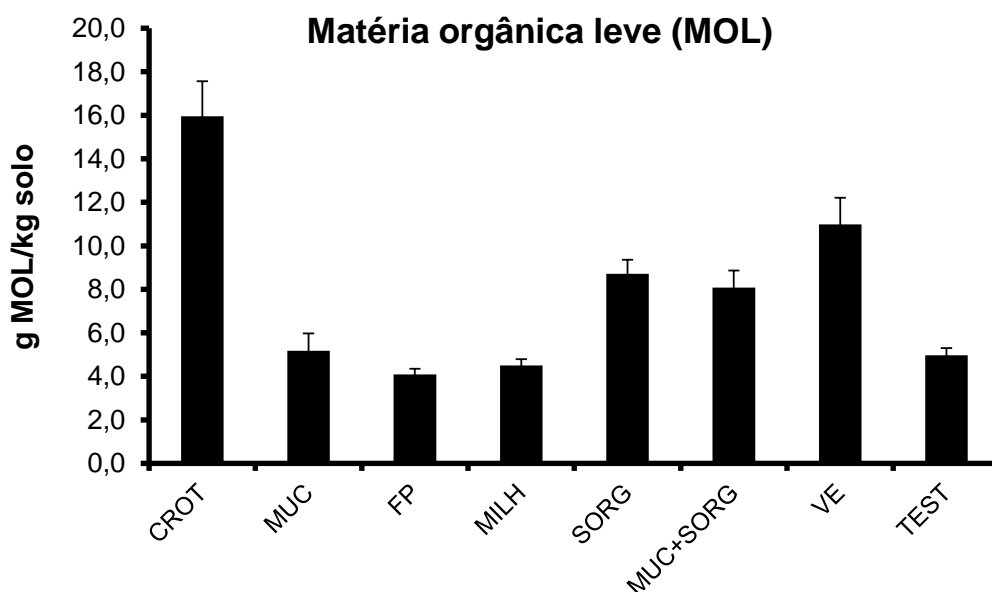


Figura 7. Conteúdos de matéria orgânica leve (MOL) em amostras de solo coletadas na camada de 0-10 cm em função do uso de diferentes adubos verdes utilizados como pré-cultivo na produção orgânica de abacaxi. CROT: crotalaria; MUC: mucuna-preta; FP: feijão-de-porco; MILH: milho; SORG: sorgo; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; VE: vegetação espontânea; TEST: solo no limpo.

Os menores conteúdos de MOL foram registrados nos tratamentos feijão-de-porco, milho e mucuna, enquanto o maior valor ocorreu no tratamento crotalaria. Valores intermediários foram observados nos tratamentos sorgo, mucuna+sorgo e vegetação espontânea. Entre as gramíneas avaliadas, o sorgo apresentou a capacidade de fornecer ao solo praticamente o dobro de MOL em relação ao milho. A associação 50% mucuna+sorgo apresentou maior quantidade de MOL em relação ao cultivo solteiro mucuna, e similar ao tratamento sorgo, o que sugere a maior influência deste último para os valores encontrados no tratamento combinado. A crotalaria apresentou maior potencial para aumentar os conteúdos de MOL no solo, cerca de 3,5 vezes mais que a média das demais leguminosas. É provável que os maiores conteúdos de MOL no tratamento crotalaria estejam associados à grande presença de raízes, fato constatado visualmente em campo na ocasião da coleta do solo. Entretanto, a quantidade de raízes não foi quantificada. O conteúdo de MOL no tratamento que manteve a vegetação espontânea foi praticamente similar aos obtidos em

tratamentos utilizando coberturas implantadas, tais como sorgo e mucuna + sorgo. Esse resultado indica que a vegetação espontânea foi importante para a ciclagem da MOL no solo, o que permitirá a manutenção do equilíbrio da fauna do solo (macro e micro) uma vez que esta fração é considerada como fonte de energia para os organismos do solo (JANZEN et al., 1992). O tratamento vegetação espontânea aportou praticamente o dobro do conteúdo de MOL apresentado no tratamento que manteve o solo no limpo (TEST), o que sugere que a prática de manter o solo descoberto, por meio da roçagem total da matavegetação, reduz um compartimento da matéria orgânica importante para a funcionalidade do solo. A MOL mostrou-se um compartimento mais sensível às mudanças promovidas pelas práticas de manejo em comparação aos teores de COT, onde não foram constatadas mudanças significativas. Portanto, a quantificação deste compartimento da matéria orgânica do solo constitui-se uma ferramenta importante para o monitoramento das mudanças na dinâmica do C orgânico do solo promovidas pelo manejo.

4.5.2. Carbono orgânico sob diferentes graus de oxidação

Os teores de C variaram de 0,07 a 1,17 dag/kg (Tabela 4). Na fração F1 não houve diferença significativa entre os tratamentos na profundidade de 20-40 cm, porém observou-se uma leve redução dos teores com aumento da profundidade do solo, resultados também obtidos por Rangel et al. (2008). Na profundidade de 0-10 cm o tratamento vegetação espontânea na área foi o que apresentou maior média em relação aos demais tratamentos, no entanto não diferiu da testemunha. O tratamento mucuna quando consorciado com sorgo apresentou 3 vezes mais C, que o tratamento solteiro. Quanto ao sorgo, não houve diferença estatística quando comparado o cultivo solteiro com o consorciado. As menores proporções de C na fração lábil (C_L) foram verificadas nos tratamentos mucuna e milho na camada 0-10 cm. Já na profundidade de 10-20 cm, a maior média foi registrada no tratamento mucuna na fração F1, sendo esta considerada a fração de maior labilidade. Contraditoriamente a camada superficial (0-10 cm), na camada de 10-20 cm a mucuna no cultivo solteiro apresentou estatisticamente o mesmo teor de C que o cultivo consorciado apresentou.

Tabela 4. Frações de carbono oxidável em amostras de solo coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm em função do uso de diferentes plantas de coberturas vegetais no pré-cultivo do abacaxi na região da Chapada Diamantina, BA.

	Frações de C ^a (dag/Kg)								
	F1	F2	F3	F4	COT	C _L	C _{NL}	C _L /C _{NL}	C _L /COT
0-10 cm									
FP	0,26c	0,32bc	1,01a	0,22c	1,82a	0,26c	1,23ab	0,21	0,15
VE	0,56a	0,07d	0,61ab	0,59ab	1,83a	0,56 ^a	1,20ab	0,47	0,31
CROT	0,41b	0,30bc	0,81a	0,46bc	1,98a	0,41b	1,27ab	0,32	0,21
MUC	0,13d	0,67a	0,71a	0,24c	1,75a	0,13d	0,95c	0,14	0,07
SORG	0,43b	0,22cd	0,97a	0,29c	1,91a	0,43b	1,26ab	0,34	0,23
MILH	0,15cd	0,47b	0,96a	0,30bc	1,88a	0,15cd	1,26ab	0,12	0,08
MUC+SORG	0,52ab	0,17cd	0,91a	0,43bc	2,03a	0,52ab	1,34a	0,39	0,26
TEST	0,50ab	0,29bc	0,30b	0,78a	1,88a	0,50ab	1,08bc	0,47	0,27
10-20 cm									
FP	0,35c	0,32c	0,95ab	0,10b	1,72a	0,35c	1,05ab	0,33	0,20
VE	0,40bc	0,10d	1,17a	0,13b	1,80a	0,40bc	1,30a	0,31	0,22
CROT	0,35c	0,32c	1,14ab	0,15b	1,96a	0,35c	1,29a	0,27	0,18
MUC	0,60a	0,09d	0,96ab	0,09b	1,74a	0,60 ^a	1,05ab	0,57	0,34
SORG	0,50ab	0,12d	0,78b	0,35b	1,75a	0,50ab	1,13ab	0,44	0,29
MILH	0,20d	0,48b	0,95ab	0,21b	1,84a	0,20d	1,16ab	0,17	0,11
MUC+SORG	0,52a	0,26c	0,38c	0,63a	1,79a	0,52 ^a	1,01b	0,52	0,29
TEST	0,23d	0,57a	0,79b	0,19b	1,78a	0,23d	0,98b	0,23	0,13
20-40 cm									
FP	0,25a	0,36a	0,31ab	0,66bc	1,60a	0,25 ^a	0,98a	0,26	0,16
VE	0,28a	0,34a	0,52ab	0,46c	1,62a	0,28 ^a	0,98a	0,29	0,18
CROT	0,19a	0,34a	0,63a	0,45c	1,62a	0,19 ^a	1,08a	0,18	0,12
MUC	0,37a	0,32a	0,11b	0,73ab	1,55a	0,37 ^a	0,85a	0,44	0,24
SORG	0,26a	0,36a	0,41ab	0,56bc	1,60a	0,26 ^a	0,97a	0,27	0,17
MILH	0,46a	0,16a	0,22ab	0,73ab	1,58a	0,46 ^a	0,96a	0,48	0,29
MUC+SORG	0,26a	0,39a	0,34ab	0,53bc	1,54a	0,26 ^a	0,87a	0,30	0,17
TEST	0,34a	0,28a	0,18b	0,88a	1,70a	0,34 ^a	1,06a	0,33	0,20

^a Fração 1 (F1) = 3mol L⁻¹ H₂SO₄; Fração 2 (F2) = 6 mol L⁻¹ - 3 mol L⁻¹ H₂SO₄; Fração 3 (F3) = 9 mol L⁻¹ - 6 mol L⁻¹ H₂SO₄; Fração 4 (F4) = COT - 9 mol L⁻¹ H₂SO₄. COT: Carbono orgânico total; C_L: Carbono lábil (F1+F2); C_{NL}: Carbono não lábil (F3+F4). CROT: crotalaria; MUC: mucuna-preta; FP: feijão-de-porco; MILH: milheto; SORG: sorgo; MUC+SORG: combinação 50% mucuna-preta + sorgo; VE: vegetação espontânea; TEST: solo no limpo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 10% de probabilidade.

Nas demais frações onde se considerou Carbono não lábil (C_{NL}) na profundidade de 0-10 cm o tratamento que utilizou a combinação mucuna + sorgo diferiu-se dos demais apresentando maior teor de C. O mesmo tratamento na profundidade 10-20 cm não apresentou diferença significativa, quando comparado com a testemunha, tendo a vegetação espontânea novamente destacada por apresentar maior teor. Na profundidade 20-40 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Segundo Guareschi & Pereira (2013) as frações de C_{NL} necessitam de um tempo maior para serem modificados, pois estas frações estão relacionadas a compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da matéria orgânica do solo.

4.5.3. Substâncias húmicas

Na análise de substâncias húmicas os teores de C nas frações AF e AH variaram de 1,25 a 2,90 e 1,05 a 3,37 g kg⁻¹; 6,10 a 7,80 e 9,30 a 10,80 g kg⁻¹, respectivamente, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 5). A fração humina apresentou maior teor de C numa amplitude de 17,20 a 21,52 g kg⁻¹.

A vegetação espontânea e a crotalária se destacaram entre as leguminosas diferindo significativamente dos demais na fração humina, diferentemente do encontrado por Souza & Melo (2003) que verificaram baixo teor de C no tratamento crotalária e valores elevados com mucuna. Já no presente estudo, o tratamento que teve a combinação mucuna + sorgo apresentou menor teor de C nessa fração, sendo que nos cultivos solteiros de ambas as coberturas os teores foram superiores ao cultivo consorciado. Para a vegetação espontânea, os teores de humina foram similares nos tratamentos sorgo e crotalária, diferindo dos demais. Nas frações ácidos fúlvicos (AF) e húmicos (AH) não houve diferença significativa entre os tratamentos, salvo algumas exceções. Na camada 0-10 cm na fração AF apenas houve diferença significativa do tratamento mucuna para o crotalária. No entanto, ambos não diferiram da testemunha. Já na camada 10-20 cm a crotalária diferiu significativamente da testemunha. Assim, pode-se verificar que não ocorreram

alterações significativas dos teores de C nas frações húmicas em função dos tratamentos comparados com a testemunha.

Tabela 5. Teores de carbono nas frações ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e humina (HUM), relação AH/AH e AF+AH/HUM extraídas das camadas de 0-10 e 10-20 cm do solo.

Tratamentos	C-Frações húmicas, g kg ⁻¹				
	AF	AH	HUM	AH/AF	AF+AH/HUM
0-10 cm					
FP	1,95 ab	7,40 a	18,88 cd	3,79	0,50
VE	1,55 ab	6,80 a	21,52 a	4,39	0,39
CROT	1,25 b	6,90 a	21,36 a	5,52	0,38
SORG	1,55 ab	7,20 a	20,80 ab	4,65	0,42
MILH	2,25 ab	7,80 a	19,04 cd	3,47	0,53
MUC+SORG	2,60 ab	6,10 a	18,32 d	2,35	0,47
MUC	2,90 a	7,10 a	19,44 c	2,45	0,51
TEST	2,80 ab	6,20 a	19,84 bc	2,21	0,45
Média	2,10	6,93	19,90	3,60	0,46
10-20 cm					
FP	2,92 ab	10,80 a	17,20 d	3,70	0,80
VE	3,30 ab	10,50 ab	20,48 a	3,18	0,67
CROT	3,67 a	10,50 ab	18,00 bcd	2,86	0,79
SORG	3,37 ab	10,35 ab	18,88 b	3,07	0,73
MILH	1,95 abc	10,05 ab	17,52 cd	5,15	0,68
MUC+SORG	3,22 ab	10,20 ab	18,56 bc	3,17	0,72
MUC	1,87 bc	9,30 b	18,72 bc	4,97	0,60
TEST	1,05 c	9,45 ab	19,28 ab	9,00	0,54
Média	2,67	10,14	18,58	4,39	0,69

FP: feijão-de-porco; VE: vegetação espontânea; CROT: crotalaria; SORG: sorgo; MILH: milho; MUC+SORG: combinação 50% sorgo + mucuna; MUC: mucuna; TEST: solo no limpo. Médias seguidas de mesma letra nas colunas, em cada profundidade separadamente, não diferem entre si pelo teste Tukey a 10% de probabilidade.

As principais variações observadas nos teores de C se deu na fração humina, em que na camada 0-10 cm a vegetação nativa e a crotalaria apresentaram teores elevados diferindo significativamente do tratamento testemunha, dentre as gramíneas se destacou o sorgo, no entanto, o tratamento não diferiu da testemunha, diferindo dos resultados obtidos por Pinheiro et al. (2003) em que observaram na cobertura com gramínea os maiores valores de C orgânico no solo e na fração humina quando comparado com a testemunha sem cobertura vegetal. O tratamento sorgo + mucuna reduziu significativamente os teores de C-HUM quando comparado aos cultivos

solteiros. Na camada de 10-20 cm os teores foram reduzidos em todos os tratamentos. O tratamento crotalária na camada 0-10 cm apresentou maior razão AH/AF, o que sugere que este apresenta maior grau de humificação, o que pode ser atribuído também a alta CTC apresentada pela espécie. Sorgo apresentou alta relação AH/AF, no entanto quando no tratamento consorciado com mucuna, esse valor foi reduzido a metade. Já para a espécie mucuna, não houve diferença nesses valores em relação ao tratamento solteiro ou consorciado. Na relação AF+AH/HUM o milho e as leguminosas feijão-deporco e mucuna apresentaram maior soma, o que indica maior estabilidade, enquanto que a crotalária se mostrou a cobertura com menor estabilidade.

5. CONCLUSÕES

Os adubos verdes possuem potenciais distintos de ciclagem de C e nutrientes. O milho apresentou elevado potencial para manter a cobertura do solo, no pré-cultivo do abacaxi na região da Chapada Diamantina.

A vegetação espontânea apresenta um papel ecológico importante para a ciclagem de C e nutrientes. Sua eliminação total da área representa uma perda substancial de C e nutrientes do sistema.

Os teores totais de C e N do solo são pouco influenciados pelo cultivo de adubos verdes em curto prazo.

O uso de gramíneas no sistema pode influenciar positivamente na condução de água no solo.

A manutenção de plantas de cobertura no sistema se constitui uma prática importante dentro do manejo e conservação do solo, podendo alterar positivamente as propriedades físicas e químicas do solo quando bem manejados, no entanto tais benefícios se dão em função de cada espécie utilizada e suas características.

6. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. de.; MADEIRA, N. R. Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças. Circular Técnica. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 10 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/769977>>. Acesso em: 22 jan 2014.

ALTIERI, M. A. Cultivos de cobertura e cobertura morta. In: _____. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA 2012. P.241-260.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; MENDONÇA, E. S.; OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma Terra Roxa Estruturada influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 03, p. 609-620, 2000.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. CAMPO-TERRITÓRIO. **Revista de Geografia Agrária**, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BORGES, A. L.; DA SILVA, S. L. Atributos físicos de um argissolo de tabuleiro costeiro sob manejo com coberturas vivas. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia-MG. **Anais...** Uberlândia-MG: SBCS-UFU-ICIAG, v. 1, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41195/1/247-2.pdf>>. Acesso em: 01 fev 2014.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Produção orgânica de frutas. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2005.

BORGES, A. L.; TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. D. S.; SILVA, M. D. Cultivo orgânico de fruteiras tropicais: manejo do solo e da cultura. **Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF**, 2003.

BRESSAN, S. B.; NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; BARBOSA, R. S.; SOUSA, L. B. Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no Cerrado maranhense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.4, p.371–378, 2013.

CHAN, K. Y., BOWMAN, A., OATES, A., 2001. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture leys. **Soil Science**, 166: 61-67.

COUTINHO, A. M. R. A. **Desenvolvimento Sustentável da Agricultura**. Agosto, 2011. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2011/08/03/desenvolvimento-sustentavel-da-agricultura-artigo-de-antonio-mario-reis-de-azevedo-coutinho/>. Acesso em: 30 de março de 2012.

CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa, 1999. 480 p.

CUNHA, G. A. P. da.; REINHARDT, D. H.; MATOS, A. P. de.; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N. F.; CABRAL, J. R. S.; ALMEIDA, O. A. de. Recomendações Técnicas para o Cultivo do Abacaxizeiro. Embrapa: Cruz das Almas, 2005. Comunicado Técnico 73.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452005000100051>. Acesso em: 22 jan 2014.

DE OLIVEIRA, P. M.; DA SILVA, A. M.; COELHO, G.; DA SILVA, R. A. Análise comparativa da caracterização físico-hídrica de um latossolo vermelho distrófico *in situ* e em laboratório. **Irriga**, Botucatu. v. 10, n. 1, 2005.

DE ROSSI, A.; RUFATO, L.; GIACOBBO, C. L.; COSTA, V. B.; VITTI, M. R.; MENDEZ, M. E. G.; FACHINELLO, J. C. Diferentes manejos da cobertura vegetal de aveia preta em pomar no sul do Brasil. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 457-463, 2007.

DA SILVA, M. B.; Kliemann, H. J.; da Silveira, P. M.; Lanna, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, 2007.

DAROLT, M. R. Comparação da Qualidade do Alimento Orgânico com o Convencional In: STRIGHETA, P.C & MUNIZ, J.N. **Alimentos Orgânicos: Produção, Tecnologia e Certificação**. 1 ed. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2003, p. 289-312.

DAY, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. In: Black, C.A. (Ed.) Methods of soil analysis. Madison, **American Society of Agronomy**, p. 545-567.

DIAS, F. P. M.; SANTOS, T. R.; NUNES, F. J.; LIMA, F. S.; SOUSA, C. S. Alterações do pH do Solo Incubado com Resíduos de Leguminosas e Composto Orgânico. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 4., 2013, Florianópolis-SC. **Anais...** Editora: Epagri e SBCS.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 435-452.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. D.; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R. N. B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 03, p. 415-420, 2006.

ESPÍRITO SANTO, A. F. **Condutividade hidráulica saturada em função do tipo e uso do solo e método de determinação**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011, 48 p. Dissertação de Mestrado.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. D.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K. D.; MORAES, S. D.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.

FRANCA-ROCHA, W. J. S., CHAVES, J. M., ROCHA, C. C., FUNCH, L., & JUNCÁ, F. A. Avaliação ecológica rápida da Chapada Diamantina. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Ministério do Meio Ambiente, Brasília**, p. 29-45, 2005.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

JANZEN, H.H., CAMPBELL, C.A., BRANDT, S.A., LAFOND, G.P., TOWNLEY-SMITH, L., 1992. Light-fraction organic matter in soil from long-term crop rotations. **Soil Science Society of America Journal**, 56: 1799-1806.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 405-416, 2008.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BRITO, R. J. de. Distribuição das substâncias húmicas em solos de tabuleiros sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Universidade Rural**, v. 26, n. 2, p. 68-77, 2006.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.

NASCENTE, A. S.; COSTA, R. S. C. da.; COSTA, J. N. M. **Cultivo do abacaxi em Rondônia: Solos**. Embrapa. Dez 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/solo.htm>>. Acesso em: 10 fev 2014.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. D. F. D.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. D. F. D. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, 2003.

NEVES, C. S. V. J.; CHRISTIAN, F.; KOUAKOU, E. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um Latossolo argiloso. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, 2006.

PEDROTTI, A.; MELLO JÚNIOR, A. V. **Avanços em ciência do solo: a física do solo na produção agrícola e qualidade ambiental**, UFS, Aracajú, 2009.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.1, p.35-40, jan. 2004.

PINHEIRO, E.; Pereira, M.; Anjos, L.; Palmieri, F.; Souza, R. Matéria orgânica em Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura

do SOLO. **Current Agricultural Science and Technology**, R.bras. Agrocência, v.9, n.1, p.53-56, jan-mar, 2003

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

REZENDE, C. DE P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. **Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of the south of Bahia, Brazil**. *Nutrients Cycling in Agroecosystems*, v.54, n.2, p.99-112, 1999.

ROSSETTI, K. DE V.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F.; MATIAS, S. S. R.; NÓBREGA, J. C. A. Atributos físicos do solo em diferentes condições de cobertura vegetal em área de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, núm. 3, 2012, pp. 427-433.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT software: changes and enhancement**. Release 6.07. Cary: SAS Institute, 1992.

SOHI, S., MAHIEU, N., ARAH, J. R. M., POLWSON, D. S. P., MADARI, B., GAUNT, J. L., 2001. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Science Society of America Journal**, 65: 1121-1128.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T. & SUMMER, M. E. eds. *Methods of soil analysis*. Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1996. Part 3. Chemical methods. p. 1011-1020 (Soil Science Society of America Book, series 5).

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Soil organic matter in an oxisol under different corn production systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1113-1122, 2003.

SOUZA, L. F. da S. **Os micronutrientes e o abacaxizeiro**. 1ª edição: Dezembro/2007 - Publicação online. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMF/24005/1/abacaxi_39.pdf. Acesso em: 31 de janeiro de 2013.

SOUZA, A. P. O.; ALCÂNTARA, R. L. C. Produtos orgânicos: um estudo exploratório sobre as possibilidades do Brasil no mercado internacional. In:

ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XX, São Paulo, 2000. Anais...USP, 2000. (CD room).

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 885-896, 2000.

SILVA, E. C. D.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. D. C.; TRIVELIN, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio (15N) da crotalaria e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado; Utilization of nitrogen (15N) from sun hemp and millet by corn crop under no-tillage in Red Latosol of Cerrado. **Ciênc. rural**, v. 36, n. 3, p. 739-746, 2006.

SILVA, J. D., VITTI, G. C., STUCHI, E. S., & SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. de A. Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. **Embrapa Solos. Documentos**, v. 19, 2000.

SIX, J., ELLIOT, E.T., PAUSTIAN, K., 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. **Soil Biology & Biochemistry**, 32: 2099-2103.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S. I. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. D.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. D.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.

VASCONCELOS, R. F. B. D.; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V. S. D.; COSTA, Y. D. J. D.; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo Distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 309-316, 2010.

VEIGA, J. E. A Consagração da Agricultura Biológica. O Estado de São Paulo. **Caderno de Economia**, 1999. p. B-2.

XAVIER, F.A.S., MAIA, S.M.F., OLIVEIRA, T.S., MENDONÇA, E.S., 2006. Microbial biomass and light organic matter in soils under organic and conventional systems in the Chapada da Ibiapaba - CE, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30: 247-258.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Comm. Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476, 1988.

7. ANEXOS



Figura A1 – Parcelas experimentais contendo as diferentes coberturas vegetais avaliadas.



Figura A2 – Roçagem do material e deposição sobre o solo.

Foto: Francisco Alisson S. Xavier



Figura A3 – Desenvolvimento da biomassa vegetal da espécie feijão-de-porco.

Foto: Fabiane P. M. Dias



Figura A4 – Plantio do abacaxi nas parcelas experimentais após o cultivo e roçagem das coberturas vegetais.



Foto: Fabiane P. M. Dias

Figura A5 – Abacaxi nas parcelas experimentais com 14 meses.