



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS**

LARISSA GABRIELA MARINHO DA SILVA

Orientadora:

Prof^a. Dr^a Eliana Paula Fernandes Brasil

Co-orientador:

Prof^o. Dr^o Wilson Mozena Leandro

Março – 2020

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do(a) autor(a): Larissa Gabriela Marinho da Silva

Título do trabalho: Atributos Químicos E Biológicos Do Solo Em Áreas Sob Diferentes Sistemas De Manejo No Estado De Goiás

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 18/05/20

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação de dissertação/tese em livro.

² As assinaturas devem ser originais sendo realizadas no próprio documento. Imagens coladas não serão aceitas.

LARISSA GABRIELA MARINHO DA SILVA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Solo e água

Orientadora:

Dr^a Eliana Paula Fernandes Brasil

Coorientador:

Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia, GO – Brasil

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Marinho da Silva, Larissa Gabriela

ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS [manuscrito] / Larissa Gabriela Marinho da Silva. - 2020.

52 f.

Orientador: Prof. Eliana Paula Fernandes Brasil; co-orientador Wilson Mozena Leandro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2020.

1. . I. Paula Fernandes Brasil, Eliana , orient. II. Título.

CDU 631/635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

ATA DE DEFESA DE

DISSERTAÇÃO

ATA Nº 0029/2020 DA SESSÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE LARISSA GABRIELA MARINHO DA SILVA, QUE CONFERE O TÍTULO DE MESTRA EM AGRONOMIA, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SOLO E ÁGUA.

Aos dezessete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte (17.03.2020), às 14h00min, no auditório do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG, foram instalados os trabalhos pelo coorientador e presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro - EA/UFG Co-Orientador, substituindo a Prof.ª Dr.ª Eliana Paula Fernandes Brasil - EA/UFG, orientadora da examinanda, que por problemas de saúde em família não pode presidir os trabalhos da defesa; com a participação dos demais membros, todos por meio de "webconferência da RNP: Prof.ª Dr.ª Francine Neves Calil - EA/UFG e Dr.ª Welldy Gonçalves Teixeira - Pós-Doutoranda do PPGA/EA/UFG, para a realização da sessão da defesa de Dissertação intitulada: "Sistemas agroflorestais em transição e seus efeitos sobre os atributos físico/químicos e biológicos do solo no Cerrado Goiano, de autoria de Larissa Gabriela Marinho da Silva, discente do curso de Mestrado, na área de concentração em Solo e Água, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG. O presidente da sessão iniciou os trabalhos da defesa e em seguida passou a palavra a mestranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a candidata foi arguida pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com a Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFG, a Banca Examinadora considerou a Dissertação "APROVADA", com as correções recomendadas, o Título foi alterado "Atributos químicos e biológicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo no estado de Goiás.", estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRA em Agronomia, na área de concentração em SOLO E ÁGUA, pela Universidade Federal de Goiás. A mestranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da dissertação à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa dissertação, em periódicos de circulação nacional e ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Proclamados os resultados pelo Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora, aos dezessete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte (17.03.2020).

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Atributos químicos e biológicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo no estado de Goiás.



Documento assinado eletronicamente por Wilson Mozena Leandro, Professor do Magistério Superior, em 07/05/2020, às 13:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por Francine Neves Calil, Professora do Magistério Superior,

07/05/2020

SEI/UFPA - 1317816 - Ata de Defesa de Dissertação



em 07/05/2020, às 14:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.739, de 8 de outubro de 2013](#).



Documento assinado eletronicamente por WELLDY GONÇALVES TEIXEIRA, Usuário Externo, em 07/05/2020, às 16:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.739, de 8 de outubro de 2013](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufpa.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1317816 e o código CRC E71ED00E.

Referência: Processo nº 23070.007346/2020-62

SEI nº 1317816

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por guiar e iluminar os meus passos para que eu chegasse até aqui.

À minha família sempre presente, pelo incentivo e amor incondicional. Especialmente aos meus pais por toda dedicação, confiança, ensinamentos, apoio e amor para com a minha vida.

À Prof^a. Dr^a. Eliana Paula Fernandes Brasil, orientadora, por todo apoio, força, incentivo, amizade, confiança e ensinamentos. Sou muito grata por toda a orientação e por ter feito parte da minha vida.

À Prof^a. Dr^a. Adriana Rodolfo da Costa, co-orientadora, por suas valiosas contribuições e sugestões.

Ao Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro pelas contribuições nas análises estatísticas e químicas.

Ao Prof. Dr. Michel de Paula Andraus pelas contribuições nas análises estatísticas.

Ao secretário da pós-graduação Wellinton Motta pela amizade, apoio e auxílio recebido durante esses anos.

Aos servidores da Universidade Federal de Goiás pela grande ajuda e contribuição para o desenvolvimento do trabalho, especialmente do Setor Solos, da Escola de Agronomia.

Às minhas amigas Jessyka e Joyce, pela amizade, paciência e disposição em colaborar desde o início da condução do trabalho.

Ao núcleo de pesquisa Nuclisolos pela oportunidade de aprendizado e crescimento. E a toda equipe pela amizade, pelos momentos compartilhados e prestimosas contribuições, desde a realização de coletas em campo, às inúmeras análises no Laboratório de Biologia e Microbiologia do solo.

À todos os amigos e colegas que contribuíram nas viagens para amostragem de solo, a participação de vocês foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho.

À toda equipe das usinas de cana-de-açúcar que nos acompanhou durante a realização dos trabalhos em campo.

À Universidade Federal de Goiás e a Programa de Pós Graduação em Agronomia pela oportunidade de formação de qualidade que tive até aqui.

Agradeço!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	12
GENERAL ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
CULTURA DO MOGNO AFRICANO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	16
2.2 QUALIDADE DO SOLO	18
2.3 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO	19
2.4 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO	20
2.5..... REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
3. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS.....	26
RESUMO	26
ABSTRACT.....	26
3.1 INTRODUÇÃO	27
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.2.1 Caracterização da área experimental.....	29
3.2.2 Amostragem do solo.....	30
3.2.3 Análises laboratoriais	32
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.5 CONCLUSÕES.....	35
3.6 REFERÊNCIAS	35
4. ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS	38
RESUMO	38
ABSTRACT	38
4.1 INTRODUÇÃO	39
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.2.1 Caracterização da área experimental.....	40
4.2.2 Amostragem do solo.....	41
4.2.3 Análises laboratoriais	42
4.2.3.1 Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana	42

4.2.3.2 Carbono orgânico do Solo.....	44
4.2.3.3 Respiração Basal do Solo.....	45
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.4.1 Carbono da biomassa microbiana.....	45
4.4.2 Nitrogênio da biomassa microbiana.....	46
4.4.3 Respiração basal do solo	47
4.4.4 Carbono orgânico total	48
4.5 CONCLUSÕES.....	49
4.6 REFERÊNCIAS	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquema de análise de variância.....	31
Tabela 2. Atributos químicos do solo em diferentes sistemas de cultivo com mogno africano localizados em Nazário-GO.....	33
Tabela 3. Atributos químicos do solo em diferentes sistemas de cultivo com mogno africano localizados em Nazário-GO.....	39
Tabela 4. Carbono da biomassa microbiana do solo (mg C. Kg^{-1} de solo) em solo cultivado com mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.....	44
Tabela 5. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (mg N. Kg^{-1} de solo) em solo cultivado com mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.....	45
Tabela 6. Respiração basal do solo ($\text{mg de C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$) em solo cultivado com Mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.....	45
Tabela 7. Carbono orgânico total do solo (g. kg^{-1}) em solo cultivado com Mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistemas de manejo do solo avaliados: a) S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; b) S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; c) S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies; d) mata com vegetação nativa do Cerrado.....	29
Figura 2. Coleta das amostras de solo.....	30

RESUMO GERAL

SILVA. L.G.M. **Atributos químicos e biológicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo no estado de Goiás.** 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2020.¹

Os sistemas agroflorestais têm sido uma das opções mais promissoras para a produção de mogno africano, pois conciliam o plantio de espécies florestais com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, proporcionando benefícios ambientais, sociais e econômicos. Os objetivos dessa pesquisa foram avaliar a dinâmica dos atributos químicos e biológicos do solo em sistemas agroflorestais com mogno africano, em comparação com solo em condições de vegetação nativa no município de Nazário - GO. Os tratamentos foram compostos por três sistemas de manejo do solo: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantado em 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado em 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies. Para o tratamento controle, avaliou-se o solo em mata com vegetação nativa do Cerrado (Mata). Os atributos químicos e biológicos do solo foram analisados em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Os resultados obtidos indicaram que os diferentes sistemas de manejo influenciaram os atributos químicos do solo. O monocultivo de mogno africano proporcionou o maior acúmulo de matéria orgânica do solo quando comparado aos sistemas agroflorestais e à vegetação nativa, demonstrando o seu potencial para o cultivo dessa espécie florestal. Com relação aos atributos biológicos do solo os resultados indicaram alterações distintas para cada sistema de manejo. Os resultados indicaram alterações distintas nos atributos biológicos do solo por cada sistema de manejo. Os sistemas de manejo com mogno africano em sistema agroflorestal implantados em 2015 (S2) e em 2013 (S3) apresentaram os maiores teores de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, respectivamente. A mata nativa apresentou o maior teor de nitrogênio da biomassa microbiana. E o mogno africano em sistema de monocultivo (S1) apresentou o maior teor de carbono total.

Palavras-chave: *Khaya* spp., sistema agroflorestal, Cerrado

¹ Orientador(a): Profa Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA-UFG.
Coorientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

GENERAL ABSTRACT

SILVA. L.G.M. **Soil chemical and biological attributes in areas under different management systems in the state of Goiás.** 2020. 52 f. Dissertation (Master in Agronomy: Soil and Water) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2020.

Agroforestry systems have been one of the most promising options for the production of African mahogany, as they reconcile the planting of forest species with agricultural crops and / or animal husbandry, providing environmental, social and economic benefits. The objectives of this research was to evaluate the dynamics of the chemical and biological attributes of the soil in agroforestry systems with African mahogany, in comparison with soil under conditions of native vegetation in the municipality of Nazário - GO. The treatments were composed of three soil management systems: S1: African mahogany in monoculture since 2013; S2: African mahogany in an agroforestry system implanted since 2015, grown with cocktails of different species; S3: African mahogany in an agroforestry system implemented since 2013, grown with cocktails of different species. For the control treatment, the soil in the forest with native vegetation of the Cerrado (Mata) was evaluated. The chemical and biological attributes of the soils were analyzed in a randomized block design, with six replications. The results obtained indicate that the different management systems influenced the chemical attributes of the soil. The monoculture of African mahogany provided the largest accumulation of organic matter in the soil when compared to agroforestry systems and native vegetation, demonstrating its potential for the cultivation of this forest species. There were distinct changes in the biological attributes of the soil by each management system. The management systems with African mahogany in an agroforestry system implemented in 2015 (S2) and in 2013 (S3) had the highest carbon content of microbial biomass and basal soil respiration, respectively. The native forest had the highest nitrogen content in the microbial biomass. And African mahogany in a monoculture system had the highest total carbon content.

Key-words: *Khaya* spp., agroforestry system, Cerrado.

¹Adviser: Profa Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA-UFG.
Co-adviser: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Como alternativa de madeira nobre para atender ao mercado futuro, o mogno-africano vem ganhando espaço no Brasil, principalmente a espécie *Khaya ivorensis* A. Chev., graças aos bons resultados apresentados em pesquisas da Embrapa. Esta espécie tem grande importância econômica em função do seu elevado valor comercial e por ter crescimento relativamente rápido, o que possibilita a recuperação de áreas degradadas (Falesi; Baena, 1999; Poltronieri et al., 2002). Além disto, o mogno-africano apresenta resistência à broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller), comum no mogno-brasileiro (Poltronieri et al., 2002), o que representa uma vantagem técnica e econômica do mogno-africano.

As espécies do gênero *Khaya*, conhecidas popularmente como mogno africano, apresentam diferentes utilidades, desde usos madeireiros a usos não madeireiros (extrativos, cascas, folhas, frutos e sementes). No Brasil, os primeiros plantios de mogno-africano foram instalados na Região Norte. Entretanto, a crescente demanda por madeira tropical de procedência idônea e responsável está direcionando novos investimentos em plantios, em todo o País, aquecendo o mercado florestal entorno das novas espécies potenciais.

A perspectiva de mercado é positiva e se baseia na crescente demanda por produtos oriundos da madeira de *Khaya* spp. em escala mundial. Em vista de aliviar a pressão na extração da madeira em locais naturais de origem, o plantio florestal é uma alternativa presente e que ganha espaço em diferentes locais do mundo.

Indispensável à vida na Terra, o solo é influenciado pelos outros compartimentos do sistema terrestre, os organismos, a água, as rochas e sedimentos e o ar, interagindo com eles em todos os processos que determinam a qualidade de vida no planeta. A degradação e o manejo inadequado dos solos têm provocado desequilíbrio em fluxos hídricos, na emissão de gases de efeito estufa e na atenuação dos efeitos de poluentes, influenciando diretamente a regulação da qualidade da água e do ar.

Entretanto, há uma carência de informações que definam as condições ideais para a implantação da cultura do mogno-africano, podendo ter reflexos em menor produção e, conseqüentemente, prejuízos financeiros e na avaliação da qualidade do solo em monocultivo de mogno africano e em sistemas agroflorestais. Diante desta complexidade

de potenciais benefícios, têm se procurado evidenciar a contribuição dos SAFs na conservação do solo, através de indicadores da qualidade do solo (BROWN et al., 2006).

De acordo com Sarandón (2002) indicador é uma variável que permite avaliar a tendência de modificação de características, as quais se constituem em requisitos da sustentabilidade do sistema. A busca por avaliar a qualidade do solo de forma mais ampla, integrada, dinâmica e efetiva vêm gerando a necessidade de construir os conjuntos de indicadores coletivamente com os agricultores que manejam diariamente o solo.

O presente estudo tem como objetivos avaliar a qualidade do solo, especialmente, nos estudos dos atributos químicos e biológicos, no monocultivo de mogno africano e na sua interação em sistemas agroflorestais no cerrado goiano, acreditando que a adoção de práticas de manejo conservacionista do solo é crescente em função da preocupação sobre a manutenção da qualidade do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO MOGNO AFRICANO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O mogno africano (*Khaya* spp.), representado por uma de suas espécies o *Khaya ivorensis* A. Chev., tem origem africana pertencente à família botânica Meliaceae, mesma família do mogno nativo, da andiroba e do cedro. É popularmente conhecido por possuir uma madeira nobre de grande potencial econômico para comercialização interna e externa, podendo ser empregada na indústria moveleira, naval, construção civil, painéis e laminados, entre outros usos (Pinheiro et al., 2011). Existem cinco espécies de mogno africano, nomeadas: *K. senegalensis*, *K. anthotheca*, *K. grandifoliola*, *K. ivorensis* e *K. madagascarensis* (Fremlin, 2011).

A área de ocorrência natural de *K. ivorensis* engloba regiões tropicais úmidas de baixa altitude da África Ocidental (Lampecht, 1990; Lemmens, 2008; Opuni-Frimpong et al., 2016). Nas áreas de ocorrência natural de *K. ivorensis*, as altitudes podem alcançar até 700,00 m (Lemmens, 2008; Opuni-Frimpong et al., 2016). A espécie prefere solos aluviais bem drenados (Lemmens, 2008), mas pode também ser encontrada em solos lateríticos de encostas (Lemmens, 2008).

As árvores de *K. ivorensis* possuem porte que varia de alto a muito alto nas áreas de ocorrência natural, podendo atingir até 60,00 m de altura (Lemmens, 2008; Opuni-Frimpong et al., 2016; Praciak et al., 2013). O tronco é retilíneo e, em geral, livre de ramos até 30,00 m de altura e apresenta raízes tabulares vigorosas (sapopemas) que podem alcançar até aproximadamente 4,00 m (Lampecht, 1990, Lemmens, 2008; Praciak et al., 2013; Opuni-Frimpong et al., 2016). *K. ivorensis* é amplamente plantada em locais dentro de sua área de distribuição natural e, também, na América tropical (Brasil) e na Ásia tropical (Lemmens, 2008; Praciak et al., 2013).

O comércio da madeira do mogno-africano é consolidado, sendo empregado na indústria moveleira, na construção naval e em sofisticadas construções de interiores (Ward et al., 2008; Opuni-Frimpong et al., 2008). Esse comércio se intensificou O comércio da madeira do mogno-africano é consolidado, sendo empregado na indústria moveleira, na construção naval e em sofisticadas construções de interiores (Ward et al., 2008; Opuni-Frimpong et al., 2008). Esse comércio se intensificou significativamente na segunda metade do século XX, devido a fortes demandas e a disponibilidade limitada de mogno-

americano (*Swietenia* spp.) (Arnold, 2004), significativamente na segunda metade do século XX, devido a fortes demandas e a disponibilidade limitada de mogno-americano (*Swietenia* spp.) (Arnold, 2004).

A espécie *K. ivorensis*, conhecida como mogno-vermelho, possui usos da madeira nas mais variadas vertentes, desde movelaria, pequenos objetos, lâminas, sendo também comumente utilizada em estruturas de janelas, painéis, escadas e portas. Possui emprego desde em construções leves, como pisos, à construção pesadas como a naval, carrocerias de veículos, dentre outros. Tradicionalmente, a madeira é usada para construção de canoas, sendo também empregada como lenha, madeira para produção de celulose e carvão vegetal (Lemmens, 2008).

Em relação à importância econômica, Arnold (2004) relatou que no comércio internacional madeireiro, o nome mogno-africano geralmente inclui várias espécies do gênero *Khaya* e, mesmo que as características das madeiras variem um pouco, particularmente na densidade e na tonalidade da madeira, todas são consagradas no mercado. A espécie tradicionalmente comercializada é *K. ivorensis*, proveniente das florestas naturais da República do Gana.

No que tange ao uso não madeireiro do gênero *Khaya* no País, este ainda é pouco explorado, visto a recente introdução dessas espécies e o intuito principal ser voltado à produção madeireira. Porém, destaca-se o seu emprego em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), com o cultivo do mogno-africano associado à criação de gado e cultivo do café. O uso do componente arbóreo nesses sistemas consiste em alternativa de diversificação de renda ao produtor rural e, também, na geração de serviços ambientais (produtos não madeireiros) como o sombreamento de animais e a consequente regulação térmica, dentre outros serviços.

O uso das espécies do gênero *Khaya* em sistemas de integração é comum em diferentes partes do mundo, tal como na Ásia (Arnold, 2004), Austrália (Lamb; Borschmann, 1998), África (Lemmens, 2008; Neba, 2009), Cuba (Pérez, 2014) e Brasil (Castro et al., 2008). Assim, ações de pesquisa científica são fundamentais para verificar o potencial econômico dessas espécies nos sistemas de integração em diferentes arranjos e em variadas condições ambientais.

2.2 QUALIDADE DO SOLO

A partir da década de 90, houve uma maior expansão no interesse em estudo sobre a qualidade do solo tendo um aumento considerável, o que pode ser comprovado com o crescente número de trabalhos indexados em periódicos internacionais acerca da qualidade do solo (KARLEN et al., 1997; DORAN e PARKIN, 1994).

Alguns autores, como Warkentin; Fletcher (1977) foram os pioneiros em considerar a qualidade do solo como instrumento de diagnóstico e gestão ambiental. Cerca de duas décadas depois, a discussão sobre qualidade do solo evoluiu para uma relação com a questão da degradação dos recursos naturais, a sustentabilidade agrícola e as funções do solo. Esta época, foi marcada pela criação do Instituto de Qualidade do Solo do Ministério de Agricultura dos Estados Unidos, que tinha o objetivo de reunir e difundir informação sobre o conceito de qualidade do solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

Na atualidade, o conceito de qualidade do solo é o proposto por Doran; Parkin (1994). Esses autores propuseram o conceito de qualidade do solo como “a capacidade que um solo possui em funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens” (WIENHOLD; ANDREWS; KARLEN, 2004). O termo de qualidade do solo tem sido difundido e empregado, outros termos, como “soil tilth” e “saúde do solo”, tem sido utilizados para fazer referencia a capacidade que o solo apresenta de funcionar e suprir as necessidades do ecossistema e do homem (SCOTT; FORD, 2000).

Segundo Corrêa et al. (2009), a avaliação dos atributos do solo com o auxílio dos indicadores de qualidade do solo, tem se tornado cada vez mais importante para a avaliação de sistemas produtivos com o objetivo de adaptar sistemas ou propor um manejo mais sustentável de uso do solo; Os autores ainda ressaltam que a variação dos atributos do solo na vegetação nativa (sem ação antrópica) é muito menor se comparada com a dos solos cultivados e, por isso, a vegetação nativa é utilizada como referencial de comparação na avaliação de solos incorporados a sistemas agrícolas; Nesta comparação, pode-se observar as alterações de atributos do solo após o emprego do manejo agrícola e comparar os usos, e com isso verificar qual manejo apresenta maior sustentabilidade.

2.3 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO

Qualquer alteração no solo pode modificar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, por consequência, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas, podendo proporcionar prejuízos à sua qualidade e à produtividade das culturas (Carneiro et al., 2009). Desse modo, a clareza e a quantificação do impacto do uso e manejo do solo na sua qualidade são essenciais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (Bavoso et al., 2010). Nas análises de solos é comum a indicação de avaliação após certo período de tempo de cultivo, pois a percepção de mudanças significativas no solo está na dependência das condições de clima, tipo de manejo e solo (Silva et al., 2015).

Dentre as propriedades biológicas, destaca-se a biomassa microbiana, que simboliza a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, formada, principalmente, por fungos, bactérias e arqueas (Mendes et al., 2009; Kaschuk et al., 2010). Portanto, deve-se considerar que além dos fatores ligados ao meio ambiente, à quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais que ficam dispostos sobre o solo são capazes de modificar consideravelmente a esta propriedade (Souza et al., 2010).

Logo, a avaliação da biomassa microbiana pode auxiliar na orientação dos produtores a manejarem seus solos de forma mais produtiva e sustentável (Aragão et al., 2012). De acordo com Moreira & Siqueira (2006), a relação entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono total do solo é um indicador eficiente para representar a fração de carbono lábil do solo.

Outra propriedade biológica de destaque é a respiração basal, ou atividade microbiana, que, assim como outros processos metabólicos, é inerente do estado fisiológico da célula microbiana e é persuadida por diversos fatores do solo, como: conteúdo de água, temperatura, estrutura, disponibilidade de nutrientes, textura, relação C/N e presença de resíduos orgânicos (Silva et al., 2010).

De acordo com Cunha et al, (2011), o uso de sistemas que geram acúmulo de matéria orgânica no solo, como as plantas de cobertura devem ser quantificados de forma regional e isolada para cada sistema produtivo, pois, o sucesso destes sistemas depende da textura e mineralogia do solo, do relevo e das condições de temperatura e umidade.

A utilização da adubação verde no solo é uma prática vegetativa que fornece matéria orgânica e nutrientes requeridos pelas plantas, possibilitando a redução da quantidade de adubos químicos (Buzinaro et al., 2009), e gerando consequentemente a

redução dos custos de produção. Os adubos verdes incorporam ao solo substâncias orgânicas, como exsudatos de raízes, biomassa radicular e foliar, ácidos orgânicos dentre outras substâncias elaboradas, como aminoácidos e fitormônios (Delarmelinda et al., 2010).

2.4 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

A crescente demanda de produção e o aumento da intensidade de uso do solo e a diminuição da cobertura vegetal nativa têm acarretado à degradação dos recursos naturais e, em especial, à diminuição da fertilidade do solo. No Brasil a expansão de monocultivo de espécies como cana-de-açúcar em larga escala tem ocupado grandes áreas, citando como exemplo, no estado de São Paulo, onde as áreas cobertas por mata natural foram gradativamente substituídas por canaviais e mantidas com monoculturas por períodos de mais de 60 anos (FREITAS, 2011), com intensas atividades antrópicas, o que acarreta na alteração dos atributos do solo e na maioria das vezes sendo essas alterações negativas.

As práticas agrícolas que adotem a adubação e a correção dos solos promovem alterações químicas, principalmente na camada superficial do solo, devido a intensidade proporcional ao emprego de máquinas nos sistemas (SILVA et al., 2011). Os atributos químicos mais utilizados como indicadores da QS, são o índice de pH, concentração de Al^{3+} , teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P disponível, N total e micronutrientes. A avaliação da qualidade química do solo se mostra importante por influir diretamente na nutrição das plantas, conseqüentemente, interfere na produtividade dos sistemas agrícolas (ALVARENGA; DAVIDE, 1999).

Dentre os indicadores de qualidade do solo, a matéria orgânica do solo tem sido considerada como indicador chave, devido a sua sensibilidade a modificações resultantes do manejo empregado, como também possui interação com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (COSTA et al., 2008; CHERUBIN et al., 2015).

Nesse sentido, o conhecimento das modificações químicas do solo ocasionadas pelo cultivo contínuo pode fornecer subsídios para a adoção de práticas de manejo que consentem incrementar o rendimento das culturas, assegurando a contínua sustentabilidade e conservação dos ecossistemas (FREITAS et al., 2015). Sendo o comportamento químico dos solos analisado a partir da avaliação e quantificação de nutrientes, que correspondem a fertilidade do solo (SILVA et al., 2010).

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.I.N. & DAVIDE, A.C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agrossistemas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, p. 933-942, 1999.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 10, n. 3, p. 215-221, 1978.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO₂ (*q*CO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- ARAGÃO, D.V.; CARVALHO, C.J.R.; KATO, O.R.; ARAÚJO, C.M.; SANTOS, M.T.P. & MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. *Acta Amazônica*, vol. 42, n. 1, p. 11-18, 2012.
- ARAÚJO, E.A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Pesq Aplic Agrotec.* v.5, p.187-206, 2012.
- ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. **Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v. 33, n. 1, p. 677-687, 2009.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. J R. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.19, n.4, p.309–316, 2015.
- Batista F. Mogno Africano, cultivo no estado de Minas Gerais. Piracicaba: Casa do Produtor Rural; 2010
- BAVOSO, M. A. et al. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 1, p. 227-234, 2010.
- BERGAMIN, A. C.; VITORINO, A. C. T.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, C. M. A.; SOUZA, F. R. Compactação em um Latossolo Vermelho distroférico e suas relações com o crescimento radicular do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 681-691, 2010.
- BRANDÃO, S. S.; GIONGO, V.; OLSZEWSKI, N.; SALVIANO, A. M. Coquetéis vegetais e sistemas de manejo alterando a qualidade do solo e produtividade da Mangueira. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.10, n.04, p. 1079-1089, 2017.
- BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FREITAS, D. A. F.; MINCATO, R. L.; FERREIRA, M. M. Métodos de indexação de indicadores na avaliação da qualidade do solo em relação à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 589-597. 2015.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F.; SILVA, V.R.; BASSO, C.J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 39, p. 615-625, 2015.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 323-332, 2008.

CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. G. DOS S.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F. J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.305-314, 2009.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I – Atributos biológicos do solo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.35, n.2, p. 603-611, 2011b.

DE AQUINO LEMOS FILHO, L. C., FERREIRA, L. L. N., DE LYRA, D. L. Variabilidade espacial de atributos do solo indicadores de degradação ambiental em microbacia hidrográfica. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 11, n.1, p.11-20.2017.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625 – 628, 2010.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, Wisconsin: Soil Science Society American, 1994. p. 3-21. (Special Publication, 35).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

Falesi IC, Baena ARC. Mogno Africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; 1999. 52 p. (Documentos, 4).

Foli EG. Evaluation of the performance of planted native timber species in different ecological zones in Ghana [project PD 1/93. Final Technical Fellowship Report]. Yokohama: International Tropical Timber Organization; 2000. 41 p

FREITAS. L.; CASAGRANDE, J. C.; DESUÓ, I. C. Atributos químicos e físicos de solo cultivado com cana-de-açúcar próximo a fragmento florestal nativo. *Holos Environment*, v.11, n.2, p.11:137-147, 2011.

FREITAS, L. de; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A. de; CAMPOS, M. C.; C.; OLIVEIRA, V. M. R. de. Atributos químicos de Latossolo Vermelho submetido a diferentes manejos. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 229-240, 2015.

FREITAS, I.; OLIVEIRA, I. A. ; SILVA, L. S. ; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A. ; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Unimar Ciências*. v. 26, p. 08-25, 2017.

FREMLIN R. An overview of African mahogany in Africa. In: Abstracts from “Darwin 2011: African Mahogany Plantations Industry Forum”; 2011; Brisbane. Brisbane: Department of Employment, Economic Development and Innovation; p. 8-9, 2011.

GLOVER, J.D.; COX, C.M.; REGANOLD, J.P. Future farming: a return to roots? **Scientific American**, Washington, D.C, v.297, n.2, p. 82-89, 2007.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J.P.; BELL, L. W. Increased food and ecosystem security via perennial grains. **Science**, Washington, D.C, v.328, n.5986, p. 1638-1639, 2010.

Guedes, E. M. S.; Fernandes, A. R.; Lima, H. V.; Serra, A. P.; José Costa, J. R.; Guedes, R. S. Impacts of different management systems on the physical quality of an amazonian oxisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.1269-1277, 2012.

GUERRA, Antônio Jose Teixeira. JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Degradação dos solos no Brasil. - Rio de Janeiro. Bertand Brasil, 2014. p.16.

HASSLER, S.K.; ZIMMERMAN, B.; BREUGEL, M.V.; ELSENBEER, H. Recovery of saturated hydraulic conductivity under secondary succession on former pasture in the humid tropics. **Forest Ecology & Management**, v. 261, p.1634-1642, 2011.

HENRIQUE, Felipe Mendes. Análise morfopedológicas aplicadas á compreensão dos processos erosivos hídricos em vertentes no município de Pilões – PB. Dissertação 11 (mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN. 2012, 133p.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society America Journal*, v.61, n.1, p.4-10, 1997.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, p.1-13, 2010.

KELL, D. B. Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable carbon, nutrient and water sequestration. **Annal of Botany**, Oxford, UK, v.108, n.3, p.407-418, 2011.

Krisnawati H, Kallio M, Kanninen M. *Swietenia macrophylla* King: ecology, silviculture and productivity. Bogor: CIFOR; 2011. 24 p

Lima, A. C. R.; Brussaard, L.; Totola, M. R.; Hoogmoed, W. B.; Goede, R. G. M. de. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.64, p.194–200, 2013.

MENDES, I. de C.; HUNGRIA, M.; REIS-JUNIOR, F.B. dos; FERNANDES, M.F.; CHAER, G.M.; MERCANTE, F.M.; ZILLI, J.E. **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 31p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 246).

MENDES, I. C.; SOUSA, D. M. G.; REIS JUNIOR, F. B. Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 185-203, 2015.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.

Reviews. John Wiley & Sons, Inc, Oxford, UK. pp 15–118 doi: 10.1002/9780470650349.ch2.

NURIA R, JÉRÔME M, LÉONIDE C, CHRISTINE R, GÉRARD H, ETIENNE I, PATRICK L. IBQS: A synthetic index of soil quality based on soil macro-invertebrate communities. **Soil Biol Biochem**. n.43, p.2032-45, 2011.

PEREIRA, F. S.; ANDRIOLI I, PEREIRA F. S.; OLIVEIRA P. S.; CENTURION, J. F.; FALQUETO R. J.; MARTINS, A. L. S. Qualidade física de um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo avaliado pelo índice S. **R Bras Ci Solo**. v.35, p.87-95, 2011.

Pinheiro AL, Couto L, Pinheiro DT, Brunetta JMFC. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mognos- africanos (*Khaya* spp.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura; 2011.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e00076814, 2017.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, L. R.; MEDRADO, E.; SILVEIRA, M.P.; BECQUER, T. Qualidade do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.xxxx-xxxx, 2011.

SCHEFFLER, R., NEIL, C., KRUSCHE, A.V., ELSENBEEER, H. Soil hydraulic response to land-use change associated with the recent soybean expansion at the Amazon agricultural frontier. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 144, p. 281-289, 2011.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 15-22, 2010.

SCOTT, G. F.; FORD, J. G. Soil quality and no-till. Chapter 2, p.3-8. In: GODSEY, C.; SCOTT, G. F.; FORD, J. G.; SMOLEN, M.; TAYLOR, R.; SCHROCK, M.; EPPLIN, F. M.; ZHANG, H.; MEDLIN, C.; HUNGER, R. M.; DAMICONE, J. P.; ROYER, T. A.; EDWARDS, J.; BANKS, J. C.; KOCHENOWER, R. No-till cropping systems in Oklahoma. E-996, 76p. 2000.

- USDA-ARS. Soil quality test kit guide. Washington, Soil Quality Institute, 1998. 82p.
- SILVA, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileira de Classificação de Solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N.; ALOVISI, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.34, n.5, p.1585- 1592, 2010.
- SILVA, G. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. P.; SOUZA, J. M. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do Agreste Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 25 – 35, 2015.
- SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. **Biologia e Bioquímica do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 291 p.
- SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G.A; Anghinoni, I.; Lima, C. V. S.; Carvalho, P. C. F.; Martins, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de Integração lavourapecuária em plantio Direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:79-88, 2010.
- Tepongning RS, Yerbanga SR, Dori GU, Lucantoni L, Lupidi G, Habluetzel A. In vivo efficacy and toxicity studies on Erythrina senegalensis and Khaya ivorensis used as herbal remedies for malaria prevention in Cameroon. *European Journal of Medicinal Plants* 2013; 3(3): 454-464. [http:// dx.doi.org/10.9734/EJMP/2013/3928](http://dx.doi.org/10.9734/EJMP/2013/3928).
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. *Revista brasileira de ciência do solo. Viçosa*, v.33, n.4, p.743-755. 2009.
- WARKENTIN, B. P.; FLETCHER, H. F. Soil quality for intensive agriculture. In: *Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture*. Tokio, 821p. 1977.
- WIENHOLD, B. J.; ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L. Soil quality: a review of the science and experiences in the USA. *Environmental Geochemistry and Health*, v.26, n.2, p. 89-95. 2004.
- Yao, R.; Yang, J.; Gao, P.; Zhang, J.; Jin, W. Determining minimum data set for soil quality assessment of typical salt-affected farmland in the coastal reclamation area. **Soil & Tillage Research**, v.128, p.137-148, 2013.
- Zhang B, Yang SP, Yin S, Zhang CR, Wu Y, Yue JM. Limonoids from Khaya ivorensis. *Phytochemistry* 2009; 70(10): 1305-1308. PMID:19666181. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.07.016>

3. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS

RESUMO

Os sistemas agroflorestais têm sido uma das opções mais promissoras para a produção de mogno africano, pois conciliam o plantio de espécies florestais com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, proporcionando benefícios ambientais, sociais e econômicos. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a dinâmica dos atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais com mogno africano, em comparação com solo em condições de vegetação nativa no município de Nazário - GO. Os tratamentos foram compostos por três sistemas de manejo do solo: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies. Para o tratamento controle, avaliou-se o solo em mata com vegetação nativa do Cerrado (Mata). Os atributos químicos do solo foram analisados em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Os resultados obtidos indicam que os diferentes sistemas de manejo influenciaram os atributos químicos do solo. O monocultivo de mogno africano proporcionou o maior acúmulo de matéria orgânica do solo quando comparado aos sistemas agroflorestais e à vegetação nativa, demonstrando o seu potencial para o cultivo dessa espécie florestal.

Palavras-chave: *Khaya* spp., sistema agroflorestal, Cerrado.

ABSTRACT

Agroforestry systems have been one of the most promising options for the production of African mahogany, as they reconcile the planting of forest species with agricultural crops and / or animal husbandry, providing environmental, social and economic benefits. The objective of this research was to evaluate the dynamics of the chemical attributes of the soil in agroforestry systems with African mahogany, in comparison with soil under conditions of native vegetation in the municipality of Nazário - GO. The treatments were

composed of three soil management systems: S1: African mahogany in monoculture since 2013; S2: African mahogany in an agroforestry system implanted since 2015, grown with cocktails of different species; S3: African mahogany in an agroforestry system implemented since 2013, grown with cocktails of different species. For the control treatment, the soil in the forest with native vegetation of the Cerrado (Mata) was evaluated. The chemical attributes of the soil were analyzed in a randomized block design, with six replications. The results obtained indicate that the different management systems influenced the chemical attributes of the soil. The monoculture of African mahogany provided the largest accumulation of organic matter in the soil when compared to agroforestry systems and native vegetation, demonstrating its potential for the cultivation of this forest species.

Key-words: *Khaya* spp., agroforestry system, Cerrado.

3.1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve uma intensa exploração de espécies florestais nativas, promovendo uma diminuição significativa de madeiras nobres, principalmente em países de clima tropical e subtropical. No Brasil, mais especificamente na região amazônica, as taxas de desmatamento aumentaram a partir de 1991, atingindo um ponto de máxima em 2004, sendo decrescente a partir deste ano (INPE, 2016).

O mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) é uma das espécies da Amazônia que possuem características desejáveis como cor, durabilidade e alto valor no mercado internacional e, por essas razões, tem sido explorado indiscriminadamente (CHIMELI, 2009). Associado a este extrativismo predatório, destaca-se a dificuldade de cultivo do mogno brasileiro para fins comerciais no país devido a sua alta suscetibilidade ao ataque e danos provocados por lagartas (SILVA et al., 2004), o que levou ao risco de extinção da espécie florestal. Como medida de proteção, a extração e o comércio da madeira no Brasil foram proibidos. No entanto, devido à demanda contínua do mercado, as restrições legais impostas não impediram a exploração ilegal da madeira (GREENPEACE BRASIL, 2005).

Uma das alternativas para preservar o mogno brasileiro foi sua substituição por outras espécies, que apresentassem características da madeira similares às suas propriedades físicas, mecânicas, trabalhabilidade e outros caracteres gerais (PINHEIRO et al., 2011). Assim, houve a introdução no Brasil de espécies do gênero *Khaya*, conhecidas como mogno africano, resistentes ao ataque de lagartas (SILVA et al., 2004). Dentre os

mognos africanos, a espécie *Khaya ivorensis* A. Chev se destacou pelos bons resultados apresentados em pesquisas.

A espécie *Khaya ivorensis* é nativa do continente africano, com características semelhantes às do mogno brasileiro. Ela possui grande importância, não apenas por pelo alto valor da madeira no comércio internacional (fuste retilíneo, durabilidade, facilidade de trabalhar), mas também por apresentar resistência ao ataque de algumas pragas que comumente atacam o mogno brasileiro, como a *Hipsipyla grandella* (FALESI; BAENA, 1999). Por essa razão, o mogno africano tem alto potencial para exploração comercial no Brasil. A madeira do mogno africano é muito utilizada na fabricação de móveis, apresentando bons acabamentos, uma vez que possui a vantagem de facilidade de manuseio e secagem (TEIXEIRA, 2011). Além do uso madeireiro para fins industriais, a espécie *Khaya ivorensis* também é utilizada para fins medicinais (PINHEIRO et al., 2011).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm sido uma das opções mais promissoras para a produção de mogno africano, pois conciliam o plantio de espécies florestais com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, proporcionando benefícios ambientais, sociais e econômicos. Além disso, os sistemas agroflorestais são considerados alternativas apropriadas para os trópicos úmidos por apresentarem estrutura que se assemelha à floresta primária, aliado a presença de grande biodiversidade (SMITH et al., 1996).

Uma importante característica dos solos de regiões tropicais, em especial nos solos sob Cerrado, é a barreira química causada pela acidez do solo. A elevada acidez associada a toxidez por Al e Mn são os principais responsáveis pela baixa produtividade das culturas. O excesso de Al altera o crescimento das raízes, tornando o sistema radicular pouco desenvolvido. Em condições de campo, resulta em reduções expressivas na capacidade de exploração de água e nutrientes das camadas superficiais do solo. Como consequência, as plantas tornam-se mais susceptíveis a deficiência hídrica e nutricional durante períodos de estiagem, o que causa reflexos negativos na produtividade.

Práticas culturais como a calagem e a adubação são indispensáveis para o cultivo dos solos sob Cerrado. O uso de corretivos e fertilizantes é fundamental na formação de mudas, o que promove efeitos posteriores na melhoria da produtividade, da qualidade e do estabelecimento dos plantios florestais (CARLOS et al., 2014). Para isso, é necessário o conhecimento das exigências nutricionais da espécie a ser cultivada (FEITOSA et al., 2011). No entanto, como não existe uma recomendação específica para cada espécie, a maioria das recomendações é baseada na recomendação estabelecida para o eucalipto, com algumas adaptações (CAIONE et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a dinâmica dos atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais com mogno africano, em comparação com solo em condições de vegetação nativa no município de Nazário - GO.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado na fazenda Guzerá da Barra, localizada no município de Nazário – GO, a 70 km de Goiânia, (16°35” S e 49°49’00” W, 667 m). O clima local é tropical do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, caracterizado como quente e úmido, de longa estação seca e precipitações anuais médias de 1485 mm.

Os tratamentos foram compostos por três sistemas de manejo do solo: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies.

O coquetel de plantas foi composto por diversas espécies diferentes com o objetivo de desempenhar a melhoria da qualidade do solo, usou-se as seguintes espécies: milheto (*Pennisetum americanum* (L)), milho (*Zea Mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), feijão Caupi (*Vigna unguiculata*), girassol (*Helianthus annuus*), *Crotalária spectabilis*, *Crotalária oroleuca*, capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*). As sementes foram misturadas em proporções diferentes e semeadas nas respectivas áreas.

Para o tratamento controle, avaliou-se o solo em mata com vegetação nativa do Cerrado (Mata). Na figura 1 são apresentados todos os sistemas de manejo do solo avaliados nesta pesquisa.

A correção da acidez e adubação dos solos em cada sistema de cultivo foram realizadas conforme a necessidade da espécie florestal em estudo (Ribeiro et al., 1999). Os solos de todas os sistemas de manejo foram classificados como Latossolo Vermelho distrófico.

3.2.2 Amostragem do solo

A amostragem dos solos em cada sistema de manejo foi realizada em janeiro de 2019. Em cada sistema de manejo, foram coletadas amostras indeformadas na profundidade de 0-10 cm (Figura 2). Ao longo de um transecto, foram coletadas quatro amostras simples (subamostras) a cada 3 m de distância. Essas subamostras foram devidamente homogeneizadas para formar uma amostra composta, obtendo-se seis amostras compostas em cada sistema de manejo. Cada amostra composta representou, portanto, uma repetição, totalizando seis repetições por sistema de manejo. Após a coleta, as amostras de solo foram passadas em peneira com abertura de malha de 4 mm para a remoção de raízes e outros resíduos vegetais. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas de duas maneiras diferentes.

a)



b)



c)



d)



Figura 1. Sistemas de manejo do solo avaliados: a) S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; b) S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; c) S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies; d) mata com vegetação nativa do Cerrado.



Figura 2. Coleta das amostras de solo.

As amostras destinadas às análises químicas foram acondicionadas em temperatura ambiente até serem encaminhadas ao laboratório. Já as amostras destinadas às análises biológicas foram armazenadas em caixa térmica com gelo, protegidas do calor e da iluminação direta, até sua chegada ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração (em torno de 4° C) até a realização das análises em laboratório.

3.2.3 Análises laboratoriais

As análises para caracterização química dos solos de cada sistema de manejo foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Goiás, segundo metodologia da Embrapa (1997). O pH foi determinado em solução de CaCl_2 0,01 mol/L e em solução de KCl 1 mol/L, ambos na relação 1:2,5 (10 g de terra fina seca ao ar (TFSA): 25 mL de solução). Os teores de sódio (Na), fósforo (P) e potássio (K) disponíveis foram extraídos pela solução extratora Mehlich-1 (HCl 0,05 mol/L e H_2SO_4 0,0125 mol/L) utilizando a relação solo:solução de 1:10. O P determinado por colorimetria pelo método do azul de molibdênio, utilizando ácido ascórbico como agente redutor, enquanto Na e K foram determinados por fotometria de chamas.

Os cátions trocáveis como alumínio (Al^{3+}), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) foram extraídos por solução de KCl 1 mol/L. Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram determinados por espectrometria de absorção atômica, enquanto o teor de Al^{3+} foi determinado por titulação ácido-base com padronizada de NaOH 0,025 mol/L. A acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}^{3+}$) foi extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol/L tamponada em pH 7,0 e determinada por titulação com solução padronizada de NaOH 0,025 mol/L. A partir dos resultados obtidos na análise química do solo foram calculados os valores de capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e saturação por Al^{3+} (m). Os teores de carbono orgânico do solo foram determinados após oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico e aquecimento (WALKLEY; BLACK, 1934). A matéria orgânica foi estimada a partir dos valores de carbono orgânico do solo (DONAGEMA et al., 2011).

3.2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os atributos químicos do solo foram analisados em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Foi realizada análise de variância, avaliando a significância pelo teste F (Tabela 1). As médias dos atributos químicos dos solos em cada sistema de manejo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Tabela 1. Esquema da análise de variância.

Fonte de variação (F.V.)	Grau de liberdade (GL)
Sistemas de manejo do solo (SM)	4
Época de avaliação (E)	1
SM x E	4
Resíduo	40
Total	49

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização química das amostras de solos de cada sistema de manejo é apresentada na Tabela 2. Com exceção do K, todos os atributos químicos do solo foram influenciados ($p < 0,05$) pelos diferentes sistemas de manejo.

Ao contrário do esperado, o solo cultivado com mogno africano em sistema de monocultivo desde 2013 (S1) apresentou os maiores teores de matéria orgânica (MO) em relação aos solos dos demais sistemas de manejo. No entanto, esses teores foram muito próximos aos encontrados no solo da área com vegetação nativa (Mata), onde era esperado o maior teor de MO. Esse resultado pode ser explicado pelo histórico da área atualmente utilizada para o monocultivo do mogno africano, que possivelmente já possuía elevados teores de MO. O S1 também apresentou os maiores teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), o que refletiu nos valores de saturação por bases (V) em relação aos demais sistemas de manejo do solo, o que foi devido às doses de corretivo de acidez aplicadas na implantação desse sistema, que também forneceram Ca^{2+} e Mg^{2+} para as plantas.

A mata nativa apresentou o solo mais ácido (menor pH) e com maior toxidez por Al^{3+} (m) em relação aos demais sistemas de manejo, o que já era esperado por ser um solo de vegetação nativa que nunca recebeu adição de corretivos de acidez. Esses resultados corroboram com os de Freitas et al. (2017), que avaliando a qualidade física e química do solo sob diferentes sistemas de manejo, encontraram maiores teores de Al^{3+} em área de vegetação nativa em relação aos da área cultivada. Esses autores atribuíram seus resultados

à realização de correções químicas do solo nos ambientes cultivados, repondo os nutrientes exportados pela produção e/ou, perdidos pela erosão e lixiviação. Silva et al. (2016) encontraram valor de $0,10 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de Al^{3+} em monocultivo florestal com mogno africano e $0,20 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de Al^{3+} em solo de mata nativa.

À semelhança da mata nativa, todas as áreas sob manejo agroflorestal também apresentaram caráter ácido, com valores de pH menores ou iguais a 5. Esses resultados mostram que as condições em que se encontram estas áreas até o momento da avaliação não favoreceram ao aumento do pH do solo. Considera-se em torno de 6,0 o pH ideal para a maioria das culturas, faixa onde ocorre maior disponibilidade de todos os nutrientes (FAGERIA; ZIMMERMANN, 1998). Os resultados desse estudo não corroboram com os de Silva et al. (2016), que encontraram valor de 6,3 para pH em monocultivo florestal com mogno africano.

Os sistemas agroflorestais implantados em 2015 (S2) e em 2013 (S3) apresentaram os maiores teores de P em relação ao monocultivo de mogno africano (S1) e a área de mata nativa. Possivelmente, essas áreas receberam maior aporte de P nas adubações de plantio e manutenção, além da adição de galhos de árvore proveniente da poda do mogno triturada, que proporcionou o incremento de P no solo por meio dos restos culturais. Silva et al. (2016) encontraram $4,67 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de P em monocultivo florestal com mogno africano e $4,7 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de P em solos de mata nativa. Os teores de K apresentaram distribuição semelhante entre os sistemas de manejo, o que é explicado pela ausência de adubação potássica nas áreas em estudo.

Nessa pesquisa, era esperado que a presença de espécies forrageiras associadas ao cultivo de mogno africano nos sistemas S2 e S3 fossem contribuir para uma maior quantidade de MO nas primeiras camadas do solo, uma vez que a maior parte do sistema radicular dessas plantas está localizada na superfície do solo. Como resultado dessa maior quantidade de MO, também era esperada a melhoria de todos os atributos químicos do solo nas áreas sob sistema agroflorestal (S2 e S3). No entanto, os resultados observados indicam que o monocultivo de mogno africano possui maior potencial de produção de biomassa em relação aos demais sistemas, intensificando o aporte de MO no solo possivelmente porque já atingiu o seu desenvolvimento máximo.

Tabela 2. Atributos químicos do solo em diferentes sistemas de cultivo com mogno africano localizados em Nazário-GO.

Atributos	S1	S2	S3	Mata
MO (%)	3,55 a	2,26 b	2,66 ab	3,28 ab
pH (H ₂ O)	5,40 a	5,00 a	5,08 a	4,43 b
P (cmol/dm ⁻³)	1,70 b	29,85 a	15,05 ab	5,81 b
K (mg/dm ⁻³)	73,50 a	54,50 a	69,33 a	66,50 a
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	3, 55 a	1,46 b	1,81 b	1,86 b
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	1,23 a	0,56 b	0,69 b	0,76 b
Al ³⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	0,00 b	0,08 b	0,08 b	0,70 a
CTC (cmol _c /dm ⁻³)	6,83 a	4,30 c	4,80 bc	6,83 a
m (%)	0,00 b	4,18 b	4,21 b	24,90 a
V (%)	73,10 a	50,53 b	56,70 ab	45,10 b

MO: matéria orgânica do solo; m: saturação por Al³⁺; V: saturação por bases. Tratamentos: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, e Mata: mata com vegetação nativa do Cerrado (controle). Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

3.4 CONCLUSÕES

1. Os diferentes sistemas de manejo influenciaram os atributos químicos do solo.
2. O monocultivo de mogno africano proporcionou o maior acúmulo de matéria orgânica do solo quando comparado aos sistemas agroflorestais e à vegetação nativa, demonstrando o seu potencial para o cultivo dessa espécie florestal.
3. Apesar dos melhores resultados obtidos no sistema de monocultivo em mogno africano, não podemos afirmar que ele seja o melhor sistema de manejo do solo, visto que, o sistema agroflorestal estava em fase inicial de implantação, podendo vir a se destacar nas próximas avaliações.

3.5 REFERÊNCIAS

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E.L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. *Scientia Forestalis*, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.

CARLOS, L. et al. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 1, p. 13-21, 2014.

CHIMELI, A. B. **A ilegalidade do mercado e a oferta do mogno brasileiro**. 2009. 47 f. Pós-graduação (Economia Aplicada). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

DONAGEMMA, G. K. et al. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 225 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. (Embrapa-CNPA. Documentos,1).

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Influence of pH on growth and nutrient up take by crop espécies in an oxisol. **Communications in Soil Science and Planta Analyses**, v. 29, n.17. p 2675-2682, 1998.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C.; Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Embrapa. 52p. 1999.

FEITOSA, D. G. et al. Crescimento de mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 401-411, 2011.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez., 2011.

FREITAS, L. de; OLIVEIRA, I. A. de; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Unimar Ciências**, v. 26, n. 1-2, p. 1-18, 2017.

GREENPEACE BRASIL (2005). **Tolerância zero: chega de madeira ilegal - Porque a exploração de madeira na Amazônia está fora de controle**. Disponível em: <www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2007/6/greenpeacebr_060525_amazonia_relatorio_tolerancia_zero_port_v.1.p.>. Acesso em 17 jan. 2018.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERISSIMO, A. **Mogno na Amazônia**.

INPE. 2016. **Taxas anuais do desmatamento – 1988 até 2016: taxa de desmatamento anual (km² /ano)**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2016n.htm>. Acesso em 20 de abril de 2018.

nia brasileira: ecologia e perspectiva de manejo. Belem: Imazon, 2002. 64 p.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos africanos (*Khaya spp.*)**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. 102 p.

SILVA, S. C.; SILVA, M. F. G. F.; EDSON FILHO, R.; SOUZA, A. Q.; MULLER, M. W. Identificação de fungos isolados de *Khaya ivorensis* (Meliaceae). In: REUNIÃO ANUAL SOBRE EVOLUÇÃO, SISTEMÁTICA E ECOLOGIA MICROMOLECULARES, 26., 2004, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 2004.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Influência de renques de Mogno africano nos atributos físicos e teor de carbono orgânico de um latossolo amarelo. **Sci. Agrar.** v. 15, n. 3, p. 291-297, 2016.

SMITH, N. 1996. Home gardens as a springboard for agroforestry development in Amazonia. *International Tree Crops Journal*, 9: 11-30.

TEIXEIRA, V. C. M. **Avaliação da usinagem da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.)**. 2011. 35 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2011.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, Baltimore, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934.

4. ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE GOIÁS

RESUMO

Os sistemas agroflorestais têm sido uma das opções mais promissoras para a produção de mogno africano, pois conciliam o plantio de espécies florestais com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, proporcionando benefícios ambientais, sociais e econômicos. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a dinâmica dos atributos biológicos do solo em sistemas agroflorestais com mogno africano, em comparação com solo em condições de vegetação nativa no município de Nazário - GO. Os tratamentos foram compostos por três sistemas de manejo do solo: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantado em 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado em 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies. Para o tratamento controle, avaliou-se o solo em mata com vegetação nativa do Cerrado (Mata). Os atributos biológicos do solo foram analisados em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Os resultados indicaram alterações distintas nos atributos biológicos do solo por cada sistema de manejo. Os sistemas de manejo com mogno africano em sistema agroflorestal implantados em 2015 (S2) e em 2013 (S3) apresentaram os maiores teores de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, respectivamente. A mata nativa apresentou o maior teor de nitrogênio da biomassa microbiana. E o mogno africano em sistema de monocultivo apresentou o maior teor de carbono total.

Palavras-chave: *Khaya* spp., sistema agroflorestal, Cerrado.

ABSTRACT

Agroforestry systems have been one of the most promising options for the production of African mahogany, as they reconcile the planting of forest species with agricultural crops and / or animal husbandry, providing environmental, social and economic benefits. The objective of this research was to evaluate the dynamics of the biological attributes of the soil in agroforestry systems with African mahogany, in comparison with soil under conditions of native vegetation in the municipality of Nazário - GO. The treatments were

composed of three soil management systems: S1: African mahogany in monoculture since 2013; S2: African mahogany in an agroforestry system implanted since 2015, grown with cocktails of different species; S3: African mahogany in an agroforestry system implemented since 2013, grown with cocktails of different species. For the control treatment, the soil in the forest with native vegetation of the Cerrado (Mata) was evaluated. The biological attributes of the soil were analyzed in a randomized block design, with six replications. The results indicated distinct changes in the biological attributes of the soil by each management system. The management systems with African mahogany in an agroforestry system implemented in 2015 (S2) and in 2013 (S3) had the highest carbon content of microbial biomass and basal soil respiration, respectively. The native forest had the highest nitrogen content in the microbial biomass. And African mahogany in a monoculture system had the highest total carbon content.

Key-words: *Khaya* spp., agroforestry system, Cerrado.

4.1 INTRODUÇÃO

Qualquer alteração no solo pode modificar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, por consequência, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas, podendo proporcionar prejuízos à sua qualidade e à produtividade das culturas (Carneiro et al., 2009). Desse modo, a clareza e a quantificação do impacto do uso e manejo do solo na sua qualidade são essenciais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (Bavoso et al., 2010). Nas análises de solos é comum a indicação de avaliação após certo período de tempo de cultivo, pois a percepção de mudanças significativas no solo está na dependência das condições de clima, tipo de manejo e solo (Silva et al., 2015).

Dentre as propriedades biológicas, destaca-se a biomassa microbiana, que simboliza a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, formada, principalmente, por fungos, bactérias e arqueas (Mendes et al., 2009; Kaschuk et al., 2010). Portanto, deve-se considerar que além dos fatores ligados ao meio ambiente, à quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais que ficam dispostos sobre o solo são capazes de modificar consideravelmente a esta propriedade (Souza et al., 2010).

Logo, a avaliação da biomassa microbiana pode auxiliar na orientação dos produtores a manejarem seus solos de forma mais produtiva e sustentável (Aragão et al., 2012). De acordo com Moreira & Siqueira (2006), a relação entre o carbono da biomassa microbiana

e o carbono total do solo é um indicador eficiente para representar a fração de carbono lábil do solo.

Outra propriedade biológica de destaque é a respiração basal, ou atividade microbiana, que, assim como outros processos metabólicos, é inerente do estado fisiológico da célula microbiana e é persuadida por diversos fatores do solo, como: conteúdo de água, temperatura, estrutura, disponibilidade de nutrientes, textura, relação C/N e presença de resíduos orgânicos (Silva et al., 2010).

De acordo com Cunha et al, (2011), o uso de sistemas que geram acúmulo de matéria orgânica no solo, como as plantas de cobertura devem ser quantificados de forma regional e isolada para cada sistema produtivo, pois, o sucesso destes sistemas depende da textura e mineralogia do solo, do relevo e das condições de temperatura e umidade.

A utilização da adubação verde no solo é uma prática vegetativa que fornece matéria orgânica e nutrientes requeridos pelas plantas, possibilitando a redução da quantidade de adubos químicos (Buzinaro et al., 2009), e gerando conseqüentemente a redução dos custos de produção. Os adubos verdes incorporam ao solo substâncias orgânicas, como exsudatos de raízes, biomassa radicular e foliar, ácidos orgânicos dentre outras substâncias elaboradas, como aminoácidos e fitormônios (Delarmelinda et al., 2010).

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado na fazenda Guzerá da Barra, localizada no município de Nazário – GO, a 70 km de Goiânia, (16°35” S e 49°49’00” W, 667 m). O clima local é tropical do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, caracterizado como quente e úmido, de longa estação seca e precipitações anuais médias de 1485 mm.

Os tratamentos foram compostos por quatro sistemas de manejo do solo: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015, cultivado com coquetel de diferentes espécies; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, cultivado com coquetel de diferentes espécies.

O coquetel de plantas foi composto por diversas espécies diferentes com o objetivo de desempenhar a melhoria da qualidade do solo, usou-se as seguintes espécies: milheto (*Pennisetum americanum* (L)), milho (*Zea Mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), feijão Caupi (*Vigna unguiculata*), girassol (*Helianthus annuus*), *Crotalária spectabilis*, *Crotalária oroleuca*, capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*). As sementes foram misturadas em proporções diferentes e semeadas nas respectivas áreas.

Para o tratamento controle, avaliou-se o solo em mata com vegetação nativa do Cerrado (Mata). Na figura 1 são apresentados todos os sistemas de manejo do solo avaliados nesta pesquisa.

A correção da acidez e adubação dos solos em cada sistema de cultivo foram realizadas conforme a necessidade da espécie florestal em estudo (Ribeiro et al., 1999). Os solos de todas os sistemas de manejo foram classificados como Latossolo Vermelho distrófico. Os atributos químicos dos solos em cada sistema de manejo são apresentados na tabela 1.

4.2.2 Amostragem do solo

A amostragem dos solos em cada sistema de manejo foi realizada em janeiro de 2019. Em cada sistema, foram coletadas amostras indeformadas na profundidade de 0-10 cm. Ao longo de um transecto, foram coletadas quatro amostras simples (subamostras) a cada 3 m de distância. Essas subamostras foram devidamente homogeneizadas para formar uma amostra composta, obtendo-se seis amostras compostas em cada sistema de manejo. Cada amostra composta representou, portanto, uma repetição, totalizando seis repetições por sistema de manejo. Após a coleta, as amostras de solo foram passadas em peneira com abertura de malha de 4 mm para a remoção de raízes e outros resíduos vegetais. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas de duas maneiras diferentes.

Tabela 3. Atributos químicos do solo em diferentes sistemas de cultivo com mogno africano localizados em Nazário-GO.

Atributos	S1	S2	S3	Mata
MO (%)	3,55	2,26	2,66	3,28
pH (H ₂ O)	5,40	5,00	5,08	4,43

P (mg/dm ⁻³)	1,70	29,85	15,05	5,81
K (mg/dm ⁻³)	73,50	54,50	69,33	66,50
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	3,55	1,46	1,81	1,86
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	1,23	0,56	0,69	0,76
Al ³⁺ (cmol _c /dm ⁻³)	0,00	0,08	0,08	0,70
CTC (cmol _c /dm ⁻³)	6,83	4,30	4,80	6,83
m (%)	0,00	4,18	4,21	24,90
V (%)	73,10	50,53	56,70	45,10

MO: matéria orgânica do solo; m: saturação por Al³⁺; V: saturação por bases. Tratamentos: S1: mogno africano em monocultivo desde 2013; S2: mogno africano em sistema agroflorestal implantando desde 2015; S3: mogno africano em sistema agroflorestal implantado desde 2013, e Mata: mata com vegetação nativa do Cerrado (controle). Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

As amostras destinadas às análises químicas foram acondicionadas em temperatura ambiente até serem encaminhadas ao laboratório. Já as amostras destinadas às análises biológicas foram armazenadas em caixa térmica com gelo, protegidas do calor e da iluminação direta, até sua chegada ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração (em torno de 4° C) até a realização das análises em laboratório.

4.2.3 Análises laboratoriais

As análises biológicas dos solos de cada sistema de manejo foram realizadas no Laboratório de Biologia do Solo da Universidade Federal de Goiás. Antes de iniciar as análises, foi feito um processo de pré-incubação em temperatura ambiente, com duração de 24 a 48 h, com o objetivo de possibilitar o restabelecimento e o equilíbrio de atividade microbiana do solo.

4.2.3.1 Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

O carbono (C_{mic}) e o nitrogênio (N_{mic}) da biomassa microbiana foram determinados pelo método irradiação-extração, de acordo com Ferreira et al. (1999), utilizando-se irradiação das amostras de solo em microondas. Os teores de C contidos em 20 g de solo de amostras irradiadas e não irradiadas foram extraídos em solução de sulfato de potássio (K₂SO₄ 0,5 mol/L), seguido de agitação por 30 min e filtragem em papel de filtro quantitativo do tipo faixa azul. Cada alíquota foi transferida para um tubo de cultura, em

seguida cada sub amostra recebeu 4 mL da solução digestora constituída por dicromato de potássio. Os tubos foram transferidos para bloco digestor aquecido a 100 °C durante 30 min. Posteriormente, com o auxílio de um espectrofotômetro (Lambda XLS), as amostras foram submetidas à leitura. O Cmic foi então calculado por meio da seguinte fórmula:

$$Cmic = (CI-CNI) \cdot KeC^{-1}$$

em que:

Cmic: carbono da biomassa microbiana do solo (mg C. Kg⁻¹ de solo)

CI: carbono extraído da amostra irradiada

CNF: carbono extraído da amostra não irradiada

KeC: fator para conversão do carbono extraído a Cmic

Utilizou-se o fator 0,33 por ser um dos valores mais amplamente utilizados na literatura (De-Polli & Guerra, 1999).

O N contido nos extratos foi quantificado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação por Kjeldahl, conforme Tedesco et al. (1995). Cada alíquota foi transferida para um tubo de cultura, em seguida cada sub-amostra recebeu 1 mL de H₂O₂, 2 ml de H₂SO₄ e 0,7 g da mistura de digestão (Na₂SO₄, CuSO₄ e selênio metálico). Os tubos foram transferidos para o bloco digestor aquecido a 110 °C. A temperatura foi mantida até que o volume atingisse aproximadamente 5 mL. Em seguida, elevou-se a temperatura a 250 °C e, depois, para 350-375 °C. As amostras foram resfriadas, e às elas foram adicionados 5 mL de água destilada e logo após, o tubo foi conectado ao destilador Kijeldahl. No recipiente do destilador foram adicionados 10 mL de solução de NaOH. Foram adicionadas 5 mL do indicadora de ácido bórico (H₃BO₄), verde de bromocresol, vermelho de metila e etanol em um erlenmeyer e posterior destilação. A titulação foi feita com HCl 0,005 mol/L.

Os teores de Nmic foram expressos com base na massa de solo seco em estufa a 105 °C por 24 h. O teor de N presente na biomassa microbiana foi calculado pela equação descrita a seguir:

$$\frac{Ni \text{ (mg/L)}}{V} = \frac{(Vam - Vbr) \cdot (R+)}{V} \cdot (14)$$

em que:

Vam: volume de HCl gasto na titulação da amostra (mL)

Vbr: volume de HCl gasto na titulação do branco (mL)

R+: concentração real de ácido clorídrico

14: peso equivalente de nitrogênio

V: volume (L)

$$\frac{N_i \cdot n_i = (\text{mg/kg}) = N(\text{V}_{\text{exr}}) \times 1000}{\text{Peso de amostra}}$$

em que:

1000 = fator de conversão de unidade

Então:

$$\frac{N_{\text{mic}} = (N_i - N_{\text{ni}})}{K_n}$$

4.2.3.2 Carbono orgânico do Solo

Para determinação do carbono orgânico total (COT), as amostras de solo secas ao ar foram homogeneizadas, retirando-se restos de raízes ou resíduos vegetais, e peneiradas em peneira de 2 mm de abertura de malha. Em seguida, foi feita a oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico. Pesou-se 0,5 g de TFSA; a amostra foi transferida para erlenmeyer de 250 mL, onde foram adicionados 10 mL da solução de dicromato de potássio 0,0667 mol/L. Adicionou-se 2 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina; titulou-se com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol/L, anotando-se o volume gasto (Embrapa, 2011). O teor de COT foi então calculado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{COT} = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6$$

em que:

COT = carbono orgânico total (g/kg)

f = (40/volume do sulfato ferroso gasto na prova em branco)

4.2.3.3 Respiração Basal do Solo

A respiração basal do solo (RBS) foi determinada por meio do CO₂ evoluído a partir de 20 g de solo, incubado durante sete dias em frasco hermeticamente fechado, sendo o dióxido de carbono extraído com solução de hidróxido de sódio (NaOH 1 mol/L). Posteriormente, para determinação da quantidade de CO₂ liberado das amostras, foi realizada titulação com ácido clorídrico – HCl 0,5 mol/L (Wardle, 1994). Antes da titulação, foram adicionados cloreto de bário (BaCl₂) a 10% (m/v), para completa precipitação do CO₂ e, também, duas gotas de indicador fenolftaleína 1% (m/v). A RBS foi calculada por meio da seguinte fórmula:

$$RBS = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (MS \cdot T)$$

em que:

RBS: respiração basal do solo (mg C-CO₂ kg⁻¹ de solo hora⁻¹)

V_b: volume do ácido clorídrico gasto na titulação da solução padrão (branco) (mL)

V_a: volume gasto na titulação de cada amostra (mL)

M: molaridade do ácido clorídrico

MS: massa do solo seco (g)

T: tempo de incubação das amostras (h)

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os atributos biológicos do solo foram analisados em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições. Foi realizada análise de variância associada ao teste de F. As médias dos atributos biológicos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 Carbono da biomassa microbiana

Para a análise de carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) houve diferença significativa e podemos observar que a mata apresentou o menor valor (Tabela 2). Tal

resultado pode ser explicado devido as áreas de sistema agroflorestal (SAF) apresentarem um coquetel de plantas cultivadas, o que gera uma grande concentração de matéria orgânica. Estudos relatam que durante a fase inicial da cultura, há uma tendência de aumento da biomassa microbiana, e após esse período, os teores de nutrientes geralmente diminuem e a biomassa microbiana pode declinar ou permanecer constante (Baldrian et al., 2008).

Tabela 4. Carbono da biomassa microbiana do solo (mg C. Kg⁻¹ de solo) em solo cultivado com mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.

Profundidade (cm)	Sistemas de manejo			
	S1	S2	S3	Mata
0-10	333,33 b*	383,83 a	275,75 c	131,31 d

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A área com mogno africano em SAF implantando desde 2015 e cultivado com coquetel de diferentes plantas apresentou os maiores teores de Cmic, demonstrando a eficiência do SAF utilizado na implantação da área de mogno, sendo superior que a mata nativa. De acordo com Roscoe et al. (2006), os maiores valores de Cmic, em geral são encontrados nos sistemas naturais, destacando-se os ambientes onde há maior fluxo de resíduos.

Esperamos que o sistema agroflorestal venha se destacar nos resultados com o decorrer do tempo, visto que, sua implantação estava recente e é um sistema onde as mudanças ocorrem gradativamente e ligadas diretamente com o fator tempo aliado ao manejo.

Perez et al. (2004) afirmam que nas condições de mata nativa, a deposição de resíduos orgânicos, a grande quantidade de raízes e a maior quantidade de água retida no solo estimulam a manutenção da microbiota do solo, enquanto solos submetidos à atividade agrícola costumam apresentar condições adversas que, normalmente, determinam decréscimo da população microbiana.

4.4.2 Nitrogênio da biomassa microbiana

Para a análise do nitrogênio da biomassa microbiana (Nmic) houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a mata nativa apresentou o maior teor de Nmic, seguido da área com mogno africano em SAF implantando desde 2015 e cultivado com coquetel de diferentes plantas (Tabela 3). Fato que pode ser justificado devido a área apresentar melhor qualidade de matéria orgânica (Gama-Rodrigues & Gama-Rodrigues, 2008), seja pelo acúmulo de resíduos ou pelo volume de raízes que se concentram com o passar dos anos, ou ainda provavelmente, pelo manejo de adubação que a área pode ter sido submetida.

Tabela 5. Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (mg N. Kg⁻¹ de solo) em solo cultivado com mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.

Profundidade (cm)	Sistemas de manejo			
	S1	S2	S3	Mata
0-10	1,94 c*	2,09 b	1,89 d	2,87 a

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4.4.3 Respiração basal do solo

A avaliação da respiração do solo (RBS) é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana (Alef & Nannipieri, 1994). A alta taxa respiratória pode ser um indicador desejável, uma vez que pode significar transformação rápida de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas (Batista et al., 2009).

A respiração basal do solo apresentou diferenças significativas entre os diferentes sistemas de cultivo em relação a mata nativa. A área com mogno africano em SAF implantado desde 2013 e cultivado com coquetel de diferentes plantas (Tabela 4) apresentou resultados melhores que a mata nativa, com a maior taxa de respiração. Esse resultado pode ser devido ao grande aporte de matéria orgânica proveniente das plantas utilizadas no SAF. Ribeiro et al. (2010) verificaram maior liberação de C-CO₂ na profundidade de 0–10 cm, indicando maior atividade da microbiota, possivelmente estimulada pela constante deposição de substratos orgânicos e grande quantidade de raízes.

Tabela 6. Respiração basal do solo (mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo h⁻¹) em solo cultivado com Mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.

Profundidade (cm)	Sistemas de manejo			
	S1	S2	S3	Mata
0-10	0,16 c*	0,12 d	0,51 a	0,41 b

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Nas áreas onde o SAF está implantado com maior tempo, onde existe uma quantidade maior de diferentes plantas, apresentou eficiência da atividade dos microrganismos nos solos, quanto a decomposição dos substratos orgânicos e, conseqüente liberação de nutrientes para os sistemas, uma vez comparados os valores de respiração encontrados em áreas de referência. Os microrganismos atuam nos processos de mineralização desses materiais, promovendo elevada biomassa microbiana e atividade biológica, dessa forma, os sistemas de manejo adotados estão sendo eficientes na conservação desses resíduos orgânicos sobre o solo.

4.4.4 Carbono orgânico total

Os teores de carbono orgânico total (COT) apresentaram diferenças significativas entre as áreas de cultivo e a mata nativa. Observamos maiores teores de COT para o sistema de monocultivo de mogno e para a mata nativa, o que pode ser devido ao não revolvimento do solo dessas áreas. Já nas áreas onde houve bastante revolvimento do solo pela grande quantidade de plantas cultivadas em SAF, houve um decréscimo no teor de COT. Fialho et al. (2006) observaram uma redução de aproximadamente 23 % no teor de COT em solos cultivados em relação a área de mata nativa.

Jakelaitis et al. (2008) afirmam que a diminuição no teor de COT nos solos sob cultivo pode ser devido ao aumento no consumo do C prontamente disponível pela biomassa microbiana e, ainda, pelo manejo adotado.

Tabela 7. Carbono orgânico total do solo (g. kg⁻¹) em solo cultivado com Mogno africano em diferentes sistemas de manejo, no município de Nazário-GO.

Profundidade (cm)	Sistemas de manejo			
	S1	S2	S3	Mata

0-10

6,10 a*

3,89 d

4,58 c

5,64 b

* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5 CONCLUSÕES

Os resultados indicaram alterações distintas nos atributos biológicos do solo por cada sistema de manejo. Os sistemas de manejo com mogno africano em sistema agroflorestal implantados em 2015 (S2) e em 2013 (S3) apresentaram os maiores teores de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, respectivamente. A mata nativa apresentou o maior teor de nitrogênio da biomassa microbiana. E o mogno africano em sistema de monocultivo apresentou o maior teor de carbono total.

4.6 REFERÊNCIAS

ARAGÃO, D.V.; CARVALHO, C.J.R.; KATO, O.R.; ARAÚJO, C.M.; SANTOS, M.T.P. & MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazônica**, vol. 42, n. 1, p. 11-18, 2012.

BAVOSO, M. A. et al. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 227-234, 2010.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I – Atributos biológicos do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.35, n.2, p. 603-611, 2011b.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625 – 628, 2010.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, p. 389-412, 1999.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n. 4, p. 991-996, 1999.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez., 2011.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. *Soil Biology and Biochemistry*, v.42, p.1-13, 2010.

MENDES, I. de C.; HUNGRIA, M.; REIS-JUNIOR, F.B. dos; FERNANDES, M.F.; CHAER, G.M.; MERCANTE, F.M.; ZILLI, J.E. **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 31p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 246).

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.

TEDESCO, M.J.; BOHNEM, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G.A; Anghinoni, I.; Lima, C. V. S.; Carvalho, P. C. F.; Martins, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de Integração lavourapecuária em plantio Direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:79-88, 2010.

SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N.; ALOVISI, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.5, p.1585- 1592, 2010.

SILVA, G. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. P.; SOUZA, J. M. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do Agreste Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 25 – 35, 2015.

WARDLE, D.A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. (Ed.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília: EMBRAPA-SPI, Cap. 21, p. 419-436, 1994.

CONCLUSÃO GERAL

1. Concluímos que o mogno africano em sistema de monocultivo apresentou os melhores resultados na maioria de seus parâmetros analisados, o que nos leva a pensar que esse é o melhor sistema de manejo avaliado, porém, não podemos efetuar essa afirmação, visto que os sistemas de manejo agroflorestal no momento das avaliações se encontravam em fase de formação, não consolidados, sabemos por meio da literatura que os sistemas agroflorestais consolidados apresentam ótimos resultados em relação a qualidade do solo.
2. Portanto, essa conclusão nos leva a necessidade de efetuar novas avaliações, para que possamos avaliar qual sistema se manterá estável e sustentável no decorrer do tempo.