



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

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL:
ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E DESEMPENHO
DAS ESPÉCIES CONSORCIADAS**

CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE

Orientador:

Prof. Dr. Leonardo Santos Collier

Co-orientador:

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Fevereiro – 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) 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 9.610/98](#), 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 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. Nome completo do autor

Carlos Augusto Oliveira de Andrade

3. Título do trabalho

ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL: ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E DESEMPENHO DAS ESPÉCIES CONSORCIADAS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[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(à) autor(a) e ao(à) 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 da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Santos Collier, Professor do Magistério Superior**, em 04/03/2021, às 20:36, 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 **CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE, Discente**, em 06/04/2021, às 10:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1863444** e o código CRC **4917419E**.

Referência: Processo nº 23070.007060/2021-68

SEI nº 1863444

CARLOS AUGUSTO OLIVEIRA DE ANDRADE

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL:
ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E DESEMPENHO
DAS ESPÉCIES CONSORCIADAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Área de concentração: Solo e Água.

Orientador:

Prof. Dr. Leonardo Santos Collier

Co-orientador:

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia, GO – Brasil

2021

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

Andrade, Carlos Augusto Oliveira de
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL:
ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E DESEMPENHO
DAS ESPÉCIES CONSORCIADAS [manuscrito] / Carlos Augusto
Oliveira de Andrade. - 2021.
97 f.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Santos Collier; co-orientador
Wilson Mozena Leandro.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2021.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de
figuras, lista de tabelas.

1. *Dipteryx alata* V.. 2. *Vigna unguiculata* L.. 3. *Musa* spp.. 4.
Manihot esculenta C.. 5. Sistemas conservacionistas. I. Collier,
Leonardo Santos, orient. II. Título.

CDU 63



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº 26/2021 da sessão de Defesa de Tese de **Carlos Augusto Oliveira de Andrade** que confere o título de Doutor em Agronomia, na área de concentração em Solo e Água.

Aos 25/02/2021, vinte e cinco dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e um, a partir das oito horas, por videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada “ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROFLORESTAL: ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E DESEMPENHO DAS ESPÉCIES CONSORCIADAS”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador e Presidente da Banca Examinadora, **Prof. Leonardo Santos Collier (EA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Profa. Francine Neves Calil (EA/UFG)**, membro titular interno; **Prof. Rilner Alves Flores (EA/UFG)**, membro titular interno; **Prof. Gilson Araújo de Freitas (UFT)**, membro titular externo; **Prof. Átila Reis da Silva (IFGoiano/Campos Belos)**, membro titular externo. Durante a arguição, os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido o candidato **APROVADO** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Presidente da Banca Examinadora, **Prof. Leonardo Santos Collier**, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos 25/02/2021, vinte e cinco dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e um.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Rilner Alves Flores, Professor do Magistério Superior**, em 27/02/2021, às 18:28, 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**, em 02/03/2021, às 15:59, 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 **Átila Reis da Silva, Usuário Externo**, em 02/03/2021, às 17:02, 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 **Leonardo Santos Collier, Professor do Magistério Superior**, em 04/03/2021, às 20:36, 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 **Gilson Araujo de Freitas, Usuário Externo**, em 15/04/2021, às 13:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1860100** e o código CRC **1BAB04C3**.

Referência: Processo nº 23070.007060/2021-68

SEI nº 1860100

Aos meus pais Luiz Carlos G. de Andrade e Marilete Oliveira A. de Andrade

A minha esposa Mônica Remigio dos S. Andrade

Ao meu filho Carlos Eduardo R. Andrade

A todos da minha família

DEDICO

Aos que depositaram confiança em mim

Ao Prof. Dr. Leonardo Santos Collier

Ao Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

A todos que colaboraram para a conclusão deste trabalho

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos derramadas em minha vida. Senhor, com sua presença e proteção consigo vencer os obstáculos e ir cada vez mais longe.

Aos meus pais e meus irmãos por estarem sempre ao meu lado.

A minha esposa por todo carinho, confiança e amor demonstrado por mim.

Ao meu filho que é uma grande bênção na minha vida.

A toda a minha família por sempre sonharem e idealizarem a conclusão do meu curso.

Ao Prof. Dr. Leonardo Santos Collier pela amizade, orientação, apoio, confiança, paciência e ensinamentos repassados.

Ao Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro pelas conversas, ideias, co-orientação, confiança e ensinamentos repassados.

A todos os professores (as) do Programa de Pós-graduação em Agronomia e funcionários da Escola de Agronomia (EA), em especial a Prof^a. Dra. Francine Neves Calil, o Prof^o. Dr. Rilner Alves Flores e o Engenheiro Agrônomo da EA Me. Lamartine N. Gonzaga pelos ensinamentos, contribuições e equipamentos fornecidos para a realização desta pesquisa.

Aos companheiros do grupo de pesquisa “SINFERT” pelo apoio e colaboração na condução dos experimentos.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante parte do curso.

A Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade concedida.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para esta conquista.

Meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT	4
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO 1. COMPOSTO ORGÂNICO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO ÁCRICO CULTIVADO EM SISTEMA AGROFLORESTAL.....	20
3.1. INTRODUÇÃO	21
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.4. CONCLUSÕES	41
3.5. REFERÊNCIAS.....	41
CAPÍTULO 2: FEIJÃO-CAUPI E BANANEIRA EM SISTEMA AGROFLORESTAL SOB DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO	48
4.1. INTRODUÇÃO	49
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	51
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.3.1. Desempenho agronômico do feijão-caupi.....	57
4.3.2. Desempenho agronômico da Bananeira	61
4.3.3 – Índice de equivalência de área (IEA)	67
4.4. CONCLUSÕES	68
4.5. REFERÊNCIAS.....	69
CAPÍTULO 3. CRESCIMENTO DE MANDIOCA E BARUEIROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL SOB DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO	76
5.1 INTRODUÇÃO	77
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	78
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84

5.3.1 Crescimento da mandioca	84
5.3.2 Crescimento do baru.....	89
5.4 CONCLUSÕES	92
5.5 REFERÊNCIAS.....	92
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental na profundidade 0-0,20 m. Goiânia – GO, 2017.....	24
Tabela 1.2. Caracterização química do composto orgânico de cana energia e esterco bovino. Goiânia – GO, 2017.....	25
Tabela 1.3. Quantidades estimadas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) adicionados ao solo em cada dose de composto orgânico. Goiânia – GO, 2017/2018.....	26
Tabela 1.4. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral, nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m. Médias do primeiro ano de adubação. Goiânia-GO, 2018.....	29
Tabela 1.5. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral, nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m. Médias do segundo ano de adubação. Goiânia-GO, 2019.....	31
Tabela 1.6. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m, em dois anos consecutivos. Goiânia-GO, 2018/2019.....	38
Tabela 1.7. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses anuais de composto orgânico e adubação mineral nas profundidades 0-0,10 e 0,10-0,20 m, após dois anos. Goiânia-GO, 2019.....	39
Tabela 2.1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental na profundidade 0-0,20 m. Goiânia – GO, 2017.....	52
Tabela 2.2. Caracterização química do composto orgânico de cana energia e esterco bovino. Goiânia – GO, 2017.....	54
Tabela 2.3. Quantidades estimadas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) adicionados ao solo em cada dose de composto orgânico. Goiânia – GO, 2018.....	54
Tabela 2.4. Altura de plantas (AP), comprimento de vagem (CVG), massa seca da parte aérea (MSPA), massa de 100 grãos (M100), número de vagens por planta (NVGP), número de grãos por vagem (NGVG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD) de feijão-caupi submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2018.....	57
Tabela 2.5. Altura de plantas (ALT), diâmetro do pseudocaule (DM), área foliar total (AFT), número de folhas (NFL), número de frutos por cacho (NFC), número de pencas por	

cacho (NPC), número de frutos por penca (NFP), peso do cacho (PC), peso médio de pencas (PP) e produtividade (PRD) de bananeiras submetidas a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2017/2019.....62

Tabela 2.6. Índice de equivalência de área (IEA) no sistema agroflorestal de banana, feijão-caupi e baru, em função de doses de composto orgânico e adubação mineral. Goiânia – GO, 2018/2019.....67

Tabela 3.1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental na profundidade 0-0,20 m. Goiânia – GO, 2018.....79

Tabela 3.2. Caracterização química do composto orgânico de cana energia e esterco bovino. Goiânia – GO, 2018.....82

Tabela 3.3. Quantidades estimadas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) adicionados ao solo em cada dose de composto orgânico. Goiânia – GO, 2019.....82

Tabela 3.4. Altura de plantas (AP) aos 60, 120, 240 e 360 dias após o plantio (DAP) de mandioca submetida a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2019.....85

Tabela 3.5. Diâmetro de colmo (DC), massa verde da parte aérea (MV) e massa seca da parte aérea (MS) de plantas de mandioca submetidas a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2019.....86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Matéria orgânica do solo (A) e teores de fósforo - P (B) de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal em função de doses de composto orgânico para o primeiro ano de aplicação. Goiânia – GO, 2018.....	33
Figura 1.2. Matéria orgânica do solo (A), teores de fósforo – P (B), potássio – K (C) e magnésio – Mg (D) de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal em função de doses de composto orgânico para o segundo ano de aplicação. Goiânia – GO, 2019.....	34
Figura 2.1. Dados mensais de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2017/2019.....	51
Figura 2.2. Dados mensais de índice de luminosidade relativa no interior do SAF, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2018/2019.....	53
Figura 2.3. Altura de plantas – AP (A), massa seca da parte aérea – MSPA (B), número de vagens por planta – NVGP (C), número de grãos por planta – NGP (D), massa de 100 grãos - M100 (E) e produtividade – PROD (F) de feijão-caupi cultivado em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2017/2018.....	60
Figura 2.4. Diâmetro do pseudocaule – DM (A), área foliar total – AFT (B), número de frutos por cacho – NFC (C), número de pencas por cacho – NPC (D), peso de cachos – PC (E) e peso médio de pencas – PP (F) de bananeiras cultivadas em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2017/2019.....	65
Figura 2.5. Produtividade – PRD de bananeiras cultivadas em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2017/2019.....	66
Figura 3.1. Dados mensais de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2018/2019.....	79
Figura 3.2. Dados mensais de índice de luminosidade relativa no interior do SAF, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2018/2019.....	81
Figura 3.3. Altura de plantas aos 60, 120, 240 e 360 dias após o plantio de mandioca cultivada em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2019.....	86
Figura 3.4. Diâmetro de colmo (A) e massa verde e seca da parte aérea (B) de mandioca cultivada em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2019.....	88
Figura 3.5 Altura (A), DAP – diâmetro a altura do peito (B) e DC – diâmetro de copa (C) de barueiros cultivados em sistema agroflorestal em função da adubação mineral e de doses orgânicas nos anos de 2018 e 2019.....	90

Figura 3.6 Incremento em altura (A), DAP – diâmetro a altura do peito (B) e DC – diâmetro de copa (C) de barueiros cultivados em sistema agroflorestal em função da adubação mineral e de doses orgânicas entre os anos de 2018 e 2019.....91

RESUMO

ANDRADE, C. A. O. **Adubação orgânica em sistema agroflorestal: atributos químicos e físicos do solo e desempenho das espécies consorciadas**. 2021. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.^{1 2}

A inserção de barueiros nos sistemas produtivos por meio dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) pode promover a integração de áreas rurais no Cerrado, principalmente quando combinados com culturas de elevada relevância para os agricultores desta região, preservando os recursos naturais e proporcionando renda adicional para os produtores. Devido à integração de diferentes culturas, seja por consórcios, sucessões ou rotação de cultivo, a demanda por nutrientes pode ser intensificada, ocasionando maior dependência de fertilizantes minerais, o que eleva os custos de produção. A adubação orgânica pode ser estratégia de menor custo para suprir a demanda de nutrientes para o SAFs, além de contribuir para a manutenção da sustentabilidade do sistema. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de diferentes doses de composto orgânico nos atributos químicos e físicos do solo e no desenvolvimento de culturas cultivadas em sistema agroflorestal no cerrado goiano. O experimento foi conduzido em um SAF composto por barueiros, divididos em seis renques de 14 árvores, com bananeiras e culturas agrícolas cultivadas entre os renques. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento com adubação mineral, mais a testemunha sem adubação. Foram avaliados os atributos químicos e físicos do solo, o desempenho agrônômico do feijão-caupi e da banana e o crescimento da cultura da mandioca e das árvores de baru. As aplicações de composto orgânico promovem alterações positivas nos atributos químicos do solo, especialmente nas primeiras camadas, com aumento dos teores de MOS, P, K e Mg em comparação com a adubação mineral. No período estudado as doses do composto orgânico e a adubação mineral não afetaram os atributos físicos do solo até a profundidade 0,20 m. O composto orgânico formado por biomassa de cana-energia e esterco bovino demonstra potencial como fertilizante orgânico na cultura do feijão-caupi e da bananeira cultivadas em sistema agroflorestal, podendo substituir em 100% a adubação mineral na nutrição dessas culturas. As doses 20 e 40 Mg ha⁻¹ de composto orgânico proporcionou os maiores incrementos no desempenho vegetativo da mandioca, equivalente a adubação mineral. No período estudado a adubação mineral e as doses de composto orgânico não afetaram o crescimento do baru.

Palavras-chave: *Dipteryx alata* V., *Vigna unguiculata* L., *Musa* spp., *Manihot esculenta* C., sistemas conservacionistas.

¹ Orientador: Prof. Dr. Leonardo Santos Collier. EA-UFG.

² Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro EA-UFG.

ABSTRACT

ANDRADE, C. A. O. **Organic fertilization in an agroforestry system: chemical and physical attributes of the soil and performance of intercropped species.** 2021. 97 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Soil and Water) – Agronomy School, Federal University of Goiás, Goiânia, 2021.^{3 4}

The insertion of barueiros in the production systems through agroforestry system SAFs can promote the integration of rural areas in the Cerrado, especially when combined with crops of high relevance for farmers in this region, preserving natural resources and providing additional income for producers. Due to the integration of different crops, whether through consortia, successions or crop rotation, the demand for nutrients can be intensified, causing greater dependence on mineral fertilizers, which increases production costs. Organic fertilization can be a lower cost strategy to supply the nutrient demand for SAFs, in addition to contributing to the maintenance of the system's sustainability. The aim of this study was to evaluate the changes in different doses of organic compost in the chemical and physical attributes of the soil and in the development of crops grown in an agroforestry system in the Cerrado of Goiás. The experiment was conducted in a SAF composed of barueiros, divided into six rows of 14 trees, with banana trees and agricultural crops grown between the rows. The experimental design was in randomized blocks with 6 treatments and 4 repetitions. The treatments consisted of four doses of organic compost (5, 10, 20 and 40 Mg ha⁻¹), a treatment with mineral fertilization, plus the control without fertilization. The chemical and physical attributes of the soil, the agronomic performance of cowpea and banana and the growth of cassava and baru trees were evaluated. The applications of organic compost promote positive changes in the chemical attributes of the soil, especially in the first layers, with increased levels of MOS, P, K and Mg compared to mineral fertilization. During the studied period, the doses of organic compost and mineral fertilization did not affect the physical attributes of the soil to a depth of 0.20 m. The organic compost formed by energy cane biomass and cattle manure shows potential as an organic fertilizer in the cultivation of cowpea and banana cultivated in an agroforestry system, being able to substitute at 100% the mineral fertilization in the nutrition of these cultures. Doses 20 and 40 Mg ha⁻¹ of organic compost provided the greatest increases in the vegetative performance of cassava, equivalent to mineral fertilization. During the period studied, mineral fertilization and doses of organic compost did not affect baru growth.

Key words: *Dipteryx alata* V., *Vigna unguiculata* L., *Musa* spp., *Manihot esculenta* C., conservationist systems.

³ Adviser: Prof. Dr. Leonardo Santos Collier. EA-UFG.

⁴ Co-adviser: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro EA-UFG.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A transformação das florestas naturais em plantios de culturas agrícolas provocam mudanças profundas no ambiente original, por alterar o conjunto de atributos morfológicos, químicos, físicos e biológicos do solo (Lima et al., 2011). Isso ocasiona o rompimento dos mecanismos naturais de ciclagem de nutrientes e proteção do solo, induzindo ao processo de degradação, onde a compactação, erosão e a diminuição de matéria orgânica, reduz a qualidade do solo (Luizão et al., 2006). Para os solos do bioma cerrado esses problemas são mais agravantes, devido, principalmente a sua natureza química, pois são solos que apresentam caráter ácido, com disponibilidade baixa de nutrientes para as plantas e são altamente intemperizados (Sousa et al., 2016).

Uma forma de minimizar e até reverter a degradação dos solos e dos recursos naturais, com produtividade diversificada e sustentável das culturas é através da implantação de sistemas agroflorestais (SAFs). Esses sistemas são formas de cultivos de espécies florestais em consórcio, sucessão ou rotação com culturas agrícolas, que favorece maior interação entre as espécies, aumenta a biodiversidade vegetal e propicia o uso mais eficiente dos nutrientes e da água do solo (Arruda, 2017). Além disso, apresenta-se como alternativa promissora de uso do solo, por proporcionar maior cobertura, promover a ciclagem de nutrientes a partir da ação de sistemas radiculares diversos e propiciar contínuo aporte de matéria orgânica, visando sempre à sustentabilidade do sistema de produção (Schroth, 2002).

Os SAFs podem apresentar desenhos ou arranjos simples, com poucas espécies por unidade de área, ou complexos, com grande diversidade de espécies, cujos benefícios nem sempre são fáceis de quantificar. Podem, ainda, basear-se na sucessão natural das florestas, desde as pioneiras, passando pelas secundárias, até atingir as espécies clímax, ou apenas se caracterizar por consórcios ou cultivos em aleias, desde que se faça presente o componente florestal em conjunto com as espécies agrícolas (Vivan, 1998).

Várias espécies florestais do Cerrado apresentam potencial para exploração econômica em SAFs, pois possuem possibilidade de usos múltiplos e estão adaptadas as condições ambientais do bioma (Martinotto et al., 2012). Dentre elas o barueiro (*Dipteryx alata* V.) tem se destacado em virtude do seu potencial madeireiro e oleaginoso, uso na

recuperação de áreas degradadas devido seu rápido crescimento, alta produção de massa foliar e baixa exigência de adubação (Silva et al., 2015; Silva et al., 2020). É considerado promissor para o cultivo, sendo usado na indústria de medicamentos e na alimentação humana e animal, já que a polpa e as suas castanhas são energéticas, nutritivas e ricas em minerais (Guimarães et al., 2019).

Além disso, possui amplitude de ocorrência e integração, convivendo pacificamente com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais, notadamente em áreas tradicionalistas, voltadas para a pecuária, em que as árvores são preservadas na abertura dos pastos (Corrêa et al., 2000). Dessa forma, os SAFs podem promover a integração de áreas rurais no Cerrado, com combinações de culturas anuais, perenes e frutíferas cultivadas pelos agricultores locais e os barueiros, preservando os recursos naturais e evitando a degradação do solo.

O aporte de nutrientes nesses sistemas pode ser realizado por meio de adubos minerais e orgânicos, sendo que este último possui vantagens, em especial por apresentar menor custo e permitir aumento nos estoques totais de carbono orgânico e nitrogênio do solo (Leite et al., 2003). Outra vantagem é a facilidade na obtenção, podendo ser utilizado como matéria-prima, resíduos orgânicos da própria propriedade rural ou materiais abundantes na região, que sejam de fácil acesso e baixo custo. Esses materiais transformados por meio do processo de compostagem podem tornar o agricultor independente da aquisição de fertilizantes minerais e fornecer produtos rentáveis e de qualidade (Alcântara, 2016). Vale ressaltar que é um método sustentável, gerando menores impactos ao ambiente em razão da ciclagem de carbono e nutrientes (Müller et al., 2020).

A compostagem é uma forma prática de fazer o aproveitamento a baixo custo de resíduos biodegradáveis (Carvalho, 2009). Consiste em um processo exotérmico aeróbico em que materiais orgânicos de diferentes origens (vegetal, animal e resíduos sólidos) são transformados num produto estabilizado que permite usos agrícolas (Yu et al., 2019). O processo de compostagem geralmente requer a mistura de materiais com elevada relação carbono/nitrogênio (C/N), como restos de palhadas, biomassas vegetais e serragem, com materiais ricos em N, como esterco e carcaças de animais (Leal et al., 2013). Segundo Souza e Resende (2003), o composto orgânico pode fornecer nutrientes prontamente disponíveis às plantas, possibilita a reciclagem de resíduos vegetais e animais, e também pode apresentar efeito residual no solo.

Um exemplo promissor de matéria-prima com elevada quantidade de carbono para uso em compostagem é a biomassa da cana-energia, melhorada a partir da cana-de-açúcar para produção de energia limpa, apresenta grande potencial de produção de biomassa com média de 180 Mg ha⁻¹ por corte, chegando a produzir até 10 cortes por ciclo, sendo 2 vezes mais produtiva que a cana convencional (CTBE, 2017). Além disso, são plantas menos exigentes em água e nutrientes, adapta a diversos tipos de solo e apresenta maior resistência a pragas e doenças, resultando em maior eficiência em seu cultivo (Carvalho Netto et al., 2014). Por outro lado, o esterco bovino, rico em N, é comumente usado na adubação orgânica. Segundo Damatto Júnior et al., (2011), o esterco bovino devidamente compostado é um excelente adubo, fornecedor de nutrientes, e no solo, esse resíduo melhora os atributos físicos, ajudando na manutenção da umidade e aumentando a diversidade biológica.

Diante do exposto, acredita-se que o uso da adubação com composto orgânico formado pela biomassa da cana-energia e esterco bovino, possa promover melhorias na fertilidade e nos atributos físicos do solo, com maior aporte de matéria orgânica no sistema agroflorestal, de forma a permitir melhor desempenho agrônômico dos cultivos consorciados. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de diferentes doses de composto orgânico nos atributos químicos e físicos do solo e no desenvolvimento de culturas cultivadas em sistema agroflorestal no cerrado goiano.

Para atender ao objetivo proposto, a estrutura deste trabalho está organizada em três capítulos, sendo:

- Capítulo 1: aborda o efeito de doses anuais de composto orgânico nos atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho Ácrico, em três profundidades, durante dois anos de estudo sob sistema agroflorestal.
- Capítulo 2: descreve sobre o desempenho agrônômico do feijão-caupi e de bananeiras 2º ciclo, cultivadas em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico.
- Capítulo 3: discorre sobre o crescimento da mandioca e de barueiros submetidos a doses de composto orgânico em sistema agroflorestal.

2. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. **Aspectos básicos sobre a produção local de fertilizantes alternativos para sistemas agroecológicos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos – 310). 2016, 36 p.

ARRUDA, E. M. **Atributos químicos do solo e desempenho de culturas em rotação ou consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal**. 2017. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

CARVALHO NETTO, O. V.; BRESSIANI, J. A.; SORIANO, H. L., FIORI, C. S.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, G. V.; PEREIRA, G. A. The potential of the energy cane as the main biomass crop for the cellulosic industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.1, n.1, p.20, 2014.

CARVALHO, R. M. S. **Estudo da possibilidade de utilização de resíduos de origem agropecuária compostados, em substituição de turfa, na produção de viveiros hortícolas**. 2009. 77 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Instituto Superior de Agronomia, Lisboa - Portugal, 2009.

CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30. n. 2, p. 5-11, 2000.

CTBE. **BioVertis: Cana-energia**. 2017. Disponível em: <http://pages.cnpem.br/wectbe/wp-content/uploads/sites/83/2017/04/Jose_Bressiani_2017_03_30_Cana_energia_Granbio_CTBE.pdf>. Acesso em: 04 de Outubro de 2018.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J. Crescimento e produção de bananeira Prata-Anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 713-721, 2011.

GUIMARÃES, R. A.; MIRANDA, K. M. C.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; TELLES, M. P. C.; SOARES, T. N. Mating system and pollen dispersal in *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae): comparing in situ and ex situ conditions. **Tree Genetics & Genomes**, v. 15, n. 28, p. 01-10, 2019.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDULA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1195–1200, 2013.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; COSTA, D. B. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 51-60, 2011.

LUIZÃO, F. J.; TAPIA-CORAL, S.; GALLARDO-ORDINOLA, J.; SILVA, G. C.; LUIZÃO, R. C. C.; TRUJILLO-CABRERA, L.; WANDELLI, E.; FERNANDES, E. C. M. (Eds). **Sistemas Agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p.87-100.

MARTINOTTO, F.; MARTINOTTO, C.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 22-29, 2012.

MÜLLER, D. H.; CAMILI, E. C.; GUIMARÃES, S. C.; DAMATTO JÚNIOR, E. R.; SANTOS, D. N. Desempenho fitotécnico e qualidade das bananeiras ‘Grand Naine’ e ‘Brs Tropical’ fertilizadas com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 10, n. 1, p. 24-34, 2020.

SCHROTH, G.; D’ANGELO, S. A.; TEIXEIRA, W. G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R. Conversion of secondary Forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: Consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. **Forest Ecology and Management**, v. 163, p. 131-150, 2002.

SILVA, C. F.; LOSS, A.; CARMO, E. R.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; MARTINS, M. A. Fertilidade do solo e substâncias húmicas em área de cava de extração de argila revegetada com eucalipto e leguminosas no norte fluminense. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 547-561, 2015.

SILVA, G. P.; SALES, J. F.; NASCIMENTO, K. J. T.; RODRIGUES, A. A.; CAMELO, G. N.; BORGES, E. E. D. L. Biochemical and physiological changes in *Dipteryx alata* Vog. seeds during germination and accelerated aging. **South African Journal of Botany**, v. 131, p. 84-92, 2020.

SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; JUNIOR, J. D. G. S.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do Solo e Sua Correção na Região do Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. **Práticas de Manejo do Solo para Adequada Nutrição de Plantas no Cerrado**. 1. ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2016. cap. 5, p. 125-190.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa-MG. Editora Aprenda Fácil, 2003, 564p.

VIVAN, J. L. **Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 207p.

YU, Z.; LIU, X.; ZHAO, M.; ZHAO, W.; LIU, J.; TANG, J.; LIAO, H.; CHEN, Z.; ZHOU, S. Hyperthermophilic composting accelerates the humification process of sewage sludge: Molecular characterization of dissolved organic matter using EEM-PARAFAC and two dimensional correlation spectroscopy. **Bioresource Technology**, v. 274, p. 198–206, 2019.

CAPÍTULO 1

COMPOSTO ORGÂNICO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO ÁCRICO CULTIVADO EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Carlos Augusto Oliveira de Andrade¹; Leonardo Santos Collier²; Wilson Mozena
Leandro²; Tiago Camilo Duarte³

¹ Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

² Professor na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

CAPÍTULO 1. COMPOSTO ORGÂNICO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO ÁCRICO CULTIVADO EM SISTEMA AGROFLORESTAL

RESUMO: A transformação de ambientes nativos para a implantação de atividades agropecuárias, nem sempre dá lugar a um agroecossistema sustentável, resultando em impactos negativos para o solo, podendo comprometer seus atributos químicos, físicos e biológicos. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses anuais de composto orgânico formado pela biomassa da cana-energia e esterco bovino nos atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho Ácrico sob sistema agroflorestal. O experimento foi conduzido em um SAF composto por barueiros (*Dipteryx alata* V.), divididos em seis renques de 14 árvores, com bananeiras e culturas agrícolas cultivadas entre os renques. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento com adubação mineral, mais a testemunha sem adubação. Aos 12 e 24 meses após a implantação dos tratamentos foram realizadas coletas de solo nas profundidades 0,0 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, para determinação dos atributos químicos (pH, MOS, P, K, Ca, Mg, H+Al, Al, CTC e V) e físicos (densidade do solo, porosidade, macro e microporos e estabilidade de agregados) do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos ($p < 0,05$) pelo teste F, foi realizada regressão para as doses de composto e o teste de Dunnett ($p < 0,05$) na comparação com a adubação mineral. As aplicações de composto orgânico promovem alterações positivas nos atributos químicos do solo, especialmente nas primeiras camadas, com aumento dos teores de MOS, P, K e Mg em comparação com a adubação mineral. A dose de 40 Mg ha⁻¹ de composto orgânico foi a mais eficaz para melhorar a qualidade química do solo, até a profundidade 0,40 m. No período estudado as doses do composto orgânico e a adubação mineral não afetaram os atributos físicos do solo até a profundidade 0,20 m.

Palavras-chave: adubação orgânica, adubação química, sistemas conservacionistas, qualidade do solo.

ABSTRACT: The transformation of native environments for the implementation of agricultural activities does not always give rise to a sustainable ecological system, resulting in negative impacts on the soil, which may compromise its chemical, physical and biological attributes. The objective of the work was to evaluate the effect of doses of organic compost formed by the biomass of energy cane and bovine manure on the chemical and physical attributes of an Oxisol under the Agroforestry System. The experiment was conducted in a SAF composed of Baru trees (*Dipteryx alata* V.), divided into six rows of 14 trees, with banana trees and agricultural crops grown between the rows. The experimental design was in randomized blocks with 6 treatments and 4 repetitions. The treatments consisted of four doses of organic compost (5, 10, 20 and 40 Mg ha⁻¹), a

treatment with inorganic fertilization, plus the control without fertilization. At 12 and 24 months after the treatments were implanted, soil collections were performed at depths 0.0 to 0.10; 0.10 to 0.20 and 0.20 to 0.40 m, to determine the chemical (pH, MOS, P, K, Ca, Mg, H + Al, Al, CTC and V) and physical (density of the soil, porosity, macro and micropores and stability of aggregates) of the soil. The data were subjected to analysis of variance, and when significant ($p < 0.05$) by the F test, regression was performed for the compound doses and the Dunnett test ($p < 0.05$) in comparison with inorganic fertilization. The applications of organic compost promote positive changes in the chemical attributes of the soil, especially in the first layers, with increased levels of MOS, P, K and Mg compared to inorganic fertilization. The dose of 40 Mg ha⁻¹ of organic compost was the most effective to improve the chemical quality of the soil, up to a depth of 0.40 m. During the studied period, the doses of organic compost and mineral fertilization do not affect the physical attributes of the soil up to a depth of 0.20 m.

Keywords: organic fertilization, chemical fertilization, conservation systems, soil quality.

3.1. INTRODUÇÃO

A busca cada vez maior por aumento na produção de alimentos, para atender a crescente população mundial, tem levado a intensivas ações antrópicas ao ambiente. A transformação de ambientes nativos para a implantação de atividades agropecuárias, nem sempre dá lugar a um agroecossistema sustentável, resultando em impactos negativos nos recursos naturais, em especial para o solo, podendo comprometer seus atributos químicos, físicos e biológicos, levando a degradação e esgotamento da sua capacidade produtiva (Oliveira et al., 2016; Silva et al., 2020).

Nos solos de ambientes tropicais e subtropicais, como é o caso do bioma Cerrado, esse efeito é mais acentuado, devido as suas características naturais, apresentando elevada acidez (valores de pH entre 4,0 e 5,5), baixos valores de capacidade de troca de cátions (CTC), baixa fertilidade natural, mineralogia predominada por argilominerais de baixa atividade, como a caulinita e gibbsita, além de serem altamente intemperizados (Sousa et al., 2016). Dessa forma, visando à melhoria da qualidade do solo e a redução dos impactos ambientais ocasionados por práticas agrícolas inadequadas, torna-se necessário à busca por sistemas de produção com estratégias conservacionistas e que preservem a capacidade produtiva dos solos em longo prazo.

Os sistemas agroflorestais (SAFs), que incluem opções de cultivo simultâneo ou sequencial de árvores com culturas agrícolas e/ou animais, tem sido apontados como alternativas de uso agropecuário do solo, principalmente para regiões tropicais, por apresentarem potencial para aumentar a produtividade do agroecossistema, quanto aos aspectos agronômicos, sociais, econômicos e ecológicos (Pezarico et al., 2013). Além

disso, é uma opção de produção agrícola viável à agricultura familiar, por promover melhorias na qualidade física do solo devido à redução de efeitos negativos em sua estrutura, provocados por sistemas de manejo convencionais (Barbosa et al., 2017).

Ao longo do tempo, os SAFs acumulam carbono, que pode auxiliar na recuperação das quantidades perdidas durante a derrubada e queima de florestas primárias, podendo funcionar como banco de estoque de carbono, recuperando entre 54% e 82% do carbono contido na floresta, num período de 15 anos (Pezarico et al., 2013). No entanto, como todo sistema de produção agrícola, há necessidade de adubações para suprir as demandas de nutrientes das plantas, para o SAF essa demanda pode ser intensificada, devido à integração de diferentes tipos de culturas, seja por consórcios, sucessões ou rotação de cultivos, ocasionando maior dependência de fertilizantes minerais, o que eleva os custos de produção (Arruda, 2017).

A adubação orgânica pode ser uma estratégia para suprir a maior demanda de nutrientes exigidos pelos SAFs e aumentar a eficiência de aproveitamento desses nutrientes. Além disso, é uma alternativa que contribui para a manutenção da sustentabilidade do sistema, funcionando como fertilizante e condicionador do solo, melhorando os atributos químicos e físicos, promovendo maior diversidade de microorganismos benéficos (Giacomini & Aita, 2008) e reduzindo o custo de produção com menor dependência de fertilizantes minerais (Almeida et al., 2015).

Dentre as várias fontes orgânicas com potencial para utilização na agricultura destacam-se o lodo de esgoto (Bonini et al., 2015a), dejetos líquidos de suínos (Lourenzi et al., 2016), resíduos líquidos de efluentes da agroindústria de carnes (Moraes et al. 2012), dejetos bovinos (Padilha Junior et al., 2020) e cama de frango (Guareschi et al. 2013). Entretanto, muitos desses resíduos são de difícil aquisição pelo agricultor familiar, principalmente aquele produtor que reside longe dos centros urbanos e das agroindústrias, sendo necessária como forma econômica à utilização de produtos de origem vegetal e animal disponível na própria propriedade rural, que podem ser transformados em compostos orgânicos humificados através do processo de compostagem.

A compostagem é uma forma prática de fazer o aproveitamento a baixo custo de resíduos biodegradáveis (Carvalho, 2009). Consiste em um processo exotérmico aeróbico em que materiais orgânicos de diferentes origens (vegetal, animal e resíduos sólidos) são transformados num produto estabilizado que permite usos agrícolas (Yu et al., 2019). O processo de compostagem geralmente requer a mistura de materiais com elevada relação

carbono/nitrogênio (C/N), como restos de palhadas, biomassas vegetais e serragem, com materiais ricos em N, como esterco e carcaças de animais (Leal et al., 2013). Segundo Souza e Resende (2003), o composto orgânico pode fornecer nutrientes prontamente disponíveis às plantas, possibilita a reciclagem de resíduos vegetais e animais, e também pode apresentar efeito residual no solo.

A utilização frequente de adubos orgânicos contribui para o aumento dos estoques de matéria orgânica no solo, proporcionando do ponto de vista físico, melhorias na estrutura do solo, com aumento na estabilidade de agregados (Ribon et al., 2014), elevação da porosidade (Shi et al., 2016), redução da densidade aparente (Araújo et al., 2016) e da resistência do solo à penetração (Celik et al., 2010). Atua também diretamente sobre a fertilidade do solo, sendo importante fonte de macro e micronutrientes, como também indiretamente, elevando o pH e aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes (Pires et al., 2008).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de composto orgânico formado pela biomassa da cana-energia e esterco bovino nos atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho Ácrico de Cerrado sob sistema agroflorestal.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campus experimental da escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, localizada em Goiânia, Goiás, Brasil, dentre às coordenadas 16°35'11" S e 49°16'47" O, com altitude média local de 730 m. O clima da região é do tipo Aw (Megatérmico), típico de savanas, com invernos secos e verões chuvosos, segundo a classificação de Köppen (1948). A média anual de precipitação é de 1600 mm, com temperatura mínima e máxima anual de 15,2 e 30,4 °C, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura argilo-arenosa, A moderado e relevo plano, de acordo com as normas estabelecidas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). Antes da implantação do experimento, foram coletadas aleatoriamente na área, 10 subamostras de solo na profundidade 0-0,20 m, com auxílio de um trado tipo caneco. Essas subamostras foram homogeneizadas perfazendo uma amostra composta e foi encaminhada ao laboratório para análises de caracterização química e granulométrica do solo (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental na profundidade 0-0,20 m. Goiânia – GO, 2017.

pH	M.O.	P ⁽¹⁾	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V	m	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	g kg ⁻¹	-mg dm ⁻³ -											
4,42	14,2	1,5	30,5	0,6	0,3	0,4	3,5	4,6	23,2	27,7	400	60	540

⁽¹⁾Mehlich I

O experimento foi conduzido em um pomar de barueiros (*Dipteryx alata* V.) composto por oitenta e quatro árvores, divididas em seis renques de 14 árvores, com altura média de 9,2 m e espaçamento de 3,0 m entre árvores e 6,0 m entre renques, implantado no ano de 2006. Não foi realizado manejo de adubação na espécie arbórea e a área entre os renques permaneceu com vegetação espontânea até o ano de 2010. Em outubro desse mesmo ano, a área foi transformada em um sistema agroflorestal (SAF), com a inserção de plantas de cobertura (*Cajanus cajan*, *Stylosanthes* spp. e *Panicum maximum*), cultivadas entre os renques das árvores. Após quatro anos, foram iniciados cultivos consorciados de plantas de cobertura com culturas agrícolas, sendo implantado milho na safra 2014-2015 e a cultura da banana a partir de 2015.

As bananeiras (cultivar BRS Conquista) foram plantadas em covas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m no centro dos renques dos barueiros, com espaçamento de 2,0 m entre plantas e 3,0 m de distância das árvores, sendo realizada na fase de implantação da cultura a correção do solo e adubação de plantio de acordo com Sousa e Lobato (2004). O primeiro ciclo de produção das bananeiras foi colhido entre maio e outubro de 2017, com produção média de frutos de 8,8 Mg ha⁻¹. Após a colheita todo material vegetal da “planta-mãe” foi cortado e depositado ao solo, sendo preservadas “plantas filhas” para o segundo ciclo de produção (Alves et al., 2004).

Antes da implantação do experimento, em agosto de 2017, as árvores de Baru foram podadas, sendo retirados os galhos adjacentes ao tronco principal até a metade da altura total da árvore, compreendendo um nível de poda de aproximadamente 50% da copa. Esse manejo foi realizado com objetivo de aumentar a incidência de luz solar no interior do SAF, para a viabilização do cultivo das culturas.

O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses crescentes de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento padrão com adubação mineral, mais a testemunha com ausência de adubação. Foi utilizada como

referência para a confecção dos tratamentos orgânicos a dose média de composto orgânico (10,0 Mg ha⁻¹ em base seca) recomendada para maioria das culturas segundo CFSEMG (1999) e, a partir desse valor as doses variaram em 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 vezes o valor da recomendada. A adubação mineral foi calculada de acordo com a análise de solo da área (Tabela 1.1) e as exigências das culturas (Ribeiro, 2002; Sousa e Lobato, 2004).

O experimento foi instalado entre os renques dos barueiros, de maneira que cada unidade experimental permaneceu paralela a duas árvores, com duas bananeiras ao centro. As unidades experimentais foram constituídas de 5,0 m de largura por 6,0 m de comprimento, perfazendo uma área de 30,0 m², no entanto, foi considerado como área útil o total de 20,0 m², desprezando 1,0 m das extremidades. A área total do experimento foi de 720,0 m².

O composto orgânico foi produzido a partir da biomassa de cana-energia (fonte de carbono) + esterco bovino (fonte de nitrogênio), na proporção de 75% de material vegetal e 25% de esterco, submetidos ao processo de compostagem aeróbica. Os materiais orgânicos foram misturados e acondicionados em composteiras construídas de tijolos, com dimensões de 3,0 x 1,0 x 0,5 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. Durante o processo de compostagem, foram realizados revolvimentos e regas semanais no material para a manutenção da aeração e umidade no interior da massa. Ao final de 70 dias o composto encontrava-se estabilizado, sendo coletadas em cada composteira, seis amostras simples em diferentes pontos do composto, as quais foram homogeneizadas para formar uma amostra composta e enviadas ao laboratório para a caracterização química do material (Tabela 1.2).

Tabela 1.2. Caracterização química do composto orgânico de cana energia e esterco bovino. Goiânia – GO, 2017.

pH	C/N	M.O.	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
		-----dag kg ⁻¹ -----								-----mg kg ⁻¹ -----			
7,3	19:1	62,5	36,2	1,9	0,44	1,34	0,13	0,27	0,32	550	1800	29	76

No mês de novembro de 2017 foi realizada a calagem da área com aplicação de 1,93 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (CaO=36%; MgO=15%; PN=98%; PRNT=92,54%), com objetivo de corrigir o solo e elevar a saturação por bases para 60%. O calcário foi aplicado a lanço em área total e incorporado com enxada rotativa nos primeiros 0,20 m de

solo. Para a recomendação utilizou-se o método da neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} (Alvarez V. e Ribeiro, 1999).

A aplicação do composto orgânico foi realizada de maneira manual, com distribuição uniforme sobre a superfície do solo em novembro de 2017 e janeiro de 2019, compreendendo duas safras seguidas de cultivos (2017/2018 e 2018/2019). Na primeira safra foi cultivado entre os renques dos barueiros o consórcio de banana e feijão-caupi, e para a segunda safra foram mantidas as bananeiras e introduzido no SAF à cultura da mandioca. As quantidades estimadas por ano de aplicação de cada nutriente em função das doses de composto orgânico aplicado ao solo estão apresentadas na Tabela 1.3.

Tabela 1.3. Quantidades estimadas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) adicionados ao solo em cada dose de composto orgânico. Goiânia – GO, 2017/2018.

Doses de composto orgânico (Mg ha^{-1})	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
	-----Kg ha^{-1} -----									
5	95,0	22,0	67,0	6,5	13,5	16,0	2,75	9,0	0,145	0,38
10	190,0	44,0	134,0	13,0	27,0	32,0	5,5	18,0	0,29	0,76
20	380,0	88,0	268,0	26,0	54,0	64,0	11,0	36,0	0,58	1,52
40	760,0	176,0	536,0	52,0	108,0	128,0	22,0	72,0	1,16	3,04

O feijão-caupi foi semeado em dezembro de 2017. A cultivar utilizada foi a BRS Guariba, inoculada com *Bradyrhizobium sp.*, semia 587 e semia 6462, na dose de 100 g para cada 25 kg de semente, no momento da semeadura. O plantio foi realizado de forma manual, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 12 sementes por metro linear. Após 15 dias da emergência foi realizado o desbaste, mantendo 8 plantas por metro linear, estimando uma população de 160.000 plantas por hectare.

O plantio da mandioca ocorreu durante o mês de novembro de 2018. Foram adquiridas ramas da variedade “mandioca pão” com agricultores familiares da região de Goiânia-GO, sendo essas cortadas em manivas com 0,20 m de comprimento, contendo aproximadamente sete gemas. As manivas foram plantadas manualmente, com espaçamento de 0,50 m entre plantas e 3,0 m entre linhas, sendo estabelecidas no espaço compreendido entre as bananeiras e os barueiros.

Para o tratamento adubação mineral, foram aplicados no sulco de plantio do feijão-caupi 80,0 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 20,0 kg ha^{-1} de K_2O . Nas bananeiras foi realizada a adubação de cobertura, com aplicação de 150,0 g planta $^{-1}$ de N, 60,0 g planta $^{-1}$ de P_2O_5 e 180,0 g planta $^{-1}$ de K_2O , parcelados aos 30, 60 e 90 dias após o início do 2º ciclo de

produção. A mandioca foi adubada com metade da dose recomendada, devido a menor população inserida no SAF, foram aplicados 40,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, 20,0 kg ha⁻¹ de N e 20,0 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em duas vezes, sendo metade da dose no momento do plantio e o restante 30 dias após a emergência das plantas. Os fertilizantes utilizados como fontes de N, P₂O₅ e K₂O, foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Aos 12 (novembro de 2018) e 24 meses (novembro de 2019) após a implantação dos tratamentos foram realizadas as coletas de solo para a determinação dos atributos químicos. Em cada tratamento coletou-se quatro subamostras deformadas de solo perfazendo uma amostra composta nas profundidades de 0,0 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, com o auxílio do trado tipo caneco. As amostras foram identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo e Substrato da EA/UFG, para a determinação do pH (CaCl₂); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis; P e K⁺ extraíveis por Mehlich I; acidez potencial (H+Al) e teor de matéria orgânica do solo (MOS) determinados de acordo com os métodos descritos por Embrapa (1997). Posteriormente, foram calculados os indicadores complementares da análise de solo: a CTC potencial a pH 7,0 (T), a porcentagem de saturação por bases (V%) e por alumínio (m%).

Os atributos físicos do solo foram avaliados ao final dos dois anos de aplicação do composto (novembro de 2019). Para isso, foram coletadas amostras indeformadas de solo em anéis volumétricos com dimensões de 50 mm de altura x 50 mm de diâmetro, extraídos por meio de um amostrador de Uhland, em dois pontos centrais das parcelas de cada tratamento, nas profundidades 0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, para a determinação da densidade do solo (Ds) calculada pela relação massa/volume; porosidade total (Pt) estimada pelo método indireto; microporosidade (Mi) correspondendo ao espaço poroso ocupado por água após o equilíbrio da amostra submetida a uma tensão de 6,0 kPa; e macroporosidade (Ma) obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade, conforme a metodologia constante no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 1997).

Nos mesmos locais e nas mesmas profundidades foram coletadas amostras deformadas de solo para a determinação da densidade de partícula (Ds) pelo método do balão volumétrico (Klute, 1986) e monólitos de solo para quantificação da estabilidade de agregados via peneiramento úmido (Yoder, 1936), sendo calculados o diâmetro médio

geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP) segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e quando significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, foi realizada a análise de regressão para as doses de composto orgânico e o teste de Dunnett ($p < 0,05$) na comparação do tratamento adubação mineral com os tratamentos adubação orgânica.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de composto orgânico e a adubação mineral alteraram os atributos químicos do solo nas profundidades avaliadas para os dois anos de aplicação (2018 e 2019). No primeiro ano, foram observados efeitos significativos para os valores de matéria orgânica do solo (MOS) nas profundidades 0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m e, nos teores de P na profundidade 0,0 a 0,10 m (Tabela 1.4). Para o segundo ano, o efeito na MOS e P se repetiu, além de alterações verificadas nos teores de K em todas as profundidades estudadas e Mg somente para a primeira (Tabela 1.5).

A adubação mineral foi comparada com a testemunha sem adubação e com as doses de composto orgânico em ambos os anos. Nessa comparação, a MOS indicou valores superiores ao inorgânico para as maiores doses de composto aplicadas (20 e 40 Mg ha⁻¹). No primeiro ano, esse aumento se deu na camada 0,10 a 0,20 m com 0,62 dag kg⁻¹ para ambas as doses (Tabela 1.4) e, no segundo ano o aumento foi de 0,77 e 1,05 dag kg⁻¹ na profundidade 0,0 a 0,10 m e de 0,5 e 0,88 dag kg⁻¹ na profundidade 0,10 a 0,20 m para as dose 20 e 40 Mg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1.5). Esses resultados podem ser atribuídos à adição de grandes quantidades de matéria seca via composto, aplicadas na superfície do solo, dessa forma, mesmo com o processo de decomposição e mineralização do composto por meio da biomassa microbiana, houve residual de material orgânico durante os anos, o que incrementou os teores de MOS.

A maior dose de adubação orgânica e a adubação mineral refletiram nos maiores teores de P. No ano de 2018, o tratamento mineral indicou o maior valor (2,18 mg dm⁻³) para a primeira camada estudada (0,0 a 0,10 m), no entanto, não houve diferença estatística na comparação com as doses de adubação orgânica, diferindo apenas da testemunha sem adubação (Tabela 1.4). No ano seguinte, a maior dose de composto orgânico mostrou os maiores valores de P para as primeiras camadas avaliadas (0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m), com incrementos superiores em relação à adubação mineral. Vários

autores também observaram aumentos nos teores de P com uso da adubação orgânica em relação à adubação mineral, com maiores incrementos nos primeiros centímetros do solo (Bonini et al., 2015a; Lourenzi et al., 2016; Giácomo et al., 2019), corroborando com os resultados encontrados nesse estudo.

O aumento significativo do P no solo pode ser explicado pela quantidade aplicada desse elemento via adubação, uma vez que para a dose de 40 Mg ha⁻¹ de composto foi adicionado em cada ano 176 kg ha⁻¹ de P (Tabela 1.3), enquanto que para a adubação mineral foram adicionados 57 e 40 kg ha⁻¹ de P em 2018 e 2019, respectivamente. Outro aspecto relevante está relacionado à disponibilidade de P dos adubos orgânicos em relação aos adubos minerais para as plantas, principalmente em solos de Cerrado. Segundo Kiehl (2010) e Backes et al. (2013), a aplicação de fertilizante orgânico aumenta direta e indiretamente a disponibilidade de fósforo para as plantas, isso acontece devido a diminuição da adsorção do P ao solo pela ação da matéria orgânica, promovendo o fornecimento de ânions orgânicos que competem com ânions fosfatos, além de formação de complexo humo-fosfato e quelatos da matéria orgânica. Em contrapartida, para os fertilizantes minerais, apesar de apresentar em sua composição um fósforo mais solúvel, quando é aplicado ao solo ele se torna menos disponível para as plantas, devido à elevada capacidade de fixação nos óxidos de Fe e Al, que geralmente estão presentes em grandes quantidades nos solos de Cerrado (Vilar et al., 2010).

Tabela 1.4. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral, nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m. Médias do primeiro ano de adubação. Goiânia-GO, 2018.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	MOS %	pH CaCl ₂	P ---mg dm ⁻³ ---	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V %
0-0,10 m										
0	3,12	5,80	1,20 ⁽⁻⁾	29,2	4,07	2,02	1,72	-	7,89	78,2
5	3,20	5,75	1,42	33,7	4,17	2,07	1,90	-	8,23	76,9
10	3,50	5,77	1,80	29,2	4,22	2,00	1,75	-	8,04	78,2
20	3,82	5,92	1,75	31,2	4,40	2,17	1,80	-	8,45	78,7
40	3,90	6,00	2,17	33,5	4,67	2,17	1,75	-	8,68	79,8
Mineral	3,47	5,90	2,18	30,0	4,37	2,07	1,65	-	8,17	79,7
Fteste	4,1*	1,4 ^{ns}	3,3*	0,4 ^{ns}	1,3 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	-	1,7 ^{ns}	0,6 ^{ns}

CV (%)	8,87	2,78	24,4	19,2	8,37	4,39	13,5	-	5,25	3,54
0,10-0,20 m										
0	2,17	5,05	1,5	26,2	2,92	1,65	2,05	-	6,69	69,2
5	2,37	5,00	1,65	28,7	2,92	1,70	2,17	-	6,87	68,5
10	2,60	5,15	1,65	32,0	2,82	1,65	1,90	-	6,45	70,5
20	2,92 ⁽⁺⁾	5,32	1,57	31,7	3,20	1,82	1,85	-	6,95	73,4
40	2,92 ⁽⁺⁾	5,05	1,87	30,5	3,02	1,80	2,00	-	6,90	70,8
Mineral	2,30	5,07	2,05	25,0	3,07	1,67	2,20	-	7,01	68,5
Fteste	4,4*	2,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,8 ^{ns}	-	0,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}
CV (%)	11,9	3,10	40,9	26,4	10,4	10,3	10,2	-	7,49	4,33
0,20-0,40 m										
0	1,82	4,42	0,60	26,5	0,30	0,15	2,72	0,27	3,25	16,1
5	2,00	4,52	0,37	23,5	0,25	0,12	2,45	0,22	2,92	15,3
10	2,07	4,45	0,60	24,7	0,30	0,20	2,85	0,27	3,42	16,8
20	2,00	4,52	0,37	25,2	0,42	0,22	2,42	0,20	3,15	22,4
40	2,52	4,50	0,45	34,5	0,30	0,17	2,80	0,20	3,37	16,7
Mineral	2,00	4,57	0,67	24,2	0,40	0,22	2,60	0,22	3,32	20,6
Fteste	1,8 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,1 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,0 ^{ns}	2,4 ^{ns}
CV (%)	17,0	2,27	43,1	28,3	28,6	33,5	10,9	34,4	11,1	20,3

CV = coeficiente de variação; ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; médias seguidas por ⁽⁺⁾ e ⁽⁻⁾ foram superiores e inferiores à testemunha padrão (inorgânico), pelo teste de Dunnett (p>0,05), respectivamente.

As aplicações de composto orgânico em suas maiores doses (20 e 40 Mg ha⁻¹), proporcionaram maiores teores de K e Mg no solo em relação ao tratamento mineral, apenas no segundo ano de adubação (Tabela 1.5). Para o K, essa superioridade foi observada em todas as profundidades avaliadas, no entanto, para as profundidades 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m houve diferença estatística somente para a maior dose orgânica. No caso do Mg, esse aumento se concentrou na primeira profundidade estudada, com diferença estatística apenas para a dose de 40 Mg ha⁻¹ de composto orgânico.

Resultados semelhantes foram obtidos por Pimentel et al. (2009) que, ao utilizar doses de composto orgânico formado por biomassa de capim Napier, resto de várias culturas e esterco bovino, no consórcio de alface-cenoura, constataram incrementos nos níveis de P, K, Ca e Mg no solo, com o aumento das doses do composto. Gomes et al. (2005) comparando o efeito de doses de composto orgânico proveniente de restos da cultura do milho e esterco bovino, com doses crescentes de adubação mineral, observaram que o aumento das doses de adubo orgânico propiciou maiores níveis de K e Mg em relação a adubação mineral, atribuindo esse resultado a quantidade desses nutrientes

fornecida pela adubação orgânica, que além de atender as demandas das plantas elevou os níveis no solo.

A ausência de incrementos nos teores de K, verificados para o primeiro ano de adubação, tanto no tratamento mineral quanto nas doses orgânicas, pode estar relacionado com maiores exportações desse nutriente pelas culturas cultivadas no SAF, pois, nesse ano o feijão-caupi já havia produzido e as bananeiras estavam finalizando seu 2º ciclo de produção. No segundo ano de adubação, as exportações provavelmente foram menores, pois as bananeiras (3º ciclo) e a cultura da mandioca estavam na fase intermediária de desenvolvimento. Além disso, o processo de lixiviação do K pode ter acontecido com mais intensidade no primeiro ano, devido as maiores concentrações de Ca e Mg no solo provenientes da calagem, o que resultou em competições desses nutrientes no complexo de troca, com deslocamento do K para solução do solo, favorecendo a lixiviação. Segundo Ernani et al. (2007), praticamente todo o K presente nos adubos orgânicos já se encontra mineralizado e, por isso, tem disponibilidade semelhante ao K oriundo dos fertilizantes minerais.

Tabela 1.5. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral, nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m. Médias do segundo ano de adubação. Goiânia-GO, 2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	MOS %	pH CaCl ₂	P ----mg dm ⁻³ ----	K -----cmolc dm ⁻³ -----	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V %
0-0,10 m										
0	2,32	5,62	2,75	48,2	2,45	0,92	1,95	-	5,44	64,1
5	2,52	5,37	2,47	45,2	2,22	0,87	2,15	-	5,36	60,1
10	2,75	5,37	3,20	53,7	2,22	0,82	2,20	-	5,38	58,4
20	3,57 ⁽⁺⁾	5,40	3,85	73,7 ⁽⁺⁾	2,40	1,00	1,95	-	5,53	64,6
40	3,85 ⁽⁺⁾	5,52	5,0 ⁽⁺⁾	77,0 ⁽⁺⁾	2,62	1,3 ⁽⁺⁾	2,00	-	6,12	67,1
Mineral	2,80	5,60	3,07	44,5	2,52	0,87	1,95	-	5,46	64,0
Fteste	11,6**	0,7 ^{ns}	16,3**	18,2**	0,4 ^{ns}	3,7*	0,7 ^{ns}	-	1,2 ^{ns}	1,0 ^{ns}
CV (%)	11,9	4,9	13,3	11,9	19,8	18,6	12,6	-	9,07	9,96
0,10-0,20 m										
0	2,45	5,20	2,10	41,0	1,75	0,65	2,10	-	4,60	54,3
5	2,40	5,10	2,25	44,0	1,67	0,67	2,10	-	4,56	53,9
10	2,67	5,05	2,10	44,7	1,57	0,60	2,10	-	4,38	51,8

20	2,77 ⁽⁺⁾	5,10	2,92	52,5	1,62	0,70	2,20	-	4,65	52,8
40	3,15 ⁽⁺⁾	5,20	3,77 ⁽⁺⁾	67,5 ⁽⁺⁾	1,90	0,87	2,25	-	5,19	56,4
Mineral	2,27	5,22	2,47	37,7	1,65	0,60	1,90	-	4,24	54,9
Fteste	6,8**	0,3 ^{ns}	6,4**	6,1**	0,5 ^{ns}	2,6 ^{ns}	1,8 ^{ns}	-	2,2 ^{ns}	0,4 ^{ns}
CV (%)	9,25	4,81	19,74	18,28	18,7	18,3	8,47	-	9,44	9,80
0,20-0,40 m										
0	1,60	4,60	1,80	26,2	0,55	0,37	3,20	0,15	4,19	22,9
5	1,70	4,60	2,17	30,7	0,55	0,35	2,72	0,10	3,70	26,5
10	1,82	4,52	2,32	31,0	0,62	0,35	3,07	0,20	4,12	25,1
20	1,87	4,65	1,87	31,5	0,55	0,37	2,87	0,10	3,88	25,6
40	1,95	4,62	2,40	43,0 ⁽⁺⁾	0,70	0,45	3,15	0,15	4,40	28,3
Mineral	1,72	4,60	2,17	32,0	0,62	0,37	3,02	0,15	4,10	26,1
Fteste	0,9 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}	5,8**	0,2 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}
CV (%)	14,8	2,48	27,4	14,2	40,8	17,7	14,9	40,1	11,7	25,3

CV = coeficiente de variação; ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; médias seguidas por ⁽⁺⁾ foram superiores à testemunha padrão (inorgânico), pelo teste de Dunnett (p>0,05).

Os elementos Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} são íons catiônicos, sendo os dois primeiros divalentes e o último monovalente, apresentando raio iônico hidratado de 0,96; 1,08 e 0,53 nm, respectivamente (Tisdale et al., 1993). A valência e o raio iônico hidratado são as propriedades relacionadas à dinâmica desses íons no solo, definindo a força de atração na superfície dos colóides com carga contrária. Essa força de atração é crescente com a valência do íon, contudo, quanto maior é o raio iônico hidratado, menor é a força de adsorção e conseqüentemente maior é a mobilidade no solo. Dessa forma, o K^{+} é mais móvel por ser monovalente, seguido pelo Mg^{2+} , por ter raio iônico hidratado maior do que o do Ca^{2+} (Benites et al. 2010).

O aumento das doses de composto orgânico favoreceu a elevação dos teores de MOS e P para o primeiro ano de aplicação. Esse aumento para a MOS aconteceu nas duas primeiras profundidades, apresentando ajuste quadrático positivo, no qual a dose de 32,8 Mg ha^{-1} na profundidade 0,0 a 0,10 m e 30,7 Mg ha^{-1} na profundidade 0,10 a 0,20 m foram as que proporcionaram as maiores quantidades de MOS, com 3,93 e 3,0 dag kg^{-1} , respectivamente (Figura 1.1A). Para o P foi constatado aumento linear dos teores apenas na primeira camada estudada (0,0 a 0,10 m), pela regressão estima-se que, para cada 10 Mg ha^{-1} de composto aplicado, houve aumento de 0,22 mg dm^{-3} de P no solo (Figura 1.1B).

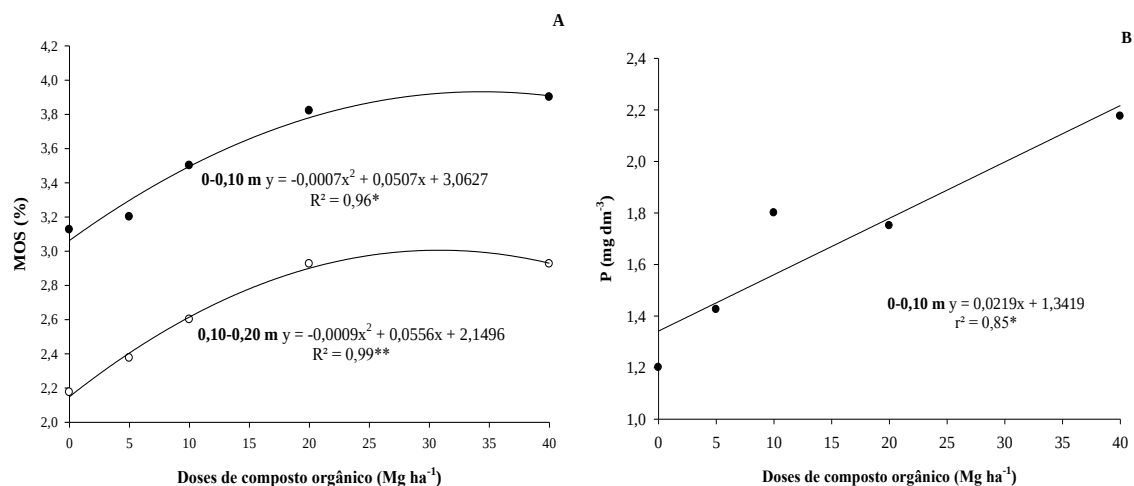


Figura 1.1. Matéria orgânica do solo (A) e teores de fósforo - P (B) de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal em função de doses de composto orgânico para o primeiro ano de aplicação. Goiânia – GO, 2018.

Na segunda aplicação (ano de 2019), também foi verificado resposta positiva para a MOS e P, além do K e Mg, com o aumento das doses de composto. Em todos esses atributos foram observados ajustes lineares positivos dos teores no solo. Para o Mg, houve elevação dos teores apenas na profundidade 0,0 a 0,10 m, sendo que para cada 10 Mg ha⁻¹ de adubo orgânico aplicado, os índices aumentaram 0,11 cmol_c dm⁻³ (Figura 1.2D). A MOS e P indicaram aumentos nas duas primeiras camadas avaliadas (0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m), com elevação de 1,59 e 0,73 dag kg⁻¹ e 2,47 e 1,77 mg dm⁻³ nos índices de MOS e P para a maior dose aplicada (40 Mg ha⁻¹) em relação ao tratamento testemunha (0 Mg ha⁻¹), nas profundidades 0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, respectivamente (Figura 1.2A e 1.2B). Para o K, houve incrementos em todas as profundidades avaliadas, com aumentos de 32,76 (60%), 26,64 (65%) e 14,93 mg dm⁻³ (64%) na maior dose comparada com o tratamento sem adubação, para as profundidades 0,0 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, respectivamente (Figura 1.2C).

Outros autores também descreveram alterações positivas nos parâmetros químicos do solo com o uso de doses crescentes de diferentes tipos de compostos e resíduos orgânicos. Damatto Junior et al. (2006), avaliando o efeito de doses de composto orgânico oriundo de serragem de madeira e esterco bovino, nos atributos químicos de um Nitossolo vermelho cultivado com bananeiras, constataram incrementos lineares dos teores de MOS, Ca e P com o aumento das doses de composto, além de elevação no pH do solo. Ricci et al. (2010) observaram que a aplicação de composto de lodo de esgoto até a dose de 80 Mg ha⁻¹ em um Latossolo vermelho-amarelo distrófico, decapitado, com a

implementação de árvores nativas, promoveu aumento lineares dos teores de P, Ca, Mg e K, alterando positivamente a fertilidade e ajudando a recuperar o solo degradado.

Lourenzi et al. (2016) estudando doses de composto orgânico de dejetos líquidos de suínos, após sucessivas aplicações em um Latossolo vermelho distroférico típico em diferentes profundidades, verificaram após seis anos de adubações, elevação dos teores de MOS, P, Ca, Mg e K para as camadas superficiais do solo em função do aumento das doses aplicadas. Da mesma forma, Padilha Junior et al. (2020) utilizando doses de esterco bovino, variando de 0 a 90 Mg ha⁻¹, em um Latossolo de região semiárida, cultivado com palma forrageira ‘Gigante’, concluíram que a adubação anual com 60 e 90 Mg ha⁻¹ de esterco bovino reduz a acidez do solo e aumenta os teores de matéria orgânica do solo, macro e micronutrientes, mantendo em níveis adequados para a cultura após 600 dias do plantio.

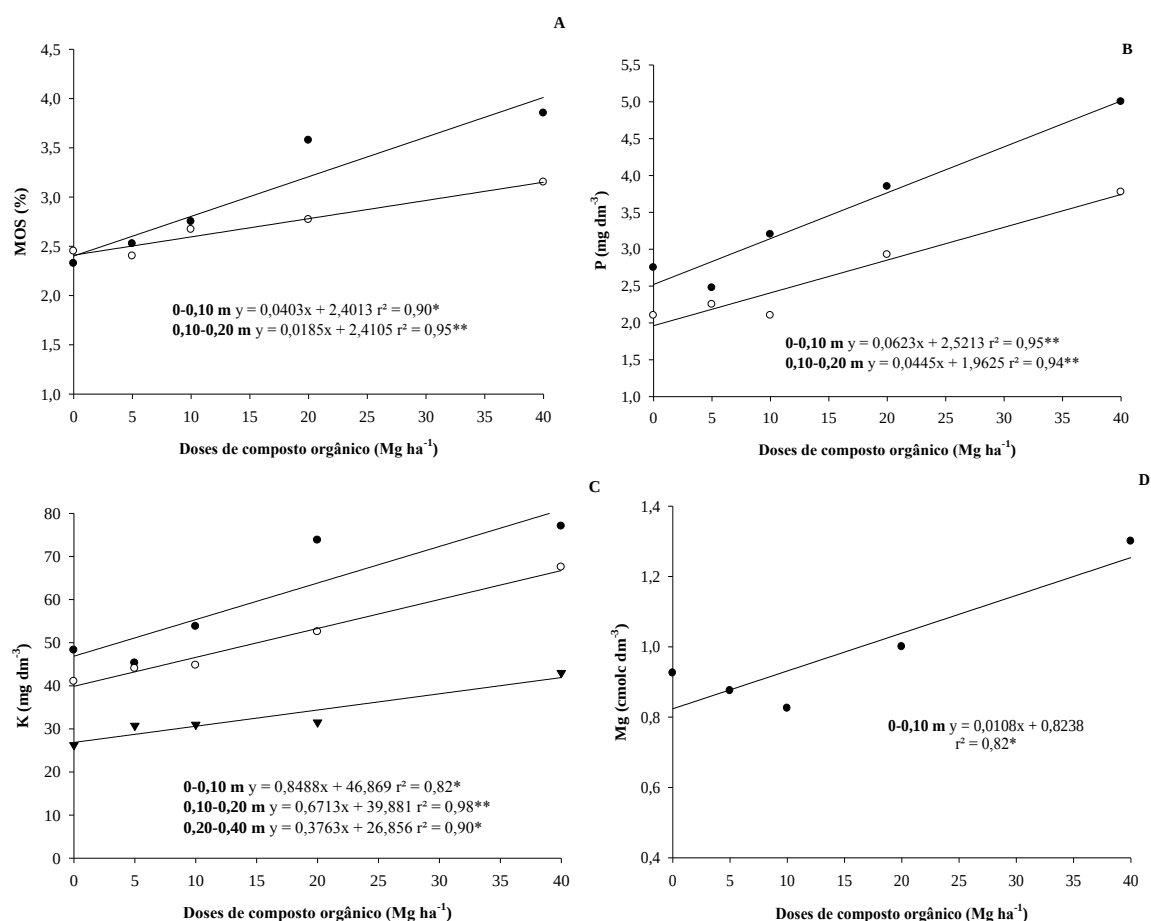


Figura 1.2. Matéria orgânica do solo (A), teores de fósforo – P (B), potássio – K (C) e magnésio – Mg (D) de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal em função de doses de composto orgânico para o segundo ano de aplicação. Goiânia – GO, 2019.

Os incrementos observados nos atributos químicos do solo com o aumento das doses de adubação orgânica em ambos os anos, alteraram as classes de teores dos elementos no solo. A MOS na camada 0,0 a 0,20 m, apresentava teores iniciais de 1,42% (Tabela 1.1), classificados como baixo, segundo Sousa e Lobato (2004), passando para alto na camada mais superficial do solo em todos os tratamentos no primeiro ano e, mantendo essa classificação para o segundo ano nas maiores doses de composto aplicadas (20 e 40 Mg ha⁻¹). Foram verificados também alterações nas classes de teores para o P, com modificação de classificação muito baixo para baixo no tratamento inorgânico e nas doses 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹ e K saindo de médio para adequado para as doses 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹ no segundo ano de adubações (Sousa e Lobato, 2004).

Vale destacar que a mudança de classificação observados na MOS, P e K, também podem estar associados aos resíduos vegetais adicionados ao solo (serapilheira), provenientes da diversidade de cultivos existente no sistema agroflorestal. Segundo Schumacher et al. (2004), a formação da serapilheira e sua decomposição, são responsáveis pela transferência de nutrientes para o solo, possibilitando sua reciclagem e retorno ao sistema. Isso explica os aumentos nos teores de MOS, P e K para o tratamento testemunha em relação à condição do solo antes da implantação do experimento.

Os teores iniciais de Ca e Mg foram de 0,63 e 0,36 cmol_c dm⁻³, respectivamente (Tabela 1.1), considerados baixos, segundo Sousa e Lobato (2004), no entanto, houve elevação dos seus níveis para todos os tratamentos em ambos os anos, sendo classificado como adequado para as profundidades 0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m. Do mesmo modo, em todos os tratamentos, houve mudança de classe para o pH, que saiu de baixo para adequado a alto e a saturação por bases (V) saiu de médio para adequado a muito alto nas duas primeiras camadas dos dois anos estudados, em comparação com a análise inicial da área (Tabela 1.1). Apesar da elevação constatada, não houve efeito das doses de composto orgânico para esses elementos, exceto para o Mg na camada superficial do solo no segundo ano de adubação (Figura 1.2D).

As alterações verificadas nos teores Ca, Mg, V e no valor de pH, com modificação de classificação segundo Sousa e Lobato (2004), podem ser atribuídas a calagem realizada no solo antes da implantação do experimento, ocorrendo o fornecimento de Ca e Mg para o solo, neutralização do Al trocável e diminuição da atividade de íons H⁺ que, por consequência proporcionou aumento do V e do pH do solo (Natale et al., 2007; Vendruscolo et al., 2016). Era esperado que as doses de composto orgânico,

incrementassem os teores desses elementos e aumentasse o pH do solo, como verificado em trabalhos com uso de diferentes adubos orgânicos (Barcelos et al., 2015; Lourenzi et al., 2016; Bertolazi et al., 2017; Padilha Junior et al., 2020), no entanto, devido aos elevados índices desses elementos no solo provenientes da calagem e a pequena quantidade de Ca (0,13%) e Mg (0,27%) presentes no composto (Tabela 1.2), esse efeito não foi observado.

Na comparação entre os anos das adubações foram observados comportamentos distintos entre os atributos químicos estudados (Tabela 1.6). A adição de doses crescentes de composto orgânico incrementou ao longo do tempo os teores de P e K em todas as profundidades amostradas, com aumentos mais relevantes nas duas primeiras camadas (0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m), contudo, para os índices de Ca, Mg, CTC e V foram constatadas diminuições em todas as profundidades avaliadas, com exceção da mais profunda (0,20 a 0,40 m). A mesma resposta foi verificada para a MOS, com diminuição dos teores nas doses 0 e 5 Mg ha⁻¹ na profundidade 0,0 a 0,10 m e manutenção para as demais doses e profundidades. Para os valores de pH, H+Al e Al não houve alterações entre os anos para todos os tratamentos estudados.

Em relação à adubação mineral, de um ano para outro, houve incrementos nos teores de K em todas as profundidades amostradas e P somente na camada 0,20 a 0,40 m, por outro lado, foi verificado diminuição dos valores de MOS, Ca, Mg e CTC do solo (Tabela 1.6). Os incrementos de P e K de um ano para outro, provavelmente, estão relacionados com a riqueza desses elementos presentes no composto, além de uma ciclagem de nutrientes eficiente promovida pelo sistema agroflorestal. Por outro lado, as diminuições dos teores de Ca e Mg e a consequente redução da V nas camadas superficiais do solo ao longo dos anos, podem ser explicadas pela exportação dessas bases pelos cultivos, a baixa reposição pelos adubos e a lixiviação no perfil do solo, sendo que, na camada 0,20 a 0,40 m, houve em geral, incrementos desses elementos para todos os tratamentos.

Para a CTC, o aumento constatado no primeiro ano para todos os tratamentos, em comparação com os teores iniciais do solo (Tabela 1.1) e a diminuição verificada no segundo ano (Tabela 1.6), pode estar relacionada com o comportamento da MOS nesses períodos. No primeiro ano, o manejo de correção do solo com incorporação do calcário até a profundidade 0,20 m, incorporou também toda a serapilheira presente na superfície do solo, o que provavelmente, elevou momentaneamente os níveis de MOS e por

consequência a CTC. No entanto, devido à incorporação desses resíduos, houve aceleração da sua decomposição, identificada logo no segundo ano estudado, o que resultou em diminuição dos níveis de MOS e também da CTC do solo.

Segundo Heckler et al. (1998), quando a matéria orgânica do solo é mineralizada, ocorre a transformação do material orgânico em substâncias orgânicas (ácidos orgânicos e húmus) e minerais (nitratos, fosfatos, sulfatos, formas amoniacaais, gás carbônico e água), promovendo aumento das cargas negativas do solo e elevação do pH. Bertolazi et al. (2017) afirmam que, a MOS possui capacidade de incrementar a CTC do solo, devido ao aumento das cargas negativas presente nos materiais orgânicos, o que promove maiores sítios de troca no solo.

Tabela 1.6. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral, nas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m, em dois anos consecutivos. Goiânia-GO, 2018/2019.

Atributos	Anos	IM	0	5	10	20	40	IM	0	5	10	20	40	IM	0	5	10	20	40		
			-----Mg ha ⁻¹ -----						-----Mg ha ⁻¹ -----						-----Mg ha ⁻¹ -----						
			0,0 a 0,10 m						0,10 a 0,20 m						0,20 a 0,40 m						
MOS (%)	2018	3,5a	3,1a	3,2a	3,5a	3,8a	3,9a	2,3a	2,4a	2,4a	2,6 ^a	2,9a	2,9a	2,0a	1,8a	2,0a	2,0a	2,0a	2,5a		
	2019	2,8b	2,3b	2,5b	2,8a	3,6a	3,8a	2,2a	2,4a	2,4a	2,7 ^a	2,8a	3,1a	1,7a	1,6a	1,7a	1,8a	1,9a	1,9b		
pH (CaCl ₂)	2018	5,9a	5,8a	5,7a	5,8a	5,9a	6,0a	5,1a	5,0a	5,0a	5,1 ^a	5,3a	5,0a	4,6a	4,4a	4,5a	4,4a	4,5a	4,5a		
	2019	5,6a	5,6a	5,3b	5,4a	5,4b	5,5a	5,2a	5,2a	5,1a	5,0a	5,1a	5,2a	4,6a	4,6a	4,6a	4,5a	4,6a	4,6a		
P (mg dm ⁻³)	2018	2,2a	1,2b	1,4b	1,8b	1,7b	2,2b	2,1a	1,5a	1,7a	1,7 ^a	1,6b	1,9b	0,7b	0,6b	0,4b	0,6b	0,4b	0,5b		
	2019	3,0a	2,7a	2,5a	3,2a	3,8a	5,0a	2,4a	2,1a	2,2a	2,1 ^a	2,9a	3,8a	2,2a	1,8a	2,1a	2,3a	1,9a	2,4a		
K (mg dm ⁻³)	2018	30b	29b	34b	29b	31b	33b	25b	26b	29b	32b	32b	31b	24b	26a	24a	24a	25a	35b		
	2019	44a	48a	45a	54a	74a	77a	38a	41a	44a	45 ^a	52a	67a	32a	26a	30a	31a	31a	43a		
Ca (cmolc dm ⁻³)	2018	4,4a	4,1a	4,2a	4,2a	4,4a	4,7a	3,0a	2,9a	2,9a	2,8 ^a	3,2a	3,0a	0,4b	0,3b	0,3b	0,3b	0,4b	0,3b		
	2019	2,5b	2,4b	2,2b	2,2b	2,4b	2,6b	1,6b	1,7b	1,7b	1,6b	1,6b	1,9b	0,6a	0,5a	0,5a	0,8a	0,5a	0,7a		
Mg (cmolc dm ⁻³)	2018	2,1a	2,0a	2,1a	2,0a	2,2a	2,2a	1,7a	1,6a	1,7a	1,7 ^a	1,8a	1,8a	0,2b	0,2a	0,1b	0,2a	0,2a	0,2b		
	2019	0,9b	0,9b	0,9b	0,8b	1,0b	1,3b	0,6b	0,6b	0,7b	0,6b	0,7b	0,9b	0,4a	0,3a	0,4a	0,3a	0,4a	0,5a		
H+Al (cmolc dm ⁻³)	2018	1,6a	1,7a	1,9a	1,7a	1,8a	1,7a	2,2a	2,0a	2,2a	1,9 ^a	1,9a	2,0a	2,6a	2,7b	2,4a	2,9a	2,4a	2,8a		
	2019	1,9a	1,9a	2,1a	2,2a	1,9a	2,0a	1,9a	2,1a	2,1a	2,1 ^a	2,2a	2,2a	3,0a	3,2a	2,7a	3,1a	2,9a	3,1a		
Al (cmolc dm ⁻³)	2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2a	0,3a	0,2a	0,3a	0,2a	0,2a		
	2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1a	0,2a	0,1a	0,2a	0,1a	0,2a		
CTC (cmolc dm ⁻³)	2018	8,2a	7,9a	8,2a	8,0a	8,4a	8,7a	7,0a	6,7a	6,8a	6,4 ^a	6,9a	6,9a	3,3b	3,2b	2,9b	3,4a	3,1b	3,4b		
	2019	5,6b	5,4b	5,4b	5,4b	5,5b	6,1b	4,2b	4,6b	4,6b	4,4b	4,7b	5,2b	4,1a	4,2a	3,7a	4,1a	3,9a	4,4a		
V (%)	2018	80a	78a	77a	78a	79a	80a	68a	69a	68a	70 ^a	73a	71a	20b	16b	15b	17b	22a	17b		
	2019	64b	64b	60b	58b	65b	67b	55b	54b	54b	52b	53b	56b	26a	23a	26a	25a	26a	28a		

IM = Adubação mineral. (0; 5; 10; 20 e 40 Mg ha⁻¹) = Doses de composto orgânico. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, entre os dois anos, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

As respostas obtidas pela análise de variância dos dados e o teste F, mostraram que os atributos físicos estudados não foram significativamente influenciados pela adição anual de doses crescentes do composto orgânico e a adubação mineral ao solo (Tabela 1.7). Em ambas as profundidades (0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m), os valores dos atributos físicos permaneceram com pequenas variações entre os tratamentos, no entanto, para a maior dose de composto orgânico aplicado ao solo (40 Mg ha⁻¹) foram verificados os menores valores de densidade do solo (Ds) com 1,19 e 1,31 Mg dm⁻³, assim como os maiores valores de macroporosidade (Ma) com 0,223 e 0,174 m³ m⁻³ nas profundidades 0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, respectivamente, indicando tendência de melhoria nesses atributos.

Tabela 1.7. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho Ácrico cultivado em sistema agroflorestal, submetido a doses anuais de composto orgânico e adubação mineral, nas profundidades 0-0,10 e 0,10-0,20 m, após dois anos. Goiânia-GO, 2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	Ds Mg m ⁻³	Pt -----m ³ m ⁻³ -----	Mi -----m ³ m ⁻³ -----	Ma -----mm-----	DMG	DMP
0-0,10 m						
0	1,27	0,562	0,373	0,189	2,23	2,04
5	1,25	0,569	0,379	0,189	2,25	2,03
10	1,31	0,551	0,362	0,188	2,38	2,12
20	1,28	0,556	0,358	0,197	2,33	2,08
40	1,19	0,587	0,363	0,223	2,36	2,09
Mineral	1,21	0,563	0,334	0,229	2,28	2,05
Fteste	2,81 ^{ns}	1,89 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,71 ^{ns}	1,09 ^{ns}
CV (%)	4,27	3,20	6,44	17,2	4,13	3,24
0,10-0,20 m						
0	1,36	0,533	0,389	0,143	2,21	2,07
5	1,38	0,531	0,396	0,134	2,20	2,08
10	1,35	0,544	0,393	0,151	2,16	2,04
20	1,34	0,552	0,385	0,166	2,28	2,09
40	1,31	0,542	0,368	0,174	2,28	2,10
Mineral	1,34	0,536	0,376	0,160	2,26	2,09
Fteste	0,45 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,23 ^{ns}
CV (%)	4,66	4,32	4,75	19,4	6,19	4,36

Ds = Densidade do solo; Pt = Porosidade total; Mi = Microporosidade; Ma = Macroporosidade; DMG = Diâmetro médio geométrico; DMP = Diâmetro médio ponderado; CV = Coeficiente de variação; ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram com os encontrados por Camilotti et al. (2006) estudando o efeito do lodo de esgoto e vinhaça nos atributos físicos de um Latossolo cultivado com cana, não constatarem influência desses resíduos na densidade do solo e de partícula, porosidade total, macroporosidade e microporosidade até a profundidade 0,5 m no solo. Da mesma forma Dortzbach (2009), ao estudarem a resposta da aplicação de dejetos suínos, cama sobreposta e adubação química nos atributos físicos de um Argissolo vermelho-amarelo, manejado em sistema de plantio direto, não verificaram diferenças entre os tratamentos para densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e retenção de água.

Por outro lado, vários autores relatam efeitos positivos nos atributos físicos do solo com o uso da adubação orgânica, Bonini et al., (2015b) trabalhando com lodo de esgoto em um Latossolo vermelho degradado, verificaram que a adubação orgânica influenciou a densidade do solo, porosidade total e macroporosidade na camada superficial do solo (0,0 a 0,05 m), com melhores índices para as doses de 30 e 60 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto. Schmitz et al. (2017), avaliando os atributos físicos de um Cambissolo húmico em pomar de macieira sob diferentes fontes de nitrogênio: testemunha sem fertilização, ureia, ureia peletizada e adubo orgânico (cama sobreposta de suínos), em doses anuais de 33 kg ha⁻¹, constatarem que a adubação orgânica contribuiu para o aumento do diâmetro médio geométrico (DMG), com efeito maior na profundidade 0,0 a 0,05 m. Ambos os autores atribuem esses efeitos a função reestruturante e cimentante da matéria orgânica presente nos resíduos orgânicos (Kiehl, 1985; Celik et al., 2010; Oliveira et al., 2016).

A ausência de alterações verificadas entre os tratamentos, para os atributos físicos, pode ser explicada pelo pouco tempo de manejo do solo com o composto orgânico, dessa forma, apesar do aumento da matéria orgânica constatado para as maiores doses de composto (Tabela 1.5), esse efeito ainda não refletiu nos atributos físicos estudados. Segundo Mubarak et al. (2003) os efeitos benéficos de adubos orgânicos nas propriedades físicas do solo podem exigir longo período de tempo para se manifestar, além também de depender das características intrínsecas do solo.

Outro fator que possivelmente está relacionado com essa ausência é devido às características conservacionistas dos sistemas agroflorestais e suas vantagens para os atributos do solo. Assim, o próprio sistema de cultivo influenciou positivamente os atributos físicos, pois os valores de D_s observados para todos os tratamentos ficaram abaixo do limite crítico de 1,55 Mg m⁻³ para solos com teor de argila entre 20 e 55%,

segundo Reichert et al. (2003), minimizando o efeito das doses crescentes de composto orgânico aplicadas ao solo. O mesmo foi verificado para a porosidade total com valores entre 0,40 e 0,60 m⁻³ m⁻³ (Kiehl, 1979) e macroporosidade com valores acima do limite crítico ao crescimento radicular 0,10 m⁻³ m⁻³ (Severiano et al., 2009). De acordo com Marchini et al. (2015) os sistemas agroflorestais incorporam e mantêm níveis de matéria orgânica no solo que reflete em melhorias dos atributos físicos, aprimorando sua estrutura, aumentando a retenção de água e proporcionando solos menos densos e mais porosos.

3.4. CONCLUSÕES

Após dois anos de estudo, a adubação orgânica promoveu incrementos nos teores de MOS, P, K e Mg, nas camadas superficiais do solo, superiores a adubação mineral.

As aplicações de composto orgânico derivado de biomassa de cana-energia e esterco bovino promovem alterações positivas nos atributos químicos do Latossolo Vermelho Ácrico sob sistema agroflorestal, especialmente nas primeiras camadas do solo, com aumento médio de 31, 44, 73 e 49% nos teores de MOS, P, K e Mg em relação a adubação mineral, respectivamente.

A dose de 40 Mg ha⁻¹ de composto orgânico foi a mais eficaz para melhorar a qualidade química do solo, até a profundidade 0,40 m.

No período estudado as doses do composto orgânico e a adubação mineral não afetaram os atributos físicos do solo até a profundidade 0,20 m.

3.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. J.; SILVA, I. F.; SOUZA, R. F.; SILVEIRA, F. P. M.; SANTOS, L. S.; MALTA, A. O. Influência da adubação orgânica e densidade de plantio na produção do milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 20, n. 1, p. 17-21, 2015.

ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa-MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 8, p. 43-60.

ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; BORGES, A. L. **Tratos culturais e colheita**. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 107-131.

ARAÚJO, A. S. F.; LIMA, L. M.; MELO, W. J.; SANTOS, V. M.; ARAÚJO, F. F. Soil properties and cowpea yield after six years of consecutive amendment of composted tannery sludge. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 3, p. 407-413, 2016.

ARRUDA, E. M. **Atributos químicos do solo e desempenho de culturas em rotação ou consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal**. 2017. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G.; BÔAS, R. L. V.; OLIVEIRA, M. R.; OLIVEIRA, F. C. Doses de lodo de esgoto compostado em produção de tapete de grama esmeralda imperial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1402-1414, 2013.

BARBOSA, J. S.; SILVA, K. C. R.; CARDUCCI, C. E.; SANTOS, K. L.; KOHN, L. S.; FUCKS, J. S. Atributos físico-hídricos de um Cambissolo húmico sob sistema agroflorestal no planalto catarinense. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

BARCELLOS, M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; SILVA, J. C. P. M.; BARBOSA, J. Z. Atributos químicos de Latossolo sob plantio direto adubado com esterco de bovinos e fertilizantes minerais. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 3, p. 263-273, 2015.

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S. ; RESENDE, A. V. ; POLIDORO, J. C. ; BERNARDI, A. C. C. ; OLIVEIRA, F. A. Potássio, Cálcio e Magnésio na Agricultura Brasileira. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Org.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba-SP, IPNI, v. 2, p. 53-65, 2010.

BERTOLAZI, K. B; AFÁZ, D. C. S.; VIANI, R. A. G.; SOUZA, C. F. Viabilidade da aplicação de composto de lodo de esgoto no cultivo inicial de eucalipto. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 72-78, 2017.

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 388-393, 2015a.

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Recuperação da estrutura de um Latossolo vermelho degradado utilizando lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 34-42, 2015b.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M. O.; SILVA, A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOBILE, F. O. Atributos físicos de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar após aplicações de lodo de esgoto e vinhaça. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 738-747, 2006.

CARVALHO, R. M. S. **Estudo da possibilidade de utilização de resíduos de origem agropecuária compostados, em substituição de turfa, na produção de viveiros hortícolas**. 2009. 77 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Instituto Superior de Agronomia, Lisboa - Portugal, 2009.

CELIK, I.; GUNAL, H.; BUDAK, M.; AKPINAR, C. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. **Geoderma**, v. 160, n. 2, p. 236-243, 2010.

CFSEMG. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa-MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 12, p. 87-92.

DAMATTO JUNIOR, E. R. BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 546-549, 2006.

DORTZBACH, D. **Dinâmica de atributos físicos e químicos em solo sob plantio direto adubado com dejetos suínos e ureia**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis-SC, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed., revisada. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

ERNANI, E. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG, SBCS, p. 551–594, 2007.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio no milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 195-205, 2008.

GIÁCOMO, R. G.; ALVES, M. C.; ARRUDA, O. G.; SOUTO, S. N.; PEREIRA, M. G.; MORAES, M. L. T. Atributos químicos de um solo degradado após aplicação de composto orgânico e crescimento de *Mabea fistulifera* Mart. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 754-768, 2019.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A. C.; ANDRADE, D. N. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, v. 6, n. 19, p. 29-35, 2013.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema de plantio direto**. Brasília-DF, Embrapa Agropecuária Oeste, p. 38-49, 1998.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba-SP, Ceres, 1985.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo-SP, Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KIEHL, E. J. **Novo Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba-SP, 1ª edição do autor, 2010. 248p.

KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. 1188p.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica. 1948, 478p.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDULA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1195–1200, 2013.

LOURENZI, C. R.; SCHERER, E. E.; CERETTA, C. A.; TIECHER, T. L.; CANCIAN, A.; FERREIRA, P. A. A.; BRUNETTO, G. Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquido de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 3, p. 233-242, 2016.

MARCHINI, D. C.; LING, T. G. C.; ALVES, M. C.; CRESTANA, S.; SOUTO FILHO, S. N.; ARRUDA, O. G. Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de Latossolo em recuperação sob diferentes tipos de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 574-580, 2015.

MORAES, M. T.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F. Resíduos líquidos de efluentes de agroindústria de carnes na produtividade de girassol. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 843-853, 2012.

MUBARAK, A. R.; ROSENANI, A. B.; ANUAR, A. R.; ZAUYAH, D. S. Effect of incorporation of crop residues on a maize-groundnut sequence in the humid tropics. II. Soil physical and chemical properties. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, n. 12, p. 2343-2364, 2003.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1475-1485, 2007.

OLIVEIRA, J. G. R.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, n. 2, p. 66-80, 2016.

PADILHA JUNIOR, M. C.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A. Attributes of the soil with cactus pear under organic fertilization, different spacings and sampling times. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 7, p. 444-450, 2020.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

PIMENTEL, M. S.; DE-POLLI, H.; LANA, A. M. Q. Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 225-232, 2009.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 2008.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v. 27, p. 29-48, 2003.

RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2).

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; FERNANDES, K. L.; HERMÓGENES, V. T. L. Alterações na estabilidade de agregados de Latossolo e Argissolo em função do manejo, na entrelinha da seringueira (*Hevea brasiliensis*). **Revista Árvore**, v. 38, n. 6, p. 1065-1071, 2014.

RICCI, A. B.; PADOVANI, V. C. R.; JÚNIOR, D. R. P. Uso de lodo de esgoto estabilizado em um solo decapitado. II - Atributos químicos e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 543-551, 2010.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília-DF, Embrapa, 2018.

SCHMITZ, D.; LOSS, A.; LOURENZI, C. R.; MULLER JUNIOR, V.; VEIGA, M.; BRUNETTO, G.; COMIN, J. J. Physical attributes of Humic Cambisol subjected to nitrogen sources in an apple orchard. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 2, p. 316-325, 2017.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; CURTI, N.; DIAS JUNIOR, M. S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia-GO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 159-168, 2009.

SHI, Y.; ZHAO, X.; GAO, X.; ZHANG, S.; WU, P. The effects of long-term fertilizer applications on soil organic carbon and hydraulic properties of a loess soil in China. **Land Degradation & Development**, v. 27, n. 1, p. 60-67, 2016.

SILVA, F. A. S. The ASSISTAT software: Statistical assistance. In: **International conference on computer**, 6, Cancun, 1. Anais... American Society of Agricultural Engineers, 1996, p. 294-298.

SILVA, G. R.; PAULETTO, D.; SILVA, A. R. Dinâmica sazonal de nutrientes e atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 63, 2020.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; JUNIOR, J. D. G. S.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do Solo e Sua Correção na Região do Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. **Práticas de Manejo do Solo para Adequada Nutrição de Plantas no Cerrado**. 1. ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2016. cap. 5, p. 125-190.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa-MG. Editora Aprenda Fácil, 2003, 564p.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. 5th ed. New York, MacMillan, 1993.

VENDRUSCOLO, E. P.; LEAL, A. J. F.; ALVES, M. C.; SOUZA, E. J.; SOUTO FILHO, S. N. Atributos químicos de solo degradado em função da adoção de biochar, culturas de cobertura e residual da aplicação de lodo de esgoto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 3, p. 235-242, 2016.

VILAR, C. C.; COSTA, A. C. S. D.; HOEPERS, A.; SOUZA JÚNIOR, I. G. D. Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio em solos subtropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1059-1068, 2010.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 28, 1936.

YU, Z.; LIU, X.; ZHAO, M.; ZHAO, W.; LIU, J.; TANG, J.; LIAO, H.; CHEN, Z.; ZHOU, S. Hyperthermophilic composting accelerates the humification process of sewage sludge: Molecular characterization of dissolved organic matter using EEM-PARAFAC and two dimensional correlation spectroscopy. **Bioresource Technology**, v. 274, p. 198–206, 2019.

CAPÍTULO 2

FEIJÃO-CAUPI E BANANEIRA EM SISTEMA AGROFLORESTAL SOB DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO

Carlos Augusto Oliveira de Andrade¹; Leonardo Santos Collier²; Wilson Mozena
Leandro²; Tiago Camilo Duarte³

¹ Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

² Professor na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

CAPÍTULO 2: FEIJÃO-CAUPI E BANANEIRA EM SISTEMA AGROFLORESTAL SOB DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO

RESUMO - A adubação orgânica promove melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo e também atua no fornecimento de macro e micronutrientes essenciais às plantas. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de composto orgânico no desempenho agrônomo da cultura do feijão-caupi e da banana cultivados em sistema agroflorestal. O experimento foi conduzido em um SAF composto por Barueiros (*Dipteryx alata* V.), divididos em seis renques de 14 árvores, com cultivo de bananeiras no centro dos renques e feijão-caupi entre as bananas e as árvores. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento com adubação mineral, mais a testemunha sem adubação. Para o feijão-caupi, no momento da colheita foi avaliada a altura de plantas, massa seca da parte aérea, comprimento de vagens, n° de vagens planta⁻¹, n° de grãos vagem⁻¹, n° de grãos planta⁻¹, massa de 100 grãos e produtividade. Para a bananeira, na emissão da inflorescência foi avaliada a altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, n° de folhas e aérea foliar total. Na colheita foi avaliado o n° de frutos cacho⁻¹, n° de pencas cacho⁻¹, n° de frutos penca⁻¹, peso do cacho, peso médio de pencas e produtividade. A dose de 35,8 Mg ha⁻¹ de composto orgânico propiciou a maior produtividade do feijão-caupi, equivalente a adubação mineral. A maior dose de composto orgânico (40 Mg ha⁻¹) propiciou a maior produtividade da bananeira, superando a adubação mineral. O índice de equivalência de área apresenta vantagem produtiva para o sistema agroflorestal, com aumento da eficiência à medida que se aumenta as doses de composto orgânico. O composto orgânico formado por biomassa de cana-energia e esterco bovino demonstra potencial como fertilizante orgânico na cultura do feijão-caupi e da bananeira cultivadas em sistema agroflorestal, podendo substituir a adubação mineral na nutrição dessas culturas.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, *Musa* spp., fertilizante orgânico, sistema conservacionista.

ABSTRACT - Organic fertilization promotes improvements in the physical, chemical and biological characteristics of the soil and also acts in the supply of essential macro and micronutrients to plants. In this sense, the objective of the present study was to evaluate the effect of doses of organic compost on the agronomic performance of cowpea and banana cultivated in an agroforestry system. The experiment was conducted in a SAF composed of Barueiros (*Dipteryx alata* V.), divided into six rows of 14 trees, with banana cultivation in the center of the rows and cowpea between bananas and trees. The experimental design was in randomized blocks with 6 treatments and 4 repetitions. The treatments consisted of four doses of organic compost (5, 10, 20 and 40 Mg ha⁻¹), a treatment with mineral fertilization, plus the control without fertilization. For cowpea, the height of plants, dry mass of the aerial part, length of pods, n° of pods plant⁻¹, n° of grains pod⁻¹, n° of grains plant⁻¹, mass of 100 grains and productivity. For the banana tree, in the inflorescence

emission, plant height, pseudostem diameter, n° of leaves and total leaf aerial were evaluated. At harvest, the n° of fruit bunch⁻¹, n° of penca bunch⁻¹, n° of fruit penca⁻¹, weight of bunch, average weight of pencas and productivity were evaluated. The dose of 35.8 Mg ha⁻¹ of organic compost provided the highest productivity of cowpea, equivalent to mineral fertilization. The highest dose of organic compost (40 Mg ha⁻¹) provided the highest banana yield, surpassing mineral fertilization. The organic compost formed by energy cane biomass and cattle manure shows potential as an organic fertilizer in the cultivation of cowpea and banana cultivated in an agroforestry system, being able to substitute the mineral fertilization in the nutrition of these cultures.

Keywords: *Vigna unguiculata*, *Musa* spp., organic fertilizer, conservationist system.

4.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são formas de cultivos de espécies florestais em consórcio, sucessão ou rotação com culturas agrícolas, que favorece maior interação entre as espécies, aumenta a biodiversidade vegetal e propicia o uso mais eficiente dos nutrientes e da água do solo (Arruda, 2017). Além disso, apresenta-se como alternativa promissora de uso do solo, por proporcionar maior cobertura, promover a ciclagem de nutrientes a partir da ação de sistemas radiculares diversos e propiciar contínuo aporte de matéria orgânica, visando sempre à sustentabilidade do sistema de produção (Schroth, 2002).

Esses sistemas podem ser uma alternativa econômica viável para os agricultores, pois propicia o convívio de cultivos e atividades diversificadas, permitindo que alimentos, madeira e energia sejam produzidos no mesmo espaço, ao mesmo tempo em que se mantém a biodiversidade local. O agricultor, principalmente o familiar ao trabalhar com o SAF tem como ponto positivo a autossuficiência em mudas, plantas frutíferas, medicinais e alimentícias que contribuem diretamente para consolidação de um sistema sustentável, agregando valor à propriedade e trazendo rentabilidade econômica (Castro et al., 2012; Silva et al., 2014; Cândido et al., 2016).

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das culturas agrícolas que possui grande potencial para o cultivo em SAFs. Esta espécie é cultivada em grandes sistemas monoculturais e também de forma extrativista, porém, mostra adaptabilidade quando em consórcio com espécies arbóreas, pelo fato de ser tolerante ao sombreamento (Nair, 1989). O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é outra cultura com potencial, pois é uma leguminosa de ciclo curto, eficiente em fixar o nitrogênio do ar por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, nutriente essencial tanto para a cultura quanto para o sistema (Melo et al., 2003) e o sombreamento parcial parece não afetar sua assimilação de

carbono (Cavalcante et. al., 2005). No entanto, os consórcios presentes nos SAFs, podem intensificar o consumo de nutrientes para atender as demandas nutricionais das culturas, aumentando a dependência de fertilizações externas.

O aporte de nutrientes nesses sistemas pode ser realizado por meio do uso de fertilizantes orgânicos, que tenham como matéria-prima, preferencialmente, resíduos da propriedade ou materiais abundantes na região, que sejam de fácil acesso e baixo custo. Esses materiais transformados por meio do processo de compostagem podem tornar o agricultor independente da aquisição de fertilizantes minerais e fornecer produtos rentáveis e de qualidade (Alcântara, 2016). Vale ressaltar que é um método sustentável, gerando menores impactos ao ambiente em razão da ciclagem de carbono e nutrientes (Müller et al., 2020).

A prática da adubação orgânica vem crescendo no Brasil, principalmente, nas pequenas e médias propriedades rurais (Soares et al., 2017). O esterco animal costuma ser o principal adubo orgânico utilizado pelos agricultores, porém, é insuficiente para suprir a demanda das culturas agrícolas na época do plantio (Silva et al., 2007). Nesse contexto, a utilização de material vegetal de plantas com grande potencial de produção de biomassa associado ao esterco animal, por meio do processo de compostagem, podem aumentar o volume de adubo orgânico requerido e atender as exigências nutricionais das culturas. A utilização de compostos orgânicos aplicados ao solo promove melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo e também atua no fornecimento de macro e micronutrientes essenciais às plantas (Dutra et al., 2012).

Um exemplo promissor de matéria-prima é a cana-energia, melhorada a partir da cana-de-açúcar para produção de energia limpa, apresenta grande potencial de produção de biomassa com média de 180 Mg ha⁻¹ por corte, chegando a produzir até 10 cortes por ciclo, sendo 2 vezes mais produtiva que a cana convencional (CTBE, 2017). Além disso, são plantas menos exigentes em água e nutrientes, adapta a diversos tipos de solo e apresenta maior resistência a pragas e doenças, resultando em maior eficiência em seu cultivo (Carvalho Netto et al., 2014).

Na literatura existem vários trabalhos mostrando o potencial de utilização da adubação orgânica em diversas culturas (Damatto Junior et al., 2011; Almeida et al., 2015; Soares et al., 2017), entretanto, para culturas cultivadas de maneira consorciada e integrada como ocorre em SAF, os estudos para essa finalidade são escassos. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de composto orgânico no

desempenho agrônomo da cultura da banana e do feijão-caupi cultivados em sistema agroflorestal no cerrado.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campus experimental da escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, localizada em Goiânia, Goiás, Brasil, dentre às coordenadas 16°35'11" S e 49°16'47" O, com altitude média local de 730 m. O clima da região é do tipo Aw (Megatérmico), típico de savanas, com invernos secos e verões chuvosos, segundo a classificação de Köppen (1948). A média anual de precipitação é de 1600 mm, com temperatura mínima e máxima anual de 15,2 e 30,4 °C, respectivamente. Os dados climáticos referentes a temperaturas máximas e mínimas, e precipitação durante o período experimental, registrados na Estação Meteorológica da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA-UFG), estão descritos na Figura 2.1.

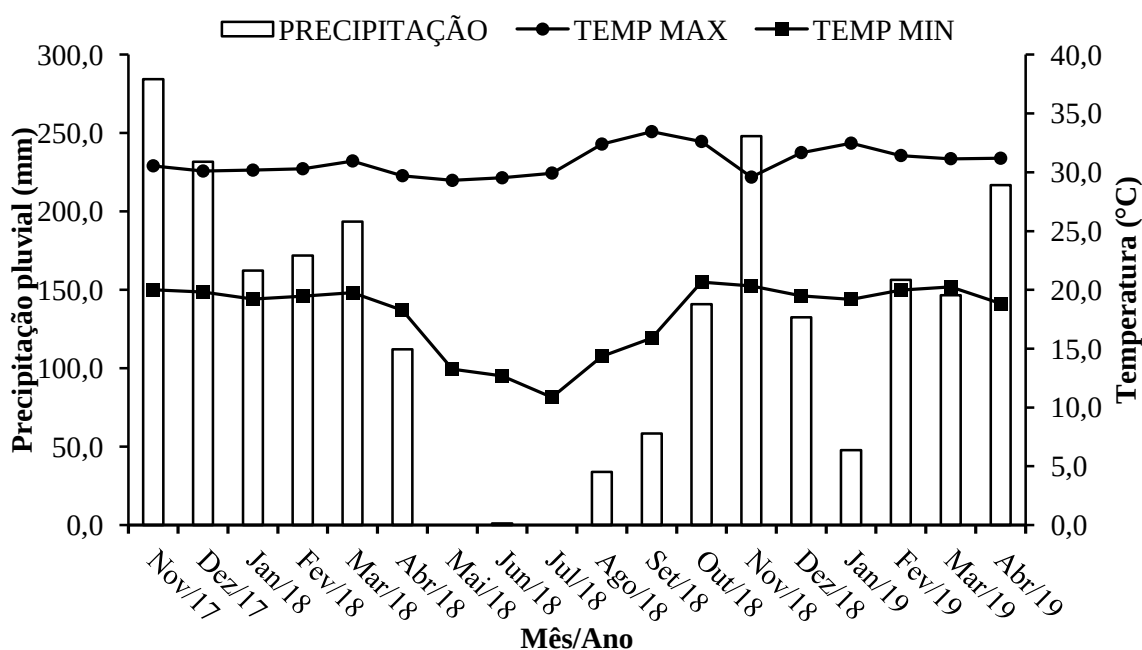


Figura 2.1. Dados mensais de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2017/2019.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura argilo-arenosa, A moderado e relevo plano, de acordo com as normas estabelecidas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). Antes da implantação do experimento, foram coletadas aleatoriamente na área, 10 subamostras de solo na profundidade 0-0,20 m, com auxílio de um trado tipo caneco. Essas subamostras foram homogeneizadas perfazendo uma amostra composta e foi

encaminhada ao laboratório para análises de caracterização química e granulométrica do solo (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental na profundidade 0-0,20 m. Goiânia – GO, 2017.

pH	M.O.	P ⁽¹⁾	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V	m	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	g kg ⁻¹	-mg dm ⁻³ -											
4,42	14,2	1,5	30,5	0,6	0,3	0,4	3,5	4,6	23,2	27,7	400	60	540

⁽¹⁾Mehlich I

O experimento foi conduzido em um pomar de barueiros (*Dipteryx alata* V.) composto por oitenta e quatro árvores, divididas em seis renques de 14 árvores, com altura média de 9,2 m e espaçamento de 3,0 m entre árvores e 6,0 m entre renques, implantado no ano de 2006. Não foi realizado manejo de adubação na espécie arbórea e a área entre os renques permaneceu com vegetação espontânea até o ano de 2010. Em outubro desse mesmo ano, a área foi transformada em um sistema agroflorestal (SAF), com a inserção de plantas de cobertura (*Cajanus cajan*, *Stylosanthes* spp. e *Panicum maximum*), cultivadas entre os renques das árvores. Após quatro anos, foram iniciados cultivos consorciados de plantas de cobertura com culturas agrícolas, sendo implantado milho na safra 2014-2015 e a cultura da banana a partir de 2015.

As bananeiras (cultivar BRS Conquista) foram plantadas em covas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m no centro dos renques dos barueiros, com espaçamento de 2,0 m entre plantas e 3,0 m de distância das árvores, sendo realizada na fase de implantação da cultura a correção do solo e adubação de plantio de acordo com Sousa e Lobato (2004). O primeiro ciclo de produção das bananeiras foi colhido entre Maio e Outubro de 2017, com produção média de frutos de 8,8 Mg ha⁻¹. Após a colheita todo material vegetal da “planta-mãe” foi cortado e depositado ao solo, sendo preservadas “plantas filhas” para o segundo ciclo de produção (Alves et al., 2004).

Antes da implantação do experimento, em agosto de 2017, as árvores de Baru foram podadas, sendo retirados os galhos adjacentes ao tronco principal até a metade da altura total da árvore, compreendendo um nível de poda de aproximadamente 50% da copa. Esse manejo foi realizado com objetivo de aumentar a incidência de luz solar no interior do SAF, para a viabilização do cultivo das culturas.

Durante todo o período experimental, com auxílio de um luxímetro, entre 12:00 e 13:00 horas foram realizadas medições mensais de luminosidade dentro e fora do

SAF. As leituras foram feitas em 27 pontos aleatórios na área (3 a pleno sol e 24 no interior do SAF), a 1 m de altura em relação ao solo. De posse dos valores foi calculado o índice de luminosidade relativa (ILR), obtido a partir da expressão $ILR (\%) = (\text{luz no interior do SAF} / \text{luz a pleno sol}) \times 100$, descritos na Figura 2.2 (Schumacher & Poggiani, 1993).

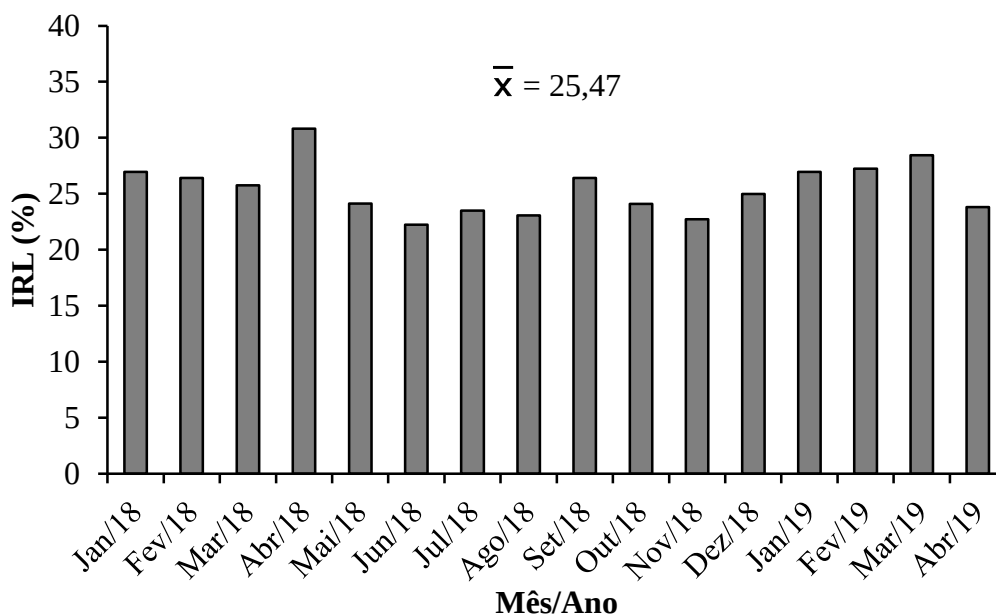


Figura 2.2. Dados mensais de índice de luminosidade relativa no interior do SAF, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2018/2019.

O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses crescentes de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento padrão com adubação mineral, mais a testemunha com ausência de adubação. Foi utilizada como referência para a confecção dos tratamentos orgânicos a dose média de composto orgânico (10,0 Mg ha⁻¹ em base seca) recomendada para maioria das culturas segundo CFSEMG (1999) e, a partir desse valor as doses variaram em 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 vezes o valor da recomendada. A adubação mineral foi calculada de acordo com a análise de solo da área (Tabela 2.1) e as exigências das culturas (Ribeiro, 2002; Sousa e Lobato, 2004).

O experimento foi instalado entre os renques dos barueiros, de maneira que cada unidade experimental permaneceu paralela a duas árvores, com duas bananeiras ao centro. As unidades experimentais foram constituídas de 5,0 m de largura por 6,0 m de comprimento, perfazendo uma área de 30,0 m², no entanto, foi considerado como área útil

o total de 20,0 m², desprezando 1,0 m das extremidades. A área total do experimento foi de 720,0 m².

O composto orgânico foi produzido a partir da biomassa de cana-energia (fonte de carbono) + esterco bovino (fonte de nitrogênio), na proporção de 75% de material vegetal e 25% de esterco, submetidos ao processo de compostagem aeróbico. Os materiais orgânicos foram misturados e acondicionados em composteiras construídas de tijolos, com dimensões de 3,0 x 1,0 x 0,5 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. Durante o processo de compostagem, foram realizados revolvimentos e regas semanais no material para a manutenção da aeração e umidade no interior da massa. Ao final de 70 dias o composto encontrava-se estabilizado, sendo coletadas em cada composteira, seis amostras simples em diferentes pontos do composto, as quais foram homogeneizadas para formar uma amostra composta e enviadas ao laboratório para a caracterização química do material (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Caracterização química do composto orgânico de cana energia e esterco bovino. Goiânia – GO, 2017.

		M.O.	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
pH	C/N	-----dag kg ⁻¹ -----								-----mg kg ⁻¹ -----			
7,3	19:1	62,5	36,2	1,9	0,44	1,34	0,13	0,27	0,32	550	1800	29	76

No mês de novembro de 2017 foi realizada a calagem da área com aplicação de 1,93 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (CaO=36%; MgO=15%; PN=98%; PRNT=92,54%), com objetivo de corrigir o solo e elevar a saturação por bases para 60%. O calcário foi aplicado a lanço em área total e incorporado com enxada rotativa nos primeiros 0,20 m de solo. Para a recomendação utilizou-se o método da neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ (Alvarez V. e Ribeiro, 1999). Logo em seguida foi realizada a aplicação das doses de composto orgânico, de maneira manual, com distribuição uniforme sobre a superfície do solo em toda a área das unidades experimentais correspondentes. As quantidades estimadas de cada nutriente em função das doses de composto orgânico aplicado ao solo estão apresentadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Quantidades estimadas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) adicionados ao solo em cada dose de composto orgânico. Goiânia – GO, 2018.

Doses de composto	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
-------------------	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----

orgânico (Mg ha ⁻¹)	-----Kg ha ⁻¹ -----									
5	95,0	22,0	67,0	6,5	13,5	16,0	2,75	9,0	0,145	0,38
10	190,0	44,0	134,0	13,0	27,0	32,0	5,5	18,0	0,29	0,76
20	380,0	88,0	268,0	26,0	54,0	64,0	11,0	36,0	0,58	1,52
40	760,0	176,0	536,0	52,0	108,0	128,0	22,0	72,0	1,16	3,04

O feijão-caupi foi semeado em dezembro de 2017, no espaço compreendido entre as bananeiras e os barueiros. A cultivar utilizada foi a BRS Guariba, inoculada com *Bradyrhizobium sp.*, semia 587 e semia 6462, na dose de 100 g para cada 25 kg de semente, no momento da semeadura. O plantio foi realizado de forma manual, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 12 sementes por metro linear. Após 15 dias da emergência foi realizado o desbaste, mantendo 8 plantas por metro linear, estimando uma população de 160.000 plantas por hectare.

Para o tratamento adubação mineral, foram aplicados no sulco de plantio do feijão-caupi 80,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20,0 kg ha⁻¹ de K₂O. Nas bananeiras foi realizada a adubação de cobertura, com aplicação de 150,0 g planta⁻¹ de N, 60,0 g planta⁻¹ de P₂O₅ e 180,0 g planta⁻¹ de K₂O, parcelados aos 30, 60 e 90 dias após o início do 2º ciclo de produção. Os fertilizantes utilizados como fontes de N, P₂O₅ e K₂O, foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Para avaliação do efeito das doses de composto orgânico e adubação mineral no desempenho agrônomo do feijão-caupi, aos 90 dias após plantio, no momento da colheita (estádio fenológico R5 – 90% das vagens secas), foram coletadas 10 plantas nas 4 linhas centrais da parcela, localizadas entre as bananeiras e as árvores de Baru, desprezando 1,0 m de bordadura das suas extremidades e avaliada a AP - altura de plantas (determinada mediante medição da distância do coleto ao ápice das plantas), MSPA - massa seca da parte aérea (retirada subamostra e encaminhada para estufa de ventilação forçada de ar a 60°C até massa constante), CVG - comprimento de vagens, NVGP - número de vagens por planta, NGVG - número de grãos por vagens, NGP - número de grãos por planta e M100 – massa de 100 grãos (valores corrigidos para o teor de água de 13%). Ao final foi estimada a produtividade de grãos (PROD), obtida da massa de grãos por parcela e transformada em kg ha⁻¹, corrigida para o teor de água de 13%.

Para as bananeiras, na ocasião da emissão da inflorescência foram realizadas as seguintes avaliações: ALT – altura de plantas (distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da inflorescência), DM – diâmetro do pseudocaule (determinado com o auxílio de

um paquímetro a 30 cm do solo), NFL - número de folhas úteis por planta e AFT – área foliar total, determinada na terceira folha útil da planta, através da equação [1]:

$$AFT = C \times L \times 0,8 \times N \times 0,662 \quad [1]$$

Onde: AFT (m²) é a área foliar total determinada a campo, C (m) é o comprimento da folha, L (m) é a largura do centro da folha, N é o número de folhas úteis, 0,8 e 0,662 são fatores de correção (Kumar et al., 2002). O florescimento foi admitido quando as plantas apresentaram inflorescência visível no topo da roseta foliar.

Na colheita (realizada de janeiro a abril de 2019) foram determinados os componentes de produção das bananeiras: NFC - número de frutos por cacho, NPC - número de pencas por cacho, NFP - número de frutos por penca, PC - peso do cacho, PP - peso médio de pencas e PRD – produtividade (Mg ha⁻¹). A colheita do cacho foi realizada em função da mudança de coloração verde intenso para verde claro e pela presença de quinas menos acentuadas nos frutos (Donato et al., 2006).

Ao final, com as produtividades das culturas inseridas no SAF (feijão-caupi, banana e baru), foi determinado o índice de equivalência de área (IEA) para cada tratamento, através da equação [2]:

$$IEA = \frac{CB}{MB} + \frac{CF}{MF} + \frac{CBR}{MBR} \quad [2]$$

Onde: CB é a produtividade da banana no SAF; MB é a produtividade média goiana da banana em monocultivo 14,0 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2019); CF é a produtividade do feijão-caupi no SAF; MF é a produtividade regional média do feijão-caupi em monocultivo 1.095 Kg ha⁻¹ (Embrapa, 2019); CBR é a produtividade média dos frutos do Baru no SAF (quantificado pela contagem dos frutos e pesagem das amêndoas nas árvores produtivas do sistema), ao qual apresentou 60% da população de árvores produtivas com média de 86 frutos por árvore, com a amêndoa pesando aproximadamente 20 g, resultando em uma estimativa de 572,76 Kg ha⁻¹ de amêndoas; MBR é a produtividade média dos frutos do baru solteiro (quantificado em árvores fora do sistema), com 54,5% de árvores produtivas e 134 frutos por árvore, apresentando peso de 18 g por amêndoa, o que resulta em 730,8 Kg ha⁻¹. O IEA indica o número de hectares necessário para que as produções dos monocultivos se igualem às de 1 hectare das culturas em associação (Vieira, 1984).

Os dados, com exceção do IEA, foram submetidos à análise de variância (Anova) e quando significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, foi realizada a

análise de regressão para as doses de composto orgânico e o teste de Dunnett ($p < 0,05$) na comparação do tratamento adubação mineral com os tratamentos adubação orgânica.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Desempenho agrônômico do feijão-caupi

Na comparação da adubação mineral com cada dose de adubação orgânica e com a testemunha, foram verificadas diferenças significativas para altura de plantas (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), número de vagens por planta (NVGP), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD) (Tabela 2.4).

A adubação mineral indicou o maior valor de AP (65,4 cm) diferindo do tratamento sem adubação e de todas as doses de composto orgânico (Tabela 2.4). Essa superioridade constatada foi de aproximadamente 43, 28, 22, 13 e 11% maior que as obtidas para as doses 0, 5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹ de composto, respectivamente. A mesma resposta foi verificada para a MSPA, contudo, não foi constatada diferença significativa na comparação da adubação inorgânica com a maior dose (40 Mg ha⁻¹) de adubação orgânica (Tabela 2.4). Valores médios similares aos obtidos no presente estudo foram observados por Santana et al. (2018), estudando doses de biofertilizante orgânico e adubação com NPK no crescimento do feijão-caupi, encontraram valores de AP variando de 43,14 a 72,5 cm e de MSPA entre 3,28 e 7,68 g. No entanto, esses mesmos autores observaram resultados contrários aos verificados neste trabalho, com desempenho superior em AP e MSPA para as maiores doses de biofertilizante.

Tabela 2.4. Altura de plantas (AP), comprimento de vagem (CVG), massa seca da parte aérea (MSPA), massa de 100 grãos (M100), número de vagens por planta (NVGP), número de grãos por vagem (NGVG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD) de feijão-caupi submetido a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2018.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	AP -----cm-----	CVG	MSPA -----g-----	M100	NVGP -----unidade-----	NGVG	NGP	PROD kg ha ⁻¹
0	45,7 ⁽⁻⁾	18,5	4,59 ⁽⁻⁾	16,9	2,27 ⁽⁻⁾	8,97	20,6 ⁽⁻⁾	559,4 ⁽⁻⁾
5	50,9 ⁽⁻⁾	18,3	4,85 ⁽⁻⁾	17,3	2,75 ⁽⁻⁾	8,83	24,2 ⁽⁻⁾	612,2 ⁽⁻⁾
10	53,5 ⁽⁻⁾	18,7	5,55 ⁽⁻⁾	17,2	2,87 ⁽⁻⁾	10,1	28,6 ⁽⁻⁾	757,8 ⁽⁻⁾

20	57,8 ⁽⁻⁾	19,3	7,31 ⁽⁻⁾	18,8	3,65	9,75	35,5	919,4
40	59,1 ⁽⁻⁾	19,2	8,36	18,1	4,17	9,69	40,4	983,7
Mineral	65,4	19,5	8,91	18,3	3,92	9,98	39,2	1062,3
Teste F	28,0**	1,87 ^{ns}	23,5**	3,96*	15,1**	1,94 ^{ns}	19,4* *	31,7**
CV (%)	4,71	3,44	11,6	4,03	11,7	7,84	11,8	8,92

CV = coeficiente de variação; ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F; médias seguidas por ⁽⁻⁾ foram inferiores à testemunha padrão (inorgânico), pelo teste de Dunnett ($p>0,05$).

Para os parâmetros número de vagens por planta (NVGP), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD), a adubação inorgânica apresentou desempenho superior em relação às menores (0, 5 e 10 Mg ha⁻¹) e semelhante para as maiores (20 e 40 Mg ha⁻¹) doses de composto orgânico (Tabela 2.4). Por outro lado, para as variáveis comprimento de vagem (CVG), massa de 100 grãos (M100) e número de grãos por vagens (NGVG) não houve diferenças entre a adubação mineral e as doses de adubação orgânica. Segundo Cavalcante et al. (2017), os parâmetros CVG e NGVG estão atrelados às características genotípicas de cada cultivar, portanto, são de difícil alteração, além disso possuem relação direta, ao passo que, vagens maiores possuem maior número de grãos e vice versa. O mesmo acontece com M100, sendo uma característica intrínseca da cultivar, ocorrendo variações mínimas para esse parâmetro (Pereira et al., 2015).

A cultura do feijão-caupi apresenta desempenhos positivos quando submetida à utilização de fontes orgânicas. Teixeira Filho et al. (2015), estudando o efeito da adubação orgânica (esterco bovino) e química (NPK) na produção de duas cultivares de feijão-caupi (IPEAN V-69 e BR 8 Caldeirão) no inverno amazônico, verificaram que a produtividade das cultivares no tratamento orgânico foi em média 2,8 vezes maior que no químico. Costa (2020) avaliando a viabilidade do uso do composto orgânico com bagana de carnaúba e coco verde na adubação do feijão-caupi, constatou respostas satisfatórias no crescimento, fisiologia, nutrição e produção da cultura e concluiu que o composto é uma alternativa viável para a substituição ou complementação à adubação química.

As respostas obtidas para as variáveis de crescimento e rendimento do feijão-caupi, podem ser explicadas em função da solubilidade e disponibilidade dos nutrientes presentes nos adubos químicos e orgânicos. Provavelmente, a maior solubilidade dos adubos químicos em relação aos orgânicos, principalmente para os elementos N e P, possibilitou aumento na disponibilidade inicial de nutrientes para as plantas, o que resultou

em maior desenvolvimento (Lourenço et al., 2013). No entanto, mesmo com liberação lenta de nutrientes provenientes das fontes orgânicas, o composto em suas maiores doses (20 e 40 Mg ha⁻¹) proporcionou nutrição equivalente ao químico com produtividades semelhantes.

De acordo com Freitas et al. (2012), a adubação orgânica possui capacidade de suprir as carências nutricionais das plantas por um período de tempo maior do que a adubação química, isso ocorre devido a forma de liberação lenta dos nutrientes pelos adubos orgânicos, fazendo com que os efeitos na planta ocorram de forma mais gradual ao longo do seu ciclo. Ademais, Bulluck et al. (2002) afirmam que, adubos orgânicos agem como condicionadores do solo, melhorando os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, podendo apresentar produtividades para as culturas superiores aos fertilizantes químicos.

A partir da análise de regressão foi observado que as doses crescentes de composto orgânico proporcionaram respostas positivas no desenvolvimento do feijão-caupi. Para a variável AP, houve ajuste quadrático dos dados, em que o aumento das doses de composto estimulou o crescimento das plantas, obtendo o valor máximo de 60 cm com a dose estimada de 31,6 Mg ha⁻¹ (Figura 2.3A). Em relação à MSPA, foi verificado ajuste linear dos dados, com aumento na ordem de 2,15 g para cada 10 Mg ha⁻¹ de composto adicionado ao solo (Figura 2.3B). Esse ajuste linear positivo também foi constatado para o NVGP com valores variando de 2,4 a 4,3 unidades para as doses 0 e 39,7 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, respectivamente (Figura 2.3C). Dessa forma, estima-se que, para cada 10 Mg ha⁻¹ de composto adicionado ao solo, houve aumento de 1,07 vagens na planta.

Os dados de NGP apresentaram ajuste quadrático positivo, com aumento máximo de 40,5 grãos com dose estimada de 39,7 Mg ha⁻¹ (Figura 2.3D). Do mesmo modo, o M100 obteve ajuste quadrático das médias, onde o peso máximo de grãos foi de 18,5 g correspondendo a dose de 28,0 Mg ha⁻¹, com decréscimos mínimos a partir desse valor (Figura 2.3E). Essas respostas verificadas para os componentes de rendimento do feijão-caupi em função da adubação com doses crescentes de composto orgânico, influenciaram na estimativa da produtividade de grãos, devido à relação direta entre esses parâmetros, dessa forma, a PROD apresentou também crescimento quadrático positivo, com produtividade máxima de 993,5 Mg ha⁻¹ para a dose 35,8 Mg ha⁻¹ de composto (Figura 2.3F).

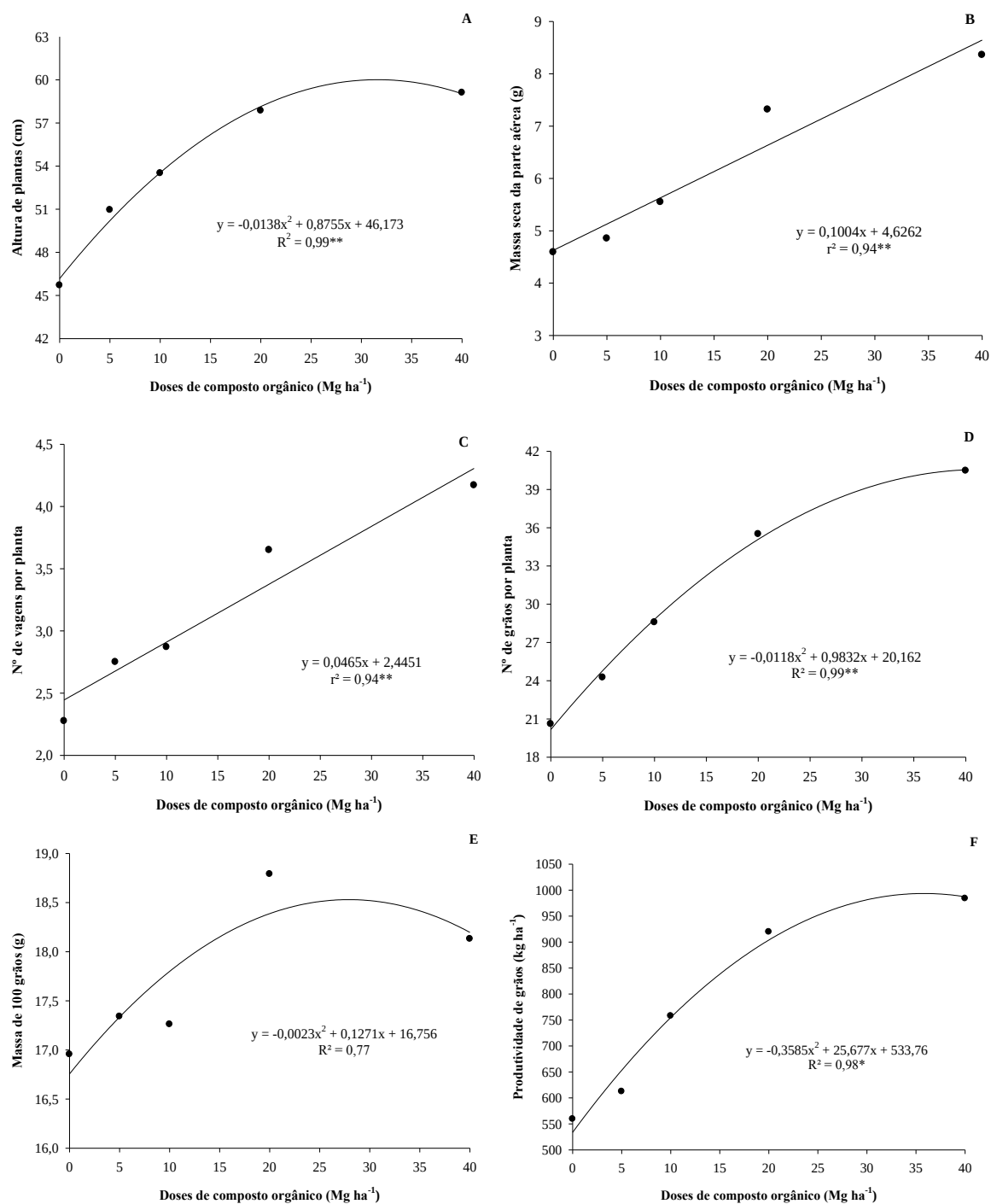


Figura 2.3. Altura de plantas – AP (A), massa seca da parte aérea – MSPA (B), número de vagens por planta – NVGP (C), número de grãos por planta – NGP (D), massa de 100 grãos - M100 (E) e produtividade – PROD (F) de feijão-caupi cultivado em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2017/2018.

Resultados semelhantes foram observados por Adeyoe et al. (2011), trabalhando com esterco bovino, esterco de aves e a união de ambos no crescimento e

produtividade do feijão-caupi, obtiveram maiores respostas para os tratamentos orgânicos quando comparados a testemunha, com destaque para o esterco de aves, indicando o maior valor de AP (32,5 cm) e PROD (854,0 Mg ha⁻¹), sendo inferiores aos observados neste estudo. Rebouças et al. (2010), avaliando o crescimento do feijão-caupi em função de doses (0, 25, 50, 75 e 100%) de biofertilizante líquido de esgoto doméstico tratado, observaram aumento da MSPA com o aumento das doses, com valores variando entre 4,59 g (dose 0%) e 9,54 g (dose 100%) equivalentes aos indicados neste trabalho. Azevedo et al. (2015) ao estudar a produção de feijão-caupi utilizando esterco bovino e biofertilizante a base de diferentes resíduos vegetais e animais em solo com ou sem cobertura morta, verificaram que as plantas adubadas com os fertilizantes orgânicos produziram em média duas vezes mais NVGP, maior NGP e PROD que o tratamento controle, com valores desse último variando de 550 a 1093 Mg ha⁻¹, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Segundo Pereira et al., (2015) compostos orgânicos com relação C/N inferior a 25 e C/P inferior a 200, como o utilizado neste trabalho (Tabela 2.2), liberam a maior parte do N e do P no primeiro ano da aplicação. Provavelmente, o feijão-caupi não aproveitou todo o N e P presente no fertilizante orgânico, devido ao fato de seu ciclo ser curto (90 dias), ficando boa parte desses nutrientes a serem disponibilizados para cultivos subsequentes. No entanto, a dose de 35,8 Mg ha⁻¹ de composto foi capaz de disponibilizar quantidades satisfatórias de N e P e demais nutrientes para suprir a demanda do feijão-caupi, atingindo seu ponto de máxima produtividade em cultivo agroflorestal.

4.3.2. Desempenho agrônômico da Bananeira

Na comparação da adubação mineral com cada dose de adubação orgânica e com a testemunha, foram verificadas diferenças significativas para altura de plantas (ALT), diâmetro do pseudocaule (DM), área foliar total (AFT), número de frutos por cacho (NFC), peso do cacho (PC), peso médio de pencas (PP) e produtividade (PRD) (Tabela 2.5).

Para a variável ALT, a adubação química indicou a maior média (3,21 m), sendo estatisticamente superior ao tratamento testemunha e todas as doses de adubação orgânica. Quanto ao DM, apenas o tratamento testemunha e a menor dose de composto (5 Mg ha⁻¹) apresentaram médias inferiores ao tratamento químico, sendo constatado para as demais doses respostas semelhantes. O mesmo efeito foi verificado para a AFT, no entanto, a adubação química foi superior apenas para o tratamento sem adubação (dose 0),

não sendo constatado, portanto, diferenças significativas entre a adubação química e as doses de composto orgânico (Tabela 2.5).

Tabela 2.5. Altura de plantas (ALT), diâmetro do pseudocaule (DM), área foliar total (AFT), número de folhas (NFL), número de frutos por cacho (NFC), número de pencas por cacho (NPC), número de frutos por penca (NFP), peso do cacho (PC), peso médio de pencas (PP) e produtividade (PRD) de bananeiras submetidas a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2017/2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	ALT m	DM cm	AFT m ²	NFL	NFC	NPC	NFP	PC	PP	PRD
				-----unidade-----				-----kg-----		Mg ha ⁻¹
0	3,00 ⁽⁻⁾	21,9 ⁽⁻⁾	10,7 ⁽⁻⁾	13,2	149,7 ⁽⁻⁾	9,75	15,5	4,72 ⁽⁻⁾	0,45 ⁽⁻⁾	3,93 ⁽⁻⁾
5	2,93 ⁽⁻⁾	22,2 ⁽⁻⁾	11,8	13,5	154,0 ⁽⁻⁾	10,5	15,0	6,27 ⁽⁻⁾	0,60 ⁽⁻⁾	5,23 ⁽⁻⁾
10	2,95 ⁽⁻⁾	22,4	11,6	13,2	150,5 ⁽⁻⁾	10,5	15,1	7,58 ⁽⁻⁾	0,73	6,32 ⁽⁻⁾
20	2,96 ⁽⁻⁾	23,8	13,6	13,2	186,2	12,2	15,2	13,2	1,09	11,0
40	2,93 ⁽⁻⁾	24,2	14,6	13,7	224,5	13,5	15,7	14,3 ⁽⁺⁾	1,05	11,9 ⁽⁺⁾
Mineral	3,21	24,2	13,9	13,0	201,0	12,0	15,7	11,1	0,91	9,26
Teste F	5,9**	5,1**	5,5**	0,4 ^{ns}	8,4**	4,1*	0,2 ^{ns}	33,4**	12,8**	33,4**
CV (%)	2,95	4,02	10,2	6,22	12,1	12,1	9,74	14,2	17,8	14,2

CV = coeficiente de variação; ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F; médias seguidas por ⁽⁺⁾ e ⁽⁻⁾ foram superiores e inferiores à testemunha padrão (inorgânico), pelo teste de Dunnett (p>0,05), respectivamente.

O maior valor de ALT verificado para o tratamento químico pode estar relacionado com a maior solubilidade do fertilizante químico, que proporcionou nutrientes prontamente disponíveis, principalmente o nitrogênio (N), durante o período de desenvolvimento vegetativo da cultura. O que influenciou também o DM e AFT, devido à correlação entre essas características morfológicas (Lessa et al., 2012). Segundo Borges et al., (2002) o N é importante para o crescimento vegetativo da bananeira, com maior expressividade do início da emissão das folhas até a emissão da inflorescência, que ocorre entre o 7º e 10º mês após plantio, posteriormente a esse período há redução da absorção até a colheita.

De acordo com Bolfarini (2018), o porte mais alto das bananeiras é indesejável sob o ponto de vista fitotécnico, ocasionando dificuldade na colheita dos cachos e maior susceptibilidade ao tombamento pela ação de ventos fortes. No entanto, Guimarães et al.,

(2014) afirmam que a altura e o diâmetro do pseudocaule se correlacionam positivamente com as características de produção, podendo ser utilizados como indicativo vegetativo e prático para estimativa do vigor e produtividade das bananeiras.

Em relação ao NFC, não foi observada diferenças significativas entre a adubação química e as maiores doses (20 e 40 Mg ha⁻¹) de composto orgânico, contudo, na comparação com as doses 0, 5 e 10 Mg ha⁻¹, a adubação química mostrou superioridade, com 51, 47 e 50 frutos a mais por cacho, respectivamente. Essa mesma resposta foi verificada para a variável PP, com exceção da dose 10 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, que mostrou média semelhante ao tratamento químico (Tabela 2.5).

O PC também foi influenciado pela adubação química e pelas diferentes doses de composto orgânico aplicado sobre o solo. Para esse componente, o tratamento químico indicou média de 11,1 kg, superior à testemunha (dose 0) e as menores doses de composto orgânico (5 e 10 Mg ha⁻¹), e inferior a maior (40 Mg ha⁻¹). A mesma resposta foi observada para PRD da cultura, devido à relação direta entre essas duas variáveis, com produtividade estimada para o tratamento químico de 9,26 Mg ha⁻¹, sendo superior as doses 0, 5 e 10 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, equivalente a dose 20 Mg ha⁻¹ e inferior a dose 40 Mg ha⁻¹, ao qual indicou a maior produtividade com 11,9 Mg ha⁻¹ (Tabela 2.5).

Esses aumentos verificados nos componentes de rendimento e produtividade das bananeiras, para a maior dose de composto orgânico em relação à adubação mineral, pode estar relacionado com o maior fornecimento de nutrientes aplicados via composto, com 760, 176, 536 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P e K, respectivamente (Tabela 2.3), sendo disponibilizados para as plantas gradualmente durante seu ciclo. Segundo Kiehl (1985), os adubos orgânicos podem ser excelentes fornecedores de todos os nutrientes necessários às plantas, contudo, necessitam ser empregado em doses elevadas, devido estarem em baixas concentrações.

Silva et al., (2019) avaliando cultivares de bananeiras em condições edafoclimáticas idênticas a deste estudo, verificaram para a BRS Conquista no 2º ciclo de produção peso médio de pencas com 1,07 kg e produtividade de 11,49 Mg ha⁻¹, equivalentes a encontrada neste trabalho para a maior dose de adubação orgânica. Devido et al., (2017), estudando o desempenho agrônômico da bananeira BRS Conquista em um sistema agroflorestal regenerativo, obtiveram número médio de pencas por cacho de 11,5 e produtividade de 10,8 Mg ha⁻¹, semelhante as indicadas para o tratamento químico e as maiores doses orgânicas desta pesquisa. Ademais, Ribeiro et al., (2013) avaliando o

desempenho de variedades de bananas pertencentes ao mesmo grupo genômico (AAB) da BRS Conquista em manejo convencional e orgânico de cultivo, não observaram diferenças entre os sistemas de manejo na produtividade das variedades. De maneira geral, os resultados do presente trabalho evidenciam que o uso do composto orgânico em suas maiores doses pode substituir a adubação química e até incrementar a produtividade da bananeira BRS Conquista em sistema agroflorestal.

Na avaliação do efeito das doses de composto orgânico por meio da análise de regressão, foi verificada resposta linear positiva para as variáveis vegetativas DM e AFT. Para o DM os valores variaram de 21,9 a 24,4 cm para a dose 0 e 40 Mg ha⁻¹, respectivamente, com aumentos estimados de 0,6 cm para cada 10 Mg ha⁻¹ de composto adicionado ao solo (Figura 2.4A). Quanto a AFT a maior dose de composto orgânico obteve média máxima de 14,9 m², com aproximadamente 26% de aumento em relação à testemunha (Figura 2.4B).

Negreiros (2013) estudando diferentes tipos de biofertilizante em doses crescentes no crescimento da bananeira ‘Nanica’ irrigada, encontraram incrementos do diâmetro do pseudocaule e da área foliar total no 2º ciclo de produção com aumento das doses, obtendo valor máximo de 21,2 cm de DM e 13,47 m² de AFT, próximos aos encontrados neste trabalho. Diferentemente, Damatto Junior et al., (2011) avaliando doses crescentes de composto orgânico formado por serragem de madeira e esterco bovino durante cinco safras, no crescimento da bananeira Prata-Anã, não verificaram diferenças significativas de DM com o aumento da dose em todos os ciclos avaliados, atribuindo a ausência de resposta a demora das bananeiras em responder a adubação, principalmente em solos com níveis elevados de potássio (K), o que diferiu do presente estudo (Tabela 2.1).

O tamanho do diâmetro do pseudocaule e da área foliar total, que possui relação direta com o número de folhas vivas no florescimento, são características importantes, pois demonstram maior vigor da planta (Guimarães et al., 2014; Oliveira et al., 2013). Bananeiras com maior área foliar e número de folhas vivas no período produtivo, aumentam a atividade fisiológica da planta e sua eficiência fotossintética, incrementando a produção e disponibilidade de fotoassimilados para o completo enchimento dos frutos, com consequente aumento de produção (Oliveira et al., 2013; Roque et al., 2014).

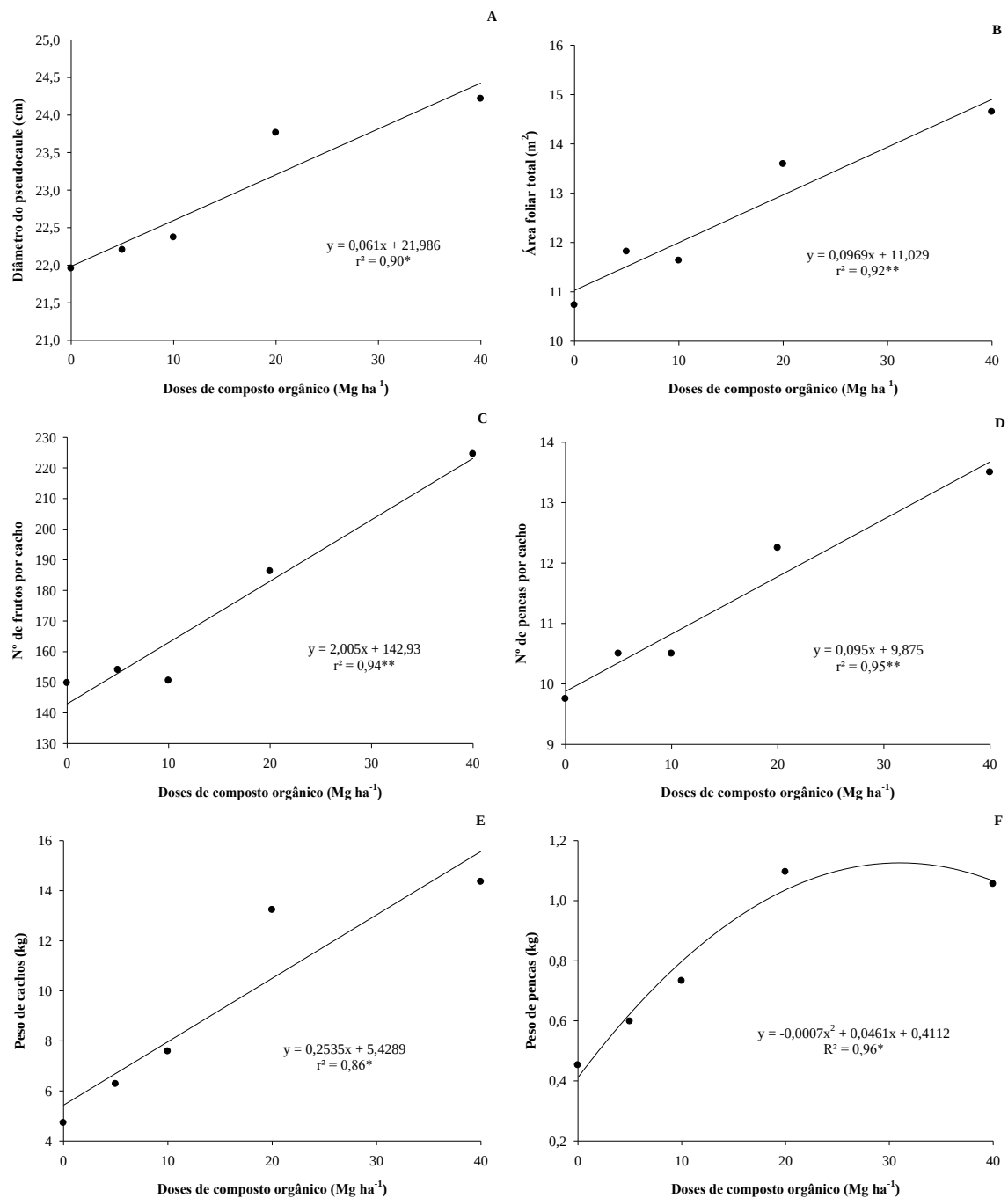


Figura 2.4. Diâmetro do pseudocaule – DM (A), área foliar total – AFT (B), número de frutos por cacho – NFC (C), número de pencas por cacho – NPC (D), peso de cachos – PC (E) e peso médio de pencas – PP (F) de bananeiras cultivadas em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2017/2019.

Em relação aos parâmetros produtivos número de frutos por cacho (NFC), número de pencas por cacho (NPC) e peso de cachos (PC) foi constatado ajuste linear positivo, com aumentos na ordem de 80 frutos, 4 pencas e 10,1 kg de peso de cacho na comparação do tratamento testemunha com a maior dose de composto orgânico (Figura

2.4C, D e E). Para o peso médio de pencas (PP) foi observado ajuste quadrático positivo das médias, com valor médio máximo de 1,13 kg correspondendo a dose de 30,9 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, com decréscimos mínimos a partir desse valor (Figura 2.4F).

Com os dados médios de peso do cacho e com a densidade no SAF de 833 plantas ha⁻¹, foi estimada a produtividade média das bananeiras (PRD) para todas as doses de composto orgânico, ao qual apresentou ajuste linear positivo, com valores variando entre 4,52 e 12,91 Mg ha⁻¹, para a dose 0 e 40 Mg ha⁻¹, respectivamente. Dessa forma, estima-se que para cada 10 Mg ha⁻¹ de composto adicionado ao solo, houve 2,10 Mg ha⁻¹ de incremento na produtividade (Figura 2.5).

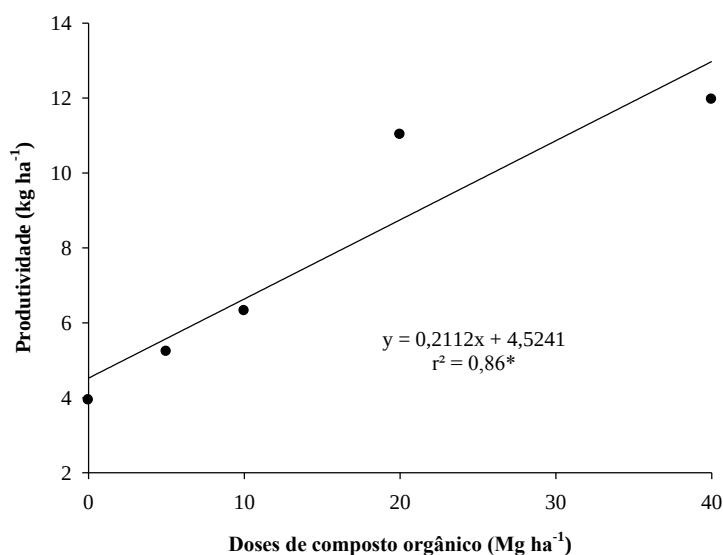


Figura 2.5. Produtividade – PRD de bananeiras cultivadas em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2017/2019.

Resultados semelhantes foram encontrados por Damatto Junior et al., (2011) em trabalho com a bananeira Prata-Anã, avaliando o efeito de doses de composto orgânico (0, 43, 86, 129 e 172 kg planta⁻¹) durante 5 ciclos, encontraram aumentos lineares no número de frutos, número de pencas e massa do cacho, no entanto, os aumentos foram verificados somente no 5º ciclo de produção. Coelho et al., (2011) estudando a substituição da adubação nitrogenada com uso do lodo de esgoto em diferentes proporções (0, 25, 50, 75, 100 e 125% de lodo de esgoto em substituição ao N), no cultivo da bananeira, não encontraram diferenças significativas entre as proporções para os parâmetros produtivos da cultura e afirmaram que o lodo de esgoto pode ser usado como alternativa para substituição da adubação nitrogenada em bananeiras. Müller et al., (2020), comparando diferentes tipos de esterco e compostos no desempenho fitotécnico e na qualidade de bananeiras das

variedades ‘Grand Naine’ e ‘BRS Tropical’, verificaram respostas semelhantes entre os adubos orgânicos para os parâmetros produtivos da cultura, e concluíram que é possível nutrir e produzir bananas dessas variedades com fontes orgânicas, resultando em plantas nutricionalmente equilibradas e com frutos de qualidade que atendem ao padrão comercial.

As respostas positivas verificadas para os parâmetros de crescimento e produção das bananeiras, em função das doses de composto orgânico, podem ser explicadas pelo maior aporte de nutrientes fornecidos para a cultura, principalmente K e N que são os mais demandados (Martin-Prével et al., 1968; Neves et al., 1991). Somado a isso, é provável que as características químicas, físicas e biológicas do solo foram melhoradas, tanto pela adição de matéria orgânica proveniente do composto, quanto pela serapilheira das árvores e resíduos vegetais dos cultivos diversos presentes no SAF, garantindo boa condição de desenvolvimento para as bananeiras. Outro fator que pode estar relacionado é o ciclo longo que as bananeiras possuem, que para o SAF foi em média de 441 dias do início do 2º ciclo a colheita, o que proporcionou maior aproveitamento dos nutrientes fornecidos pelo composto, pois, segundo Kiehl, (1985) os adubos orgânicos possuem liberação lenta dos nutrientes, garantindo o suprimento mais uniforme e prolongado às plantas.

4.3.3 – Índice de equivalência de área (IEA)

O IEA para todos os tratamentos apresentou valores superiores a 1,0, independentemente do manejo da adubação adotado (Tabela 2.6). Isso indica eficiência da associação das culturas envolvidas no SAF, com vantagem nos rendimentos em uma mesma área, quando comparado ao monocultivo. Segundo Custódio et al., (2015), o consórcio será vantajoso quando o IEA for superior a 1,0 e, quando inferior, o consórcio será prejudicial à produção.

Tabela 2.6. Índice de equivalência de área no sistema agroflorestal de banana, feijão-caupi e baru, em função de doses de composto orgânico e adubação mineral. Goiânia – GO, 2018/2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	IEA _{BANANA}	IEA _{FEIJÃO}	IEA _{BARU}	IEA
0	0,28	0,51	0,78	1,57
5	0,37	0,56	0,78	1,71
10	0,45	0,69	0,78	1,92

20	0,78	0,84	0,78	2,40
40	0,85	0,90	0,78	2,53
Mineral	0,66	0,97	0,78	2,41

Com o aumento das doses de composto orgânico também houve incrementos nos valores de IEA, em consequência dos maiores rendimentos verificados para as culturas associadas feijão-caupi e banana (Figura 2.3F e 2.5). Os valores variaram de 1,57 a 2,53 para a dose 0 e 40 Mg ha⁻¹, resultando em vantagem de 57% e 153%, respectivamente. Isso significa que o monocultivo de banana, feijão-caupi e baru somados, necessitam em média de 57 a 153% mais área plantada para igualar a produção de um hectare de cultivo consorciado. Para o tratamento adubação mineral esse valor ficou em 141% (Tabela 2.6).

O IEA estima o grau de uso do solo em relação à eficiência produtiva e ao aproveitamento dos fatores de produção, como água, radiação solar e nutrientes, assim, elevados índices podem traduzir a eficiência de uso do solo com menores riscos econômicos (Corrêa et al. 2020).

4.4. CONCLUSÕES

A adubação com doses crescentes de composto orgânico proporcionou aumento na estatura das plantas, massa seca da parte aérea, número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos na cultura do feijão-caupi.

A dose de 35,8 Mg ha⁻¹ de composto orgânico propiciou a maior produtividade do feijão-caupi, equivalente a adubação mineral.

A adubação com doses crescentes de composto orgânico proporcionou aumento no diâmetro do pseudocaule, área foliar total, número de frutos por cacho, número de pencas por cacho, peso de cacho, peso de pencas e produtividade na cultura da banana.

A maior dose de composto orgânico (40 Mg ha⁻¹) propiciou a maior produtividade da bananeira, superando a adubação mineral.

O índice de equivalência de área apresenta vantagem produtiva para o sistema agroflorestal, com aumento da eficiência à medida que se aumenta as doses de composto orgânico.

O composto orgânico formado por biomassa de cana-energia e esterco bovino demonstra potencial como fertilizante orgânico na cultura do feijão-caupi e da bananeira

cultivadas em sistema agroflorestal, podendo substituir a adubação mineral na nutrição dessas culturas.

4.5. REFERÊNCIAS

ADEOYE, P. A.; ADEBAYO, S. E.; MUSA, J. J. Growth and response of cowpea (*Vigna unguiculata*) to poultry and cattle manure as amendments on sandy loam soil plot. **Agricultural Soil**, v. 6, n. 5, p. 218-221, 2011.

ALCÂNTARA, F. A. **Aspectos básicos sobre a produção local de fertilizantes alternativos para sistemas agroecológicos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos – 310). 2016, 36 p.

ALMEIDA, D. J.; SILVA, I. F.; SOUZA, R. F.; SILVEIRA, F. P. M.; SANTOS, L. S.; MALTA, A. O. Influência da adubação orgânica e densidade de plantio na produção do milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 20, n. 1, p. 17-21, 2015.

ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa-MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 8, p. 43-60.

ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; BORGES, A. L. **Tratos culturais e colheita**. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 107-131.

ARRUDA, E. M. **Atributos químicos do solo e desempenho de culturas em rotação ou consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal**. 2017. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

AZEVEDO, W. S. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; ARAÚJO, A. E.; PEREZ-MARIN, A. M.; MEDEIROS, S. S. Organic fertiliser and the use of mulch in cowpea production under semiarid conditions. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 689-696, 2015.

BOLFARINI, A. C. B. **Crescimento, produção, aspectos físico-químicos dos frutos e nutrição mineral da bananeira ‘Fhia 18’ em função da aplicação de fósforo**. 2018. 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Horticultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 2018.

BORGES, A. L.; SILVA, T. O.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, I. E. Adubação nitrogenada para bananeira “Terra” (*Musa* sp. AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 189-193, 2002.

BULLUCK, L. R.; BROSIUS, M. G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J. B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, v. 19, n. 2, p. 147-160, 2002.

CÂNDIDO, V. A.; PINTO, L. V. A.; BOGARIM P. C.; ROSA, S. D.; SILVA, R. M.; BARBOSA, J. M. N. Sistema agroflorestal para recomposição de reserva legal em propriedades de agricultores familiares. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 2, p. 65-72, 2016.

CARVALHO-NETTO, O. V.; BRESSIANI, J. A.; SORIANO, H. L., FIORI, C. S.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, G. V.; PEREIRA, G. A. The potential of the energy cane as the main biomass crop for the cellulosic industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.1, n.1, p.20, 2014.

CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. (Orgs). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse - Coletivo de Comunicação, 2012. 60 p.

CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.

CAVALCANTE, F. S.; SILVA, I. F.; ARAÚJO, M. C. S. P. Avaliação da viabilidade do consórcio de mandioca e feijão comum em Latossolo Amarelo do Brejo paraibano. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 2, p. 23-97, 2005.

CFSEMG. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa-MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 12, p. 87-92.

COELHO, H. A.; GRASSI FILHO, H.; ROMEIRO, J. C. T.; POMPERMAYER, G. V.; BARBOSA, R. D.; LOBO, T. F. Desempenho agrônômico do lodo de esgoto como fonte de nitrogênio em bananeiras. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 13, p. 172-181, 2011.

CORRÊA, D. P.; GERMANO, M. H. S.; SILVA, . K. M.; MENDEIRO, W. S.; SILVA, D. G.; FIORELLI, E. C. Associação milho-forrageira em Rolim De Moura, Rondônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25136-25155, 2020.

COSTA, R. S. **Respostas fisiológicas, nutricionais e produtivas em plantas de feijão-de-corda cultivadas sob fontes de adubos**. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2020.

CTBE. **BioVertis: Cana-energia**. 2017. Disponível em: <http://pages.cnpem.br/wectbe/wp-content/uploads/sites/83/2017/04/Jose_Bressiani_2017_03_30_Cana_energia_Granbio_CTBE.pdf>. Acesso em: 04 de Outubro de 2018.

CUSTÓDIO, A. M.; ALVES, E. M.; PAIM, T. P.; CARNEIRO, H. A., LIMA JÚNIOR, A. F. Desempenho agrônômico de consórcios entre rabanete e alface no oeste goiano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 56-60, 2015.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; BÔAS, R. L. V.; LEONEL, S.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J. Crescimento e produção de bananeira Prata-anã adubada com composto

orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 713-721, 2011.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J. Crescimento e produção de bananeira Prata-Anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 713-721, 2011.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; SALLES, S. H. E. A bananeira Brs Conquista em sistema agroflorestal regenerativo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 14, n. 1, 2017.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O.; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p.139-144, 2006.

DUTRA, E. D.; MENEZES, R. S. C.; PRIMO, D. C. Aproveitamento de biomassa residual agrícola para produção de compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3, p. 465-472, 2012.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2019): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, A. V. M.; SILVA, R. R. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.1, p.61-67, 2012.

GUIMARÃES, B. V. C.; DONATO, S. L. R.; MAIA, V. M.; ASPIAZÚ, I.; COELHO, E. F. Phenotypical correlations between agronomical characters in Prata type bananas (*Musa*) and its implications on yield estimate. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 17, p. 1358–1365, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2019**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba-SP, Ceres, 1985.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica. 1948, 478p.

KUMAR, N.; KRISHNAMOORTHY V.; NALINA, L.; SOORIANATHASUNDHARAM, K. Nuevo factor para estimar el área foliar total en banano. **Infomusa**, v. 11, n. 2, p. 42-43, 2002.

LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. K.; AMORIM, E. P.; ASSIS, G. M. L.; SILVA, S. O. Características vegetativas e seus efeitos sobre a produção de bananeira em três ciclos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1098-1104, 2012.

LOURENÇO, K. S.; CORRÊA, J. C.; ERNANI, P. R.; LOPES, L. S.; NICOLOSO, R. S. Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 37, n. 2, p. 462-471, 2013.

MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition mineral du bananier dans le mode. Premiere partie. **Fruits**, v. 35, n. 5, p. 269-529. 1968.

MELO, F. B.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, P. H. S. **Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Semi-Árido**. Teresina: Embrapa – CPAMN, (Embrapa – CPAMN. Documentos - 74). 2003, 89 p.

MÜLLER, D. H.; CAMILI, E. C.; GUIMARÃES, S. C.; DAMATTO JÚNIOR, E. R.; SANTOS, D. N. Desempenho fitotécnico e qualidade das bananeiras ‘Grand Naine’ e ‘Brs Tropical’ fertilizadas com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 10, n. 1, p. 24-34, 2020.

NAIR, P. K. R., ed. **Agroforestry Systems in the Tropics**. Dordrecht. Kluwer Academic Pub. p. 91. 1989.

NEGREIROS, K. V. **Estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira nanica em dois ciclos sucessivos**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2013.

NEVES, R. L. L.; FERREIRA, F. F. H.; MACIEL, R. E. P.; FROTA, J. N. E. Extração de nutrientes em banana (*Musa* sp.) cv. Pacovan. **Ciência Agrônômica**, v. 22, n. 1/2, p. 115-120, 1991.

OLIVEIRA, J. M.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F. Crescimento da bananeira Grande Naine submetida a diferentes lâminas de irrigação em tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1038-1046, 2013.

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B.; OLIVEIRA, A. E. Z.; KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 29-38, 2015.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2010.

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, S. O.; BORGES, A. L. Avaliação de cultivares de bananeira em sistema de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 508-517, 2013.

RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção - 2). 2002. 108 p.

ROQUE, R. L.; AMORIM, T. B.; FERREIRA, C. F.; LEDO, C. A. S.; AMORIM, E. P. Desempenho agrônômico de genótipos de bananeira no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 598-609, 2014.

SANTANA, J. S.; FEITOZA, M. L.; OLIVEIRA, G. C.; SILVA, W. A. Avaliação de NPK e doses de biofertilizante orgânico no crescimento do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 5, p. 2877 - 2889, 2018.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1171-1178, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília-DF, Embrapa, 2018.

SCHROTH, G.; D'ANGELO, S. A.; TEIXEIRA, W. G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R. Conversion of secondary Forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: Consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. **Forest Ecology and Management**, v. 163, p. 131-150, 2002.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 9-20, 1993.

SILVA, F. A. S. The ASSISTAT software: Statistical assistance. In: **International conference on computer**, 6, Cancun, 1. Anais... American Society of Agricultural Engineers, 1996, p. 294-298.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou Crotalária juncea. I. Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1, p. 39-49, 2007.

SILVA, T. T.; DRUMOND, M. A.; BAKKE, I. A. Sistema Agroflorestal em Nova Olinda, Ceará: Uma experiência de sucesso. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 9, n. 3, p. 162-171, 2014.

SILVA, W. R.; VALE, L. S. R.; PEREIRA, D. R. M. Desempenho de cultivares de bananeira sob as condições edafoclimáticas de Ceres-GO. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; MAMÉDIO, I. M. P.; LIMA, F. S.; MASCARENHAS, M. S. Fungos micorrízicos arbusculares e composto orgânico no crescimento e nutrição de mudas de Sisal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 1, p. 2-9, 2017.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

TEIXEIRA FILHO, A. J.; SILVEIRA, E. O.; PAIVA, A. N. Produção de feijão-caupi nos sistemas de cultivos orgânico e convencional, Parintins-AM. **Revista Eletrônica Ciência e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 2-11, 2015.

VIEIRA, C. **Índice de equivalência de área**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 12-13, 1984.

CAPÍTULO 3

CRESCIMENTO DE MANDIOCA E BARUEIROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL SOB DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO

Carlos Augusto Oliveira de Andrade¹; Leonardo Santos Collier²; Wilson Mozena
Leandro²; Tiago Camilo Duarte³

¹ Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

² Professor na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO, Brasil.

CAPÍTULO 3. CRESCIMENTO DE MANDIOCA E BARUEIROS EM SISTEMA AGROFLORESTAL SOB DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO

RESUMO: O manejo da adubação para os consórcios constitui uma das principais ferramentas para o crescimento e rendimento das culturas. A fertilização para estes sistemas pode ser realizada por meio de adubos minerais e orgânicos, sendo que este último apresenta vantagens, por ter menor custo e funcionar como condicionador do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento de plantas de mandioca e árvores de baru em função da adubação química e doses crescentes de composto orgânico em sistema agroflorestal. O experimento foi conduzido em um SAF composto por Barueiros (*Dipteryx alata* V.), divididos em seis renques de 14 árvores, com cultivo de bananeiras no centro dos renques e mandioca entre as bananas e as árvores. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento com adubação mineral, mais a testemunha sem adubação. O composto orgânico foi produzido a partir da biomassa de cana-energia + esterco bovino, submetidos ao processo de compostagem aeróbica. Para a mandioca foi avaliado a altura de plantas aos 60, 120, 240 e 360 dias após o plantio (DAP). Aos 365 DAP foi avaliado o diâmetro do colo e a produção de massa verde e seca da parte aérea. Para o baru foi avaliada a altura, diâmetro médio a altura do peito e diâmetro de copa. A mandioca apresentou maior crescimento em altura de plantas, diâmetro do colo e produção de massa verde e seca da parte aérea com o aumento da dose de composto orgânico. As doses 20 e 40 Mg ha⁻¹ de composto orgânico proporcionou os maiores incrementos no desempenho vegetativo da mandioca, equivalente a adubação mineral. No período estudado a adubação mineral e as doses de composto orgânico não afetaram o crescimento do baru.

Palavras – chave: *Manihot esculenta* C., *Dipteryx alata* V., fertilizante orgânico, sistema conservacionista.

ABSTRACT: Fertilizer management for consortiums is one of the main tools for crop growth and yield. Fertilization for these systems can be carried out using mineral and organic fertilizers, the latter of which has advantages, as it has a lower cost and functions as a soil conditioner. The objective of the work was to evaluate the growth of cassava plants and baru trees as a result of chemical fertilization and increasing doses of organic compost in an agroforestry system. The experiment was conducted in a SAF composed of Barueiros (*Dipteryx alata* V.), divided into six rows of 14 trees, with cultivation of banana trees in the center of the rows and cassava between the bananas and the trees. The experimental design was in randomized blocks with 6 treatments and 4 repetitions. The treatments consisted of four doses of organic compost (5, 10, 20 and 40 Mg ha⁻¹), a treatment with mineral fertilization, plus the control without fertilization. The organic compost was produced from energy cane biomass + bovine manure, submitted to the aerobic composting process. For cassava, plant height was evaluated at 60, 120, 240 and 360 days after planting (DAP). At 365 DAP, the diameter of the neck and the production of

green and dry mass of the aerial part were evaluated. Height, average diameter, breast height and crown diameter were evaluated for baru. Cassava showed greater growth in plant height, stem diameter and production of green and dry mass of the aerial part with the increase in the dose of organic compost. Doses 20 and 40 Mg ha⁻¹ of organic compost provided the greatest increases in the vegetative performance of cassava, equivalent to mineral fertilization. During the period studied, chemical fertilization and doses of organic compost did not affect baru growth.

Keywords: *Manihot esculenta* C., *Dipteryx alata* V., organic fertilizer, conservationist system.

5.1 INTRODUÇÃO

A combinação de espécies florestais com culturas agrícolas, atividades pecuárias ou ambas, em uma mesma área, são formas de otimizar e intensificar o uso do solo, em virtude da conciliação de produção de alimentos, madeira, energia e serviços ambientais. Essas modalidades produtivas são denominadas de sistemas agroflorestais (SAF) que tem por objetivo produzir de maneira sustentável, possibilitando a conservação dos recursos naturais por meio de agroecossistemas equilibrados e mais estáveis (Duboc, 2008; Pezarico et al., 2013).

No Cerrado há grande diversidade de espécies florestais nativas com potencial para exploração em SAF. Dentre elas o barueiro (*Dipteryx alata* V.) tem se destacado em virtude do seu potencial madeireiro e oleaginoso, uso na recuperação de áreas degradadas devido seu rápido crescimento, alta produção de massa foliar e baixa exigência de adubação (Silva et al., 2015; Silva et al., 2020). É considerado promissor para o cultivo, pois possui uso múltiplo, sendo usado na indústria de medicamentos e na alimentação humana e animal, já que a polpa e as suas castanhas são energéticas, nutritivas e ricas em minerais (Guimarães et al., 2019).

A inserção de barueiros nos sistemas produtivos por meio dos SAFs pode promover a integração de áreas rurais no Cerrado, principalmente quando combinados com culturas de elevada relevância para os agricultores desta região, como é o caso da mandioca e da banana, preservando os recursos naturais e proporcionando renda adicional para os produtores.

A mandioca é cultivada em todas as regiões brasileiras, com grande parte da produção concentrada no seguimento de pequenos produtores (Pereira et al., 2012). A produção é destinada, principalmente ao consumo humano e animal, além de matéria-prima para confecção de produtos industrializados como fécula e farinha (Souza et al.,

2006). Por ser uma cultura rústica, tem elevada capacidade de se desenvolver em solos do cerrado, assim como em diferentes condições edafoclimáticas (Oliveira & Moraes, 2009).

O manejo da adubação para os consórcios constitui uma das principais ferramentas para o crescimento e rendimento das culturas. A fertilização para estes sistemas pode ser realizada por meio de adubos minerais e orgânicos, sendo que este último possui vantagens, em especial por apresentar menor custo e permitir aumento nos estoques totais de carbono orgânico e nitrogênio do solo (Leite et al., 2003). Segundo Giacomini & Aita (2008), os adubos orgânicos funcionam como fertilizante e condicionador do solo, proporcionando melhorias nos atributos químicos - pela liberação gradual de macro e micronutrientes, físicos - promovendo aeração e maior armazenamento de água e biológicos - com aumento da biodiversidade de microorganismos benéficos que solubilizam nutrientes para a solução do solo.

Nesse contexto, a inserção de barueiros em sistemas agrícolas tradicionais do cerrado por meio do SAF, aliado a adubação orgânica das culturas, pode ser uma estratégia sustentável de produção agrícola, promovendo a valorização da espécie nativa e a produção diversificada de produtos em uma mesma área, podendo reduzir ou até substituir o uso de fertilizantes minerais.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento da mandioca e de barueiros cultivados em sistema agroflorestal sob adubação mineral e doses crescentes de composto orgânico.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no campus experimental da escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, localizada em Goiânia, Goiás, Brasil, dentre às coordenadas 16°35'11" S e 49°16'47" O, com altitude média local de 730 m. O clima da região é do tipo Aw (Megatérmico), típico de savanas, com invernos secos e verões chuvosos, segundo a classificação de Köppen (1948). A média anual de precipitação é de 1600 mm, com temperatura mínima e máxima anual de 15,2 e 30,4 °C, respectivamente. Os dados climáticos referentes a temperaturas máximas e mínimas, e precipitação durante o período experimental, registrados na Estação Meteorológica da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA-UFG), estão descritos na Figura 3.1.

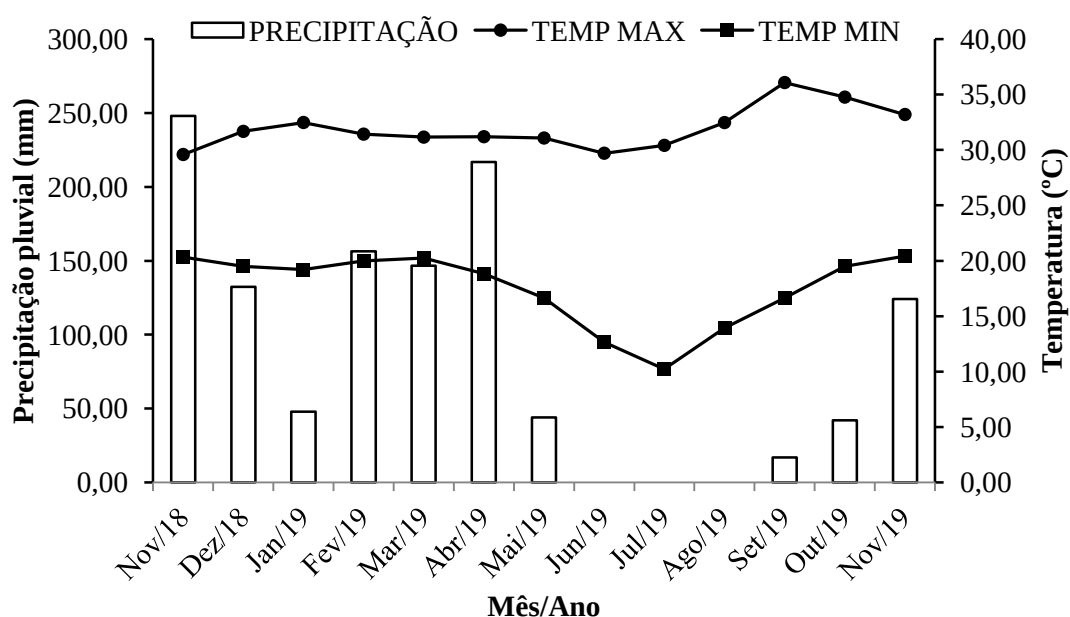


Figura 3.1. Dados mensais de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas ambientais, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2018/2019.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Ácrico típico, textura argilo-arenosa, A moderado e relevo plano, de acordo com as normas estabelecidas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). Antes da implantação do experimento, foram coletadas aleatoriamente na área, 10 subamostras de solo na profundidade 0-0,20 m, com auxílio de um trado tipo caneco. Essas subamostras foram homogeneizadas perfazendo uma amostra composta e foi encaminhada ao laboratório para análises de caracterização química e granulométrica do solo (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental na profundidade 0-0,20 m. Goiânia – GO, 2018.

pH	M.O.	P ⁽¹⁾	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V	m	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	g kg ⁻¹	-mg dm ⁻³ -											
5,48	30,1	1,7	30,1	3,6	1,9	0,0	1,9	7,48	74,6	0,00	400	60	540

⁽¹⁾Mehlich I

O experimento foi conduzido em um pomar de barueiros (*Dipteryx alata* V.) composto por oitenta e quatro árvores, divididas em seis renques de 14 árvores, com altura média de 9,2 m e espaçamento de 3,0 m entre árvores e 6,0 m entre renques, implantado no ano de 2006. Não foi realizado manejo de adubação na espécie arbórea e a área entre os renques permaneceu com vegetação espontânea até o ano de 2010. Em outubro desse

mesmo ano, a área foi transformada em um sistema agroflorestal (SAF), com a inserção de plantas de cobertura (*Cajanus cajan*, *Stylosanthes* spp. e *Panicum maximum*), cultivadas entre os renques das árvores. Após quatro anos, foram iniciados cultivos consorciados de plantas de cobertura com culturas agrícolas, sendo implantado milho na safra 2014-2015 e a cultura da banana a partir de 2015. Em 2017 foi dado início a estudos com doses crescentes de adubação orgânica na cultura da banana e do feijão-caupi. As doses foram mantidas no ano seguinte com a realização de uma nova adubação para a implantação do experimento.

As bananeiras (cultivar BRS Conquista) foram plantadas em covas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m no centro dos renques dos barueiros, com espaçamento de 2,0 m entre plantas e 3,0 m de distância das árvores, sendo realizada na fase de implantação da cultura a correção do solo e adubação de plantio de acordo com Sousa e Lobato (2004). O primeiro e o segundo ciclo de produção das bananeiras foi colhido de Maio a Outubro de 2017 e Janeiro a Abril de 2019 com produção média de frutos de 8,8 e 7,9 Mg ha⁻¹, respectivamente. Após a colheita todo material vegetal da “planta-mãe” foi cortado e depositado ao solo, sendo preservadas “plantas filhas” para o ciclo de produção subsequente (Alves et al., 2004).

Durante todo o período experimental, com auxílio de um luxímetro, entre 12:00 e 13:00 horas foram realizadas medições mensais de luminosidade dentro e fora do SAF. As leituras foram feitas em 27 pontos aleatórios na área (3 a pleno sol e 24 no interior do SAF), a 1 m de altura em relação ao solo. De posse dos valores foi calculado o índice de luminosidade relativa (ILR), obtido a partir da expressão $ILR (\%) = (luz \text{ no interior do SAF} / luz \text{ a pleno sol}) \times 100$, descritos na Figura 3.2 (Schumacher & Poggiani, 1993).

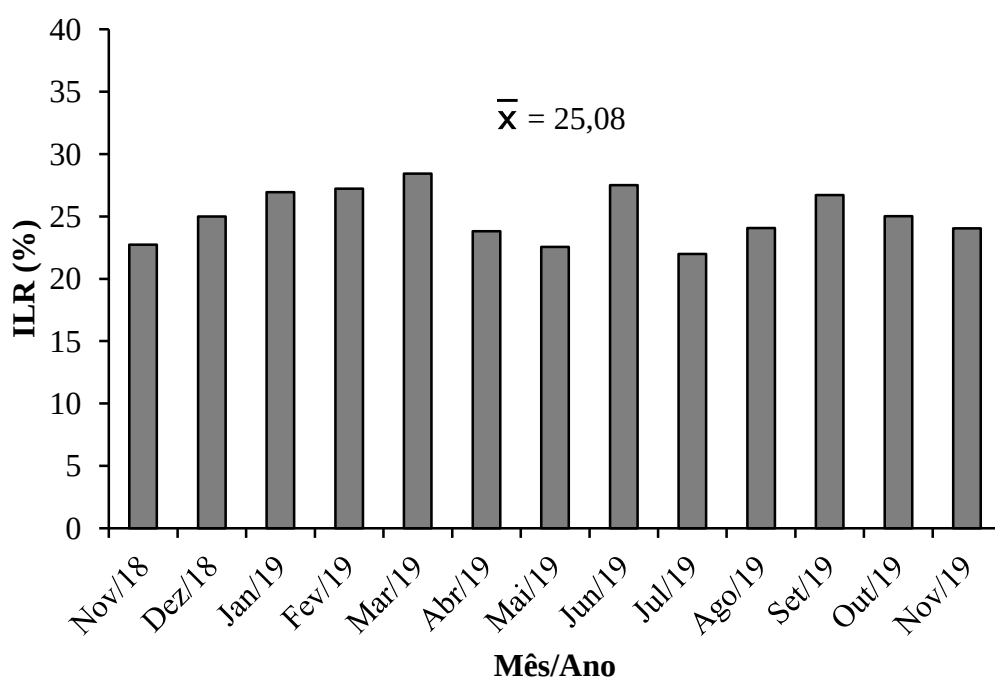


Figura 3.2. Dados mensais de índice de luminosidade relativa no interior do SAF, durante a condução do experimento. Goiânia – GO, 2018/2019.

O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses crescentes de composto orgânico (5, 10, 20 e 40 Mg ha⁻¹), um tratamento padrão com adubação mineral, mais a testemunha com ausência de adubação. Foi utilizada como referência para a confecção dos tratamentos orgânicos a dose média de composto orgânico (10,0 Mg ha⁻¹ em base seca) recomendada para maioria das culturas segundo CFSEMG (1999) e, a partir desse valor as doses variaram em 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 vezes o valor da recomendada. A adubação mineral foi calculada de acordo com a análise de solo da área (Tabela 3.1) e as exigências das culturas (Sousa e Lobato, 2004).

O experimento foi instalado entre os renques dos barueiros, de maneira que cada unidade experimental permaneceu paralela a duas árvores, com duas bananeiras ao centro. As unidades experimentais foram constituídas de 5,0 m de largura por 6,0 m de comprimento, perfazendo uma área de 30,0 m², no entanto, foi considerado como área útil o total de 20,0 m², desprezando 1,0 m das extremidades. A área total do experimento foi de 720,0 m².

O composto orgânico foi produzido a partir da biomassa de cana-energia (fonte de carbono) + esterco bovino (fonte de nitrogênio), na proporção de 75% de material vegetal e 25% de esterco, submetidos ao processo de compostagem aeróbica. Os materiais

orgânicos foram misturados e acondicionados em composteiras construídas de tijolos, com dimensões de 3,0 x 1,0 x 0,5 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. Durante o processo de compostagem, foram realizados revolvimentos e regas semanais no material para a manutenção da aeração e umidade no interior da massa. Ao final de 70 dias o composto encontrava-se estabilizado, sendo coletadas em cada composteira, seis amostras simples em diferentes pontos do composto, as quais foram homogeneizadas para formar uma amostra composta e enviadas ao laboratório para a caracterização química do material (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Caracterização química do composto orgânico de cana energia e esterco bovino. Goiânia – GO, 2018.

pH	C/N	M.O.	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
-----dag kg ⁻¹ -----										-----mg kg ⁻¹ -----			
7,3	19:1	62,5	36,2	1,9	0,44	1,34	0,13	0,27	0,32	550	1800	29	76

O plantio da mandioca ocorreu durante o mês de novembro de 2018. Foram adquiridas ramas da variedade “mandioca pão” com agricultores familiares da região de Goiânia-GO, sendo essas cortadas em manivas com 0,20 m de comprimento, contendo aproximadamente sete gemas. As manivas foram plantadas manualmente, com espaçamento de 0,50 m entre plantas e 3,0 m entre linhas, sendo estabelecidas no espaço compreendido entre as bananeiras e os barueiros.

Após o estabelecimento das plantas, em Janeiro de 2019 as doses de composto orgânico foram aplicadas de maneira manual, com distribuição uniforme sobre a superfície do solo em toda a área das unidades experimentais correspondentes. As quantidades estimadas de cada nutriente em função das doses de composto orgânico aplicado ao solo estão apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Quantidades estimadas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) adicionados ao solo em cada dose de composto orgânico. Goiânia – GO, 2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn
-----Kg ha ⁻¹ -----										
5	95,0	22,0	67,0	6,5	13,5	16,0	2,75	9,0	0,145	0,38
10	190,0	44,0	134,0	13,0	27,0	32,0	5,5	18,0	0,29	0,76
20	380,0	88,0	268,0	26,0	54,0	64,0	11,0	36,0	0,58	1,52
40	760,0	176,0	536,0	52,0	108,0	128,0	22,0	72,0	1,16	3,04

No tratamento adubação mineral foi utilizada metade da dose recomendada, devido a menor população de mandioca inserida no SAF, dessa forma, foram aplicados 40,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, 20,0 kg ha⁻¹ de N e 20,0 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em duas vezes, sendo metade da dose no momento do plantio e o restante 30 dias após a emergência das plantas. Os fertilizantes utilizados como fontes de N, P₂O₅ e K₂O, foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Para a avaliação do crescimento da mandioca foram realizadas medições de altura de plantas (AP) aos 60, 120, 240 e 360 dias após o plantio da cultura. Esta medida foi determinada em 10 plantas ao acaso de cada parcela, considerando o espaço compreendido entre o coleto e o ápice da planta. Ao final de 12 meses (novembro de 2019) em 5 plantas centrais de cada parcela foi medido também o diâmetro de colmo por meio de um paquímetro. Logo após, estas plantas foram coletadas e pesadas em balança de precisão para determinação da massa verde da parte aérea (convertida em Kg ha⁻¹), sendo em seguida acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até atingir massa constante, onde foi determinada a massa seca da parte aérea (convertida em Kg ha⁻¹).

As medições de crescimento das árvores de barueiros foram realizadas antes do plantio da mandioca (Outubro de 2018) e ao final das avaliações de crescimento da mesma (novembro de 2019). As árvores foram avaliadas pela altura (m) e diâmetro médio à altura do peito (DMAP, fixada em 1,3 m de altura em relação à base do solo) através de um hipsômetro e de uma suta dendrométrica, respectivamente. Também foi avaliado o diâmetro de copa (DC) pela medição de oito raios equidistantes abaixo da copa das árvores, para posterior cálculo do valor médio de DC. Esta avaliação foi realizada com o auxílio de uma trena métrica. Logo após, foram calculados os incrementos de crescimento em altura, DAP e DC por meio da subtração dos valores observados no ano de 2018 em relação aos valores observados em 2019 (Venturoli et al., 2013).

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) e quando significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, foi realizada a análise de regressão para as doses de composto orgânico e o teste de Dunnett (p<0,05) na comparação do tratamento adubação mineral com os tratamentos adubação orgânica. As análises foram realizadas por meio do programa computacional ASSISTAT 7.7 beta (Silva, 1996) e para a confecção dos gráficos foi utilizado o programa SigmaPlot 10.0.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Crescimento da mandioca

A altura de plantas (AP) nas diferentes épocas de avaliação apresentou variações na comparação da adubação mineral em relação à orgânica (Tabela 3.4) e entre as doses orgânicas aplicadas (Figura 3.3). Foi observado que a adubação mineral proporcionou maior crescimento das plantas durante todo o período avaliado, no entanto, essa resposta foi semelhante à obtida com a maior dose de composto orgânico (40 Mg ha^{-1}) para todas as épocas e para a dose 20 Mg ha^{-1} aos 360 DAP.

Para todos os tratamentos foi verificado crescimento mais acelerado nos primeiros 120 dias de desenvolvimento da mandioca, atingindo aproximadamente a metade da altura total da planta em todo o período avaliado. Novamente o tratamento mineral com 1,22 m e a maior dose de composto orgânico (40 Mg ha^{-1}) com 1,01 m apresentaram os maiores incrementos, sendo 79 e 48,5% maiores que o tratamento sem adubação, respectivamente (Tabela 3.4).

Esse efeito pode estar relacionado com a maior disponibilidade de nutrientes proporcionados pelos referidos tratamentos, principalmente o K por ser o mais demandado pela cultura da mandioca (Outsubo et al., 2007). Na adubação química, apesar da dose menor aplicada, o fertilizante foi concentrado próximo da planta, o que potencializou seu aproveitamento e a resposta em altura. Por outro lado, o composto orgânico foi aplicado em área total, porém, a maior concentração de nutrientes presentes na maior dose (Tabela 3.3), aumentou também a quantidade disponível, incrementando o crescimento da planta. Segundo Silva et al. (2017) o aumento na disponibilidade de K induz o crescimento da planta de mandioca em altura, sobretudo na fase de acúmulo da parte aérea, antes dos 150 DAP.

O crescimento mais pronunciado em todos os tratamentos nos primeiros 120 DAP pode ser explicado pelas temperaturas mais altas e a menor amplitude entre as temperaturas máximas e mínimas observadas no período, correspondendo aos meses de Novembro de 2018 a Março de 2019 (Figura 3.1). Nesses meses as temperaturas ficaram entre 21 e 33°C, próximas das consideradas ideais para o desenvolvimento da mandioca (Fagundes et al., 2010), por outro lado, a partir do mês de Abril, a amplitude térmica aumentou com temperaturas mínimas situadas abaixo de 15°C o que provavelmente retardou o crescimento das plantas. Segundo Fukuda et al. (2002), temperaturas menores

que 15 °C ocasiona atraso na brotação das manivas, além de prejudicar ou até mesmo paralisar o desenvolvimento vegetativo da mandioca.

Tabela 3.4. Altura de plantas (AP) aos 60, 120, 240 e 360 dias após o plantio (DAP) de mandioca submetida a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	AP			
	60DAP	120DAP	240DAP	360DAP
	-----m-----			
0	0,35 ⁽⁻⁾	0,68 ⁽⁻⁾	1,03 ⁽⁻⁾	1,22 ⁽⁻⁾
5	0,36 ⁽⁻⁾	0,67 ⁽⁻⁾	1,08 ⁽⁻⁾	1,20 ⁽⁻⁾
10	0,47 ⁽⁻⁾	0,92 ⁽⁻⁾	1,35 ⁽⁻⁾	1,44 ⁽⁻⁾
20	0,47 ⁽⁻⁾	0,91 ⁽⁻⁾	1,55 ⁽⁻⁾	1,76
40	0,57	1,01	1,62	1,91
Inorgânico	0,64	1,22	1,91	1,98
Teste F	10,3**	15,8**	14,3**	19,7**
CV (%)	14,7	11,5	12,5	9,7

CV = coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas por ⁽⁻⁾ foram inferiores à testemunha padrão (inorgânico), pelo teste de Dunnett (p>0,05).

Em relação às doses de composto orgânico foi verificado crescimento linear das plantas para todas as épocas avaliadas, com aumento de 0,22; 0,33; 0,59 e 0,76 m para a dose de 40 Mg ha⁻¹ em relação a testemunha sem adubação aos 60, 120, 240 e 360 DAP, respectivamente. Konan et al. (2020) avaliando o crescimento e produção de quatro variedades de mandioca em função de diferentes fontes de adubos, entre elas um composto orgânico de esterco de aves, também observaram plantas de porte mais alto em relação ao tratamento sem adubação, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Segundo Outsubo et al. (2007), a altura de plantas é um parâmetro importante para a cultura da mandioca, pois apresenta relação direta com a produção de parte aérea. Além disso, é um fator que interfere na competição com plantas daninhas, na definição do espaçamento adequado e na escolha de cultivares para a consorciação com outras culturas (Rós, 2013).

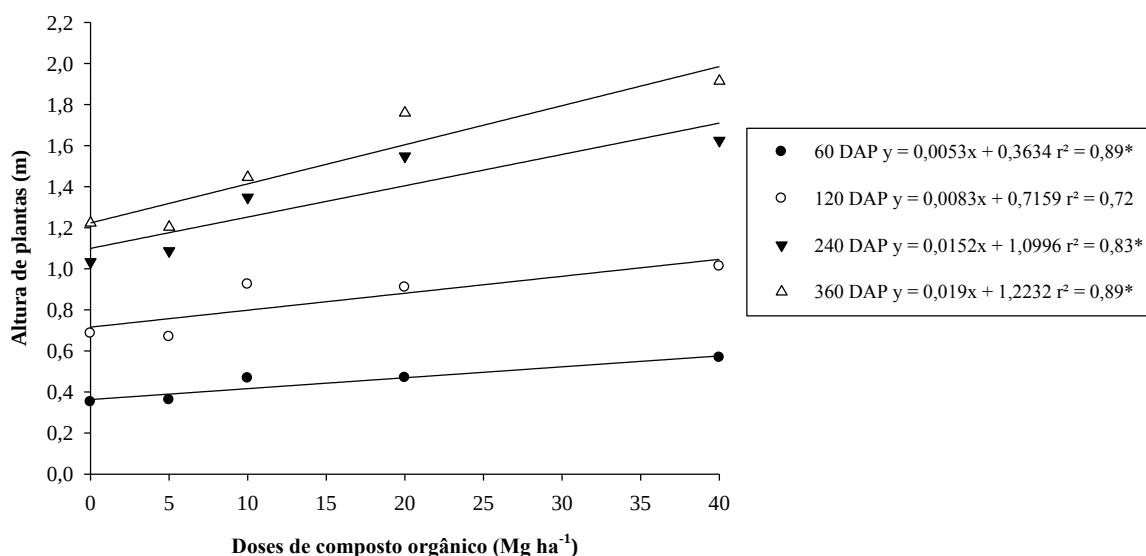


Figura 3.3. Altura de plantas aos 60, 120, 240 e 360 dias após o plantio de mandioca cultivada em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2019.

O diâmetro de colmo (DC) e a massa verde (MV) e seca (MS) da parte aérea também foram influenciados pelo manejo de adubação adotado e pelas doses orgânicas aplicadas. Para os três parâmetros mencionados, não foi observada diferença significativa entre a adubação mineral e as maiores doses (20 e 40 Mg ha⁻¹) de composto orgânico, contudo, na comparação com as doses 0, 5 e 10 Mg ha⁻¹, a adubação mineral mostrou desempenho superior com aproximadamente 40, 41 e 19% de aumento em DC, 222, 156 e 81% de aumento em MV e 272, 166 e 87% de aumento em MS, respectivamente (Tabela 3.5).

Tabela 3.5. Diâmetro de colmo (DC), massa verde da parte aérea (MV) e massa seca da parte aérea (MS) de plantas de mandioca submetidas a doses de composto orgânico e adubação mineral em sistema agroflorestal. Goiânia-GO, 2019.

Doses de composto orgânico (Mg ha ⁻¹)	DC	MV	MS
	mm	-----Kg ha ⁻¹ -----	
0	14,1 ⁽⁻⁾	1105 ⁽⁻⁾	368,7 ⁽⁻⁾
5	14,0 ⁽⁻⁾	1390 ⁽⁻⁾	517,2 ⁽⁻⁾
10	16,5 ⁽⁻⁾	1966 ⁽⁻⁾	737,2 ⁽⁻⁾
20	19,1	3242	1295
40	20,5	3640	1507

Inorgânico	19,7	3562	1375
Teste F	28,2**	41,9**	15,6**
CV (%)	6,24	14,1	25,4

CV = coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas por ^(c) foram inferiores à testemunha padrão (inorgânico), pelo teste de Dunnett ($p > 0,05$).

Quanto às doses orgânicas foi observada resposta linear positiva para o DC, MV e MS da parte aérea da mandioca. Os valores de DC ficaram entre 14,1 e 20,5 mm, assim, estima-se que para cada 10 Mg ha⁻¹ de composto aplicado via adubação, houve crescimento de 1,6 mm em DC da planta (Figura 3.4A). Para a MV o crescimento constatado foi mais expressivo, onde a maior dose de composto orgânico (40 Mg ha⁻¹) indicou produção de 2535 Kg ha⁻¹ de massa verde a mais que o tratamento testemunha (0 Mg ha⁻¹) equivalente a 229% de aumento (Figura 3.4B). Da mesma forma, a produção de MS foi elevada de 368,7 (obtida com a dose 0 Mg ha⁻¹) para 1507,0 Kg ha⁻¹ (obtida com a dose 40 Mg ha⁻¹), equivalente a 309% de aumento, com produção estimada de 284,57 Kg ha⁻¹ para cada 10 Mg ha⁻¹ de composto adicionado ao solo (Figura 3.4B).

Resultados semelhantes foram observados por Beltrão et al. (2008), trabalhando com esterco bovino e ovino/caprino na adubação de *Manihot pseudoglaziovii*, verificaram maiores produções de massa verde e seca da parte aérea em plantas adubadas com os esterco em relação ao tratamento sem adubação, com aumento médio de 72 e 79% para MV e MS, respectivamente. Ademais, Vasconcelos et al. (2010) estudando tipos diferentes de adubos orgânicos em dose única de 10 Mg ha⁻¹, comparados a adubação química padrão, no crescimento e produção de *Manihot* spp. e *Manihot pseudoglaziovii* em região semiárida, constataram para os tratamentos orgânicos maior produção de matéria verde e seca da parte aérea em ambas as espécies, sendo superiores ao químico e ao tratamento sem adubação. Os autores justificam esse resultado a quantidade de N e K presente nos adubos orgânicos e a capacidade desses fertilizantes em manter por mais tempo a umidade do solo próximo às raízes da planta, principalmente em regiões de déficit hídrico onde foi conduzido o experimento.

De acordo com Vidigal Filho et al. (2000), a produção de parte aérea na cultura da mandioca é um fator importante, pois possui relação com a produção de material para propagação e produção de forragem para alimentação animal. Além disso, o maior crescimento da parte aérea contribui para o aumento de tecidos fotossintéticos com consequente aumento de fotoassimilados, resultando futuramente em maior acúmulo de carboidratos nas raízes e aumento na produtividade final da cultura (Pereira et al., 2012).

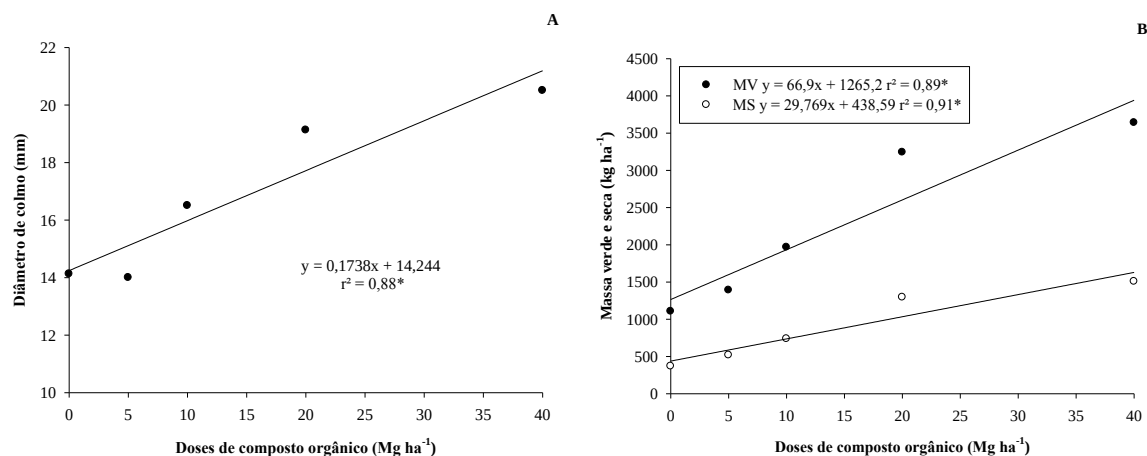


Figura 3.4. Diâmetro de colmo (A) e massa verde e seca da parte aérea (B) de mandioca cultivada em sistema agroflorestal em função de doses crescentes de composto orgânico. Goiânia-GO, 2019.

Os aumentos observados nos parâmetros vegetativos avaliados na mandioca, em função da adubação com doses crescentes de composto orgânico, podem estar relacionados aos benefícios que os adubos orgânicos promovem nos atributos do solo. Nas características químicas, esses fertilizantes podem melhorar a fertilidade do solo pela elevação do pH e da matéria orgânica (MO), com consequente aumento da capacidade de troca catiônica e pela liberação gradual de macro e micronutrientes para solução do solo, favorecendo o aproveitamento pelas plantas (Kiehl, 1985; Pires et al., 2008). Para os físicos, são capazes de melhorar a estrutura do solo, reduzir a plasticidade e a coesão, aumentar a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes (Rós et al., 2013; Thomas, 2015). Do ponto de vista biológico, atuam na biomassa microbiana que por sua vez controla funções chaves do solo, como a decomposição, acúmulo e mineralização da MO, além do estoque e ciclagem de nutrientes no sistema (Doran e Parkin, 1994; Ramos et al., 2018).

Vale ressaltar que após 365 dias de cultivo da mandioca as plantas ainda apresentavam raízes finas, com baixo acúmulo de matéria seca e sem padrão comercial. Além disso, a maior produção de massa verde (3640 kg ha⁻¹) e seca (1507 kg ha⁻¹) da parte aérea da mandioca ficou abaixo das obtidas em outros trabalhos conduzidos em ambientes tropicais, com densidade de plantio semelhantes ao da presente pesquisa (6.666 plantas ha⁻¹) e que abordam o cultivo consorciado e a adubação orgânica da cultura. Como exemplo, Silva et al. (2014) estudando o desenvolvimento da mandioca consorciada com bananeiras, verificaram produção perto de 6400 Kg ha⁻¹ de MS da parte aérea com uma população de

6.666 plantas ha⁻¹. Do mesmo modo, Devidé et al. (2019), trabalhando com um SAF composto por guanandi, araruta e mandioca, constataram produção de aproximadamente 9280 e 2880 Kg ha⁻¹ de MV e MS da parte aérea, respectivamente, com densidade de 6250 plantas ha⁻¹.

Esse atraso na produção de raízes e o menor desenvolvimento vegetativo da planta podem estar relacionados ao menor índice relativo de luz existente no interior do SAF, que apresentou média entre os meses de 25,08% (Figura 3.2), provocado pela copa do baru e pelas folhas das bananeiras, culturas já estabelecidas na área antes do plantio da mandioca. Segundo Oliveira et al. (2016), variações nas condições de luminosidade afeta todo o desenvolvimento do vegetal, por ter influência sobre a síntese de clorofila e abertura estomática, limitando a incorporação de CO₂ e o processo fotossintético. Além disso, afeta o ritmo fenológico, podendo antecipar, retardar ou inibir as expressões das fases reprodutivas e vegetativas das plantas (Takeno, 2016). No entanto, as plantas quando submetidas à baixa intensidade luminosa, apresentam mecanismos de compensação atrelados a sua fisiologia, podendo expandir sua área foliar, aumentando assim a superfície de contato para absorção da luz e também elevar o conteúdo de clorofila nos tecidos fotossintéticos, como forma de compensação pela menor quantidade de radiação disponível (Zhao et al., 2012).

5.3.2 Crescimento do baru

As árvores de baru não foram influenciadas pelo sistema de manejo da adubação (químico e orgânico) e nem pelas doses crescentes de composto orgânico. Os parâmetros de crescimento altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e diâmetro de copa (DC) apresentaram respostas semelhantes entre os tratamentos, com médias finais de 10,45 m, 17,11 cm e 4,94 m, respectivamente (Figura 3.5A, B e C). Da mesma forma, os incrementos em altura, DAP e DC das árvores, avaliados entre os anos de 2018 e 2019 não foram influenciados pelas adubações realizadas, permanecendo estáveis (Figura 3.6A, B e C).

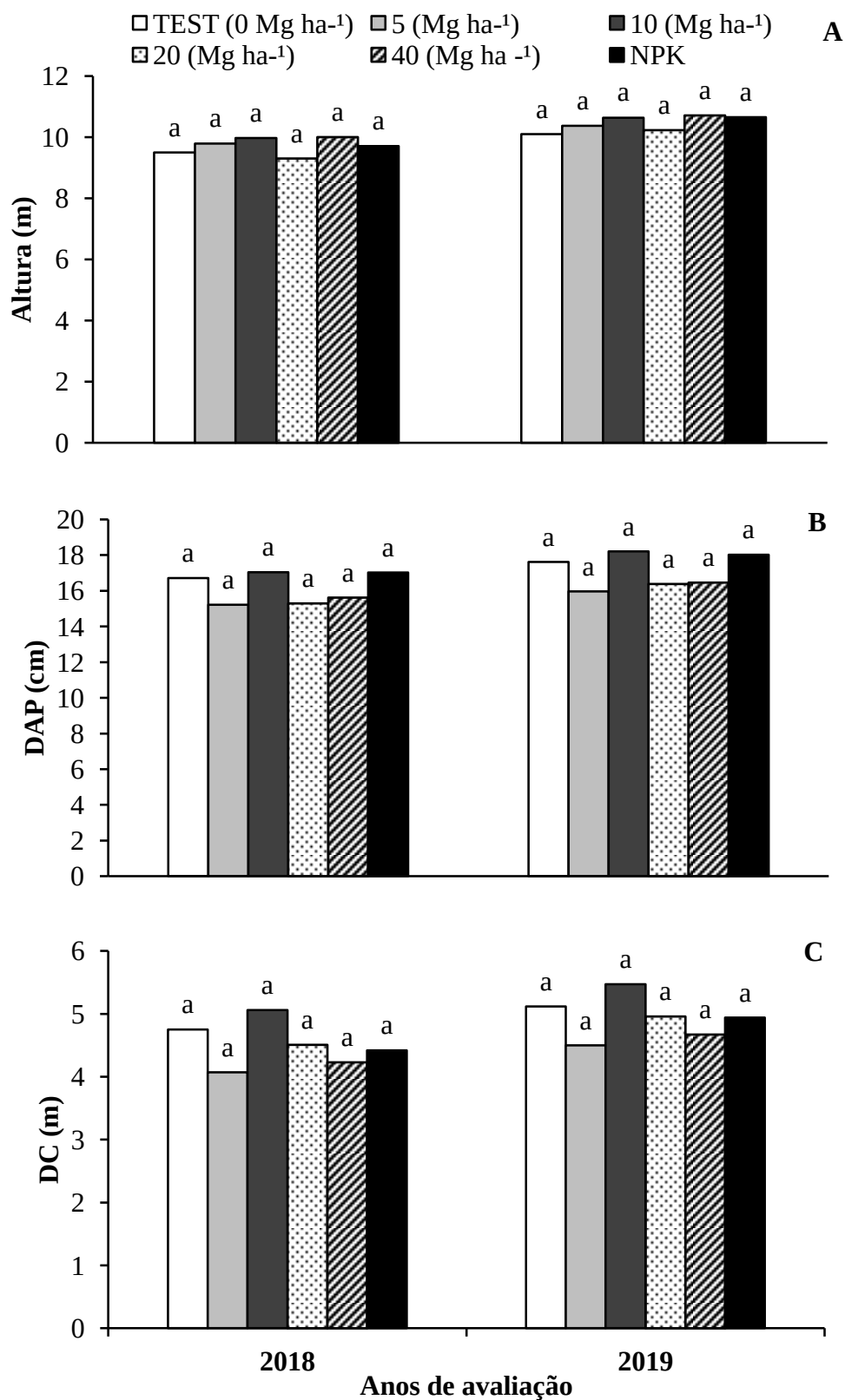


Figura 3.5 Altura (A), DAP – diâmetro a altura do peito (B) e DC – diâmetro de copa (C) de barueiros cultivados em sistema agroflorestal em função da adubação mineral e de doses orgânicas nos anos de 2018 e 2019.

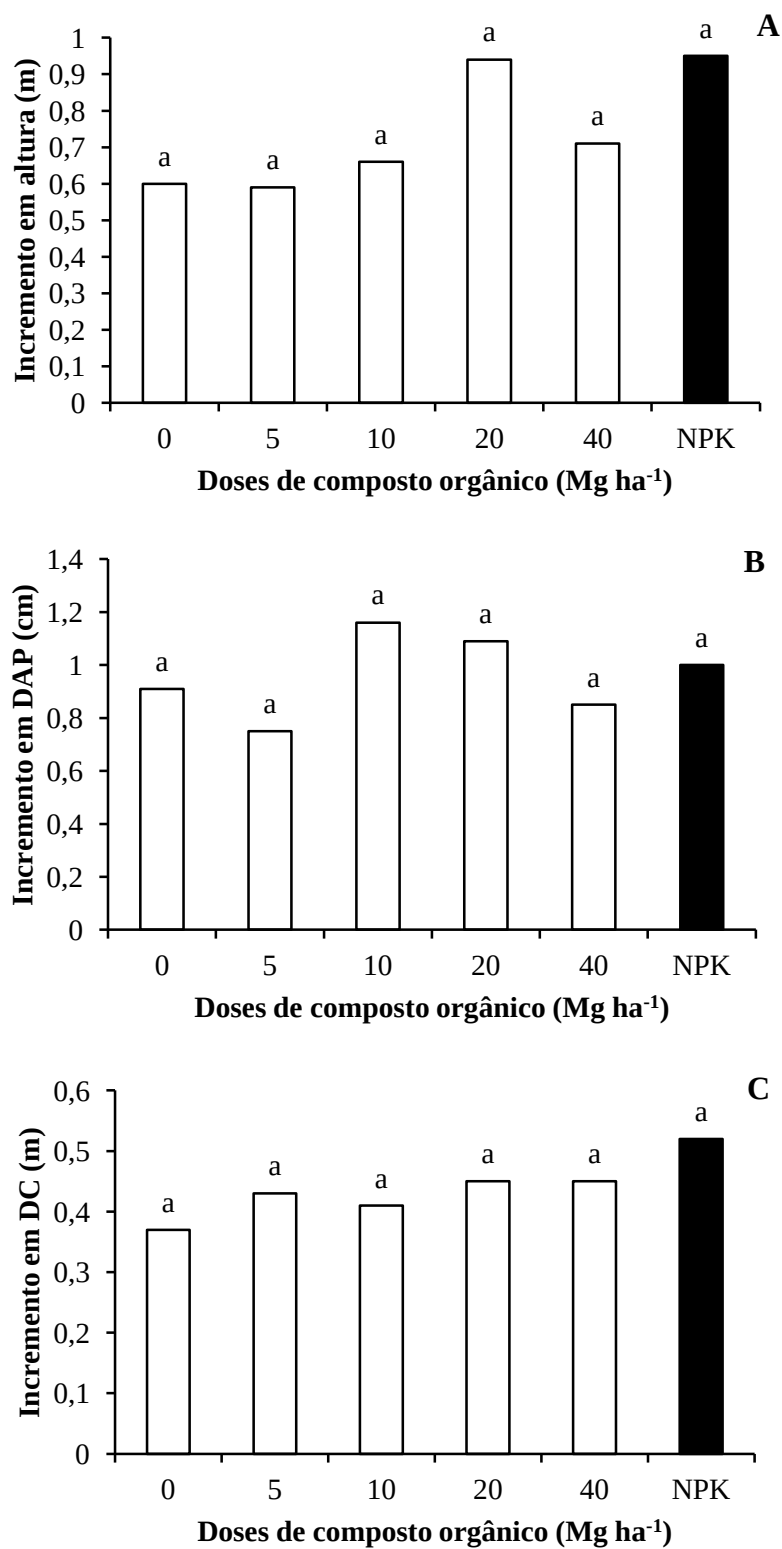


Figura 3.6 Incremento em altura (A), DAP – diâmetro a altura do peito (B) e DC – diâmetro de copa (C) de barueiros cultivados em sistema agroflorestal em função da adubação mineral e de doses orgânicas entre os anos de 2018 e 2019.

A ausência de resposta constatada para as variáveis de crescimento avaliados no baru, em função da adubação química e das doses de composto orgânico podem estar relacionadas aos mecanismos que a planta possui devido ser nativa e bem adaptada as condições do cerrado, com desenvolvimento satisfatório em solos ácidos e pouco férteis, o que restringe sua resposta a melhoria dos níveis de fertilidade do solo promovidas pelas adubações (Siqueira et al., 1995; Arruda, 2017). Provavelmente, o baru possui um mecanismo eficiente na absorção e utilização dos nutrientes sendo suficiente para manter o crescimento adequado da espécie (Vieira & Weber, 2016).

Outra explicação pode estar relacionada ao curto período que as árvores foram submetidas à condição de adubação (2 anos de manejo), além da sua idade já avançada (11 para 12 anos) com alguns indivíduos entrando na fase reprodutiva, apresentando produção de flores e frutos. Assim, o desenvolvimento mais lento das árvores com o surgimento de drenos pode ter retardado a resposta da planta em crescimento. Segundo Canuto (2015), na fase reprodutiva do baru há maior exigência nutricional, principalmente de nitrogênio e fósforo que são translocados para a formação e o desenvolvimento de novos órgãos e também para a formação de material de reserva que ali serão armazenados. Desta forma, continuadas avaliações deverão ser realizadas tanto no crescimento quanto na produção de frutos, no intuito de avaliar incrementos em intervalos maiores, verificando a resposta da árvore sob o manejo da adubação ao longo do tempo.

5.4 CONCLUSÕES

A mandioca apresentou maior crescimento em altura de plantas, diâmetro do colo e produção de massa verde e seca da parte aérea com o aumento da dose de composto orgânico.

As doses 20 e 40 Mg ha⁻¹ de composto orgânico proporcionou os maiores incrementos no desempenho vegetativo da mandioca, equivalente a adubação mineral.

No período estudado a adubação química e as doses de composto orgânico não afetaram o crescimento do baru.

5.5 REFERÊNCIAS

ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; CARVALHO, J. E. B.; BORGES, A. L. **Tratos culturais e colheita**. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 107-131.

ARRUDA, E. M. **Atributos químicos do solo e desempenho de culturas em rotação ou consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal**. 2017. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

BELTRÃO, F. A. S.; PIMENTA FILHO, E. C.; PAES, R. A.; SOLTO, J. S.; MADALENA, J. A. S. Comportamento da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Muell. Arg.) sob diferentes espaçamentos e adubações. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 163-166, 2008.

CANUTO, D. S. O. Sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Conexão Eletrônica**, v. 12, n. 1, p. 284-295, 2015.

CFSEMG. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa-MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. cap. 12, p. 87-92.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L. D. Crescimento do guanandi e produção de mandioca e araruta em sistemas agroflorestais. **Revista Verde de Agrotecnologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 2, p. 303-311, 2019.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, 1994, p. 3-21.

DUBOC, E. Sistemas agroflorestais e o Cerrado. In FALEIRO, F.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savana: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 965-985.

FAGUNDES, L. K.; STRECK, N. A.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; ZANON, A. J.; LOPES, S. J. Desenvolvimento, crescimento e produtividade de mandioca em diferentes datas de plantio em região subtropical. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2460-2466, 2010.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O.; IGLESIAS, C. Cassava breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 617-638, 2002.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio no milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 195-205, 2008.

GUIMARÃES, R. A.; MIRANDA, K. M. C.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; TELLES, M. P. C.; SOARES, T. N. Mating system and pollen dispersal in *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae): comparing in situ and ex situ conditions. **Tree Genetics & Genomes**, v. 15, n. 28, p. 01-10, 2019.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba-SP, Ceres, 1985.

KONAN, K. M.; COULIBALY, S. S.; KOUASSI, K. I.; ZORO, B. I. A.; DOGBO, D. O. Coupling Compost from Chicken Manure and Inorganic Fertilizer to Improve Cassava

(*Manihot esculenta* Crantz) Growth and Yield on a Ferralitic Soil in Côte d'Ivoire. **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, v. 8, n. 7, p. 1472-1478, 2020.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica. 1948, 478p.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.

OLIVEIRA, G.C., VIEIRA, W.L., BERTOLLI, S.C., PACHECO, A.C. Photosynthetic behavior, growth and essential oil production of *Melissa officinalis* L. cultivated under colored shade nets. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 76, n. 1, p. 123-128, 2016.

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 837-843, 2009.

OTSUBO, A. A.; SAGRILO, E.; LORENZI, J. O.; GALHARINI, L. G.; OTSUBO, I. M. N.; MATOS, J. S.; UTIDA, D.; FUJINAKA, J. Avaliação de clones de mandioca visando o processamento industrial em Dourados, MS. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, n. 2, p. 38-42, 2007.

PEREIRA, G. A.; LEMOS, V. T.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, M. C.; MENEZES, C. W. G. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, v. 59, n. 5, p. 716-722, 2012.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 2008.

RAMOS, R. F.; SOBUCKI, L.; ROHRIG, B.; LUDWIG, J.; DAROIT, D. J. Diversidade funcional de bactérias isoladas de solos rizosférico e não rizosférico em cultura de milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 3, p. 417-427, 2018.

RÓS, A. B. Produtividade de raízes de mandioca em função de doses de potássio. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 9, n. 1, p. 25-32, 2013.

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, 2013.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília-DF, Embrapa, 2018.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 9-20, 1993.

SILVA, C. F.; LOSS, A.; CARMO, E. R.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; MARTINS, M. A. Fertilidade do solo e substâncias húmicas em área de cava de extração de argila revegetada com eucalipto e leguminosas no norte fluminense. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 547-561, 2015.

SILVA, D. C. O.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; ANDRADE SOUSA, A.; BARRETO, G. F.; SILVA, C. N. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 2, p. 158-165, 2017.

SILVA, F. A. S. The ASSISTAT software: Statistical assistance. In: **International conference on computer**, 6, Cancun, 1. Anais... American Society of Agricultural Engineers, 1996, p. 294-298.

SILVA, G. P.; SALES, J. F.; NASCIMENTO, K. J. T.; RODRIGUES, A. A.; CAMELO, G. N.; BORGES, E. E. D. L. Biochemical and physiological changes in *Dipteryx alata* Vog. seeds during germination and accelerated aging. **South African Journal of Botany**, v. 131, p. 84-92, 2020.

SILVA, H. R. F.; MELO, V. L.; PACHECO, D. D.; ASSIS, Y. J. M.; SALES, H. R. Acúmulo de matéria seca e micronutrientes em mandioca consorciada com bananeira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 15-23, 2014.

SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R.; FERREIRA, M. M.; MOREIRA, F. M. S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S.; GOMES, J. C.; Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (eds). Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura tropical, 2006, p. 170-214.

TAKENO, K. Stress-induced flowering: the third category of flowering response. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, p. 4925-4934, 2016.

THOMAS, P. C. **Desenvolvimento e produtividade da cultura da mandioca adubada com cama de aviário**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade de Rio Verde, Rio Verde-GO, 2015.

VASCONCELOS, W. A.; SANTOS, E. M.; EDVAN, R. L.; SILVA, T. C.; MEDEIROS, G. R.; SOUTO FILHO, L. T. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 36-43, 2010.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J. D.; CASTRO, D. S.; SOUZA, D. M.; MONTEIRO, M. M.; CALIL, F. N. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no distrito federal. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 143-151, 2013.

VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; MAIA, R. R.; SAGRILO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Saturação por bases e doses de P no crescimento e na qualidade de mudas de cumbaru. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 18, n. 1, p. 6-16, 2016.

ZHAO, D. HAO, Z. TAO, J. Effects of shade on plant growth and flower quality in the herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 61, p. 187-196, 2012.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação orgânica realizada por meio do composto orgânico derivado da biomassa de cana-energia e esterco bovino, promove alterações positivas na fertilidade do solo, em especial, nos estoques da matéria orgânica e nos teores de P, K e Mg, demonstrando ser opção vantajosa de manejo para as culturas da banana, feijão-caupi e mandioca cultivadas em sistema agroflorestal com barueiros, podendo substituir a adubação mineral padrão adotada para as culturas. No entanto, devido ao pouco tempo de manejo orgânico na área, o composto parece não afetar os atributos físicos e também o crescimento das árvores.

São necessários estudos a médio e longo prazo com o manejo orgânico do sistema agroflorestal, para verificar os efeitos cumulativos deste manejo nos atributos químicos e físicos do solo e na resposta das árvores tanto em crescimento quanto em produção de frutos. Além disso, acompanhar os atributos biológicos do solo para compreender o efeito na atividade dos microorganismos e inserir no sistema outras culturas agrícolas relevantes para a região do cerrado intensificando o sistema, com o objetivo de encontrar a adubação mais eficiente e entender até que ponto de diversificação o sistema consegue suportar.