



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CULTIVADOS COM**  
**BANANEIRAS NO BREJO PARAIBANO**

**CARLA RAFAELA PEREIRA DA SILVA**

**AREIA, PB**  
**AGOSTO– 2016**

**CARLA RAFAELA PEREIRA DA SILVA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CULTIVADOS COM  
BANANEIRAS NO BREJO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Ciência do Solo”.  
Área de concentração: Solos em Agroecossistemas Familiares

Orientador: Prof. Dr. Djail Santos

Co-orientador: Dr. Fabrício Lopes de  
Macedo

**AREIA, PB**

**AGOSTO – 2016**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586a Silva, Carla Rafaela Pereira da.

Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeiras no brejo  
paraibano / Carla Rafaela Pereira da Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2016.  
x, 112 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agrárias.  
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Djail Santos.

1. Fertilidade do solo. 2. Musa spp.. 3. Física do solo. 4. Cultivo – Banana. I.  
Santos, Djail (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 631.41(043.3)

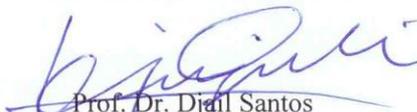
CARLA RAFAELA PEREIRA DA SILVA

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLOS CULTIVADOS COM  
BANANEIRAS DO BREJO PARAIBANO

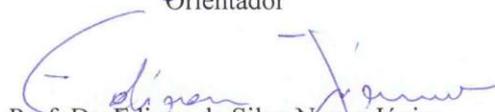
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Ciência do Solo”.  
Área de concentração: Solos em Agroecossistemas Familiares.

Aprovada em 31/08/2016

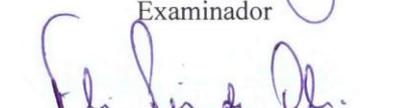
BANCA EXAMINADORA



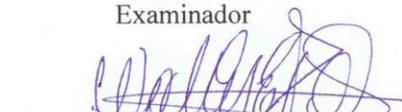
Prof. Dr. Djail Santos  
DSER/CCA/UEPB  
Orientador



Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior  
DAE/CCHA/UEPB  
Examinador



Prof. Dr. Flávio Pereira de Oliveira  
DSER/CCA/UEPB  
Examinador



Prof. Dr. Walter Esfran Pereira  
DCFS/CCA/UEPB  
Examinador

*Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.*

*Martin Luther King*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, e por todas as oportunidades que o Senhor tem me permitido sonhar e realizar;

Aos meus pais, Valter e Cícera, pela dedicação, ensinamentos, apoio, carinho e incentivo ao longo de toda minha vida, ingredientes que me mantiveram sempre forte, por mais árduo que tenha sido o trajeto;

Aos meus irmãos, Cassiano Ricardo e Cathia Raquel e aos meus sobrinhos Eike e Arthur, por terem proporcionado momentos de alegrias e compartilhado com minhas angustias e inquietações ao longo da realização deste trabalho;

Ao meu orientador Prof. Dr. Djail Santos pela orientação neste trabalho, colaboração, paciência, humildade, sabedoria e pelo apoio nos momentos difíceis para realização da pesquisa. Agradeço também ao meu coorientador Fabrício Macedo, pela incrível disponibilidade oferecida, pelas inúmeras revisões de texto e pelas palavras de conforto nos momentos que mais precisei. Vocês foram simplesmente essenciais.

Aos membros da banca Edivan da Silva, Flávio Pereira e Walter Esfrain pela contribuição ao presente trabalho;

Ao professor Walter Esfrain Pereira pelo auxílio nas análises estatísticas;

Aos agricultores das Comunidades de Sabueiro de Caiana, Boa Vista, Usina Santa Maria, Avarzeado e Gravatá, dos municípios de Areia e Pilões-PB, pela simplicidade e simpatia com que me receberam em suas casas e gentilmente forneceram informações sobre seus plantios e aos que, além de informações, contribuíram para a coleta das amostras. Em especial, agradeço aos técnicos da EMATER dos respectivos municípios pela atenção e colaboração no início da pesquisa.

Aos meus queridos amigos de mestrado Léa Cristina, Djalma Júnior, Wellington, Ewerton Abrantes e Jhony Vendruscolo, e também as minhas companheiras de biblioteca Catarina, Fernanda e Núbia que nos momentos de fraqueza estavam sempre do meu lado, assim como nos momentos de alegria, compartilhando cada instante desta caminhada, obrigada pelo companheirismo e incentivo em todas as horas que me estimularam para que pudesse me manter firme nessa caminhada.

Aos meus amigos de coleta das amostras Fernando, Sr. Didiu, Aderaldo e Ian. Em especial agradeço a Ewerton Barbosa e Michelly Carvalho pelas longas horas de trabalho em campo e laboratório, sob sol e chuva, sempre acompanhadas de boas conversas. A minha mais profunda gratidão.

Ao Sr. Gabriel (chefe dos transportes) que mesmo com suas limitações sempre procurava solucionar os problemas que vinham a surgir, e a todos os motoristas que me acompanharam nessa aventura, em especial a Neyber que com sua paciência sempre estava disponível.

A Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo CCA/UFPB pela oportunidade oferecida, aos professores a ele vinculados, por terem repassado o conhecimento e mostrado o caminho para construí-lo;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo e oportunidade concedida;

Aos Funcionários do Laboratório de Física do solo e de Química e Fertilidade do Solo, Prof. Flávio, Roberval, Maely, Ednaldo e Valdenia pela orientação nas análises laboratoriais.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a execução desse trabalho, seja pela ajuda constante ou por uma palavra de amizade!

Meu muito Obrigada!!!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMO GERAL.....	vii
GENERAL ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Solos para a cultura da banana.....	3
2.2. Influência do tipo de manejo nos atributos físicos do solo .....	4
2.3. Atributos químicos do solo.....	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
CAPÍTULO 1.....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1. Localização geográfica e caracterização edafoclimática das áreas de estudo.....	16
2.2. Pesquisa exploratória.....	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
3.1. Caracterização da região produtora e composição da renda familiar .....	19
3.1. Participação de associações comunitárias.....	20
3.2. Assistência técnica.....	21
3.3. Produção agrícola.....	21
3.4. Propagação e espaçamento .....	22
3.5. Tratos culturais .....	24
3.6. Uso e conservação do solo.....	26
3.7. Controle de pragas e doenças.....	28
3.8. Colheita e produtividade.....	29
3.9. Embalagem, transporte e comercialização .....	29
4. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
CAPÍTULO 2.....	34

RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1. INTRODUÇÃO .....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.1. Caracterização das áreas .....	38
2.2. Seleção das áreas de estudo .....	38
2.3. Amostragem e preparo para análises físicas .....	38
2.4. Determinações dos atributos físicos do solo .....	40
2.5. Determinações dos Atributos de Química e Fertilidade do solo .....	42
2.6. Análises estatísticas .....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.1. Atributos físicos .....	43
3.2. Atributos Químicos .....	55
4. CONCLUSÃO .....	74
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
APÊNDICE.....	84

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1. Área total e de cultivo sob banana nos municípios de Areia e Pilões-PB .....	19
--	----

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente aos resultados da análise granulométrica (areia, silte e argila) em função do usos do solo, posição no relevo e profundidade do solo.....	43
Tabela 2. Médias de areia e argila em função do uso do solo e posição do relevo nos municípios de Areia e Pilões .....	43
Tabela 3. Médias de areia e silte em função da profundidade nos municípios de Areia e Pilões-PB.	45
Tabela 4. Resumo da análise de variância referente à densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e água disponível em função do uso, posição do relevo e profundidade do solo.....	46
Tabela 5. Médias de densidade do solo para as áreas sob o cultivo de banana e mata nativa em função da profundidade nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	46
Tabela 6. Médias de macroporosidade para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	48
Tabela 7. Médias de microporosidade para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em solos dos municípios de Areia e Pilões-PB.....	49
Tabela 8. Médias de porosidade total para a posição do relevo nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	50
Tabela 9. Médias de água disponível para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em áreas com banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	51
Tabela 10. Médias de água disponível para as posições do relevo em áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB .....	53
Tabela 11. Médias de água disponível em função da interação entre as posições do relevo e camadas de solos em diferentes áreas nos municípios de Areia e Pilões-PB.....	54
Tabela 12. Resumo da análise variância referentes aos teores de potássio ( $K^+$ ), sódio ( $Na^+$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ) e cálcio ( $Ca^{2+}$ ). ....	55
Tabela 13. Médias de pH para as áreas de banana e mata nativa, posição do relevo e camadas nos municípios de Areia e Pilões-PB.....	56
Tabela 14. Médias de cálcio ( $Ca^{2+}$ ) para as áreas de banana e mata nativa, e nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	57

Tabela 15. Médias de magnésio ( $Mg^{2+}$ ) para as áreas de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	58
Tabela 16. Médias de potássio ( $K^+$ ) em função da interação entre o uso do relevo e a posição do relevo nos municípios de Areia e Pilões-PB .....	59
Tabela 17. Médias de sódio ( $Na^+$ ) das áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	61
Tabela 18. Resumo análise variância referentes aos teores de fósforo (P), alumínio ( $Al^{3+}$ ), acidez potencial ( $H^+Al^{3+}$ ), carbono orgânico (CO) e soma de bases (SB). ....	62
Tabela 19. Médias de alumínio ( $Al^{3+}$ ) para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	63
Tabela 20. Médias de alumínio ( $Al^{3+}$ ) para a posição do relevo nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB .....	63
Tabela 21. Médias de alumínio ( $Al^{3+}$ ) em função da interação entre a posição do relevo e as camadas em áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	64
Tabela 22. Médias de acidez potencial ( $H+Al$ ) em função do uso do solo e posição do relevo nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	65
Tabela 23. Médias de carbono orgânico (CO) nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	66
Tabela 24. Médias de soma de bases (SB) para áreas de mata nativa e banana nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	66
Tabela 25. Resumo da análise de variância referente capacidade de troca catiônica efetiva ( $CTC_{ef}$ ), capacidade de troca catiônica total ( $CTC_{pH7}$ ), saturação por bases (V%), porcentagem de sódio trocável (PST) e a saturação por alumínio (m%). ....	67
Tabela 26. Médias da capacidade de troca catiônica efetiva ( $CTC_{ef}$ ) nas áreas sob o cultivo de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	68
Tabela 27. Médias da capacidade de troca catiônica total ( $CTC_{pH7}$ ) nas áreas sob o cultivo de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	69
Tabela 28. Médias da porcentagem de saturação por bases (V%) nas áreas sob o cultivo de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	69
Tabela 29. Médias da porcentagem de saturação por sódio (PST%) para áreas de mata nativa e banana nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	70
Tabela 30. Médias da saturação por alumínio (m%) para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	71

Tabela 31. Médias de saturação por alumínio (m%) para a posição do relevo nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB..... 72

Tabela 32. Médias de saturação por alumínio (m%) para a posição do relevo nas camadas de 0-20 e 40-40cm nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB. .... 72

## APÊNDICE

Tabela 1 - Valores de saturação de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , m% e V%, e relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada..... 89

Tabela 2 - Valores de saturação e relação dos nutrientes das áreas cultivadas com banana comparada com áreas de mata nativa no município de Pilões-PB ..... 93

Tabela 3 - Valores de saturação e relação dos nutrientes das áreas de mata nativa no município de Pilões e Areia-PB. .... 95

Tabela 4 -Valores dos nutrientes de cada área cultivada com banana no município de Areia-PB. (continuação)..... 97

Tabela 5 - Valores dos nutrientes de cada área cultivada com banana no município de Pilões-PB.101

Tabela 6 - Valores dos nutrientes de cada área cultivada sob mata nativa dos municípios de Areia e Pilões-PB. .... 103

Tabela 7 - Análise granulométrica de cada área cultiva com banana no municio de Areia-PB. .. 105

Tabela 8 - Análise granulométrica de cada área cultiva com banana no municio de Pilões-PB... 109

Tabela 9 - Análise granulométrica de cada área de mata nativa no municio de Areia e Pilões-PB.111

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Localização dos municípios de Areia e Pilões-PB.....	16
Figura 2. Precipitação (mm) acumulada mensal nos anos de 2005 e 2015 (AESA, 2016). ....	17
Figura 3. Fontes de Comercialização da produção de banana dos produtores estudados de Areia e Pilões - PB.....	20
Figura 4. Tratos culturais de desbaste e desfolha na área de baixada sob cultivo de banana no município de Areia-PB .....	25
Figura 5. Idade média dos pomares de banana nos municípios de Areia e Pilões/PB .....	25
Figura 6. Implantação de um bananal no município de Areia-PB.....	26
Figura 7. Formas de descarte de embalagens de agrotóxico utilizados nas áreas de produção de banana nos municípios de Areia e Pilões/PB.....	29
Figura 8 Caixa Hortifruti (A e B) utilizadas para embalagem e comercialização de banana, nos municípios de Areia e Pilões-PB. ....	30
Figura 9. Anel volumétrico (A) e trado tipo Uhland (B) utilizados nas coletas de solo para as análises físicas. ....	39
Figura 10. Revestimento das amostras com filme plástico para análise física.....	40

## RESUMO GERAL

SILVA, CARLA RAFAELA PEREIRA DA. **Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeiras no Brejo Paraibano.** Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Agosto de 2016. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Orientador: Prof. Djail Santos, PhD.

A redução da qualidade física e química do solo através do manejo inadequado do solo pode acelerar a sua degradação e o esgotamento dos recursos naturais no agroecossistema com reflexos negativos na produção agrícola. Objetivou-se com este trabalho realizar o diagnóstico socioeconômico do cultivo da bananeira (*Musa spp. L.*) e avaliar a sua influência sobre os atributos físicos e químicos do solo em condições de campo. Para tanto, foram realizadas as seguintes abordagens: (i) Aplicação de questionário semiestruturado para o diagnóstico socioeconômico do cultivo da bananeira. Foram entrevistados 20 agricultores, em 5 comunidades rurais dos municípios de Areia e Pilões, Paraíba, Brasil (N= 150) e os dados foram avaliados através de análise descritiva; (ii) Amostragem de solo em 2 camadas (0-20 e 20-40 cm) e 3 posições de relevo (topo, meia-encosta e baixada) nas áreas de cultivo de banana. Para fins de comparação, também foram coletadas amostras de solo em áreas com vegetação nativa sob domínio de Mata Atlântica. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com base nos resultados obtidos no diagnóstico socioeconômico observou-se que as áreas avaliadas se enquadram no sistema de produção de base familiar. Dentre as atividades agrícolas praticadas observou-se que o cultivo da bananeira é a principal fonte de renda das propriedades estudadas. A baixa produtividade de banana nas áreas de estudo pode estar relacionada com: (1) baixo nível tecnológico empregado; (2) manejo inadequado ou inexistente de plantas daninhas, pragas e doenças; e (3) manejo inadequado do solo, principalmente em áreas declivosas. Com relação aos efeitos do cultivo da bananeira nos atributos físicos e químicos observou-se aumento da densidade do solo e dos teores de argila em função das camadas e posições do relevo estudadas. Entre as áreas estudadas não foram observadas diferenças significativas na camada superficial para o teor de areia, macroporosidade e microporosidade do solo, e água disponível. Com relação à posição do relevo, observou-se que na baixada houve aumento do teor de areia, porosidade total e água disponível, e redução da argila. Em áreas de cultivo de bananeira observou-se aumento da CTC<sub>ef</sub>, CTC<sub>pH7</sub> e da soma de bases, apesar dos baixos teores de K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> e Na<sup>+</sup> e saturação por bases. Houve tendência de

aumento do pH e redução de  $H^+ + Al^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  e saturação por alumínio do topo para a baixada nas áreas sob mata; na camada superficial do solo houve aumento do pH, Ca e orgânico. O cultivo de bananeiras influenciou nos atributos físicos, que favoreceram a retenção de água do solo, não apresentando limitação na camada superficial.

**Palavras-chave.** *Musa* spp., diagnóstico socioeconômico, fertilidade do solo, física do solo, qualidade do solo

## GENERAL ABSTRACT

SILVA, CARLA RAFAELA PEREIRA DA. **Soil physical and chemical attributes of banana crop system in the Brazilian Northeast.** Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. August of 2016. Thesis. Post-Graduate Program of Soil Science. Adviser: Prof. Djail Santos, PhD.

Reducing the soil quality through inadequate soil management can accelerate its degradation and the depletion of natural resources in the agroecosystem with negative impacts on agricultural yield. Here we studied the socioeconomic diagnosis of the banana crop systems (*Musa* spp. L.) and, we evaluated its influence on soil physical and chemical attributes under field conditions. So, to achieve these two objectives we used the following approaches: (i) We applied a semi-structured questionnaire for the socioeconomic diagnosis of banana crop systems. Twenty farmers were interviewed in 5 countryside communities from 2 different regions (N = 150) and this database was evaluated through descriptive analysis. (ii) We collected soil samples from 2 layers (0-20 and 20-40 cm) and 3 slope hill positions (summit, backslope and toeslope) in the banana crop systems. For comparison purposes, soil samples were also collected in areas with native vegetation under the Atlantic Forest domain. Data were submitted to two-way ANOVA and the means were compared by the Tukey *post-hoc* test at 5% probability. Based on the results obtained in our socioeconomic diagnosis, we observed that all studied areas can be classified as family-based production system. Among the agricultural activities practiced within these areas, we found that the banana crop system was the main source of income. The low banana yield of the study areas could be related to: (1) the low level of technology employed; (2) inadequate or non-existent management of weeds, pests and diseases; and (3) inadequate soil management. For the effects of banana crop systems on physical and chemical attributes, bulk density and clay content increased as a function of the layers and slope positions. Among the studied areas, no significant differences were observed in the surface layer for the sand content, soil macro and microporosity, and available water. Regarding slope positions of the relief, it was observed that in the toeslope there was an increase in sand content, total porosity and available water, and a reduction of clay content. In the areas under banana crop systems, we observed an increase of  $CTC_{ef}$ ,  $CTC_{pH7}$  and sum of bases, despite the low values of  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Na^+$  and base saturation. There was a tendency of pH increase and reduction of  $H^+$  +  $Al^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  and aluminium saturation from top to bottom in the areas under forest. In the soil surface layer there was an increase in pH,

Ca and organic carbon. Banana crop systems influenced the physical attributes, which favoured soil water retention.

**Key-words:** *Musa* spp., socioeconomic diagnosis, soil fertility, soil physics, soil quality

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A bananeira (*Musa spp.*) é uma planta monocotiledônea, herbácea e perene (Borges e Souza, 2004) cultivada em regiões tropicais e subtropicais Borges et al. (2006), devido à produção de frutos ricos em carboidratos e minerais (principalmente potássio) muito apreciados por todas as classes sociais (Borges e Souza, 2009).

O Brasil têm se destacado na produção do fruto pela suficiência em atender o mercado interno. Segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2014) no ano de 2014, foram produzidos cerca de 6,9 milhões de toneladas em uma área de 478,1 mil hectares, sendo a Bahia, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Pará e Ceará os principais estados produtores do país, contribuindo para que o Brasil ocupasse o 5º lugar no *ranking* mundial (FAOSTAT, 2015).

A região responsável pela maior parte da produção de banana no ano de 2015 foi o Nordeste brasileiro, com cerca de 40% do total produzido no país IBGE (2015). O estado da Paraíba responde por cerca de 6% da produção nordestina, cujo centro de maior produção está localizado na Microrregião do Brejo Paraibano, em destaque para os municípios de Alagoa Nova, Pilões, Areia e Alagoa Grande pela maior expressividade de produção (IBGE, 2013).

A bananicultura na microrregião do Brejo é caracterizada por enfrentar uma série de dificuldades, como por exemplo, a desvalorização do produto no comércio, baixo nível tecnológico empregado na produção, alta incidência de pragas e doenças, práticas inadequadas de adubação (Nunes Junior, 2003).

Além disso, as áreas destinadas à produção da cultura possuem, predominantemente, topografia acidentada, as quais quando manejadas de forma inadequada podem resultar em perdas do solo, água e alterações nos atributos físicos e químicos do solo que podem comprometer o desenvolvimento e a produção da cultura (Araújo, 1997; Souza e Borges, 2000).

Como o tipo de relevo e os sistemas de uso e manejo alteram os atributos do solo em diferentes intensidades, principalmente, pela intensificação dos processos de erosão e compactação que modificam as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo Leite et al. (2010), acredita-se que o monitoramento desses processos pode ser uma estratégia eficiente para avaliar a sustentabilidade das práticas de manejo adotadas (Dantas et al., 2012).

Com isso, justificam-se a realização de estudos voltados à caracterização dos atributos de solos das áreas cultivadas com banana na microrregião do Brejo Paraibano que podem ser úteis para o desenvolvimento de práticas sustentáveis de manejo do solo.

Sendo assim, objetivou-se realizar um diagnóstico, visando compreender a forma de inserção dos agricultores familiares no processo produtivo da bananeira e avaliar seus efeitos nos atributos físicos e químicos de solos cultivados com banana nos municípios de Areia e Pilões, estado da Paraíba.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Solos para a cultura da banana

A bananeira é cultivada em solos das mais diversas origens geológicas e com ampla diversidade em condições químicas e físicas. No entanto, o conhecimento dessas condições é imprescindível para o sucesso da cultura (Borges et al., 2004). Os solos considerados adequados para esta cultura são aqueles ricos em matéria orgânica, férteis, com valores de pH na faixa de 5,5 a 6,5, sem problemas com salinidade, profundos (mais de 75 cm), sem risco de inundação, permeáveis e que apresentem textura variando de média a argilosa (Borges et al., 2000; Borges e Souza, 2004).

A aeração deve permitir a renovação do ar do solo, porém em solos arenosos por apresentar baixo poder de retenção de água, baixa fertilidade natural e favorecer a disseminação de nematóides, devem ser manejados com maior rigor (Ital, 1990). O encharcamento no solo deve ser evitado, uma vez que as raízes apodrecem com a falta de oxigênio. Dessa forma, a textura considerada adequada é a média a argilosa, pelo fato de contribuir com a capacidade de retenção de água, ar e nutrientes (Borges e Souza, 2010).

É desejável que as áreas sob cultivo de banana apresentem declividade inferior a 8%, pois facilita o manejo da cultura, práticas culturais, colheita e a conservação do solo; áreas com declividade de até 30% apresentam algumas restrições e aquelas com declives acima de 30% são consideradas inadequadas (Cordeiro, 2000).

Por apresentar crescimento rápido, a bananeira exige que a quantidade dos nutrientes seja satisfatória de (Nava e Illarreal, 2000). De acordo com Borges e Oliveira (1997), a planta absorve os seguintes macro e micronutrientes em ordem decrescente:  $K > N > Ca > Mg > S > P$  e  $Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$ , respectivamente. Parte desses nutrientes volta ao solo por meio dos restos da própria cultura (pseudocaule, folhas e rizoma) que permanecem na área após a colheita (Borges e Souza, 2004).

Estudo conduzido por Teixeira et al. (2011) na região do Planalto Paulista, em um Latossolo Vermelho eutroférico e um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico foram gastos R\$ 6.054 e em US\$ 3.677,56, com nitrogênio (N) e potássio (K), para obter 40 toneladas de frutos por hectare. Esses insumos aumentaram o custo de produção que, por sua vez, encareceu o produto e reduziu a margem de lucro do produtor.

Como alternativa para redução dos custos de produção e melhoria da qualidade do solo pode-se optar pela adubação orgânica. Este tipo de adubação baseia-se no equilíbrio

ecológico, favorecendo os ciclos biológicos IFOAM (2009) que reflete em melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo ( Nomura et al., 2009), além de proporcionar melhor desenvolvimento na planta e maior tolerância a incidência de pragas e doenças quando aplicados na forma líquida (Damatto Júnior et al., 2006; 2009).

O uso de esterco como fonte de adubação orgânica em bananeira promoveu melhoria nas características físicas dos frutos ( Borges et al., 2002). Com relação ao solo, Cardozo et al. (2008) trabalhando em Argissolo Vermelho-Amarelo, com topografia fortemente ondulada, verificaram melhorias nas propriedades físicas e químicas quando adotou-se o manejo orgânico em relação à áreas com cobertura vegetal de floresta.

Em relação às propriedades físicas, a adubação orgânica pode reduzir a vulnerabilidade do solo à erosão e à compactação, diminuir a densidade e a resistência do solo à penetração radicular e elevar a capacidade de retenção de água (Mosaddeghi et al., 2009). Contrariamente, Costa et al. (2011) observaram que o uso de fontes de adubação orgânica na cultura da banana não apresentou efeito sobre os atributos físicos do solo.

Quanto às propriedades químicas, em estudo realizado por Damatto Júnior et al. (2006), verificou-se que o uso de adubação orgânica em bananeira “Prata-anã” proporcionou aumento do pH nos teores de matéria orgânica, fósforo (P), cálcio ( $Ca^{+}$ ) e nos valores de soma de bases, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%), além de contribuir para o aumento da produção de frutos. A adoção do sistema de manejo orgânico em Latossolo Vermelho-Amarelo possibilitou a produção de frutos com maior comprimento nas cultivares de banana ‘Pacovan Ken’ e ‘Thap Maeo’ e maior diâmetro na cultivar ‘Thap Maeo’. (Ribeiro et al., 2013).

## **2.2. Influência do tipo de manejo nos atributos físicos do solo**

A substituição da vegetação nativa por culturas agrícolas ocasiona desequilíbrios ao ecossistema, pois modificam as propriedades do solo, cuja intensidade varia com as condições de clima, uso e manejo do solo (Costa et al., 2008; Resende et al., 2015).

Alguns atributos físicos do solo têm sido utilizados para avaliar e monitorar esses desequilíbrios em diferentes sistemas de manejo ( Neves et al., 2007; Thomazinet al., 2013), cuja avaliação é realizada por métodos simples, rápidos e de baixo custo que possuem ainda uma relação direta com os atributos químicos e biológicos do solo (Mendes et al., 2006). Os principais atributos físicos, sob o ponto de vista agrícola, são textura, estrutura, densidade, porosidade e agregação do solo (Leonardo, 2003; Gomes e Filizola, 2006).

Os solos se diferenciam quanto ao estado de agregação, textura, teor de água e matéria orgânica, de acordo com o uso e manejo adotado e possíveis tensões que o solo recebeu no passado (Llanillo et al., 2006). Segundo Andreola et al. (2000) quando o solo é mantido em seu estado natural sob vegetação nativa, apresenta características físicas como densidade, porosidade, agregação e permeabilidade consideradas adequadas para o desenvolvimento das plantas.

Corroborando com essa afirmação estudos realizados por Jakelaitis et al. (2008), Portugal et al. (2008), Santos et al. (2010) e Silva et al. (2013) constataram que áreas sob vegetação nativa (mata) apresentaram melhores resultados em relação a densidade do solo e porosidade total quando comparadas com o solo de áreas cultivadas com pastagens. Esses resultados são atribuídos a fatores como ausência de pisoteio animal, maior teor de carbono e maior diversidade biológica encontrados no solo sob mata, os quais são responsáveis pela melhores condições físicas do solo (Silva, 2012).

Quando o solo é submetido ao processo produtivo, suas propriedades físicas sofrem alterações, tornando-se fundamental a sua avaliação após a introdução de atividades de caráter antrópico, devido ao fato de serem capazes de promover a perda da qualidade estrutural e aumentar a suscetibilidade à erosão (Neves et al., 2007; Bertol et al., 2001).

### **2.3. Atributos químicos do solo**

O manejo inadequado do solo provoca alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos (Niero et al., 2010), como, por exemplo, desestruturação e compactação, redução da fertilidade, oxidação acelerada da matéria orgânica e diminuição da quantidade e diversidade de organismos do solo (Moura, 2004; Leite et al., 2010). O resultado é a perda da sua qualidade afetando a sustentabilidade ambiental e econômica da atividade agrícola (Niero et al., 2010). Assim, o conhecimento da fertilidade dos solos é um dos fatores primordiais para a obtenção de resultados satisfatórios na produção agrícola (Iwata et al., 2012).

Pode ser encontrada na literatura uma vasta lista de utilidades dos atributos químicos do solo, dentre os quais se destaca a utilização para avaliar o impacto dos tipos de uso e manejo (Araújo, 2004; Martinazzo, 2006). Esses atributos se inter-relacionam e controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço, de maneira que qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, em consequência, a fertilidade, com reflexos na sua qualidade e na produtividade das culturas (Carneiro et al., 2009).

Entre os atributos cujas alterações se dão rapidamente no tempo de acordo com o manejo estão: acidez, teor de nutrientes, matéria orgânica do solo (M.O.S) a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%), os quais são considerados os mais utilizados em estudos a curto prazo devido os seus reflexos imediatos que exprimem a forma de uso do solo, sendo a análise do solo a ferramenta mais utilizada para esse diagnóstico (Gomes e Filizola, 2006).

A utilização de alguns atributos químicos em estudo realizado por Nunes et al. (2008) revelou que a água rica em carbonato de cálcio utilizada na irrigação da cultura da banana no norte de Minas Gerais provocou alterações químicas no solo como elevação do pH e dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$ . Da mesma forma, Morais et al. (2014) constataram que o manejo do solo na cultura da banana apresentou tendência de melhoria das características químicas em relação à mata nativa. O uso de atributos químicos também revelou que práticas de manejo sustentáveis contribuem de forma benéfica para a conservação da fertilidade em solos sob vegetação de Caatinga (Lira et al., 2012).

Avaliando a utilização de indicadores químicos em sistemas agrícolas compostos por laranjais e canaviais em um Latossolo na Zona da Mata Mineira, Portugal et al. (2010) verificaram que a fertilidade do solo foi maior do que em áreas de vegetação nativa (Mata Atlântica secundária).

Por outro lado, o teor de matéria orgânica do solo em áreas sob cultivo da banana no Brejo Paraibano foi menor em relação à área de mata (Reinaldo et al., 2013), mostrando que a qualidade do solo sob mata é superior ao sistema agrícola em questão.

Dessa forma, verifica-se que a utilização dos sistemas conservacionistas necessita de monitoramento dos solos manejados para preservação da sua qualidade e consequente manutenção da produtividade, o que possibilita manejá-lo de maneira que seu funcionamento seja otimizado no presente e não seja degradado para uso futuro.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 3, p. 857-865, 2000.

ARAÚJO, F. C. **Sistema integrado de produção de banana pacovan, prata e comprida no Estado de Pernambuco**. Recife: IPA, 1997.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 2, p. 337-345, 2004.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Science Agriculture**, p. 555-560, 2001.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; ALVES, E. J. Exigências edafoclimáticas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana. Produção: aspectos técnicos**. (Frutas do Brasil, 1). Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 17-23.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Exigências edafoclimáticas. In: BORGES, A.L; SOUZA, L.S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 15-23.

BORGES, A.L.; COELHO, E.F.; COSTA, E.L. da; SILVA, J.T.A. da. **Fertirrigação da bananeira**. Embrapa, 2006 (Circular Técnica 84).

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Nutrição e adubação na cultura da banana na região nordeste do Brasil. In: GODOY, L. J. G e GOMES, J. M. **Tópicos sobre nutrição e adubação da banana**. Botucatu: FEPAF/UNESP, 2009. 143p.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Recomendações de calagem e adubação para bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. p. 5, Comunicado Técnico.

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. **Nutrição e adubação da bananeira**. Brasília: EMBRAPA, 1997. 106p. (Publicações FRUPEX, 2).

BORGES, A.N.; CALDAS, R.C.; COELHO, E.F.; SANTOS JÚNIOR, J.L.C. Fontes e frequências de aplicação de nitrogênio na fertirrigação da bananeira 'Prata-Anã'. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17. , 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD ROM.

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

CARDOZO, S.V.; PEREIRA, M.G.; RAVELLI, A.; LOSS, A. Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do estado do Rio de Janeiro. **Semina. Ciências Agrárias**, p.517-530, 2008.

CORDEIRO, Z.J.M. (Org.). Banana produção: CORDEIRO, **Banana produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.143.

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

COSTA, M.S.S.M; PIVETTA, L.A; COSTA, L.A.M; PIVETTA, L.G; CASTOLDI, G; STEINER, F. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.810–815, 2011

DANTAS, J. D. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2012. p.18-26.

DAMATTO JÚNIOR, E. R.; VILLAS 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**, 2006. p.546-549.

DAMATTO JÚNIOR, E. R.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A. Experiências com o uso de adubação orgânica na cultura da banana. In: Godoy, L. J. G.; Gomes, J. M. **Tópicos sobre nutrição e adubação da cultura da banana**. Botucatu: FEPAF/ UNESP, 2009. p.94-120.

FURLANETO, F.P.B.; MARTINS, A.N.; ESPERANCINI, M.S.T. Viabilidade econômica de manejos nutricionais na cultura de banana. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p.205-212, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO.FAOSTAT. **Produção mundial de banana**. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 16 Ago. 2015.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Meio Ambiente, 2006. 8 p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. p.451.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, RJ. Banco de dados agregados: pesquisas: produção agrícola municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 7 agos. 2015

IWATA, B.F.; LEITE, L.F.C.; ARAÚJO, A.S.F.; NUNES, L.A.P.L.; CHRISTOPH GEHRING, C.; CAMPOS, L.P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.7, p.730–738, 2012.

IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements. **Training manuals for organic agriculture**, 2009.

ITAL. **Banana**: cultura, matéria prima, aspectos econômicos. 3 ed. Campinas: ITAL, 1990. 302p. (ITAL. Frutas Tropicais, 3).

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, 2008. p. 118-127.

LEITE, L.F.C.; FREITAS, R.C.A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S.R.S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.1, 2010. p.29-35.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores da qualidade do solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do estado do Paraná**. Piracicaba: ESALQ, 2003. 121p. Dissertação. (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

LIRA, R.B; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; NETO, O. N. S. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.

LLANILLO, R. F.; RICHART, A.; FILHO, J. T.; GUIMARÃES, M. F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, 2006. p. 205-220.

MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado**. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 211-220, 2006.

MOSADDEGHI, M. R.; MAHBOUBI, A. A.; SAFADOUST, A. Short term effects of tillage and manure on some soil physical properties and maize root growth in a sandy loam soil in western Iran. **Soil & Tillage Research**, v.104, p.173-179, 2009.

MORAIS, E.R.C.; OLIVEIRA, A.A.S.; MAIA, C.E. Qualidade do solo cultivado com banana irrigada e sua relação com áreas de caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.887-891, 2014.

MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. In: Moura, E. G. (Ed.). **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semiárido do Brasil**. São Luís: UEMA, 2004. cap. 1, p. 15-51.

NAVA, C.; ILLARREAL, E. Nitrogen, potassium, boron, magnesium and zinc application to plantain plantations, Musa AAB cv. Horn with black Sigatoka incidence. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 17, n. 1, p. 20-35, 2000.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; CARDOSO, E. L.; MACEDO, R. L. G.; FERREIRA, M. M.; SOUZA, F. S. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **S. Forestalis**, 2007. p. 45-53.

NIERO L. A. C.; CHEN, S. C. F.; COELHO R. M. MARIA, I. C. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho distro- férrico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, 2010. p. 1271-1282.

NUNES, W. A. G. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; RUIZ, H. A.; BEIRIGO, R. M.; Boncompani, A. L. P. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do Rio Gortuba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.227-236, 2008.

PORTUGAL, A. F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, J.C.E.G.R; WENDLING, B. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.5, p. 2091-2100, 2008.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D'A.V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n.2, p. 575-585, 2010.

RESENDE, T.M.; ROSOLEN. V.; BERNOUX, M.; BRITO, J.L.S.; BORGES, E.N.; ALMEIDA, F.P. Atributos físicos e carbono orgânico em solo sob cerrado convertido para pastagem e sistema misto. **Soc. & Nat.**, v. 23, n: 3, p. 501-514, 2015.

RIBEIRO, L.R.; OLIVEIRA, L.M.; SILVA, S.O.S.; BORGES, A.L. Avaliação de cultivares de bananeira em sistema de cultivo convencional e orgânico. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 35, p. 508-517, 2013.

REINALDO, R. L. R.; SILVA FILHO, A. M.; XAVIER, R. A.; ARRUDA, L.V. Qualidade do solo em sistemas de cultivos no Brejo Paraibano. **Revista Eletrônica**, v.14, n. 2, p. 1-7, 2013.

SANTOS, J.T.; ANDRADE, A.P; SILVA, I.F.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.M.; SILVA, A.P.G. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na microrregião do Brejo Paraibano. **Ciência Rural**, v.40, n.12, p. 2486-2492, 2010.

SILVA, A. S.; SILVA, I.F.; FERREIRA, L.E.; BORCHART, L.; SOUZA, M.A.; PEREIRA, W.E.; Propriedades físicas e químicas em diferentes usos do solo no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 37: v.37, p.1064-1072, 2013.

SILVA, S.A. **Dinâmica da serrapilheira e taxa de decomposição de resíduos culturais**. 2012. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

SOUZA, L.; BORGES, A.L. Escolha, preparo e conservação do solo. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Org.) **Banana**. Produção: aspectos técnicos. EMBRAPA-Brasília, 2000. 143p. (Frutas do Brasil, 1)

TEIXEIRA, L.A.J.; QUAGGIO, J.A; MELLIS, E.V. Ganhos de eficiência fertilizante em bananeira sob irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 272-278, 2011.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, H.C.A.; PINHEIRO, P.L.; SÁ MENDONÇA, E. Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de manejo de café, na região sul do Espírito Santo. **Coffee Science**, v. 8, n. 4, p. 450-459, 2013.

---

**CAPÍTULO 1**  
**DIAGNÓSTICO SOCIECONÔMICO DA BANANICULTURA NOS MUNICÍPIOS DE**  
**AREIA E PILÕES, ESTADO DA PARAIBA**

## RESUMO

SILVA, CARLA RAFAELA PEREIRA DA; **Diagnóstico socioeconômico da bananicultura nos municípios de Areia e Pilões, estado da Paraíba**; Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Agosto de 2016. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Orientador: Prof. Djail Santos, PhD.

A cultura da banana na microrregião do Brejo Paraibano é explorada em áreas de relevo acidentado, com baixo nível tecnológico, uso inadequado de corretivos e de fertilizantes, aliado a incidência generalizada de praga e doenças. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi compreender a forma de inserção dos agricultores no sistema produtivo da bananeira nos municípios de Areia e Pilões, Paraíba. A pesquisa foi realizada com 20 produtores de cinco comunidades nos dois municípios. Foram realizadas entrevistas envolvendo questões referentes aos aspectos socioeconômicos da produção. O método é a análise diagnóstica de áreas sob cultivo de bananas para caracterizar o tipo de sistema de produção e identificar os fatores mais relevantes ao processo produtivo. Os resultados obtidos indicam que o sistema de produção das áreas avaliadas é de base familiar, sendo a cultura da banana a principal fonte de renda. A maioria dos agricultores participa de associações e reconhecem a sua importância, e quase a totalidade dos produtores não recebe assistência técnica. A adubação é realizada com frequência, mas sem conhecimento da fertilidade do solo, restringindo-se aos resíduos da bananeira como prática de sua conservação. As mudas são provenientes dos próprios cultivos, o que favorece a disseminação da praga do “moleque da bananeira” (*Cosmopolites sordidus*) sendo considerado o principal problema fitossanitário. A catação manual e o controle químico são utilizados como método de controle do “moleque da bananeira” pela maioria dos agricultores. A baixa produtividade verificada nas áreas é resultante de vários fatores, tais como o baixo nível tecnológico empregado, infestação de pragas e doenças, manejo inadequado do solo propiciado pelo cultivo em áreas declivosas e uso de adubação sem a realização prévia de análise de solo. Entre os agricultores, não há acompanhamento do preço de mercado da banana, o que os torna reféns do valor que o atravessador está disposto a pagar.

**Palavras-chaves:** Musa spp., Sistema de produção, Diagnóstico socioeconômico

## ABSTRACT

SILVA, CARLA RAFAELA PEREIRA DA. **Socioeconomic diagnosis of banana crop systems from Areia and Pilões, Paraíba, Brazil.** Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. August of 2016. Thesis. Post-Graduate Program of Soil Science. Adviser: Prof. Djail Santos, PhD.

Banana crop systems in several regions from Paraíba, Brazil are characterized by: they are cultivated on areas of rugged slope, with low technological level, and inadequate or non-existent management of correctives, fertilizers, herbicides, insecticides or fungicides. Our aim with this work was to make a socioeconomic diagnosis of banana crop system in Areia and Pilões, Paraíba, Brazil. We applied a semi-structured questionnaire for the socioeconomic diagnosis of banana crop systems, where 20 farmers were interviewed in 5 countryside communities from Areia and Pilões cities (N = 150) and this database was evaluated through descriptive analysis). Our results indicated that all evaluated areas can be classified as family-based production system, where the banana crop system is the main source of income. Most interviewed farmers recognize the importance of banana crop systems to regional agribusiness. Most of them participate in local associations and they not receive technical assistance at all. We also observed that the fertilization is frequently used without any result of soil analyses. Generally, they use crop residues as organic fertilizers. There is any quality control of seedlings that in turn cause serious phytosanitary problems. We conclude that the low yield in the studied areas is a result of several factors, such as: the low technological level employed; infestation of pests and diseases; inadequate management of the soil; and use of fertilization without previous soil analysis. Among farmers, there is no monitoring of the market price of the banana, which holds them hostage to the value that the trader is willing to pay.

**Keywords:** Musa spp., production system, socioeconomic diagnosis

## 1. INTRODUÇÃO

A bananicultura possui uma grande importância socioeconômica na região Nordeste, sendo geralmente explorada por pequenos agricultores, predominando a mão-de-obra familiar (Lédo et al., 2008).

De acordo com Medeiros (2012), a banana constitui parte integrante da alimentação da população, não só pelas suas propriedades nutricionais, mas também pelo seu baixo custo de implantação, tendo papel fundamental na fixação da mão-de-obra no campo.

No estado da Paraíba, normalmente o cultivo da banana é realizado por pequenos produtores (Nunes et al., 2003). Sua comercialização é considerada como sendo uma alternativa rentável para geração de emprego, e renda no campo e na cidade, principalmente para os agricultores atrelados a agricultura familiar.

Estima-se que a produção dessa fruta na microrregião do Brejo Paraibano tem potencial de gerar quatro empregos diretos por hectare, durante o ciclo da cultura (12 meses), contribuindo para fixar o homem no campo, desempenhando um importante papel socioeconômico no Estado (Lopes e Albuquerque, 2004).

Apesar disso, a cultura ainda é praticada com baixo nível tecnológico, uso inadequado de corretivos e de fertilizantes, plantio em topografia acidentada, aliado a incidência de praga e doenças (Crisostomo et al., 2008). Possivelmente esses fatores são responsáveis pela baixa produtividade regional ( $12 \text{ t ha}^{-1}$ ) quando comparada com a nacional ( $14 \text{ t ha}^{-1}$ ) (FAO, 2011); (IBGE, 2014).

Diante disso, torna-se relevante, no contexto local, compreender os fatores que motivam a utilização de tais práticas. Desse modo, o trabalho centrou em questões referentes à caracterização da área e do produtor, produção agrícola, tratamentos culturais, manejo e conservação do solo, destino da produção, entre outros.

A compreensão das potencialidades e limitações do cultivo da banana nos municípios estudados visa contribuir com o desenvolvimento sustentável da Microrregião do Brejo Paraibano e que sejam úteis não só para as famílias envolvidas, mas também para outros produtores envolvidos com essa atividade e empresas prestadoras de assistência técnica.

Diante da relevância social e econômica do cultivo da banana para a microrregião do Brejo Paraibano o objetivo da pesquisa foi realizar um diagnóstico do sistema produtivo da

banana, visando compreender a forma desse sistema realizado pelos agricultores familiares dos municípios de Areia e Pilões, Paraíba.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Localização geográfica e caracterização edafoclimática das áreas de estudo

A pesquisa foi realizada em áreas de produtores rurais localizadas nos municípios de Areia e Pilões na microrregião do Brejo Paraibano e mesorregião do Agreste (Figura 1). O município de Areia está localizado geograficamente pelos pontos das coordenadas: latitude  $6^{\circ}57'40.1''$ S e longitude de  $35^{\circ}42'32.2''$  W, altitude de 620 m, e o município de Pilões, nas coordenadas latitude Sul de  $6^{\circ}52'21.5''$  S e longitude  $35^{\circ}37'07.9''$  W, com altitude de 340 m (Figura 1).

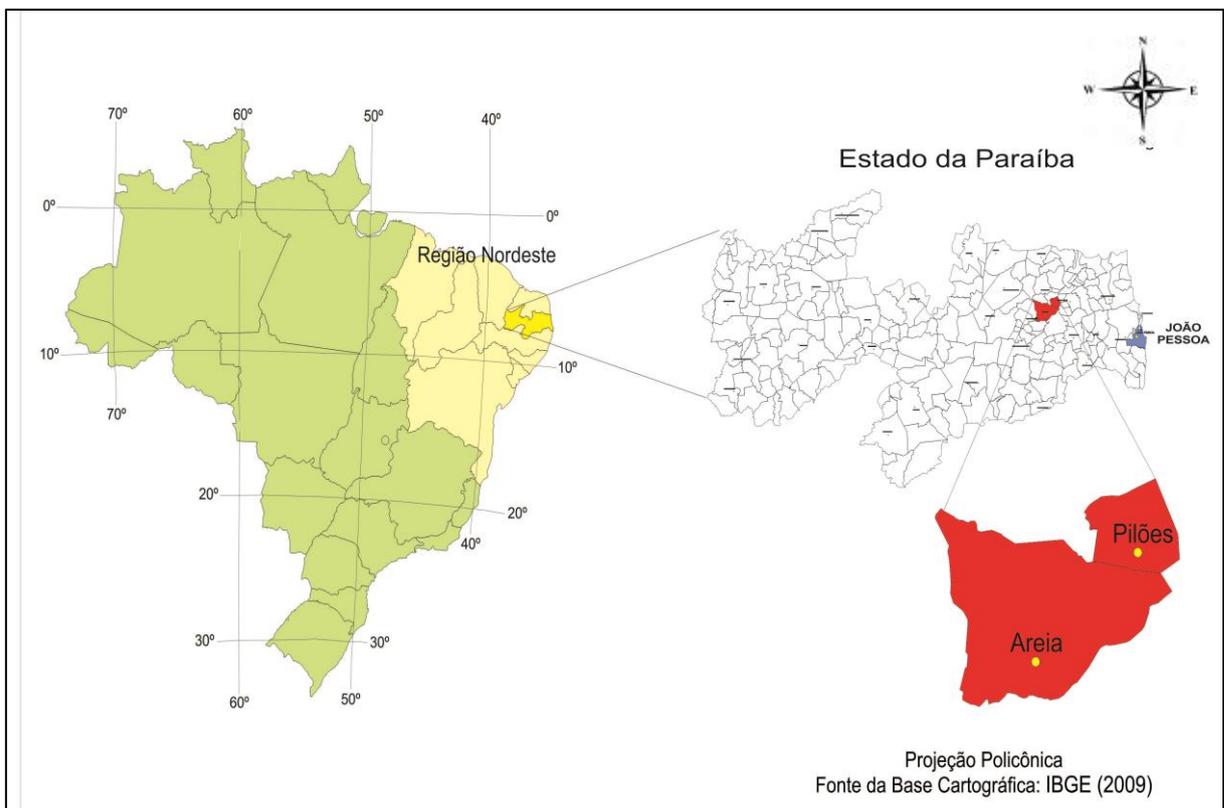


Figura 1. Localização dos municípios de Areia e Pilões-PB

O clima dos municípios é considerado do tipo As' - tropical quente e úmido com chuvas de outono-inverno. A precipitação média anual acumulada entre os anos de 2005 e

2015 foi de 1308 mm para o município de Areia e de 1235 mm para o município de Pilões (AESA, 2016) (Figura 2).

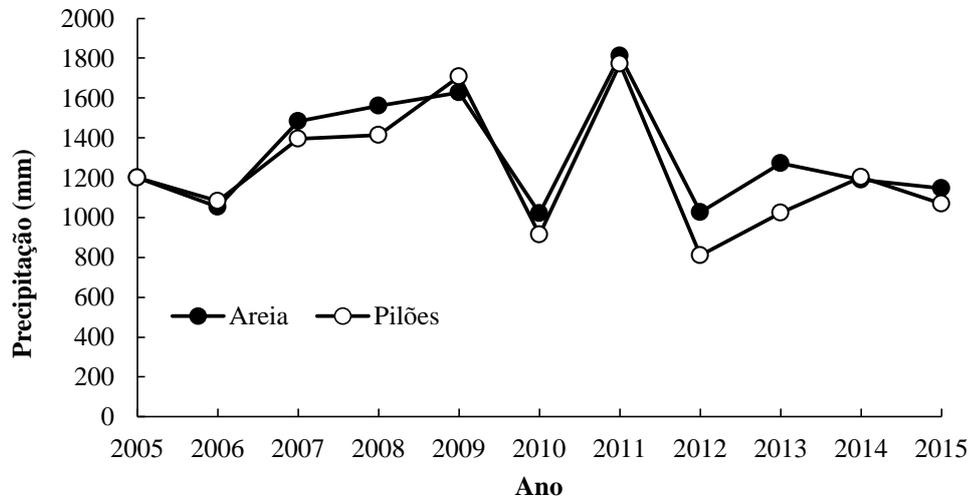


Figura 2. Precipitação total (mm) anual dos anos de 2005 a 2015 (AESA, 2016).

O principal solo da região envolvido com a produção de banana é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo por Brasil (1972), enquadrando-se na nova classificação proposta pela EMBRAPA (2006) como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, caracterizado por apresentar horizonte B textural, argila de baixa atividade, saturação por bases variando de média a alta, geralmente apresentando baixa saturação por  $Al^{3+}$  e caráter argiloso no horizonte Bt.

## 2.2. Pesquisa exploratória

Inicialmente, foram realizadas reuniões com representantes dos escritórios locais da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba (EMATER - PB), nos municípios de Areia e Pilões, determinando-se que o estudo seria realizado em áreas de produtores de banana entre 1 e 10 ha.

Em seguida, foram realizadas reuniões nas sedes das associações dos agricultores dos municípios, com a finalidade de expor a proposta geral do estudo, sendo elaborada uma relação de 20 áreas, sendo 15 áreas distribuídas nas comunidades Usina Santa Maria, Sabueiro de Caiana, Boa Vista, no município de Areia-PB, e cinco áreas nas comunidades de Avarzeado e Gravatá, no município de Pilões-PB, selecionadas pela sua representatividade para a produção de banana nos municípios em estudo.

Logo após, foi gerada para cada área uma relação com os nomes dos agricultores que demonstravam interesse em participar do estudo, cujas áreas se enquadravam no perfil desejado. O levantamento foi realizado de março 2015 a fevereiro de 2016, período no qual os proprietários selecionados foram entrevistados em suas residências de forma que pudessem se expressar livremente. Por meio de entrevistas diretas guiadas por questionário semiestruturado e previamente formulado, cujas perguntas envolviam questões referentes à caracterização da área e do produtor, produção agrícola, tratamentos culturais, uso e conservação do solo, destino da produção, entre outros aspectos (Apêndice 02). A metodologia utilizada foi a pesquisa descritiva que, segundo Vergara (2003), permite expor características de determinada população, possuindo compromisso de explicar os fenômenos encontrados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Caracterização da região produtora e composição da renda familiar

A área total das propriedades pesquisadas somou 165,4 ha, dos quais 89 ha são explorados com a cultura da banana. Observou-se que a maioria das áreas (55%) ocupa até cinco hectares, sendo o restante (45%) composto por áreas compreendidas entre 5,0 e 10 ha (Tabela 1).

Tabela 1. Área total e de cultivo sob banana nos municípios de Areia e Pilões-PB

Classes	Área	
	ha	%
<5 ha	49	55
Entre 5,0 e 10 ha	40	45
<b>Total</b>	89	100

As famílias das áreas estudadas eram compostas por três pessoas em média. A evasão dos jovens foi considerada preocupante pela maioria dos entrevistados. As principais razões citadas seriam a baixa qualidade do ensino associada à ausência de cursos profissionalizantes, falta de educação básica e técnica no meio rural e a baixa renda obtida com a atividade agropecuária, as quais influenciam os jovens a migrar para outros locais à procura de trabalho.

Devido à evasão, constatou-se que 40% dos entrevistados afirmaram utilizar a mão de obra de terceiros, porém, a maioria das áreas (60%) é cultivada integralmente com mão de obra familiar, com intensa participação dos filhos menores de idade.

A comercialização da produção de banana chega a representar a principal fonte de renda familiar, mas 35% das propriedades também praticam a criação de aves e bovinos como atividades secundárias, que também participam efetivamente da receita do produtor que comercializa animais vivos para abate, leite e ovos frescos.

Na figura 3 estão apresentados os resultados referentes à comercialização da produção de banana. Verificou-se que 75% dos entrevistados vendem a produção para atravessadores, 30% afirmam que também praticam a comercialização em feiras livres e 15% através da venda direta. Vale salientar que a comercialização é realizada por meio de acordos verbais, não sendo habitual a utilização de contratos.

Esses resultados revelam uma maior afinidade pela venda para atravessadores. As quais são influenciadas pela comodidade de vender a produção na propriedade, visto que a comercialização em feiras livres gera despesas com transporte, ponto comercial e impostos

municipais. Acredita-se que a comercialização em feiras livres, mesmo gerando custos para o produtor como citato anteriormente, poderia ser uma melhor alternativa para agregar valor ao produto por eliminar a atuação dos atravessadores.

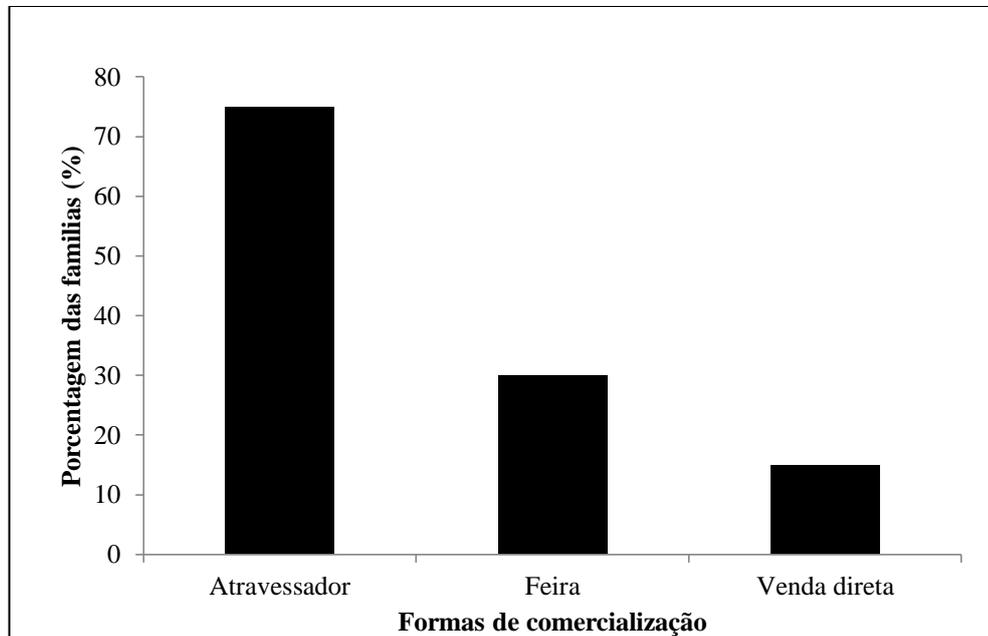


Figura 3. Fontes de comercialização da produção de banana dos produtores estudados de Areia e Pilões - PB

### 3.1. Participação de associações comunitárias

Dentre os entrevistados 95% estão vinculados a associações de trabalhadores rurais, cujos nomes das associações são semelhantes ao das respectivas comunidades. Os agricultores reconhecem que, uma vez organizados, poderão agregar valor à produção através da compra de insumos, máquinas, equipamentos e animais para uso coletivo, além de ser uma exigência para participação em programas sociais. As reuniões acontecem sempre no segundo sábado e/ou domingo do mês nas sedes das associações.

Esse tipo de associativismo é uma importante iniciativa para que os agricultores possam encontrar soluções para os conflitos que a vida em sociedade lhe apresenta. Mattosinho et al. (2010) salientam que através do associativismo também é possível alcançar objetivos mútuos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da cidadania e do poder de reivindicação.

### **3.2. Assistência técnica**

Dos entrevistados, 85% responderam que não recebem assistência técnica de nenhum órgão federal, estadual, municipal ou privado, ou seja, a condução da cultura é realizada a partir do conhecimento tradicional passado ao longo das gerações familiares. Esta falta de informação torna-se um dos maiores entraves para os produtores, tendo em vista que para aperfeiçoar a produção, a assistência técnica é indispensável, pois através dela pode-se obter informações importantes para o manejo do solo e da cultura.

O restante dos entrevistados (15%) afirmaram receber assistência técnica prestada pelas entidades Cooperativa de Trabalho e Prestação de Serviços Técnicos de Reforma Agrária (COOPTERA), Cooperativa de Trabalho Múltiplo de Apoio às Organizações de Autopromoção (COONAP) e EMATER. A inserção de um profissional em extensão rural é de grande importância, pois ao vivenciar a realidade local do homem do campo, pode-se obter melhores resultados no sistema de produção, refletindo diretamente na produção e, conseqüentemente, na renda dos produtores (Lima et al., 2009).

### **3.3. Produção agrícola**

A história dos municípios em estudo foi construída inicialmente com base na produção de cana-de-açúcar, que, após colapso nesse sistema, culminou com a exploração agropecuária (Santos et al., 2010). A partir do colapso, os moradores passaram então a buscar novas alternativas agrícolas, sendo o cultivo de gêneros alimentícios para subsistência e a bananicultura a principal cultura geradora de renda. Em se tratando da produção de gêneros alimentícios para subsistência, verificou-se que 70% dos entrevistados relataram que produzem macaxeira, 60% frutas em geral, 55%, feijão; e 40%, milho.

Essas culturas são importantes por representarem substancial apoio alimentar, sendo o excedente comercializado em feira livres servindo como uma fonte de renda secundária. A diversificação da produção é considerada uma estratégia para geração de renda pelos agricultores familiares, por contribuir com a diminuição de riscos decorrentes de adversidades climáticas e possibilitar a oferta de diferentes opções ao mercado consumidor (Haas, 2008). Em trabalho realizado por Lima et al. (2009), avaliando o perfil dos produtores e da produção

agrícola do município de Areia-PB, verificou-se que os agricultores locais se restringem ao cultivo de milho, feijão, mandioca e banana.

O cultivo de toda a produção é em regime de sequeiro e nenhum dos entrevistados utiliza a prática da irrigação. Os agricultores relatam que o principal motivo, é a falta de recursos financeiros e as restrições topográficas. O crescimento e o rendimento da cultura são fortemente afetados pelo déficit hídrico. Segundo Turner et al. (2007), o déficit hídrico em bananeiras promove redução da clorofila e morte prematura das folhas, o que retarda o crescimento e, conseqüentemente, a produção da planta. Diante disso, observou-se durante o levantamento de campo, em época de estiagem (nos meses de setembro a dezembro), dessecação das folhas, culminado com a murcha total e posterior morte da planta, principalmente nas posições do relevo com maiores declividade e a presença de afloramento rochoso.

#### **3.4. Propagação e espaçamento**

Todos os produtores produzem as próprias mudas, sendo utilizado o rizoma inteiro e/ou pedaço de rizoma, obtidos de diversos tamanhos, e retiradas de plantas de lavouras em produção. O método utilizado para detectar se as mudas estão contaminadas ou não, é apenas o visual, efetuando o “arranquio” e a limpeza do rizoma no próprio local de obtenção das mudas.

Tal prática pode ser considerada uma das causas dos problemas fitossanitários dos cultivos nesta região produtora, visto que, essas mudas são muitas vezes oriundas de plantios infectados com pragas e doenças acarretando prejuízos futuros ao desenvolvimento da cultura.

Possivelmente, esse fato seja atribuído ao custo de aquisição das mudas livres de pragas e doenças, tendo em vista que a maioria dos produtores relataram não possuir recursos financeiros para a obtenção das mudas certificadas. Outro fator que pode estar envolvido na utilização é a falta de assistência técnica, uma vez que, a maioria das áreas analisadas não consta com técnicos que possam esclarecer aos produtores sobre as implicações do uso de mudas advindas de plantios infestados.

Diante disso, a utilização de mudas micropropagadas na bananicultura surge como alternativa viável para a produção de qualidade, devido aos fatores relacionados com a qualidade fisiológica, genética e fitossanitária, além da possibilidade de rápida multiplicação, uniformidade da lavoura e melhores rendimentos (Nomura et al., 2009; Martins et al., 2011).

Portanto, diversos laboratórios comerciais (biofábricas) vêm nos últimos anos produzindo mudas de qualidade, permitindo, assim, um acesso mais rápido dos agricultores a esta tecnologia, tanto via cultivares tradicionais quanto de novos híbridos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético.

Constatou-se que todos os agricultores cultivam com maior expressividade a variedade ‘Pacovan’ (55%), mas outras variedades também são cultivadas para consumo interno, a exemplo de ‘Maçã’ (25%), ‘Prata de quina’ (15%) e a ‘Inglesa’ (5%). Segundo relatos dos agricultores, a cultivar ‘Pacovan’ é a preferida em razão de sua produtividade, rusticidade e boa aceitação pelo mercado. De acordo com Matsuura et al. (2004), a escolha da variedade pelo consumidor é consequência, entre outros fatores, de alguns atributos de qualidade dos frutos, tais como: sabor, vida útil e aparência, além das propriedades nutricionais características fundamentais que afetam a decisão de compra.

Quanto aos espaçamentos, vários fatores podem influenciar na escolha da densidade de plantio, tais como: fatores climáticos, disponibilidade de mão-de-obra, tipo de cultivar, topografia, fertilidade de solo, entre outros (Soto Ballesteros e Sancho, 1992). Os espaçamentos predominantes nos bananais estudados estão representados na tabela 2:

Tabela 2. Espaçamentos utilizados no cultivo de banana nos municípios de Areia e Pilões-PB

Espaçamento (m)	Área (%)
3,0 × 3,0	40
4,0 × 4,0	25
2,5 × 2,5	20
3,5 × 2,5	10
2,0 × 2,0	5

Observa-se que em 40% da área de plantio, o espaçamento mais utilizado foi o de fileira simples de 3,0 × 3,0 m, totalizando 1.111 plantas ha<sup>-1</sup> (Alves, 1999).

Verificou-se que 80% dos agricultores utilizam um espaçamento maior pela facilidade na condução da cultura, tendo em vista que frequentemente animais de carga transitam entre as fileiras durante o transporte dos frutos. Além disso, 65% utilizam o espaço entre as fileiras para o cultivo em consórcio com outras culturas. Os que fazem uso dessa importante prática afirmaram plantar feijão “macassar” (40%), milho (45%), macaxeira (20%) e fava (15%), quando a cultura principal está nos estágios iniciais de desenvolvimento, gerando renda adicional e fonte de alimentação para a família.

### 3.5. Tratos culturais

A maioria dos agricultores (85%) realiza tratos culturais como o desbaste, que consiste na eliminação do excesso de rebentos ou “filhos”, deixando-se na touceira apenas uma “planta-mãe”, um “filho” e um “neto”. Tal prática favorece outros tratos culturais como a capina, mantém o espaçamento e evita concorrência entre plantas por água e nutrientes, que acarreta reduções significativas no vigor das plantas e queda na produção (Alves, 1999).

Os agricultores realizam o desbaste cortando-se a parte aérea do “filho” com facão. Em seguida, com auxílio de um enxadeco, extrai-se a brotação que se encontra abaixo do nível do solo. No entanto, após a colheita dos frutos, todos os produtores mantêm o pseudocaule na altura aproximada de um metro do solo. Segundo os agricultores essa prática permite que a água e os nutrientes acumulados no pseudocaule durante todo o ciclo da planta sejam absorvidos pela planta vizinha, principalmente no período em que a frequência das chuvas diminui. Após secos, são retirados e colocados sobre o solo na entrelinha do bananal, propiciando cobertura ao solo. Porém, a presença desse material no bananal torna-se um foco de infestação para a praga do “moleque-da-bananeira” (*Cosmopolites sordidus* Germ.) em plantas sadias causando grandes prejuízos. Dessa forma, recomenda-se a fragmentação do pseudocaule, para acelerar a decomposição, tornando-o um ambiente desfavorável para a sobrevivência do inseto.

Outra prática bastante utilizada por todos os agricultores é a desfolha que baseia-se na eliminação de folhas secas possibilitando a entrada de luz solar e ar nas áreas sob cultivo de banana. O material extraído da desfolha é colocado entre as fileiras das bananeiras para servir de matéria orgânica e proteção do solo contra a erosão (Figura 4).



Figura 4. Tratos culturais de desbaste e desfolha na área de baixada sob cultivo de banana no município de Areia-PB

De modo geral, os agricultores efetuam pelo menos um trato cultural (desfolha), divergindo somente na frequência com que executam. Tais técnicas são aplicadas conforme necessidade das bananeiras, sendo efetuada até duas vezes ao ano.

A maioria dos produtores (70%) possui áreas cultivadas com banana há mais de 20 anos (Figura 5).

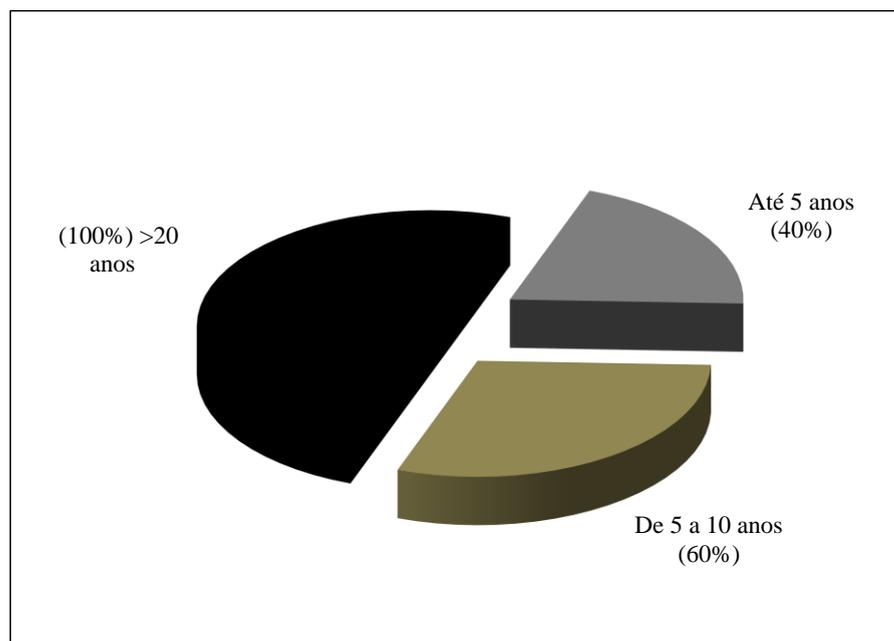


Figura 5. Idade média dos pomares de banana nos municípios de Areia e Pilões/PB

### 3.6. Uso e conservação do solo

O preparo do solo para instalação da cultura é realizado de forma manual, utilizando apenas enxada para a limpeza das áreas (Figura 6). Todos os agricultores relatam que a presença de resíduos vegetais no ato da implantação da cultura dificulta a visualização da distribuição das mudas.



Figura 6. Implantação de um bananal no município de Areia-PB

Na fase de crescimento e produção da cultura a maioria (85%) dos agricultores utiliza herbicidas para o controle de plantas espontâneas, sendo o mais usual Roundup (glifosato). Percebe-se que a adoção desta prática para controle das plantas espontâneas depende do tamanho da área de cultivo e, conseqüentemente do poder aquisitivo dos produtores.

Apenas 15% dos entrevistados fazem o controle de plantas espontâneas de forma manual, com enxada. Segundo relatos, tal prática só é realizada após o período chuvoso, provavelmente devido ao fato de que a vegetação espontânea proporciona cobertura do solo contra a ação erosiva das chuvas.

No entanto, Moreira (1987) afirma que o controle de plantas espontâneas realizado com enxadas em topografias acidentadas deve ser evitado, pois pode danificar as raízes das plantas, além de favorecer a erosão nas camadas superficiais do solo.

Constatou-se que 90% dos produtores utilizam adubação, enquanto 10% não realizam esta prática. Os produtores usam adubação sem nenhum conhecimento prévio das condições de química e fertilidade do solo, pois desde que passaram a cultivá-lo, nunca realizaram coleta de amostra para análise de solo, fato relatado por todos os entrevistados. No entanto,

reconhecem a importância de fazer tal análise, mas dependem de incentivo de assistência técnica para orientá-los.

Dessa forma, a dose e o método de aplicação dos fertilizantes são determinados através de recomendações de vendedores de fertilizantes, de parentes ou até dos próprios vizinhos, fato extremamente preocupante, pois segundo Furlaneto et al. (2011), o manejo da adubação é uma etapa do processo produtivo de grande relevância para a rentabilidade do produtor, por representar um dos custos mais elevados da produção agrícola.

Em relação aos tipos de fertilizantes minerais constatou-se que 70% dos produtores utilizam com frequência formulações contendo os teores de NPK nas proporções 20-10-20 e 15-07-32, com quantidade variando entre 50 e 300 g por planta, respectivamente. Enquanto que os demais agricultores (20%) praticam a adubação orgânica, utilizando esterco bovino proveniente da propriedade, cuja forma de utilização ainda é bastante incipiente.

A prática consiste em coletar o esterco manualmente nos campos, e amontoar próximo às áreas sob cultivo de banana para decomposição. A coleta do esterco curtido ocorre normalmente de 2 a 4 semanas após a deposição sendo que neste momento o nitrogênio já tem diminuído. A aplicação do esterco seco é realizada manualmente (a lanço) sempre nas entrelinhas das bananeiras.

Os agricultores relataram que não utilizam a adubação orgânica (esterco bovino) com frequência devido à sua baixa disponibilidade na propriedade. No entanto, verifica-se que a maioria dos agricultores possui boa percepção dos benefícios que a adubação orgânica pode oferecer, pois sabem que esse sistema pode lhes trazer uma maior rentabilidade, por ter melhor aceitação pelo consumidor.

Nesse sentido, como forma de suprir em parte as exigências nutricionais da planta, a maioria dos agricultores mantém os resíduos culturais sobre a superfície do solo. Essa prática é uma alternativa que contribui para o aumento dos teores de nutrientes essenciais para a cultura, além de proteger o solo contra a erosão e manter a umidade, dentre outros benefícios.

A prática de manter os resíduos culturais sobre superfície do solo, foram constatadas em estudo realizado por Research e Centre (2011) ao avaliar as causas do declínio da produção de banana, verificaram que os produtores utilizam resíduos da planta após a colheita, acompanhado do uso de esterco como forma de suprir a exigências nutricionais da cultura, sendo a utilização de NPK constatada, porém, não tão usual, devido aos custos de aquisição.

Considerando que na região do Brejo Paraibano o relevo geralmente apresenta declividade acentuada (Francisco et al., 2014) e alta precipitação pluviométrica, esses fatores

contribuem com o tombamento das plantas principalmente na posição de meia encosta. Isso ocorre devido a altura da principal variedade utilizada (5,0 a 6,0 m), e à intensidade dos processos de erosão do solo.

Diante disso, verificou-se que dentre as práticas para contenção da erosão, é utilizado apenas o resíduo da bananeira, mantidos no solo após colheita, o que levou os agricultores, afirmarem nunca terem visto problemas de erosão nas áreas cultivadas com banana.

### 3.7. Controle de pragas e doenças

Todos os produtores vêm enfrentando problemas decorrentes da infestação do inseto-praga “moleque-da-bananeira” (*Cosmopolites sordidus* Germ.) e da doença da Sigatoka Amarela (5%) causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola*. O controle de pragas e doenças é realizado por 65% dos produtores. Os que não utilizam (35%) justificam pelo alto custo da aquisição dos produtos fitossanitários, e, principalmente, por falta de informação. Como método de controle de praga, 50% dos produtores utilizam o químico (agrotóxicos), 30% o manual (catação) e 20% não utilizam nenhum método.

O controle do “moleque-da-bananeira” é realizado pelo método químico com a utilização do Furadan 350 FS (Carbofuran) e pelo método manual através da utilização de iscas atrativas feitas com o pseudocaule da bananeira. A indicação desses produtos é obtida de vendedores de lojas agropecuárias, vizinhos, parentes etc.

Percebeu-se que a maioria dos produtores não sabe identificar as principais pragas e doenças da cultura, sendo um tema que necessita de orientação de profissionais para que possam fazer o correto uso do controle fitossanitário com o objetivo de melhorar a produtividade dos bananais.

Quando questionados sobre a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), 75% dos entrevistados afirmaram utilizar, e 25% não fazem o seu uso. Constatou-se que os únicos equipamentos de proteção utilizados são luvas e máscaras. Os que não utilizam EPI alegaram não ter condições financeiras para a aquisição. Em relação ao destino das embalagens de agrotóxicos, 60% dos entrevistados queimam, 25% enterram, 20% reutilizam e 15% deixam no terreno (Figura 7).

Segundo relatos, as pessoas que reutilizam as embalagens usam-nos para transporte de água para o consumo doméstico, sendo lavadas apenas com hipoclorito de sódio. Dessa forma, percebe-se que a maioria dos agricultores desconhece o risco de contaminação e prejuízos à saúde de pessoas e animais que tal prática pode favorecer. Assim, se faz

necessário conscientizá-los quanto aos riscos do uso e o destino que deve ser dado para as embalagens de agrotóxicos.

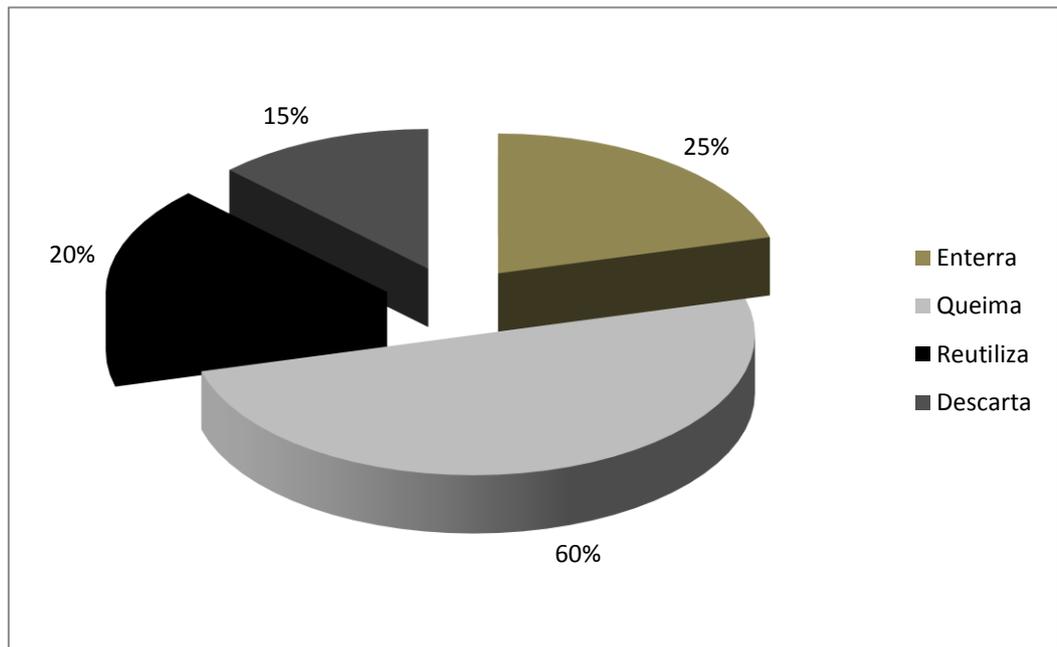


Figura 7. Formas de descarte de embalagens de agrotóxicos utilizados nas áreas de produção de banana nos municípios de Areia e Pilões/PB.

### 3.8. Colheita e produtividade

Segundo os entrevistados, os bananais geralmente entram em produção aos 18 meses após o plantio (55%), 12 meses após o plantio (30%), 8 meses (10%) e não souberam informar (5%). O momento da colheita do cacho é identificado visualmente, levando-se em consideração a ausência ou redução das quinas do fruto que caracteriza o “fruto de vez”, ou seja, apto para ser colhido.

O fato de a maioria dos produtores ter indicado que a produção começa a partir de 18 meses após o plantio, pode estar relacionado com a idade dos bananais, condições climáticas da região e densidade de plantio. Os cachos são despencados no próprio bananal.

### 3.9. Embalagem, transporte e comercialização

As caixas plásticas tipo Hortifruti (Figuras 8A e 8B) são utilizadas para transporte dos frutos por 75% dos produtores.



Figura 8 Caixas Hortifruti (A e B) utilizadas para embalagem e comercialização de banana, nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Essas caixas são utilizadas com o intuito de proteger os frutos contra danos mecânicos (amassamentos e sobrecarga) e acúmulo de gás carbônico, além de proporcionar um bom arejamento do produto, indispensável para uma melhor conservação (EMBRAPA, 2003). Os que não utilizam as caixas informaram que os cachos são colhidos, despencados no próprio bananal e colocados sobre o animal de carga e transportados sem proteção até a carroceria de caminhão. O baixo poder aquisitivo dos produtores, aliado ao mercado consumidor pouco exigente, estimula o transporte dos frutos sem nenhuma proteção.

A produtividade das áreas analisadas em média foi  $8 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  considerada baixa quando comparada à média nacional ( $14 \text{ t ha}^{-1}$ ), também considerada baixa em relação aos principais países produtores como, Índia ( $36,09 \text{ t ha}^{-1}$ ), Equador ( $35,34 \text{ t ha}^{-1}$ ), China ( $25,72 \text{ t ha}^{-1}$ ) e Filipinas ( $20,19 \text{ t ha}^{-1}$ ) (FAO 2011).

A baixa produtividade é reflexo do baixo nível tecnológico empregado na produção, da incidência de pragas e doenças, das práticas inadequadas de manejo do solo e do cultivo sem o uso da irrigação.

Quanto a comercialização da produção, realizada na forma de milheiro, os produtores vendem a banana ao preço médio de R\$ 85 por milheiro (US\$ 30,75 em fevereiro de 2015). Entretanto, em períodos de safra, quando a oferta é maior que a demanda, o preço chegou a R\$ 40 por milheiro (US\$ 10,37, em outubro de 2015). Os agricultores relatam descontentamento quanto ao preço de comercialização para os atravessadores, porém, pela baixa percepção sobre preço de mercado, os mesmos estão obrigados a aceitar o valor que os atravessadores estão dispostos a pagar.

De modo geral, todos os agricultores se relevaram satisfeitos com os resultados econômicos conseguidos durante toda a produção, mas reconhecem que é preciso haver melhorias no sistema produtivo para que seus produtos sejam valorizados, alcançando novos mercados com preços mais justos.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados do diagnóstico, conclui-se que:

- O processo produtivo da banana na região não adequa-se ao atendimento de um mercado mais exigente;
- Há utilização frequente de agrotóxicos nas áreas;
- A maioria dos produtores de banana participa de associações;
- A falta de assistência técnica na maioria das áreas reflete em práticas de manejo inadequado resultando em problemas de pragas e baixa produtividade;
- A praga do “moleque da bananeira” é o principal problema fitossanitário encontrado nas áreas estudadas;
- A maioria dos produtores dos municípios de Areia e Pilões comercializa a produção para atravessadores;
- O manejo inadequado do solo, caracterizado pelo cultivo no sentido do declive, uso inadequado de fertilizantes, aliado a ausência de análises de solo e práticas conservacionistas é o principal fator que limita a produção da bananeira nos municípios.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - AGÊNCIA Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Mapa da pluviometria média do Estado da Paraíba. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas\\_perh/Pluviometria%20Media%20do%20Estado%20da%20Paraiba.zip](http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas_perh/Pluviometria%20Media%20do%20Estado%20da%20Paraiba.zip). Acesso em: 27 de Julho de 2016.

ALVEZ, E. J. (Org). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2ed. Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1999. 585 p.

CRISOSTOMO, L.A., MONTENEGRO, A.A.T. JOSÉ DE SOUSA NETO, J.S.; LIMA, R.N. Influência da adubação NPK sobre a produção e qualidade dos frutos de bananeira cv. “Pacovan. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 45-52, 2008.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FRANCISCO, P.R.M.; CHAVES, Y.B.; LIMA. E..R.V.; SANTOS. D. Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola. **Revista Educação Agrícola Superior**. v.29, p.45-51, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. FAOSTAT. **Produção Mundial de Banana**. Disponível em: <[www.fao.org](http://www.fao.org)>. Acesso em: 15 Ago. 2015.

HAAS, J. M. **Diversificação de produção no meio rural como estratégia de sobrevivência: um estudo de caso da região noroeste do Rio Grande do Sul**. In: Encontro Nacional da Anppas, 4-Brasília - DF – Brasil p. 1-17, 2008.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ). Banco de dados agregados: pesquisas: produção agrícola municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 7agos. 2015

LÉDO, A.S.; SILVA JUNIOR, J.F.; LÉDO,C.A.S.; SILVA,S.O. Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 691-695, 2008.

LIMA, M.B.; BATISTA, J.L.; BRITO, C.H.; EDSON BATISTA LOPES, E.B. Diagnostico da produção agroecológica do município de Areia-PB. **Engenharia ambiental**, v. 6, p. 251-263, 2009.

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C. **Levantamento de doenças da bananeira com ênfase à Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet Deighton) nos municípios produtores de banana da Paraíba**, Lagoa Seca, PB: EMEPA, 2004.15 p. (Relatório Técnico Fitossanitário).

MATTOSINHO, C. M. S.; FREIRE, P. P.; CARVALHO, M. C. V. O empreendedorismo no âmbito das associações rurais de incentivo governamental. In: 48° SOBER Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. **Anais...** Campo Grande: SOBER p.1-14, 2010.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos Frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 48-52, 2004.

MARTINS, A. N.; POZ, L. D.; SUGUINO, E.; DIAS, N. M. S.; PERDONÁ, M. J. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira ‘Nanicão Williams’ em diferentes substratos e fontes de nutrientes. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.65-72, 2011.

MEDEIROS, F. A. S.B **Relações entre características de crescimento e a produção de banana Pacovan irrigada**. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem ) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2012.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.

NOMURA, E. S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; JENSEN, E. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira ‘Grand Naine’ com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. **Revista Ceres**, v.59, n.4, p.518-529, 2011.

NUNES JUNIOR, E.S. **Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de bananais em sistemas de agricultura familiar do município de Bananeiras – PB**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, 2003.

SANTOS, J.T.; ANDRADE, A.P; SILVA, I.F.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.M.; SILVA, A.P.G. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na Microrregião do Brejo Paraibano. **Ciência Rural**, v.40, n.12, 2010.

SOTO BALLESTERO, M. **Banano : cultivo y comercialización**. 2. Ed. San José: Litografía e Imprenta LIL,1992. 674 p.

TURNER, D.W.; FORTESCUE, J.A.; THOMAS, D.S. Environmental physiology of the bananas (*Musa spp.*). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, 2007. 463-484 p.

---

**CAPÍTULO 2**  
**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DOS SOLOS CULTIVADOS COM**  
**BANANEIRAS NOS MUNICÍPIOS DE AREIA E PILÕES, PARAÍBA**

## RESUMO

SILVA, CARLA RAFAELA PEREIRA DA; **Atributos físicos e químicos dos solos cultivados com bananeiras nos municípios de Areia e Pilões, Paraíba**; Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Agosto de 2016. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Orientador: Prof. Djail Santos, PhD.

A remoção da vegetação natural, para dar lugar a cultivos subsequentes que muitas vezes são manejados de forma inadequada, resulta na perda de nutrientes e resíduos orgânicos, inviabilizando a produção agrícola, caracterizando-se assim um estágio avançado da degradação. A caracterização adequada dos atributos de um solo permite a aplicação racional de insumos e está diretamente relacionada com as sustentabilidades econômica e ambiental da atividade agropecuária. O objetivo com o presente trabalho foi o de realizar um diagnóstico de atributos físicos e químicos dos solos sob cultivo de banana e sob vegetação nativa (mata), nos municípios de Areia e Pilões, Paraíba, que apresentam relevo forte ondulado. Foram selecionadas 20 áreas sob cultivo de banana e cinco sob vegetação nativa nos referidos municípios. As amostras de solo foram coletadas em duas camadas (0-20 e 20-40 cm) e três posições do relevo (topo, meia-encosta e baixada). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O manejo do solo no cultivo da banana aumentou a densidade e argila; a areia, macroporosidade, microporosidade porosidade do solo e água disponível não tiveram efeito significativo em função da camada avaliada; na posição do relevo na baixada houve aumento do teor de areia, da porosidade total e da água disponível, e redução do teor de argila. O cultivo da bananeira contribuiu para o aumento de CTC<sub>ef</sub>, CTC<sub>pH7</sub> e soma de bases, apesar dos baixos teores de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> e saturação por bases, houve tendência de aumento do pH e redução de H<sup>+</sup>Al do topo para baixada; e aumento do Al e saturação por alumínio, nas áreas de mata nativa em relação à área sob cultivo de bananeiras. Na camada superficial houve aumento de pH, Ca<sup>2+</sup> e carbono orgânico. Os atributos físicos sofreram influência do cultivo com banana que favoreceram a retenção de água no solo, não apresentando limitação na camada superficial do solo. Os atributos químicos não foram influenciados diretamente pelo cultivo de banana, entretanto, encontram-se em desequilíbrio nutricional para o crescimento adequado da cultura.

**Palavras chaves.** Musa spp. relevo, uso e manejo do solo, fertilidade do solo, física do solo

## ABSTRACT

SILVA, CARLA RAFAELA PEREIRA DA. **Soil physical and chemical properties under banana crop systems from Areia and Pilões, Paraíba, Brazil.** Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. August of 2016. Dissertation. Post-Graduate Program of Soil Science. Adviser: Prof. Djail Santos, PhD.

Conventional crop systems are often correlated with soil nutrient loss and organic matter decomposition, rendering long-term agricultural crop systems unfeasible. Thus, it characterizes an advanced stage of degradation. The characterization of the soil attributes allows the rational application of inputs and it is directly related to the economic and environmental sustainability of the agricultural activity. Our objective here was to evaluate the soil physical and chemical properties from banana crop system. For comparison purposes, soil samples were also collected in areas with native vegetation under the Atlantic Forest domain. We selected twenty areas under banana crop systems and five under native vegetation from each studied region. Soil samples were collected in two layers (0-20 and 20-40 cm) and three slope positions (summit, backslope and toeslope). Data were submitted to two-way ANOVA and the means were compared by the Tukey post-hoc test at 5% probability. In the banana crop system, we observed increases in soil density and clay content; We did not find any difference for sand content, soil macroporosity, soil microporosity, and available water as a function of the evaluated layer. For the slope position, in the slope there was increase of the sand content, total porosity and available water, and reduction of the clay content. We also found increases of  $CTC_{ef}$ ,  $CTC_p$  and sum of bases and there was tendency of increase of pH and reduction of  $H + Al$  from top to bottom in areas of native forest in relation to areas under banana cultivation. In the superficial layer there was increase of pH,  $Ca^{2+}$  and organic carbon. The physical attributes were influenced by banana cultivation, which favored water retention in the soil, with no limitation on the soil surface layer.

**Keywords:** Musa spp., soil slope, soil use and management, soil fertility, soil physics

## 1. INTRODUÇÃO

O uso e a ocupação desordenada do solo têm provocado alterações ambientais, às vezes irreversíveis. Problemas causados por intervenções humanas das mais variadas formas vêm comprometendo toda a dinâmica de produção das culturas que a integram (Meira et al., 2004).

Com o cultivo da banana não é diferente, pois sofre influência de fatores externos e internos. Os fatores internos são relacionados com as características intrínsecas da variedade utilizada, e os externos se referem às condições do clima, pragas e doenças e do manejo do solo (Borges; Souza, 2004). Dentre os fatores externos, as condições do manejo do solo tornam-se um dos motivos mais preocupantes, pelo fato do manejo inadequado e o uso intensivo do solo ocasionar um estado de degradação que, caso seja reversível, requer muito mais tempo e recursos para sua recuperação (Peixoto, 2010).

A avaliação das alterações ocasionadas pelo manejo do solo tem o objetivo de caracterizar o estado atual do solo, prever os caminhos de sua transformação, propor procedimentos para a recuperação, bem como monitorar e avaliar os impactos antropogênicos (Snakin et al., 1996; Nortcliff, 2002).

Nesse sentido, têm se proposto integrar vários atributos de qualidade do solo, para uma análise mais precisa. Por outro lado, existem também as que consideram que um número reduzido de atributos-chave, como a matéria orgânica do solo, pode expressar eficientemente o efeito do manejo nos atributos do solo (Gregorich et al., 1994; Seybold et al., 1998).

Entretanto, pela complexidade de avaliação das alterações do solo, a utilização do conjunto de atributos é a mais adequada, em função de que indicadores isolados não são suficientes para explicar o nível de alteração de determinado solo (Cunha et al., 2012). Além disso, para efeito de comparação são propostos dois fatores: a) o solo sobre vegetação nativa por apresentar condições ecológicas de estabilidade do ambiente, e b) parâmetros agronômicos que maximizem a produção e conservem o meio ambiente (Santana e Bahia Filho, 2002).

Dessa forma, torna-se possível conciliar a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais. Diante disso, objetivou-se com este estudo avaliar os atributos físicos e químicos dos solos cultivados com banana em relação a áreas de mata nativa e a posição na paisagem nos municípios de Areia e Pilões, Estado da Paraíba.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Caracterização das áreas**

A pesquisa foi realizada nos municípios de Areia e Pilões na microrregião do Brejo Paraibano e mesorregião do Agreste. Encontram-se localizado geograficamente às coordenadas latitude 6°57'40.1''S e longitude de 35°42'32.2'' W; latitude Sul de 6° 52' 21.5'' S, longitude 35°37'07.9'' W'', respectivamente.

O principal solo da região envolvidos com a produção de banana é o classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, tendo ocorrência em menor proporção de outros tipos de solo como, por exemplo, Neossolo Litólico na baixada e o Neossolo Litólico na meia encosta das áreas. (Apêndice 1). A vegetação nativa das áreas de estudo era composta por mata de brejo de altitude. A topografia é constituída, na sua maioria, por terrenos acidentados em relevo forte ondulado a montanhoso, com declividade acentuada (EMBRAPA, 2013). Quanto a posição do relevo, 75% das áreas apresentam relevo com formato convexo e 25% côncavo.

O clima dos municípios é do tipo As' que corresponde ao clima tropical sub-úmido (quente úmido, com chuvas de outono-inverno). A precipitação média anual acumulada nos anos de 2005 a 2015 foi de 1308 mm para o município de Areia, e 1235 mm pra o município de Pilões (AESA, 2016).

### **2.2. Seleção das áreas de estudo**

Foram amostradas 15 áreas cultivadas com banana no município de Areia, e 5 em Pilões, totalizando 20 áreas. Também foram selecionadas cinco áreas de vegetação nativa, localizadas próximas às áreas sob cultivo de banana para fins de comparação dos atributos do solo. As áreas foram georeferenciadas com auxílio de GPS (Garmim 60CSX).

### **2.3. Amostragem e preparo para análises físicas**

Foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada na projeção da copa das plantas e nas entrelinhas do bananal. Foram coletadas amostras nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm (quatro por profundidade) em cada posição do relevo (topo, meia encosta e baixada) em ambos os usos (banana e mata nativa), totalizando oito amostras em cada posição do relevo, e 24 amostras em cada área, dessas, 6 amostras de cada área foram utilizadas para

obtenção dos pontos da curva de retenção de água, e 18 para determinação da densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, totalizando 600 amostras para análises físicas. Foram utilizados anéis volumétricos (Figura 8) de dimensões 5,0 cm de diâmetro e 5,0 cm de altura, com volume de  $98,125 \text{ cm}^3$  acoplado ao trado tipo Uhland (Figura 9).



Figura 9. Anel volumétrico (A) e trado tipo Uhland (B) utilizados nas coletas de solo para as análises físicas.

Após coleta, os anéis foram revestidos com filme plástico (Figura 10), e posteriormente, transferidos para o Laboratório de Física do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Em seguida, foi retirado o excesso do material de solo presente nas extremidades das amostras, mantendo-se a massa de solo contida no anel. Logo após, as amostras foram transferidas para uma bandeja, e colocadas a partir da base para serem saturadas, com uma lâmina de água atingindo cerca de dois terços da altura do anel, por 48 horas.



Figura 10. Revestimento das amostras com filme plástico para análise física.

Para as análises de química e fertilidade do solo, foram coletadas 10 amostras simples de solo nas camadas de 0–20 e 20–40 cm, para obter duas amostras compostas representativas de cada posição do relevo (topo, meia encosta e baixada), totalizando 6 amostras compostas em cada área, perfazendo um total de 150 amostras. Para tanto, utilizou-se um trado tipo sonda terra modelo S 100 cm.

Posteriormente, o solo foi homogeneizado, seco ao ar livre e à sombra, e após destorroado, passado em peneira com malha de 2 mm e enviado ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA/UFPB.

## **2.4. Determinações dos atributos físicos do solo**

### **Análise granulométrica do solo**

A análise granulométrica foi realizada pelo método do hidrômetro, conforme técnica descrita por Forsythe (1985), utilizando 10 ml de NaOH 1,0 M como agente dispersante para 40 g de terra fina seca ao ar. A determinação do silte e da argila foi feita através de leituras com hidrômetro em função do tempo de sedimentação, enquanto a fração areia (2,00-0,053 mm de diâmetro) foi obtida por tamisagem (Forsythe, 1985; EMBRAPA, 1997).

### **Microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma) e porosidade total do solo**

Os atributos Ma, Mi e porosidade total do solo foram avaliados pelo método da mesa de tensão, em que as amostras foram saturadas com água destilada por um período de 48 horas e colocadas sob uma tensão de -6 kPa. Após estabilização da massa das amostras de solo na mesa de tensão, estas foram secas em estufa, a 105 °C, até massa constante. De posse das massas de solo saturado, seco e após equilíbrio a -6 kPa, foi possível a determinação da macroporosidade, microporosidade e porosidade total, com base na metodologia descrita por EMBRAPA (2011).

### **Densidade do solo**

A densidade do solo foi determinada a partir de amostras indeformadas coletadas com trado tipo Uhland. Para coleta das amostras foram utilizados anéis volumétricos com 5,0 cm de altura e volume interno de 98,125 cm<sup>3</sup>. A densidade do solo foi obtida pela razão entre a massa da amostra seca a 105 °C e o volume do anel EMBRAPA (2011).

### **Curva de retenção de água**

Para a obtenção da água disponível as amostras de solos foram submetidas às tensões de 33 kPa, capacidade de campo (CC) e 1500 kPa, ponto de murcha permanente (PMP). Foi utilizado o conjunto de aparelho extrator de Richards, conforme metodologia da EMBRAPA (2011). Foram utilizadas amostras de solos com estruturas indeformadas em ambos os usos.

As amostras foram saturadas em uma bandeja de plástico por elevação gradual de uma lâmina de água até 1/3 por 24 horas, e em seguida foi completado até 2/3 da altura do cilindro volumétrico por mais 48 horas. Após saturadas, foram pesadas e colocadas em uma placa de porcelana, e transferida para o extrator de Richards, onde foram submetidas a pressões pré-estabelecidas, conforme citado anteriormente.

Após as amostras terem sido submetidas à pressão, foram pesadas e levadas para a estufa a uma temperatura de 105 °C por 24 horas. As amostras retiradas da estufa foram pesadas e registrados os seus valores.

## **2.5. Determinações dos Atributos de Química e Fertilidade do solo**

Para as análises dos atributos de química e fertilidade do solo, as amostras de solo foram destorroadas e passadas em peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha para as seguintes determinações: pH em água (1:2,5); carbono orgânico;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ; P;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Al}^{3+}$ ; acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) e calculados a soma de bases (SB); capacidade de troca de cátions (CTC); saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m), conforme metodologias contidas em EMBRAPA (2011).

## **2.6. Análises estatísticas**

Para análise dos dados, considerou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas no espaço, tendo nas parcelas as áreas, nas subparcelas as posições no relevo, e nas subsubparcelas as profundidades. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e o procedimento PROC MIXED, e foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software SAS<sup>R</sup> (SAS University Edition, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Atributos físicos

##### Análise granulométrica

A predominância da fração areia, e baixos valores de silte, associados aos de argila, conferiam a classificação textural de franco-argilo-arenosa às áreas estudadas (Apêndice). O resumo da análise de variância está apresentado na tabela 1. Observou-se que os teores de areia e argila apresentaram diferenças significativas em relação ao uso do solo e posição do relevo para profundidades de coleta. Quanto às interações, não houve diferença estatística entre as variáveis analisadas. Os coeficientes de variação (CV) dos atributos areia e silte apresentaram valores intermediários (entre 10 e 20%), enquanto a argila apresentou CV alto (Pimentel Gomes, 2009).

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente aos resultados da análise granulométrica (areia, silte e argila) em função do uso do solo, posição no relevo e profundidade do solo.

Fonte de Variação	Areia	Silte	Argila
Uso do solo (U)	4,75*	0,61 <sup>ns</sup>	8,19 <sup>**</sup>
Posição do Relevo (R)	6,34 <sup>**</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	6,83 <sup>**</sup>
U × R	0,46 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
Profundidade (P)	4,79*	5,10*	1,25 <sup>ns</sup>
U × P	0,00 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
R × P	0,58 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
U × R × P	0,35 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>
CV%	12,92	24,48	29,15

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* e significativo 1% pelo teste F.

Verifica-se que as áreas cultivadas com banana apresentaram maiores teores médios de argila e menores teores de areia ( $P < 0,05$ ) ocorrendo o inverso nas áreas sob mata nativa, enquanto que para a posição do relevo, houve tendência de aumento do teor de areia no sentido do topo para baixada, ocorrendo o inverso para os teores de argila.

Tabela 2. Médias de areia e argila em função do uso do solo e posição do relevo nos municípios de Areia e Pilões

Uso do solo	g kg <sup>-1</sup>	
	Areia	Argila
Banana	600 b	247 a
Mata nativa	632 a	209 b
Posição no relevo	Areia	Argila
Topo	597 b	247 a
Meia encosta	598 b	244 a
Baixada	653 a	194 b

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As menores proporções de areia nas áreas cultivadas com banana podem ser atribuídos à susceptibilidade dessas áreas aos processos erosivos, uma vez que, as áreas com banana quando utilizada de forma intensiva, oferece pouca proteção ao solo, tornando-se mais sujeita a perdas por erosão. Já os maiores valores de argila, possivelmente sejam em função da deposição dos resíduos da cultura da banana (matéria orgânica) mantidos no solo após a colheita, exercendo influência no processo de formação e estabilização dos agregados (Vezzani & Mielniczuk, 2011; Silva e Mielniczuk, 1997).

Quanto às áreas de mata nativa os maiores teores de areia podem ser atribuídos à maior proteção do solo pela vegetação e pelo acúmulo de serrapilheira, o que diminuiu o transporte das partículas de areia, que são mais densas, por processos erosivos, ocorrendo o inverso para os teores de argila, por ser um material mais fino, que podem ser facilmente transportado em áreas declivosas.

Com relação à posição do relevo, foi verificado que os maiores teores de areia ( $p < 0,05$ ) foram encontrados na posição de baixada. Esse resultado pode ser explicado pelo nível de inclinação do terreno, pois as partículas de areia, que são mais densas, foram transportadas para áreas de baixada, permanecendo a argila nas áreas mais acentuada com relevo fortemente ondulado (Santos et al., 2008; Santos et al., 2010).

Estes resultados são contrários aos obtidos por Campos et al. (2007), Matias et al. (2013) e Ramos et al. (2013) que verificaram maiores teores de argila nas posições mais baixas do terreno, indicando efeito do fluxo descendente de água, que favorece o transporte e a redistribuição de partículas finas nas posições mais baixas da paisagem.

Outros fatores que também contribuem para dispersão das partículas do solo são afirmados por Resende et al. (2015), os quais observaram que o preparo do solo, a calagem e a adubação reduziram a estabilidade dos agregados com movimentação da argila, tanto vertical como horizontalmente, por escoamento superficial.

Na tabela 3 verificaram-se os maiores teores de areia e menores de silte na camada de 0-20 cm, ocorrendo o inverso para a camada de 20-40 cm.

Tabela 3. Médias de areia e silte em função da profundidade nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Camada (cm)	Areia	Silte
	gkg <sup>-1</sup>	
0-20	633 a	146 b
20-40	601 b	163 a

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores valores de areia na camada de 0-20 cm, provavelmente seja decorrente das características próprias dos Argissolos, os quais possuem camada superficial arenosa e horizonte B textural (EMBRAPA, 2006). Isso pode ter refletido no aumento dos valores de macroporosidade e porosidade total na mesma camada de solo como verificado no presente estudo. O maior teor de silte na camada de 20-40 cm, possivelmente deve ser resultado da sua facilidade em movimentar-se no solo, preenchendo poros de tamanho grande e aumentando a quantidade de poros de tamanho pequeno, ocasionando o aumento da densidade e redução da infiltração de água no solo, como verificado no presente estudo (Stürmer, 2008).

Outro fator relacionado à infiltração de água é a quantidade de silte presente no solo. Aumentando a sua proporção, há redução da infiltração, uma vez que esta fração tem baixo potencial para formar agregados e tem pequeno tamanho, o que facilita seu deslocamento para camadas mais profundas do solo, onde podem acabar causando entupimento dos poros (Stürmer, 2008).

### Propriedades Físicas

O resumo da análise de variância referente aos efeitos do uso do solo, posição no relevo e profundidade para os atributos Densidade do Solo (Ds), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) e Água disponível (Ad) está apresentado na tabela 4. Os coeficientes de variação (CV) dos atributos Ds, Mi e Pt apresentaram valores intermediários entre 10 e 20%, já a Ma e Ad apresentaram valores superiores (>30%). (Pimentel Gomes, 2009).

Tabela 4. Resumo da análise de variância referente à densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e água disponível em função do uso do solo, posição do relevo e profundidade do solo.

FV	Ds	Ma	Mi	Pt	Ad
Uso do solo (U)	105,5 <sup>**</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>*</sup>	69,61 <sup>**</sup>
Posição no relevo (R)	0,89 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	13,41 <sup>**</sup>
U × R	3,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>*</sup>	10,52 <sup>**</sup>
Profundidade do solo (P)	16,48 <sup>**</sup>	0,10 <sup>**</sup>	0,05 <sup>*</sup>	0,23 <sup>**</sup>	33,36 <sup>**</sup>
U × P	1,72 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	27,87 <sup>**</sup>
R × P	0,13 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	6,41 <sup>**</sup>
U × R × P	0,79 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	5,51 <sup>**</sup>
CV (%)	12,31	49,18	15,21	12,59	61,84

<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*</sup> significativo a 5%, <sup>\*\*</sup> e significativo a 1% pelo teste F.

Verificou-se que os atributos densidade do solo e porosidade total foram influenciados significativamente pelo uso do solo. Quanto às interações, houve efeito significativo entre uso do solo e posição no relevo apenas para porosidade total, enquanto para profundidade foi observado efeito significativo para os atributos densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total. Os fatores avaliados não influenciaram o teor de água disponível.

### Densidade do Solo (Ds)

Pode-se verificar na tabela 6 que os valores de Ds foram maiores nas áreas de cultivo de banana quando comparado com as áreas sob mata nativa. Para a profundidade verifica-se menor valor de Ds na camada de 0-20 cm (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de densidade do solo para as áreas sob o cultivo de banana e mata nativa em função da profundidade nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	Densidade do solo
	(g cm <sup>-3</sup> )
Banana	1,69 a
Mata nativa	1,48 b
<b>Camada (cm)</b>	
0-20	1,54 b
20-40	1,63 a

Médias na coluna seguidas por letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores valores de Ds nas áreas de cultivo de banana quando comparados com as áreas sob mata nativa, podem ser resultado da maior compactação do solo, exercida pelo intensivo uso de implementos agrícolas (utilizados para realizar a limpeza das áreas cultivadas

com banana, durante todo o ciclo da cultura, sendo utilizado nas três posições do relevo, além do excesso de pisoteio animal, pois a maioria dos produtores transportam as bananas em animais de carga até o veículo de transporte de destino.

O pisoteio animal pode ter efeitos adversos sobre as propriedades físicas do solo, por alterar o seu sistema poroso, com reflexos no movimento de água e ar também na densidade do solo (Kunz et al., 2013), podendo causar limitações ao crescimento das plantas, principalmente quando o pisoteio ocorre quando o solo apresenta teor de água favorável à compactação (Collares et al., 2011).

Os menores valores de Ds sob mata nativa são em função da maior quantidade de matéria orgânica, que é responsável pela manutenção das condições físicas e pela reversão do estado de compactação do solo (Camargo e Alleoni, 1997; Dias Júnior et al., 1999). Além de as áreas de mata nativa apresentarem maiores valores de porosidade total e macroporosidade (Tabela 6), os quais conferem, segundo Pinheiros et al. (2009), maior capacidade de infiltração de água no solo.

Os resultados da Ds encontrados neste estudo estão de acordo com os obtidos por Chaves et al. (2012), constataram que áreas que se encontravam sob exploração agrícola apresentaram maiores valores de Ds em comparação com uma área de cerrado nativo sem intervenção antrópica. Do mesmo modo, Silva (2012) verificou menor densidade do solo e maior porosidade total em áreas sob mata nativa quando comparado às áreas plantadas com a espécie arbórea *Mimosa caesalpiniaefolia* e pastagens.

O menor valor de Ds encontrado na camada de 0-20 cm deve-se, provavelmente aos maiores teores de matéria orgânica na superfície do solo, atuando como agente cimentante na formação de agregados (Vasconcelos et al., 2014). De modo geral, Thomazini et al. (2013) informam que, quanto maior o teor de carbono orgânico presente no solo, menor é a densidade, e conseqüentemente, maior será a porosidade total. Resultados semelhantes foram obtidos por Mota et al. (2015) em um Cambissolo na Chapada do Apodi, cultivado com bananeira e sob mata nativa, em que encontraram menores valores de densidade na camada superficial do solo em ambos os usos. Ocorrendo o inverso na camada de 20-40 cm que apresenta maior valor de densidade, possivelmente em função das pressões exercidas pelas camadas superiores provocando a compactação e reduzindo a porosidade, associado à redução dos teores de matéria orgânica e, conseqüentemente, da área específica do solo.

Segundo Santos et al. (2009) menores valores de Ds em maiores profundidades restringem o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, tornando-as susceptíveis ao déficits hídricos no período seco, absorvendo, portanto, menos quantidade de nutrientes.

Esses fatores associados culminam em menor cobertura vegetal e, conseqüentemente, maior degradação do solo.

A Ds do solo variou de 1,49 a 1,69 g m<sup>-3</sup> valores estes acima do limite crítico de 1,40 a 1,50 g/cm<sup>3</sup> para franco-argilosos, conforme proposição de Reichert et al (2003). No entanto, como o solo das áreas é classificado como franco-argilo-arenoso em (Apêndice xx), possivelmente as áreas sob cultivo de banana e mata nativa apresentam limitação ao crescimento radicular das plantas. Esse fato pode ser atribuído ao crescimento das raízes que empurram as partículas do solo, podendo causar compactação em profundidade (Dalben et al., 2008).

Nesse sentido, as alterações no solo provocadas pelo uso de implementos agrícolas e/ou presença de animais, merecem especial atenção, principalmente as mudanças relacionadas com o estado poroso do solo, pois é onde ocorrem os principais fenômenos que regulam o crescimento das plantas.

### **Macroporosidade (Ma)**

Na tabela 6 verifica-se que os valores de macroporosidade foram maiores na camada de 0-20 cm e menores na de 20-40 cm (Tabela 6).

Tabela 6. Médias de macroporosidade para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Camada (cm)	Macroporosidade
	(m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
0-20	0,12 a
20-40	0,10 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação aos maiores valores de Ma na camada de 0-20 cm, esse comportamento está relacionado, provavelmente, aos teores de areia, visto que os poros são predominantemente dependentes da textura do solo. Nesse sentido, em termos de distribuição dos poros do solo, deve-se ressaltar que o fluxo de ar bem como o movimento de água no solo estão intimamente relacionados com o volume de macroporos, uma vez que, quando em quantidades satisfatórias, possibilitam oxigenação radicular bem como aumentam a capacidade de infiltração e redistribuição de água no perfil.

Há consenso na literatura de que uma macroporosidade inferior a  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  causa deficiência de aeração, prejudicando o sistema radicular (Tormena et al., 1998). De acordo com essa proposição, é possível verificar que ambas profundidades não apresentam restrições ao crescimento radicular. Esses resultados corroboram com Lima et al. (2014), que não encontraram restrições para o desenvolvimento de plantas de feijão caupi, tendo em vista que o menor valor de  $M_a$  foi de  $0,257 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , na camada de 40-60 cm.

### Microporosidade (Mi)

Com relação à profundidade, observaram-se maiores valores na camada de 0-20 cm, ocorrendo o inverso na camada de 20-40 cm (Tabela 7).

Tabela 7. Médias de microporosidade para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em solos dos municípios de Areia e Pilões-PB.

Camada (cm)	Microporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ )
0-20	0,46 a
20-40	0,44 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Considerando as profundidades em ambos os tipos de uso, verifica-se um equilíbrio entre os valores de macroporosidade, microporosidade e porosidade total, em função da redução da densidade do solo. Esse resultado, permite supor que a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, podem estar contribuindo para uma melhor condição físico-hídrica do solo, aumentando a estabilidade de agregados e o equilíbrio entre os valores de macro e microporosidade, que por sua vez podem contribuir para uma maior aeração e volume de água disponível sem que ocorram problemas de aeração para as raízes das plantas Salton & Mielniczuk (1995).

A possibilidade de que ocorram tais problemas é maior na camada de 20-40 cm. Corroborando com esse resultado, Martins et al. (2006) trabalhando em mata nativa e em cerrado natural, observaram que a quantidade de microporos decresceu em profundidade. Borges e Souza (2009) Ao avaliar atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeira em sistema irrigado, verificaram equilíbrio entre os valores de macroporosidade e microporosidade. Segundo esses autores, tal resultado permite pressupor uma melhor

redistribuição da água ao longo do perfil, sem que ocorram problemas de aeração para as raízes da bananeira.

### Porosidade total (Pt)

Os maiores valores de porosidade total foram obtidos nas áreas sob mata nativa em comparação com as áreas sob cultivo de banana, porém não diferindo estatisticamente dentro das posição do relevo, enquanto que na camada de 0-20 cm se verificou os maiores valores (Tabela 8).

Tabela 8. Médias de porosidade total para a posição do relevo nas áreas com banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Posição no relevo	Porosidade total	
	Uso do solo	
	Banana	Mata nativa
	( $m^3 m^{-3}$ )	
Topo	0,55 aB	0,60 aA
Meia encosta	0,55 aA	0,56 aA
Baixada	0,57 aA	0,55 aA
<b>Camada (cm)</b>		
0-20		0,58 a
20-40		0,54 b

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verifica-se que a porosidade total não foi influenciada pelo uso do solo e posição no relevo. Resultados semelhantes foram constatados por Mendes et al. (2011) que, avaliando os atributos de porosidade e densidade do solo, não constataram diferença estatística significativa entre os tratamentos sob cultivo de olerícolas e banana. Segundo o autor esses dados são resultantes da menor compactação sob cultivo de banana, devido a sua estabilidade em termos de menor alteração ao solo.

No entanto, quando comparados entre si, os maiores valores de porosidade total foram encontrados no solo sob mata nativa, o que se refletiu nos menores valores de densidade do solo e maiores teores de areia desse sistema, confirmando dessa forma, a relação inversa entre densidade do solo e porosidade total (Chaves et al., 2012).

Em relação aos menores valores de Pt encontrados na camada de 20-40 cm, esse comportamento pode ser atribuído aos ciclos sucessivos de umedecimento e secagem que ocorrem na camada superficial do solo, acarretando aumento da densidade e diminuição da macroporosidade e microporosidade em profundidade, além de reduzir o crescimento das

raízes e disponibilidade de nutrientes para as plantas, visto que interfere nos mecanismos de fluxo de massa e difusão, que são responsáveis pelo transporte de nutrientes até as raízes (Ohland et al., 2014; Drescher, 2015).

Segundo Reinert et al. (2008) esse comportamento pode ser atribuído ao menor teor de matéria orgânica e a menor agregação em profundidade. Entretanto, os valores verificados nos usos e nas profundidades não devem prejudicar as plantas, visto que seu menor valor foi de  $0,55 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ . Segundo Kiehl (1979) e Brady e Weil (2007),  $0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  seria a Pt ideal, uma vez que propicia boa infiltração e retenção de água, aeração, crescimento radicular e desenvolvimento da atividade biológica.

### Água disponível

Quanto à interação entre profundidade e uso do solo, verifica-se na tabela 9 que o teor de água disponível não apresentou diferenças estatísticas significativas entre as camadas, enquanto que as áreas sob mata nativa apresentaram maiores valores de água disponível na camada de 20-40 cm. Em relação aos usos, as áreas sob mata nativa apresentaram maiores teores quando comparadas com as áreas com banana (Tabela 10).

Tabela 9. Médias de água disponível para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em áreas com banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Camada cm	Banana	Mata nativa
0-20	0,21 aB	2,95 bA
20-40	0,65 aB	12,87 aA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores teores de Ad nas áreas sob cultivo da banana em ambas as profundidades podem ser explicados pelos menores teores de areia, maiores teores de argila e maior densidade do solo. A correlação positiva de retenção de água com argila é explicada pelo efeito da maior adsorção de água em partículas com maior área superficial específica. Esses resultados são corroborados por Borges e Souza (2009) que, avaliando os atributos físicos e químicos de solo cultivado com bananeira, verificaram que o menor valor do teor de água disponível foi no Neossolo Quartzarênico e maior no Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico.

Segundo os autores, foi verificado que o processo de secagem nos solos de textura arenosa é mais rápido, tornando-se limitante para o desenvolvimento da bananeira em relação

ao argiloso. Resultado semelhante foi verificado por Correia (2005) que avaliando a capacidade de retenção e disponibilidade de água nos tabuleiros costeiros da Paraíba, verificou aumento no conteúdo de água disponível e na retenção de água em profundidade no Latossolo coeso e atribuiu tal resultado à presença de maiores teores de argila nesse solo.

Em relação a menor densidade do solo (mata nativa) associada ao maior teor de água disponível, Hill et al. (1985), afirma que há tendência de o aumento da densidade do solo proporcionar maior quantidade de água disponível às plantas, porém esses efeitos variam com a granulometria e o teor de matéria orgânica no solo. Desse modo, Portugal et al. (2010) avaliando as alterações em propriedades físicas e químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas agrícolas na Zona da Mata mineira observaram que a maior retenção de água nos solos em sistemas agrícolas foi atribuída ao aumento da compactação, com redução de macroporos e aumento de microporos, gerando poros com dimensões e geometria que favorecem a retenção de água por capilaridade.

Quanto as áreas sob mata nativa houve aumento dos teores de Ad com o aumento da profundidade, resultado explicado pela redução da porosidade total, macroporosidade e densidade do solo. Esses resultados corroboram com Lima et al. (2014) que, ao avaliar os atributos físicos-hídricos em um Latossolo Amarelo em área cultivada com caupi e sob mata nativa no Brejo Paraibano, também encontraram aumento da água disponível em relação a redução da porosidade total.

Quando comparada com os usos, a mata nativa apresentou maiores valores de Ad, que a área sob banana, o que pode ser atribuído aos menores valores de densidade do solo e ao maior aporte de resíduos orgânicos que propiciam melhor infiltração de água e conservação da umidade do solo, devido à redução da incidência dos raios solares sob o solo promovendo um microclima, com menor evaporação de água, associado ao desenvolvimento da atividade biológica e crescimento radicular. O desenvolvimento radicular do estrato arbóreo pode melhorar a qualidade física do solo, com agregados mais estáveis e poros interconectados, o que pode favorecer a estrutura e a infiltração de água no solo (Damatta et al., 2007; Lima et al., 2005; Tully e Lawrence, 2012).

Enquanto à interação entre posição do relevo e uso do solo verifica-se na tabela 10, que nas áreas cultivadas com banana não houve efeito significativo para a posição no relevo. Já para as áreas com mata nativa houve decréscimo significativo, de ad do topo para a baixada. Em relação ao uso do solo, a mata nativa apresentou maiores teores de Ad quando comparada com a área de cultivo de banana, exceto para a baixada onde não houve diferença significativa (Tabela 10).

Tabela 10. Médias de água disponível para as posições do relevo em áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Posição no relevo	Uso do solo	
	Banana	Mata nativa
	(%)	
Topo	0,75 aB	11,60 aA
Meia encosta	0,47 aB	10,38 aA
Baixada	0,07 aA	1,76 bA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O decréscimo dos teores de Ad do topo para baixada nas áreas sob mata nativa pode ser atribuído ao decréscimo dos teores de argila e ao aumento dos teores de areia na mesma posição do relevo, decorrente da declividade do terreno, implicando dessa forma, em baixa estabilidade de agregados o que torna os solos mais suscetíveis à degradação física, reduzindo, assim, a sua qualidade. Assim sendo, o manejo atribuído entre as posições do relevo deve ser diferenciado (Santos et al., 2002; Fraga e Salcedo, 2004).

Conforme observações realizadas por Portugal et al. (2008), os valores de água retida na CC, no PMP e na capacidade de água disponível (Ad) foram diferentes entre os tipos de usos. Tal resultado deve-se à maior aeração, resultando em poros de tamanho maior e com menor capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, menor quantidade de água disponível no solo.

Contrariando esses resultados, Dalla Santa (2010) destaca que maiores declividades do terreno resultam em menor tempo para o início do escoamento superficial, maiores taxas de escoamento superficial e, conseqüentemente, resultam em menores taxas de infiltração de água no solo.

Quanto aos usos, os maiores valores de Ad nas áreas de mata nativa no topo e meia encosta, possivelmente sejam decorrentes dos menores valores de densidade, aliados a cobertura do solo, os quais propiciam melhor infiltração de água e diminuição das perdas por evaporação. Contrariando esse resultado, Briggs e Twomlow (2002) afirmam que a disponibilidade de água diminui em grande parte devido ao aumento da inclinação do relevo, como foi observado no presente estudo nas áreas sob o cultivo de banana.

Enquanto à baixada não se verificou diferenças significativas entre os usos, possivelmente em função do transporte e deposição dos resíduos vegetais oriundos das áreas declivosas, acarretando áreas com regime hídrico mais favorável.

Entretanto, quando o solo é desprovido de cobertura vegetal nas áreas agrícolas ou com cobertura vegetal diminuída, ocorre a ação direta da chuva ou do vento, tornando-o exposto aos processos erosivos, que são mais marcantes nas encostas em função do aumento da declividade (Santos et al., 2010).

Na tabela 11 verifica-se a interação entre posição no relevo e profundidade para o teor de água disponível. Na camada de 0-20 cm não se verificou efeito significativo entre as posições no relevo, enquanto que na camada de 20-40cm houve decréscimo de Ad do topo para a baixada. Em relação às profundidades, houve aumento dos teores de Ad na camada de 20-40 cm no topo e meia encosta, enquanto na baixada não houve efeito significativo.

Tabela 11. Médias de água disponível em função da interação entre as posições do relevo e camadas de solos em diferentes áreas nos municípios de Areia e Pilões-PB

Posição no relevo	Camada (cm)	
	0-20	20-40
	(%)	
Topo	3,50 Ab	8,84 Aa
Meia encosta	0,91 Ab	9,94 Aa
Baixada	0,33 Aa	1,50 Ba

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores valores de Ad na camada de 0-20cm, possivelmente são resultantes dos maiores valores de microporosidade e de argila. Esse resultado corrobora com Correia (2005) que atribuiu o aumento no conteúdo de água disponível e retenção de água com a profundidade em Latossolo coeso foi à presença de maiores teores de argila. Resultados semelhantes foram encontrados por Marchão et al. (2007) e Silva et al. (2008) com conteúdo de água disponível maior no solo sob plantio direto em relação àquele sob preparo convencional, o que pode estar relacionado ao incremento no volume de microporos, que possibilita maior retenção de água por capilaridade, reduzindo a percolação e a evaporação.

O decréscimo dos teores de Ad do topo para baixada, na camada de 20-40 cm, possivelmente é decorrente da redução dos teores de Arg, associada ao aumento dos teores de Ar na mesma tendência de posição. Dessa forma, tal fato reforça a relação entre o conteúdo de água retida e a textura do solo, uma vez que, Miotti et al. (2013) avaliando os atributos físicos no Cambissolo Háplico carbonático típico na porção convexa e retilínea sob o cultivo de banana, verificou-se que, no solo raso contendo maior quantidade de areia e macroporos, e menor microporos e porosidade total), o conteúdo de água, foi inferior em relação ao solo profundo contendo menos areia, mais microporos e maior porosidade total.

Quanto à profundidade, o aumento dos teores de Ad na camada de 20-40 cm no topo e na meia encosta em relação à camada de 0-20, pode estar associado aos menores valores de macroporos, teor de areia e porosidade total. Dessa forma, recomenda-se maior aporte de resíduos vegetais sobre a superfície do solo nas posições declivosa das áreas. O fato de a matéria orgânica atuar na estruturação dos agregados, contribui para um melhor arranjo dos poros, implicando em maior retenção de água no solo (Campinas et al., 2013).

### 3.2. Atributos Químicos

O resumo da análise de variância referente aos efeitos do tipo de uso do solo, posição no relevo e a profundidade para os atributos pH, cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), é apresentado na tabela 12.

Verifica-se que todas as variáveis (pH,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ) foram influenciadas significativamente pelo uso do solo. Quanto a posição no relevo houve efeito significativo apenas para pH e K, quanto a profundidade foi observado efeito significativo para pH e Ca. Já para o efeito das formas de interação houve significância entre o uso do solo e posição no relevo apenas para o K. Para as demais interações não houve efeito significativo para os atributos estudados. Em relação aos coeficientes de variação (CV) apenas o pH se observou valor baixo ( $\text{CV} < 10\%$ ); enquanto por Ca, Mg, K e Na os valores foram muito altos ( $\text{CV} > 30\%$ ) (Pimentel Gomes, 2009).

Tabela 12. Resumo da análise variância referentes aos teores de potássio ( $\text{K}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

FV	pH	Ca	Mg	K	Na
Uso do solo (U)	7,8**	5,93 **	25,69 **	25,56**	8,05 **
Posição no relevo (R)	7,7**	2,83 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	4,13 *	0,25 <sup>ns</sup>
U × R	0,4 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	6,40 **	0,05 <sup>ns</sup>
Profundidade (P)	4,6*	15,61**	0,70 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
U × P	0,9 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
R × P	0,1 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
U × R × P	0,2 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
CV%	7,75	49,47	96,38	94,63	87,48

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* e significativo 1%

### pH

Na tabela 13 pode-se verificar que o maior valor de pH foi obtido nas áreas sob cultivo de banana. Quanto à posição do relevo, houve tendência de aumento do pH do topo

para a baixada. Já para profundidade, verificou-se maior valor de pH na camada de 0-20 cm (Tabela 13).

Tabela 13. Médias de pH para as áreas de banana e mata nativa, posição do relevo e camadas nos municípios de Areia e Pilões-PB.

<b>Uso do solo</b>	<b>pH</b>
Banana	5,6 a
Mata nativa	5,4 b
<b>Posição do Relevo (R)</b>	
Topo	5,4 b
Meia encosta	5,5 b
Baixada	5,8 a
<b>Camada (cm)</b>	
0 – 20	5,6 a
20 – 40	5,4 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de pH, foram enquadrados na faixa de 5,1 – 6,0, sendo classificados como acidez média (Alvarez et al., 1999). No entanto, os maiores valores de pH sob o cultivo de banana podem estar relacionados ao uso de adubação orgânica, na forma de esterco bovino. O valor médio de pH observado nas áreas de banana, está no limite inferior da faixa considerada adequada para a cultura da banana que é de 5,5 a 6,5 (Borges et al., 2000).

Quanto à mata nativa, a diferença dos valores de pH em relação às áreas de banana, possivelmente é resultante da deposição de serapilheira que, através da decomposição, pode liberar ácidos orgânicos proporcionando menores valores de pH. Segundo Rodrigues (2012), a matéria orgânica em decomposição fornece prótons  $H^+$ , e esses tendem a acidificar o solo. No entanto, essa acidificação aparece de modo acentuado na acidez potencial. Resultados semelhantes foram constatados por Portugal et al. (2010), que observaram que os maiores valores de acidez potencial foram acompanhados pelos maiores teores de matéria orgânica, que liberou mais íons  $H^+$ .

Em estudos realizados em áreas de mata nativa, pastagem e sabiá, na Microrregião do Brejo Paraibano foram encontrados menores valores de pH em áreas de mata em relação à pastagem. (Santos et al., 2010; Silva et al. 2013). De modo geral, condições resultantes dos baixos valores de pH podem limitar o desenvolvimento das plantas, tanto pelo efeito sobre a disponibilidade de nutrientes, como pela concentração de alumínio em níveis tóxicos para as plantas (Santos et al., 2010).

Analisando a posição do relevo houve tendência de aumento do pH no sentido do topo para a baixada, e que explica tendência de decréscimo dos teores da acidez potencial  $H + Al^{+3}$ , na mesma tendência de posição à medida que o pH aumenta.

Essa situação possivelmente ocorre em função do manejo do solo em áreas de declive acentuado, o qual propicia o transporte das bases através dos processos erosivos, com acúmulo na parte baixa da encosta (Corrêa et al., 2003), onde esta posição caracterizada como área de ganho de sedimentos, o que propicia aumento na fertilidade do solo (Galvão et al., 2005; Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

Os solos com pH menores são considerados quimicamente pobres no sentido do complexo catiônico; dessa forma, o aumento da erodibilidade desses solos é mais frequente nas áreas declivosas (Lima et al., 2016). Outra possibilidade de análise propiciada para este estudo pode estar relacionada com o aumento do teor de água no solo na baixada em períodos chuvosos. De acordo com Sousa et al. (2006), solos que possuem problemas de umidade elevada podem apresentar elevação do pH do meio.

Quanto à profundidade, os maiores valores de pH na camada superficial do solo, podem ser resultado das constantes aplicações de fertilizantes, além da disponibilidade de matéria orgânica na superfície do solo, que confere maior proteção coloidal, dificultando a degradação do material orgânico. Valores de pH mais alto na camada superficial do solo, também foram encontrados por outros autores (Moreira e Costa, 2004; Collier e Araújo, 2010).

### **Cálcio ( $Ca^{+}$ )**

Na tabela 14 verifica-se que as áreas de mata nativa apresentaram maiores teores de Ca. Quanto à profundidade, os maiores teores foram observados na camada de 0-20 cm e menores na camada de 20-40 cm.

Tabela 14. Médias de cálcio ( $Ca^{2+}$ ) para as áreas com banana e mata nativa, e nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	Ca
	( $cmolc.dm^{-3}$ )
Banana	2,65 b
Mata nativa	3,28 a
<b>Camada (cm)</b>	
0-20	3,48 a
20-40	2,46 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores de Ca foram considerados altos para ambos os usos e camadas, se enquadrando na faixa (2,41 - 4,00  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) conforme preconizado por Alvarez et al. (1999). O solo sob mata nativa apresentou os maiores teores de Ca em relação às áreas de cultivo de banana. Este fato deve-se ao aumento da matéria orgânica na mata nativa que através da decomposição de resíduos promove a reciclagem do Ca, atuando como fonte de nutrientes e contribuindo para o aumento da CTC do solo.

Os menores valores de Ca nas áreas de banana, possivelmente são decorrentes da exportação pela cultura, Nunes et al. (1991), verificaram que a cultivar “Pacovan” exportou 186,38  $\text{kg ha}^{-1}$  de Ca em apenas uma planta durante um ciclo, sendo considerado o terceiro nutriente mais exportado. Outro fator que possivelmente esteja contribuindo é o menor teor de K no solo visto que, quanto mais elevado esse nutriente maior inibição da absorção de Ca e Mg, devido à competição entre esses elementos pelos sítios de absorção das plantas.

Quanto aos maiores valores de Ca em superfície, possivelmente seja em função da reciclagem de cálcio via decomposição de resíduos e ao aumento do pH. Há ainda possibilidade do aumento do Ca na camada superficial devido a sua baixa mobilidade (Dantas et al., 2012).

### Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Na tabela 15 verifica-se que as áreas de banana apresentaram maiores teores de  $\text{Mg}^{2+}$  quando comparados as áreas de mata.

Tabela 15. Médias de magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) para as áreas de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	$\text{Mg}^{2+}$
	( $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ )
Banana	9,06 a
Mata nativa	1,93 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O  $\text{Mg}^{2+}$  segue tendência contrária em relação ao  $\text{Ca}^+$ , apresentando maiores valores nas áreas de banana e menores nas área de mata nativa, sendo considerado muito alto ( $> 1,50 \text{ cmol e dm}^{-3}$ ) (Alvarez et al., 1999). Os altos teores de  $\text{Mg}^{2+}$  nas áreas de cultivo de banana

poderão acarretar desequilíbrios na absorção, a exemplo de aumento na absorção de zinco e diminuição na absorção de potássio, cálcio, cobre, manganês e nitrogênio (Moreira, 1999).

Resultado contrário foi verificado por Centurion et al. (2001), Sabino-Neto et al. (2011) e Loss et al. (2014), que compararam os teores de magnésio no solo em diferentes usos, e constataram os maiores teores em áreas de mata.

Quanto aos menores valores de  $Mg^{2+}$  nas áreas de mata nativa, esse fato deve-se possivelmente aos maiores teores de  $Na^+$ . O aumento da proporção de sódio na solução do solo pode substituir o cálcio e o magnésio do complexo sortivo, pois, quando a concentração de sais de sódio atinge valores muito altos, o  $Na^+$  solúvel começa a ser adsorvido pelo complexo de troca e, apesar da menor seletividade, o  $Na^+$  consegue deslocar os outros cátions por ação de massa (Ribeiro et al., 2003).

### Potássio

Na tabela 16 verifica-se que não houve diferenças estatísticas significativas dos teores de  $K^+$  entre as posições no relevo nas áreas de cultivo de banana. Já para as áreas sob mata nativa houve aumento dos teores do topo para a baixada. Quanto ao uso do solo, o cultivo de banana apresentou menores teores médios de  $K^+$  na baixada, enquanto nas áreas de mata nativa não houve efeito significativo, apesar da diferença de maior magnitude.

Tabela 16. Médias de potássio ( $K^+$ ) em função da interação entre o uso do solo e a posição do relevo nos municípios de Areia e Pilões-PB

Posição no relevo	Uso do solo	
	Banana	Mata nativa
	$cmol_c dm^{-3}$	
Topo	0,29 aA	0,47 bA
Meia encosta	0,31 aA	0,43 bA
Baixada	0,25 aB	0,86 aA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os teores de  $K^+$  nas áreas com banana, entre as posições do relevo, não houve diferença significativa, sendo classificados como alto (0,18-0,30  $cmol_c dm^{-3}$ ) e muito alto (>0,30  $cmol_c dm^{-3}$ ) conforme Moura et al. (2008). Provavelmente, esse resultado seja em função de alguns dos produtores usarem adubação orgânica, como esterco bovino, que é fonte desse nutriente, (Santos et al., 2010) e adubação mineral contendo os teores de NPK 20-10-20 e 15-07-32, apresentando em sua formulação maiores quantidades deste nutriente, além da ciclagem de nutrientes realizada a partir dos resíduos da planta.

Tais resultados assemelham-se aos obtidos por Gonçalves et al. (1989) que, ao avaliarem sistema de adubação orgânica e mineral para a cultura da banana na microrregião do Brejo Paraibano sob Latossolo Vermelho-Amarelo, verificaram que a bananeira respondeu linearmente às doses crescentes de potássio aplicado ao solo. Corroborando com esse resultado, Silva (2010) ao avaliar a aplicação de três doses de K (0; 800 e 1200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e cinco doses de magnésio (0; 60; 120; 240 e 480 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) em bananeira 'Prata anã' irrigada, verificou que as doses de K aplicadas no solo, no 1º ciclo, aumentaram, de forma linear, o peso do cacho, o número de frutos por cacho, o número de pencas por cacho e o peso do fruto. Já no 2º ciclo, o autor verificou que a aplicação de K elevou somente o número de frutos penca<sup>-1</sup>.da banana.

O K<sup>+</sup> é o nutriente mais exigido pela cultura e, conseqüentemente, encontrado em grandes quantidades na planta (Malavolta et al., 1980; Medina, 1985; Manica, 1997; Borges et al., 2000), o que não ocorreu em estudo realizado por Dantas et al. (2012) ao avaliar a qualidade do Cambissolo Háptico sob diferentes usos e manejos.

Quando comparadas com as áreas de mata nativa verificou-se menor valor apenas na baixada, resultado que pode ser atribuído à ausência de adubação mineral nessa posição, sendo utilizada apenas a adubação orgânica, visto que as áreas de baixada apresentam maior produção quando comparadas com as áreas declivosas nos relatos da maioria dos produtores. Associado a isso, os altos teores de Mg presentes nas áreas com banana, provocam desequilíbrios, contribuindo para o aumento da absorção de zinco e diminuindo a absorção de potássio, cálcio, cobre, manganês e nitrogênio (Moreira, 1999).

Os maiores valores de areia presente na baixada também contribuíram para as perdas do K<sup>+</sup> na mesma posição, pelo fato de a areia apresentar partículas maiores, proporcionando ao solo espaço poroso com poros de maior diâmetro (macroporos) (Klein, 2005). Em estudos conduzidos por Burak et al. (2012) os maiores teores de areia contribuíram com o escoamento superficial do K<sup>+</sup>, devido a sua forte mobilidade.

Além do tamanho dos poros, o grau de saturação com água (Dierolf et al., 1997) e a quantidade de água que percola no perfil (Bustos et al., 1996), a qual depende da quantidade e intensidade das chuvas e da capacidade de retenção de água pelo solo, são fatores físicos que contribuem com o transporte vertical dos nutrientes que possuem boa mobilidade como por exemplo o potássio.

Freitas et al. (2014) afirmam que solos que possuem maiores quantidade de areia possivelmente apresentam baixa CTC, baixo teor de matéria orgânica, baixa retenção de umidade em relação a solos com maiores teores de argila. Por apresentar tais características,

Silva et al. (2007) verificaram que os maiores teores de areia no solo proporcionou baixa produção da banana.

Os altos teores de  $K^+$  encontrados na mata nativa, principalmente na baixada, provavelmente estão associados ao maior aporte, de forma contínua e com conteúdo variado, de material orgânico com diferentes graus de suscetibilidade à decomposição, provenientes de uma vegetação com maior diversidade de espécies ricas em  $K^+$ , além da localização do ambiente estudado, já que o solo das áreas de baixada recebe maiores quantidades de sedimentos oriundos das áreas declivosas, ou até mesmo, devido à presença de materiais de origem com predominância de minerais primários contendo  $K^+$ .

### Sódio

Na tabela 17 verifica-se que as áreas de mata nativa apresentaram maiores teores de  $Na^+$  em relação à banana.

Tabela 17. Médias de sódio ( $Na^+$ ) das áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	$Na^+$
	( $cmolc.dm^{-3}$ )
Banana	0,11 b
Mata nativa	0,17 a

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O  $Na^+$  do complexo de troca apresentou baixos teores nas áreas com banana em detrimento das áreas sob mata nativa, não conferindo caráter solódico ou sódico (EMBRAPA, 2013) indicando que ambas as áreas não apresentam susceptibilidade à salinização. Fato atribuído à alta precipitação pluviométrica das áreas em estudo, uma vez que o Na, por apresentar boa mobilidade, é facilmente perdido por lixiviação.

Além disso, os menores teores de  $Na^+$  nas áreas com banana provavelmente são decorrentes de grandes quantidades de adubação química contendo  $K^+$ , tendo em vista que o  $K^+$  compete com o  $Na^+$  entre os sítios de absorção, contribuindo com a diminuição do Na pela substituição deste elemento no complexo de troca, e sua posterior lixiviação. Além dos menores teores de matéria orgânica, que podem acarretar baixa CTC, ocorrendo o inverso nas áreas de mata nativa.

O resumo da análise de variância referente aos efeitos do tipo de uso do solo, posição no relevo e profundidade para os atributos fósforo (P), alumínio ( $Al^{3+}$ ), acidez potencial ( $H^+Al^{3+}$ ), carbono orgânico (CO) e soma de bases (SB), estão apresentados na tabela 18.

Quanto aos coeficientes de variação (CV) apenas o CO apresentou valor alto (CV entre 20 e 30%). Já para os atributos P, Al,  $H^+Al^{3+}$  e SB apresentaram muito altos (> 30%) (PIMENTEL GOMES, 2009). Resultados semelhantes de CV, foram encontrados por Zucoloto et al. (2011), que ao avaliar a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo em um pomar de bananeira ‘Prata-Anã’ verificaram que os coeficiente de variação para as variáveis Al, P e m% foram considerado altos, o que concorda com Nascimento (2014) e Oliveira Junior et al. (2010), que também verificaram teores de  $Al^{3+}$  e P altos, sendo atribuídos a variações comuns do ambiente e não por interferências antrópica.

Tabela 18. Resumo análise variância referentes aos teores de fósforo (P), alumínio ( $Al^{3+}$ ), acidez potencial ( $H^+Al^{3+}$ ), carbono orgânico (CO) e soma de bases (SB).

FV	P	$Al^{3+}$	H+Al	CO	SB
Uso do solo (U)	2,84 <sup>ns</sup>	32,77 <sup>**</sup>	36,12 <sup>**</sup>	2,82 <sup>ns</sup>	19,15 <sup>**</sup>
Posição do Relevo (R)	1,05 <sup>ns</sup>	9,18 <sup>**</sup>	6,53 <sup>**</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
U × R	0,83 <sup>ns</sup>	7,12 <sup>**</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
Profundidade (P)	0,09 <sup>ns</sup>	16,22 <sup>**</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	16,28 <sup>**</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
U × P	0,05 <sup>ns</sup>	12,49 <sup>**</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>
R × P	0,01 <sup>ns</sup>	4,46 <sup>*</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
U × R × P	0,00 <sup>ns</sup>	3,74 <sup>*</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
CV%	269,71	372,44	73,66	29,14	65,49

<sup>ns</sup> não siginificativo, <sup>\*</sup> significativo a 5%, <sup>\*\*</sup> e significativo 1%

Os teores de  $Al^{3+}$ ,  $H^+Al^{3+}$  e SB foram influenciados significativamente pelo uso do solo. Quanto à posição no relevo houve efeito significativo para  $Al^{3+}$  e  $H^+Al^{3+}$ . Já para as interações houve efeito significativo entre o uso do solo e posição no relevo apenas para Al. Quanto à profundidade houve significância para  $Al^{3+}$  e CO, mas para P não houve influência significativa para nenhum dos fatores. As demais interações foram significativas para  $Al^{3+}$ .

### Alumínio

Para interação entre profundidade e uso do solo verifica-se na tabela 19 que as áreas com banana apresentaram maiores teores de  $Al^{3+}$  na camada de 0-20 cm. Já para as áreas de mata nativa, não houve efeito significativo entre as profundidades. Quanto aos usos as áreas com banana apresentaram maiores teores em relação às áreas de mata nativa (Tabela 19).

Tabela 19. Médias de alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Profundidade	Banana	Mata nativa
	(cmolc.dm <sup>-3</sup> )	
0-20	0,01 aA	0,19 aB
20-40	0,05 bA	0,82 aA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores teores de  $\text{Al}^{3+}$  nas áreas de mata nativa em ambas as profundidades podem ser explicados em decorrência da solubilidade deste elemento aumentar com a diminuição do pH, como ocorreu no presente estudo, apresentando toxidez média (0,51 - 1,00 cmolc dm<sup>3</sup>) (Alvarez et al. 1999) na profundidade de 20 cm. Quando comparados com os usos, o cultivo da banana apresentou maiores valores, porém, não constituiu limitação para a nutrição mineral para a cultura, visto que os teores refletem baixa ou nenhuma toxidez de alumínio para as plantas se enquadrando na faixa de <0,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, conforme preconizado por Alvarez et al. (1999).

Ao analisar a interação entre posição do relevo e uso do solo verifica-se na tabela 20 que as áreas com banana não apresentaram efeito significativo para a posição no relevo. Já para as áreas com mata nativa houve decréscimo significativo do topo para a baixada. Em relação ao uso do solo a mata nativa apresentou maiores teores de  $\text{Al}^{3+}$  quando comparada com a área de cultivo de banana, exceto para a baixada onde não houve diferença significativa (Tabela 20).

Tabela 20. Médias de alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) para a posição do relevo nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB

Posição no relevo	Uso do solo	
	Banana	Mata nativa
	(cmolc dm <sup>-3</sup> )	
Topo	0.05 aB	0,83 aA
Meia encosta	0,04 aB	0,65 aA
Baixada	0,00 aA	0,05 bA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores de  $\text{Al}^{3+}$  nas áreas sob cultivo de banana nas três posições do relevo não apresentam limitação ao crescimento das plantas ( $\leq 0,20$  cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), enquanto as áreas de

mata nativa apresentaram toxidez média (0,51 - 1,00) na posição topo e meia encosta (Alvarez et al., 1999).

O decréscimo do topo para baixada nas áreas sob mata nativa pode ser decorrente da declividade do terreno, do aumento dos teores de matéria orgânica, pH, Ca e pela complexação de  $Al^{3+}$  por composto orgânicos, na mesma tendência. A complexação do  $Al^{3+}$  pela matéria orgânica foi demonstrada por Sidiras e Pavan 1985 e Miyazawa et al., 1992).

Quando comparado aos teores de  $Al^{3+}$  entre os usos, observa-se que as áreas de mata nativa apresentaram os maiores valores nas três posições do relevo. Esse fator pode ser atribuído aos menores valores de pH e  $Mg^{+}$  e maiores valores de  $Na^{+}$ .

Na tabela 21 pode-se verificar os resultados da interação entre posição no relevo e profundidade. Para a camada de 0-20 cm não houve efeito significativo entre as posições no relevo. Já na camada 20-40cm houve decréscimo de  $Al^{3+}$  do topo para a baixada. Em relação às profundidades, houve aumento dos teores de  $Al^{3+}$  na camada de 20-40 cm no topo e meia encosta, enquanto na baixada não houve efeito significativo.

Tabela 21. Médias de alumínio ( $Al^{3+}$ ) em função da interação entre a posição do relevo e as camadas em áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB

Posição no relevo	Camada (cm)	
	0-20	20-40
	( $cmol_c\ dm^{-3}$ )	
Topo	0,27 aB	0,61 aA
Meia encosta	0,03 aB	0,66 aA
Baixada	0,01 aA	0,04 bA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na camada de 0-20 cm, nas três posições do relevo, os teores de  $Al^{3+}$  foram caracterizados como baixos 0,21 - 0,50. Já na camada de 20-40 cm, no topo e meia encosta, foi considerado como toxidez média ( $0,51 - 1,00\ cmol_c\ dm^{-3}$ ) não apresentando toxidez na baixada (Alvarez et al., 1999). O decréscimo dos teores de Al do topo para baixada na camada de 20-40 cm possivelmente seja pelo aumento dos teores de pH na mesma tendência. Quanto à profundidade, os teores de  $Al^{3+}$  aumentaram com a profundidade no topo e meia encosta, não havendo diferenças significativas na baixada, ocorrendo de forma mais acentuada nas áreas de mata nativa, principalmente por apresentar menores valores de pH nessa profundidade. Silva (2012), também verificou maiores valores de  $Al^{3+}$  em Argissolo Vermelho-Amarelo em uma área com mata nativa secundária da microrregião do Brejo Paraibano, com aumento dos teores nas camadas mais profundas do solo.

### Acidez potencial (H+Al)

Na tabela 22 pode-se verificar que os maiores valores de H+Al foram obtidos nas áreas de mata nativa. Quanto à posição do relevo, houve tendência de decréscimo do topo para a baixada.

Tabela 22. Médias de acidez potencial (H+Al) em função do uso do solo e posição do relevo nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	H <sup>+</sup> Al <sup>3+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )
Banana	2,71 b
Mata nativa	5,30 a
Posição do Relevo (R)	
Topo	4,92 a
Meia encosta	4,08 b
Baixada	3,01 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os maiores valores de H<sup>+</sup>Al<sup>3+</sup> nas áreas de mata nativa possivelmente são decorrentes das adições de matéria orgânica, representada pela cobertura vegetal, as quais proporcionam ao solo uma maior liberação de teores de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> para a solução do solo. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2013) que verificaram maiores teores de H+Al na área sob mata nativa, em relação às áreas de pastagem e cultivadas com sabiá na microrregião do Brejo Paraibano.

A matéria orgânica pode se constituir em importante fonte de acidez potencial nos solos tropicais, principalmente nos ambientes com formação e acúmulo de matéria orgânica (Cardoso et al., 2011; Santos et al., 2010).

Em relação a posição do relevo, ocorreu efeito contrário em relação ao pH, com tendência de diminuição do topo para a baixada, à medida que houve aumento do pH no mesmo sentido, já que o aumento do pH é proporcional à diminuição da acidez potencial (H+Al) (Portugal et al., 2010). Outro fator que possivelmente contribuiu para o decréscimo da acidez potencial do topo para a baixada foi a declividade da área que contribui para o transporte das bases trocáveis promovido pelo regime hídrico associado às melhores condições de drenagem.

### Carbono Orgânico (CO)

Na tabela 23 verifica-se que os teores de carbono orgânico (CO) foram maiores na camada de 0-20 cm.

Tabela 23. Médias de carbono orgânico (CO) nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Camada (cm)	CO gkg <sup>-1</sup>
0-20	14,23 a
20-40	11,31 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O manejo do solo exerceu efeito significativo nos teores de CO, sendo classificado com baixo, nas profundidades, porém não tão expressivo para representar condições desfavoráveis para fertilidade do solo. Possivelmente esse resultado está relacionado ao aumento do pH e ao aumento dos teores de Ca, não apresentando diferença estatísticas, entre as demais bases no presente estudo.

No entanto, observam-se os maiores valores na camada de 0-20 cm e menores na camada de 20-40 cm, o que pode ser resultado do acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, ausência de revolvimento do solo e maior crescimento do sistema radicular na camada superficial. Essa diminuição em profundidade é fato comumente relatado na literatura (Canellas et al., 2000; Vezzani et al., 2001; D'Andrea, 2004; Neves et al., 2004; Portugal et al., 2008).

### Soma de bases (SB)

Na tabela 24 pode-se verificar que ao comparar os valores de SB nas áreas com banana em relação à área de mata nativa, os maiores valores foram obtidos nas áreas sob cultivo de banana.

Tabela 24. Médias de soma de bases (SB) para áreas de mata nativa e banana nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )
Banana	12,12 a
Mata nativa	5,98 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As áreas com banana apresentaram maiores valores de SB e apresentaram, conseqüentemente, maiores valores de CTC efetiva e CTC potencial, quando comparadas com

áreas de mata nativa. Ambos os usos apresentaram baixa disponibilidade de nutrientes. Entretanto, os maiores valores no cultivo da banana podem ser devido ao fato de que as áreas com banana recebem adubação mineral e orgânica associada aos maiores valores de pH e menores teores de acidez.

Vale salientar que o uso exclusivo de adubos sem a utilização da calagem, pode levar os solos a perderem rapidamente a sua fertilidade em decorrência da acidificação, mobilização de elementos tóxicos (Al, Fe e Mn) e imobilização de nutrientes e mineralização da matéria orgânica do solo (Theodoro, 2003).

Quanto à mata nativa, provavelmente esse resultado é em função da baixa reposição do material orgânico proveniente dessa vegetação, acarretando menor taxa de decomposição e mineralização, em comparação com as áreas de cultivo de banana sendo apenas estes os principais fatores que contribuem para o aporte de nutrientes nessas áreas. Desse modo, o teor de matéria orgânica é importante pelo fato de propiciar ao solo maiores teores de nutrientes e reduzir os processos erosivos. Portanto, práticas que favoreçam ou incrementem o seu teor nesses ambientes devem ser estimuladas.

Os resultados do resumo da análise de variância referente aos efeitos do uso do solo, posição no relevo e a profundidade em função da capacidade de troca catiônica efetiva ( $CTC_{ef}$ ), Capacidade de troca catiônica potencial ( $CTC_{pH7}$ ), Saturação por bases (V%), Porcentagem de Sódio Trocável (PST) e Saturação por alumínio (m%) estão apresentados na tabela 25. Avaliando os coeficientes de variação (CV) para os atributos  $CTC_{ef}$ ,  $CTC_{pH7}$ , V%, PST, m% verifica-se que são muito altos ( $CV > 30\%$ ) segundo Pimentel-Gomes, (2009).

Tabela 25. Resumo da análise de variância referente capacidade de troca catiônica efetiva ( $CTC_{ef}$ ), capacidade de troca catiônica total ( $CTC_{pH7}$ ), saturação por bases (V%), porcentagem de sódio trocável (PST) e a saturação por alumínio (m%).

<b>FV</b>	<b><math>CTC_{ef}</math></b>	<b><math>CTC_{pH7}</math></b>	<b>V%</b>	<b>PST(%)</b>	<b>m%</b>
Uso do solo (U)	16,23 **	8,10 **	45,98 **	9,14 **	69,61 **
Posição do Relevo (R)	0,02 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	13,41 **
U × R	0,28 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	10,52 **
Profundidade (P)	0,11 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	33,36 **
U × P	0,84 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	27,87 **
R × P	0,13 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	6,41 *
U × R x P	0,02 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	5,51 *
CV%	64,19	43,72	76,66	92,76	317,41

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5%, \*\* e significativo 1%

Verifica-se na tabela 26 que todas as variáveis (CTCef, CTC<sub>ph7</sub>, V%, PST e m%) foram influenciadas pelo uso do solo. Já para os demais fatores e interações houve efeito significativo apenas para m%.

### CTCef

Na tabela 26 verifica-se maiores valores de CTCef nas áreas sob banana.

Tabela 26. Médias da capacidade de troca catiônica (CTCef) nas áreas sob o cultivo de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	CTCef
Banana	12,15 a
Mata nativa	6,49 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A CTC representa a quantidade de carga negativa presente em um solo. Essas cargas expressam a quantidade de cátions que o solo pode reter, podendo ser de caráter permanente e/ou dependente de pH. Os valores de CTCef em ambos os usos foram considerados como muito bom (4,61 - 8,00 cmol e dm<sup>-3</sup>) nas áreas de mata nativa e muito bom (> 8,00 cmolc dm<sup>-3</sup>) nas áreas de banana, conforme preconizados por Alvarez et al., (1999), apresentando maiores valores nas áreas de banana, porém apresentando déficit em relação a retenção cátions.

O Mg foi o cátion predominante nas áreas de banana, enquanto nas áreas de mata nativa foram K, Na e Ca. Esse resultado nas áreas de banana pode ser atribuído aos teores elevados de Al, menores quantidades de matéria orgânica. De modo geral, a pobreza química nas áreas de banana decorre da ação exportadora via colheita, além da facilidade de perda dos nutrientes por lixiviação e/ou arrastados pela erosão laminar, devido ao manejo inadequado, que expõe parcialmente o solo, associado a declividade das áreas.

Já para as áreas de mata nativa os menores teores de pH, associado aos maiores teores de H<sup>+</sup>Al e aporte matéria orgânica como fonte de carga negativa do solo Salton et al.,(2008), contribuem para a baixa fertilidade do solo.

### CTCpH7

Na tabela 27 verifica-se maiores valores de capacidade de troca catiônica total (CTC<sub>pH7</sub>) nas áreas sob banana.

Tabela 27. Médias da capacidade de troca catiônica total (CTC<sub>pH7</sub>) nas áreas sob o cultivo de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	CTC <sub>pH7</sub>
Banana	14,83 a
Mata nativa	11,29 b

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As áreas de banana apresentaram maiores valores de CTC a pH 7,0 em relação a mata nativa, sendo classificados como bom (Alvarez et al., 1999). Isso deve-se ao fato das áreas de banana apresentarem maiores valores de pH e menores valores de  $H^+Al^{3+}$ , associado aos resíduos que permanecem o solo após colheita, para serem mineralizados, repondo os nutrientes ao solo que foram exportados.

Quanto a mata nativa, observa-se que houve tendência de aumento dos teores de CTC efetiva com relação a CTC<sub>pH7</sub>, provavelmente em função dos maiores teores de matéria orgânica e menores valores de pH e, conseqüentemente, maiores teores de  $H^+Al$  quando comparado com as áreas de banana.

Segundo Portugal et al. (2010), maiores teores de matéria orgânica, liberam maiores teores de H, o que pode elevar a CTC a pH 7,0 do solo. Assim, verifica-se a importância da matéria orgânica para o aumento das cargas negativas em solos que apresentam cargas dependentes de pH e, conseqüentemente pode favorecer a maior retenção de bases trocáveis nesse tipo de solo.

### Saturação por bases (V%)

Na tabela 28 verifica-se maiores valores de saturação por bases (V%) nas áreas de mata nativa.

Tabela 28. Médias da porcentagem de saturação por bases (V%) nas áreas sob o cultivo de banana e mata nativa, nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Uso do solo	V(%)
Banana	22,35 b
Mata nativa	48,10 a

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A saturação por bases é considerada um excelente indicativo das condições gerais da fertilidade do solo e com a produtividade das culturas e, conseqüentemente, com a qualidade do solo para o fornecimento de nutrientes as plantas. Verifica-se que os usos apresentam valores de V% abaixo de 50%, sendo caracterizado como solo distrófico, apresentando baixa fertilidade (EMBRAPA, 2013).

Possivelmente esse resultado é devido a uma das características naturais dos Argissolos. De acordo com EMBRAPA (2013), são solos constituídos com argila de baixa atividade ou com argila de alta atividade conjugada a baixa saturação por bases. Associado a isso, a alta pluviosidade das áreas possivelmente interferiu na lixiviação das bases trocáveis (Ca, Mg, K e Na), as quais, foram substituídas por elementos acidificantes, como o hidrogênio, o manganês e o alumínio (Malavolta, 2006).

No entanto, os maiores valores de V% nas áreas de mata nativa em relação às áreas de banana, podem ser em função da contribuição dos valores de K, Ca e Na sendo considerados bons, além da quantidade de matéria orgânica presente nesses locais, servindo como uma barreira de impedimento contra as perdas de nutrientes por lixiviação ou erosão superficial.

Associado a isso, nas áreas sob cultivo de banana grande parte dos nutrientes são exportados via colheita. Nesse sentido, a utilização de adubação e calagem de forma adequada nas áreas cultivadas com banana é fortemente recomendada.

### **PST (%)**

Na tabela 29 verifica-se maiores valores de porcentagem de sódio trocável (PST%) nas áreas de mata nativa.

Tabela 29. Médias da porcentagem de saturação por sódio (PST%) para áreas de mata nativa e banana nos municípios de Areia e Pilões-PB

<b>Uso do solo</b>	<b>PST%</b>
Banana	0,95 b
Mata nativa	1,56 a

Médias na mesma coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A porcentagem de sódio trocável apresentou maiores valores nas áreas de mata nativa em relação às áreas de banana. No entanto, os valores verificados entre os usos não

apresentam riscos de sodicidade, uma vez que a PST em todos os tratamentos foi inferior a 15% (Richards, 1954). Esse resultado pode ser atribuído aos altos teores de  $K^+$  nas áreas em estudo, o qual compete com o  $Na^+$  entre os sítios de absorção. Além disso, o teor de areia associado com a alta precipitação das áreas em estudo possivelmente contribuiu com as perdas do Na por lixiviação, e escoamento superficial devido a sua mobilidade e à declividade das áreas.

### m%

Quanto à interação entre profundidade e uso do solo verifica-se na tabela 30, que as áreas de banana e mata nativa não apresentaram efeito significativo em ambas às profundidades. Em relação ao uso, as áreas de banana apresentaram maiores valores quando comparadas com as áreas de mata nativa.

Tabela 30. Médias da saturação por alumínio (m%) para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Banana</b>	<b>Mata nativa</b>
20	0,21 bA	2,95 aB
40	0,65 bA	12,87aA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de saturação por Al foram classificados como muito baixos em ambos os usos e profundidades (Alvarez et al., 1999). As áreas com banana e mata nativa não apresentaram efeito significativo em relação às profundidades, enquanto entre o uso, os valores de saturação por alumínio foram maiores nas áreas com banana, possivelmente em razão dos maiores teores de Al em ambas as profundidades.

Quanto à interação entre posição do relevo e cultivo, verifica-se na tabela 31 que as áreas com banana não apresentaram efeito significativo entre as posições do relevo. Já para as áreas com mata nativa, houve decréscimo do topo para a baixada. Em relação ao uso do solo, a mata nativa apresentou maiores teores de m% quando comparada com as áreas de banana (Tabela 31).

Tabela 31. Médias de saturação por alumínio (m%) para a posição do relevo nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB

Posições no relevo	Uso do solo	
	Banana	Mata nativa
Topo	0,75 aB	11,60 aA
Meia Encosta	0,47 aB	10,38 aA
Baixada	0,07 aA	1,76 bA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto aos usos e posição do relevo, os teores de Al foram classificados como muito baixo em ambos os uso e nas posições no relevo, conforme Alvarez et al. (1999). Para os baixos teores de m% nas áreas com banana não houve efeito significativo nas posições do relevo, enquanto para mata nativa verificou-se menores valores na baixada. Quanto ao uso do solo, a área de mata nativa apresentou maiores valores de m% quando comparada com as áreas de banana. Esse fato pode ser atribuído aos teores de Al que apresentaram mesma tendência entre os usos e as profundidades, e pelos menores valores de pH e maiores de  $H^+Al^{3+}$ , associados aos teores de matéria orgânica verificado nas áreas de mata nativa. Corroborando com essa afirmação, Negreiros et al. (2008) avaliando a qualidade nutricional dos solos de populações naturais de espécies de leguminosas verificaram maiores valores de saturação por alumínio em função da matéria orgânica.

Na tabela 32 verifica-se a interação entre posição do relevo e profundidade. Na camada de 0-20 cm não se verifica efeito significativo entre as posições do relevo, enquanto que para a camada de 20-40 cm houve decréscimo do topo para baixada. Em relação às profundidades, houve aumento dos teores de Al na camada de 20-40cm no topo e na meia encosta, exceto para a baixada onde não houve diferença significativa.

Tabela 32. Médias de saturação por alumínio (m%) para a posição do relevo nas camadas de 0-20 e 20-40cm nas áreas de banana e mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB

Posições no relevo	Profundidade	
	0-20	20-40
Topo	3,50 aB	8,84 aA
Meia Encosta	0,91 aB	9,94 aA
Baixada	0,33 aA	1,50 bA

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey..

Os teores de Al foram classificados como muito baixo não apresentando toxidez de Al para as plantas (Alvarez et al., 1999). Verifica-se na camada de 0-20 cm, que não houve influência dos teores de m% entre as posições do relevo. Já para camada de 20-40 cm houve

tendência de decréscimo do topo para a baixada sendo influenciada pelo aumento dos teores de pH na mesma direção.

Quanto à profundidade, os teores de m% foram maiores na camada de 20-40 cm no topo e meia encosta, enquanto na baixada não houve efeito significativo, o que pode ser atribuído à declividade do terreno, a qual propicia o arraste das bases pelos processos erosivos, impedindo sua lixiviação para as camadas das mais profundas e ainda os menores valores de pH nessa profundidade, contribuindo com a liberação de  $H^+$   $Al^{3+}$  em profundidade.

#### 4. CONCLUSÃO

- O manejo do solo nas áreas sob o cultivo da banana influenciou nos atributos físicos resultando no aumento da densidade do solo e dos teores de argila, que favoreceu umidade do solo em relação às áreas de mata nativa;
- A camada superficial do solo não apresentou limitação ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, resultante dos menores valores de densidade e, conseqüentemente, do aumento de areia, microporosidade, macroporosidade e porosidade total;
- Os processos erosivos sobre a posição do relevo nas áreas de mata nativa e sob o cultivo de banana alteraram as frações granulométricas propiciando aumento da porosidade do solo e teor de água disponível, principalmente nas posições mais planas do relevo;
- O aumento dos teores de pH nas posições mais baixas do relevo contribuiu com a diminuição dos teores de Al, e conseqüentemente, maior absorção das bases;
- Os teores de matéria orgânica foram considerados baixos, caracterizando a necessidade de práticas que contribuam para o incremento, visando a reposição de nutrientes;
- Os atributos químicos do solo não foram influenciados diretamente pelo manejo das áreas sob cultivo da banana. Entretanto, os teores de nutrientes encontram-se em desequilíbrio para a nutrição das plantas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - AGÊNCIA Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Mapa da pluviometria média do Estado da Paraíba. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas\\_perh/Pluviometria%20Media%20do%20Estado%20da%20Paraiba.zip](http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas_perh/Pluviometria%20Media%20do%20Estado%20da%20Paraiba.zip). Acesso em: 27 de Julho de 2016.

ALVAREZ, V.V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. **Interpretações dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Eds.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. p. 67-78.

ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.4, p.933-942, 1999.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Org.) **Banana: produção - aspectos técnicos**. EMBRAPA-Brasília, p. 47-59, 2000. (Frutas do Brasil, 1).

BORGES, A.; SOUZA, L.S. **Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p.1-33, 2009.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Exigências Edafoclimáticas. In: BORGES, A.L; SOUZA, L.S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 15-23, 2004.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; ALVES, E. J. Exigências edafoclimáticas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana. Produção: aspectos técnicos**. (Frutas do Brasil, 1). Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.17-23, 2000.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Nutrição e adubação na cultura da banana na região nordeste do Brasil. In: GODOY, L. J. G e GOMES, J. M. **Tópicos sobre nutrição e adubação da banana**. Botucatu: FEPAF/UNESP, p.143, 2009.

BUSTOS, A.; ROMAN, R.; CABALLERO, R.; DÍEZ, J.A.; CARTAGENA, M.C.; VALLEJO, A. CABALLERO, A. Water and solute movement under conventional corn in central Spain. II. Salt leaching; **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 60:1536-1540, 1996.

BRADY, N.; WEIL, R.R. The nature and properties of soils. 14.ed. New Jersey, Prentice Hall, 2007. 980 p.

BRIGGS, L., TWOMLOW, S.J., Organic matter flows within a smallholder highland farming system of South West Uganda. **Agric. Ecosyst. Environ.** v. 89, p. 191–212, 2002.

BURAK. D.L.; PASSOS. R.R.; ANDRADE. F.V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob cafeeiro Conilon: relação com textura, matéria orgânica e relevo. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p.538-547, 2012.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?...S0100-204X2004001100015](http://www.scielo.br/scielo.php?...S0100-204X2004001100015)>. Acesso em: 27 set, 2015. doi: 10.1590/S0100-204X2004001100015.

CAMPINAS, D. S. N.; FARIAS, P. R. S; LIMA, H. V. Atributos físicos e matéria orgânica em sistemas de uso do solo. **Revista Educamazônia**, v.10, p. 109-125, 2013.

CANELLAS, L.P. et al. Frações da matéria orgânica em seis solos de um topossequência no estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:133-143, 2000

CARDOSO, E. L.; et al., Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense v. 35, n: 2, p. 613-622, 2011.

CAMPOS, M. C. C. et al. Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito basalto na região de Pereira Barreto - SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 519-529, 2007.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.2, p.254-258, 2001.

CHAVES, A.A.A.; et al., Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**. v. 4, p. 446-454, 2012.

COLLARES, et al., Compactação superficial de Latossolos sob integração pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 41, p. 246-250, 2011.

COLLIER, L.S.; ARAÚJO, G.P. Fertilidade do solo sob sistemas de produção de subsistência, agrofloresta e vegetação remanescente em Esperantina – Tocantins. **Floresta e Ambiente**, v.17. p.12-22, 2010.

CORREIA, G. G. **Capacidade de retenção e disponibilidade de água em solos de tabuleiro costeiro da Paraíba**. 2005. 46 f. (Dissertação de Mestrado). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco/Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2005.

CORRÊA, M. M.; et al., Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa (PB) **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 27, p.311-324, 2003.

CUNHA, E. Q.; et al., Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.56-63, 2012.

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.179-186, 2004.

DANTAS, J. D. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.18-26, 2012.

DAMATTA, F. M. et al. O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon**. Vitória: Incaper, 2007. cap. 14, p. 375-390.

DALBEN, A. D.; OSAKI, F. Atributos físicos do solo de um Cambissolo Háplico em floresta nativa e de *Pinus taeda*. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 29-37, 2008.

DALLA SANTA, C. **Perdas de água por escoamento superficial de um solo com diferentes níveis de resíduos vegetais e declividades do terreno**. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – UFSM, Santa Maria, 2010.

DRESCHER, M.S. **Estratégias para descompactação do solo por escarificação e hastes sulcadoras em sistema plantio direto**. 2015. 119f. (Tese) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS. 2015.

DIAS JUNIOR, M.S.; LEITE, F.P.; WINTER, M.E.; PIRES, J.V.G. Avaliação quantitativa da sustentabilidade estrutural dos solos em sistemas florestais na região de Aracruz-Es. **Revista Árvore**, v.23, n.4, p.371-380, 1999.

DIEROLF, T. S.; ARYA, L. M.; YOST, R. S. Water and cation movement in an Indonesian Ultisol. **Agron. J.** v.89, p.572-579, 1997.

EMBRAPA, **Manual de métodos de análise de solo**, 2 ed. rev. atual.- Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ªed. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 2011. 230p.

FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, n. 1, p. 215-224, 2004.

FORSYTH, D.W. Subsurface loading and estimates of flexural rigidity of continental lithosphere, **J. Geophys. Res.**, v. 90. p.12623-12632, 1985.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J.C.; OLIVEIRA, V.M.R.; IVANILDO AMORIM DE OLIVEIRA, I.A.; MORETI, T.C.F. Avaliação de atributos químicos e físicos de solos com diferentes texturas sob vegetação nativa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.10, n.18, p.523-534, 2014.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; SANTOS, A. C. Frações de carbono e nitrogênio em função da textura, do relevo e do uso do solo na microbacia do agreste em Vaca Brava (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.955-962, 2005.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

GREGORICH, E.; KLEIN, V. A. **Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira**. Passo Fundo: ed. UPF, 2005. 61 p.

KUNZ, M.; GONÇALVES, A. D. M. A.; JOSÉ MIGUEL REICHERT, J. M.; GUIMARÃES, R. M. L.; REINERT, D. J.; RODRIGUES, M. F. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em Latossolo Argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 37:1699-1708, 2013.

LIMA, C.G.R.; CARVALHO, M.P.; SOUZA, A.; COSTA, N.R.; MONTANARI, R. Influência de atributos químicos na erodibilidade e Tolerância de perda de solo na bacia hidrográfica do baixo São José dos Dourados. **Geociências**, v. 35, n. 1, p.63-76, 2016.

LIMA, H. V. et al. Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 677-684, set./out. 2005.

LIMA, J. R. S.; SOUZA, E. S.; ANTONINO, C. D.; SILVA, I. F.; CORRÊA, M. M.; LIRA, C. A. B. O. Atributos físico-hídricos de um Latossolo Amarelo cultivado e sob mata nativa no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.9, n.4, p.599-605, 2014.

LOSS, A; PEREIRA, M. G.; BERNINI, T. A.; ZATORRE, N. P.; WADT, P. G. S. Fertilidade do solo e matéria orgânica em Vertissolo e Argissolo sob cobertura florestal e pastagem **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p.01-10, 2014.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**: São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485p.

MARCHÃO, R.L.; et al. Qual idade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.873-882, 2007.

MARTINS, G.C.; FERREIRA, M.M.; VITORINO, C.T.; SILVA, M.L.N. Campos Nativos a Matas Adjacentes da região de Humaitá (AM): Atributos diferenciados dos solos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.2, p. 221-227, 2006.

MATIAS, S. S.R.; MARQUES JÚNIOR, J.; SIQUEIRA, D.S.; PEREIRA, G.T. Modelos de paisagem e susceptibilidade magnética na identificação e caracterização do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 93-103, 2013.

MEDINA, J.C. Banana: cultura. In: MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; DE MARTIN, Z.J. 2. ed. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1985. p.1-117.

MEIRA, A. S.; LEÃO, J. L.; SANTOS, J. M. **O uso e a ocupação do solo e a formação de voçorocas no município de Caetité – BA**. Universidade Estadual da Bahia, BA, p.1-12, 2004.

MENDES, C.A.R.; MAHLER, C.F. ANDRADE, A.G. Erosão superficial em Argissolo Amarelo sob cultivo perene e com pousio florestal em área de relevo montanhoso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.35, p.1387-1396, 2011.

MIYAZAWA, M.; CHIERICE, G.O. PAVAN, M.A. Amenização da toxicidade de alumínio às raízes do trigo pela complexação com ácidos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.16, p.209-215, 1992.

MIOTTI, A. A.; COSTA, M. C. G.; FERREIRA, T. O.ROMERO, R. E. Profundidade e atributos físicos do solo e seus impactos nas raízes de bananeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 536-545, 2013.

MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. CD-ROM.

MOREIRA, A.; COSTA, D.G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1013-1019, 2004.

MOTA, J.C.A.; ALENCAR, T.L.; ASSIS JÚNIOR, R.N. Alterações físicas de um Cambissolo cultivado com bananeira irrigada na Chapada do Apodi, Ceará **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1015-1024, 2015.

MOURA, R.J.M.; SILVA JUNIOR, J.F.; FERRAZ, L.G.B.; BEZERRA, J.E.F. BANANA (Musa spp). In. CAVALCANTE (Org). **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 2008. 108p.

NASCIMENTO, J.J.S. **Atributos físicos e químicos de solos de área industrial em Araucária – PR**. 83f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, 2014.

NEGREIROS, D.; MORAES, M.L.B.; FERNANDES. G.W. Caracterização da fertilidade dos solos de quatro leguminosas de campos rupestres, Serra do Cipó, MG, Brasil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.8 p.30-39, 2008.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; MACEDO, R.L.G. & TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistema agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência & Agrotecnologia**, 28:1038-1046, 2004.

NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 88, p. 161-168, 2002.

OHLAND, T.; LANA, M. C. L.; FRANDOLOSO, J. F.; RAMPIM, L., BERGMANN, J. R.; CABREIRA, D. T. Influência da densidade do solo no desenvolvimento inicial do pinhão-

manso cultivado em Latossolo Vermelho eutrófico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 622-630, 2014.

OLIVEIRA JUNIOR, J.C.; SOUZA, L.C.P.; MELO, V.F., Variabilidade de atributos físicos e químicos de solos da Formação Guabirotuba em diferentes unidades de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1491-1502, 2010.

PEIXOTO, F. G. T. **Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos do Estado de São Paulo sob vegetação nativa e cultivados**. 83f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

PINHEIRO, A.; TEXEIRA, L.P.; KAUFMANN, V. Capacidade de Infiltração de água em solo sob diferentes usos e práticas de manejo agrícolas. **Ambi-Agua**, v. 4 n.2, p. 188-199, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D'A.V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n.2, p. 575-585, 2010.

PORTUGAL, A. F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, J.C.E.G.R; WENDLING, B. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.5, p. 2091-2100, 2008.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M.; SANTOS, B.C.M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p. 249-258, 2008.

RAMOS, M.R.; et al. A. Influência da posição na encosta na manifestação do caráter coeso em solos da formação macacu, no estado do rio de janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.837-845, 2013.

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

REINERT, D.J.; et al., Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p.1805-1816, 2008.

RESENDE, T.M.; et al. Atributos físicos e carbono orgânico em solo sob cerrado convertido para pastagem e sistema misto. **Sociedade e Natureza**, v. 23, n. 3, p. 501-514, 2015.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L.R.G.G.; LIMA, J.M. DE; LOPES, A.S.; ALVAREZ V., V.H. (Eds). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p.165-208.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

RODRIGUES, A.L. **Dinâmica e correlações ambientais em um remanescente de floresta ombrófila mista aluvial em Guarapuava-PR**. 2012. 133f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ciências Florestais) 2012.

SABINO NETO, P.S.; et al. Análise espacial de parâmetros da fertilidade do solo em região de ecótono sob diferentes usos e manejos. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 32, n. 2, p. 541-552, 2011.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.313-319, 1995.

SALTON, J.C; et al. Atributos físicos de um Argissolo sob pastagem natural após 18 anos sob diferentes níveis de ofertas de forragem. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.7, n.2, p. 107-118, 2008.

SANTOS, A. C; SALCEDO, I. H. Relevo e fertilidade do solo em diferentes estratos da cobertura vegetal na bacia hidrográfica da represa Vaca Brava, Areia, PB. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p.277-285, 2009.

SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.C. Qualidade do solo: Uma visão holística. **B. Inf. SBCS**; v.27, p.15-18, 2002.

SANTOS, J.T.; et al. Atributos físicos e químicos do solo de Áreas sob Pastejo na Microrregião do Brejo Paraibano. **Ciência Rural**, v.40, p.2486-2492, 2010.

SANTOS, R. **Propriedades de retenção e condução de água em solos, sob condições de campo e em forma de agregados, submetidos aos plantios convencional e direto**. 2008. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual de Ponta Grossa-PR. 2008.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 54, p. 86-94, dez. 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semiárida. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 9:249-254, 1985

SILVA, IP **Adubação com magnésio e potássio em bananeira "Prata anã" cultivada em área irrigada com água calcária no Norte de Minas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 59 p. 2010.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 21:313-319, 1997.

SILVA, J.T.A.; PACHECO, D.D.; COSTA, E.L.L. Atributos químicos e físicos de solos cultivados com bananeira ‘prata-anã’ (aab), em três níveis de produtividade, no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal** - SP, v. 29, n. 1, p. 102-106, 2007.

SAS INSTITUTE INC.SAS. **University Edition**: installation guide for Windows. Cary: SAS Institute, 2014

SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J. E.; BREDJA, J. J. Soil resilience: A fundamental component of soil quality. **Soil Science**, v. 164, p. 224-233, 1998.

SILVA, G. J.; et al. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo vermelho-amarelo do Cerrado mato-grossense sob diferentes formas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32 n.5 Viçosa set./out. 2008

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, p.113-117, 1997

SILVA, S.A. **Dinâmica da serrapilheira e taxa de decomposição de resíduos culturais**. 2012. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. 2012.

SILVA, A. S.; et al. Propriedades físicas e químicas em diferentes usos do solo no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.37, p.1064-1072, 2013.

SOUSA, R.O.; CAMARGO, F.A.O.; VAHL, L.C. **Solos alagados (Reações de Redox)**. In: MEURER, E.J., org. Fundamentos de química do solo. 3.ed. Porto Alegre, Evangraf, 2006. p.185-211

SNAKIN, V. V.; et al.The system of assessment of soil degradation. **Soil Technology**, v. 8, p. 331-343, 1996

STÜRMER, S. L. K. **Infiltração de água em Neossolos Regolíticos do bordo do Planalto do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, RS. UFSM, RS. 2008 104 p. Dissertação (Mestrado do em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria -UFSM. 2008.

THEODORO, V. C. A. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1039-1047, 2003.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciados por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.301-309, 1998.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, H.C.A.; PINHEIRO, P.L.; SÁ MENDONÇA, E. Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de manejo de café, na região sul do Espírito Santo. **Coffee Science, Lavras**, v. 8, n. 4, p. 450-459, 2013

TULLY, K. L.; LAWRENCE, D. Canopy and leaf composition drive patterns of nutrient release from pruning residues in a coffee agroforest. **Ecological Applications, Washington**, v. 22, n. 4, p. 1330-1344, June 2012

TURNER, D.W.; FORTESCUE, J.A.; THOMAS, D.S. Environmental physiology of the bananas (*Musa* spp.). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.463-484, 2007.

VASCONCELOS, R. F. B.; SOUZA, E. R.; CANTALICE, J. R. B.; LAÉRCIO S. SILVA, L. S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.18, n.4, p.381–386, 2014.

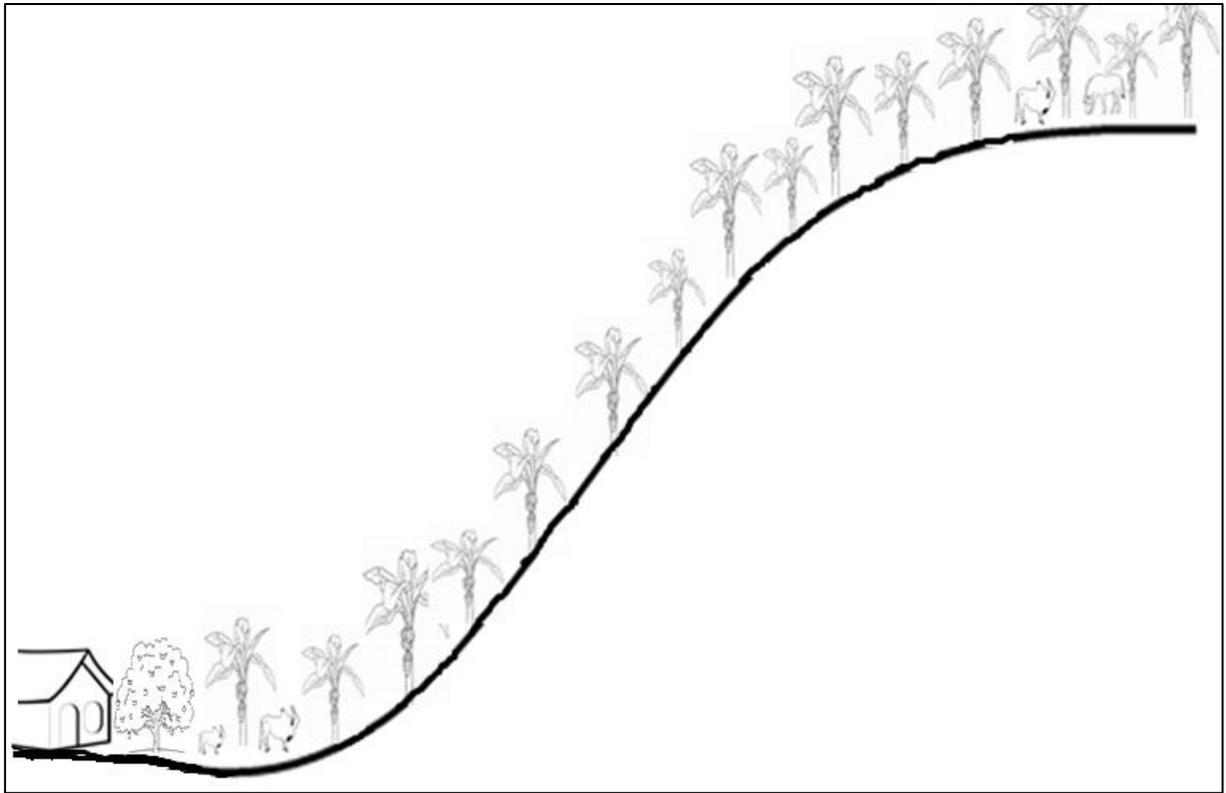
VEZZANI, F.M.; TEDESCO, M.J. BARROS, N.F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de eucalipto e acácia negra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:225-231, 2001.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35, p.213-223, 2011.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J. S. S.; COELHO, R. I. Correlação e variabilidade espacial de atributos químicos do solo e produção de bananeira “prata - anã”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, Volume Especial, E.479-484, 2011.

## APÊNDICE

**Figura 1.** Representação das áreas cultivada com banana nos municípios de Areia e Pilões-PB.



	<b>Baixada</b>	<b>Meia-encosta</b>	<b>Topo</b>
V. espontânea	Capim elefante	Trapueraba	Braquiária
Consórcios	milho, feijão, macaxeira e frutíferas	—	—
Tipo solo	Neossolo Regolítico	Argissolo Neossolo Litólico	Argissolo Vermelho Amarelo
Erosão	Assoreamento	Afloramento rochoso	Não apresenta
Proteção do solo	Maior quantidade de resíduo	—	—
Fertilidade	Média	Média	Baixa
Animais	Aves, suíno, gado bovino	Aves	Gado bovino
Contorno das áreas	Curral, galinheiro	Vegetação nativa	Estrada e vegetação nativa
Tombamento das bananeiras	Média frequência de	Alta frequência	Média frequência
Altitude média	250m	350m	520m

## 2. Questionário semiestruturado

### CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTOR PROPRIEDADE: \_\_\_\_\_

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Sexo: masculino ( ) feminino ( ) Idade: \_\_\_\_\_ anos
3. Estado civil: solteiro ( ) casado ( ) viúvo ( ) outro: \_\_\_\_\_
4. Naturalidade: \_\_\_\_\_
5. Frequentou a escola: sim ( ) não ( )
6. Quantos filhos: \_\_\_\_\_ Quantos residem com a família: \_\_\_\_\_
7. Grau de instrução dos filhos: \_\_\_\_\_

### SITUAÇÃO DA PROPRIEDADE

1. Qual a sua condição de exploração? ( ) arrendatário ( ) meeiro ( ) parceiro ( ) título de espaço ( ) ocupante
2. Participa de associação de agricultores? ( ) sim ( ) não
3. Recebe algum tipo de assistência técnica? ( ) sim ( ) não  
( ) governamental ( ) empresa particular ( ) fornecedor de insumo  
( ) ONGs ( ) outra Qual? \_\_\_\_\_
- 3.1 Teve acesso a alguma modalidade de crédito? ( ) não ( ) sim  
( ) Banco do Nordeste (BNB)  
( ) Emater  
( ) Cooperativa  
( ) Pronaf  
( ) Banco do Brasil (BB)
4. Usa regularmente tração animal ou mecânica? ( ) sim ( ) não
5. Utilização da mão-de-obra. ( ) familiar ( ) externa
6. Tamanho: \_\_\_\_\_ hectares. Área com banana? \_\_\_\_\_ hectares.

### RENDA:

1. Renda mensal: \_\_\_\_\_ salário(s) mínimo(s)
2. Recebe benefícios do governo? ( ) sim ( ) não
3. Origem da renda: ( ) propriedade ( ) prestação de serviços ( ) outros: \_\_\_\_\_

(Se presta serviços) qual a periodicidade: sempre ( ) eventualmente ( )

4. Tipo de serviço prestado: rural ( ) urbano ( ) outro: \_\_\_\_\_

principal atividade: agricultura ( ) pecuária ( ) suinocultura ( ) avicultura ( ) piscicultura  
( ) turismo ( ) outra: \_\_\_\_\_

5. Outros membros da família trabalham na propriedade? ( ) sim ( ) não Quantos: \_\_\_\_\_

## PRODUÇÃO AGRÍCOLA

1. Possui outra produção agrícola na propriedade: ( ) sim ( ) não

2. Principais culturas \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Antes da banana plantava qual cultura?

4. Qual a idade da plantação?

5. As mudas são produzidas na propriedade? ( ) sim ( ) não

6. Se não, qual a origem do material? \_\_\_\_\_

7. Quais são as variedades cultivadas na propriedade? \_\_\_\_\_

8. Há quanto tempo cultiva essa variedade? \_\_\_\_\_

9. Possui interesse em cultivar outras variedades? ( ) sim ( ) não  
Quais? \_\_\_\_\_

10. Qual o espaçamento utilizado? \_\_\_\_\_

11. Utiliza o espaço entre fileiras com outras culturas? ( ) sim ( ) não

Quais culturas? \_\_\_\_\_

12. Quais as principais doenças e pragas encontradas no  
bananal? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

13. Realiza o monitoramento de pragas? ( ) sim ( ) não

14. Quais os métodos utilizadas para o controle dessas pragas? ( ) controle biológico ( )  
controle químico ( ) nenhum Como realiza? \_\_\_\_\_

15. Quem indica os produtos: experiência própria ( ) vizinhos/amigos ( ) vendedor ( )  
técnico especializado ( ) Quais produtos? \_\_\_\_\_

16. Usa E.P.I.? ( ) sim ( ) não

17. Já teve problemas com intoxicação: ( ) sim ( ) não

18. Usa equipamento de pulverização: ( ) sim ( ) não

19. Destino das embalagens vazias: ( ) enterra ( ) queima ( ) reutiliza ( ) joga fora ( ) devolve ao vendedor
20. Com quanto tempo após o plantio tem começado a produção? \_\_\_\_\_
21. Faz o manejo das touceiras? ( ) sim ( ) não Como? \_\_\_\_\_
22. Produção por milheiro? \_\_\_\_\_
23. A produção é regular? ( ) sim ( ) não
24. Qual a média de preço por milheiro? \_\_\_\_\_
25. Como identifica o momento de colher?
26. Qual recipiente tem sido utilizado para colheita? ( ) caixas de madeira ( ) caixas plásticas ( ) sacos de algodão ( ) sacos de polietileno
27. Local de armazenamento: ( ) na propriedade ( ) fora da propriedade
28. Os frutos passam por alguma seleção? ( ) sim ( ) não
29. Qual o destino da produção? \_\_\_\_\_
30. Época: ( ) imediatamente após a colheita ( ) aguarda melhor preço
31. Tipo de venda: cooperativa ( ) indústria ( ) atravessador ( ) consumidor ( ) feira ( ) programa governamental

### USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

1. Tipo de controle de plantas daninhas: ( ) nenhum ( ) enxada/manual ( ) tração animal ( ) cultivador tratorizado ( ) herbicida outro: \_\_\_\_\_
2. Tem problema de erosão: ( ) sim ( ) não  
(*Se sim*) problema é mais intenso: ( ) cultura ( ) pastagem outro: \_\_\_\_\_
3. Utiliza práticas conservacionistas: ( ) sim ( ) não  
tipo: terraços ( ) plantio em nível ( ) plantio direto ( ) outro: \_\_\_\_\_  
(*se não*) pretende utilizar? ( ) sim ( ) não
4. Não adotou: falta de conhecimento ( ) falta de recursos financeiros ( ) falta de apoio técnico ( ) outro: \_\_\_\_\_
5. Faz análise de solo: ( ) sim ( ) não  
Com que periodicidade: \_\_\_\_\_
6. Utiliza adubação nas culturas: ( ) sim ( ) não Última vez utilizada? \_\_\_\_\_
7. Se sim, que tipo de adubos utiliza? ( ) químicos ( ) orgânicos.  
Quantidade utilizada? \_\_\_\_\_
8. (*Se não*) acredita que usando as culturas melhorariam: ( ) sim ( ) não

9. Que práticas usa normalmente na condução das lavouras e para manejo do solo no estabelecimento?
- curvas de nível, terraços, plantio em nível       rotação de culturas
- adubação verde       prevenção de queimadas (aceiros)
- plantio direto       preservação de nascentes e de cursos d'água
- reflorestamento de encostas       pousio de terras
- aração       gradagem
- queima, coivara e plantio em covas       lavoura consorciadas
- controle fitossanitário       irrigação
- conservação de água e vegetação nativa
10. O que aconteceu com a erosão dos solos nas lavouras nos últimos três anos?
- diminuíam    não mudou    aumentou    não se aplica
11. Usa matéria orgânica na propriedade?  sim    não
- De quê? \_\_\_\_\_
12. Qual origem? \_\_\_\_\_
13. Quanto gasta com matéria orgânica por ano? \_\_\_\_\_
14. Conhece os benefícios que ela proporciona no solo?  sim    não
15. Faz algum tipo de irrigação?  sim    não
- Se sim, qual tipo? \_\_\_\_\_

Tabela 1 - Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada.

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
1	Topo	0-20	45,6	42,5	10,4	0,0	85,9	4,4	1,1	4,1	(Usina) Areia 1
		20-40	42,1	42,7	13,1	0,4	88,9	3,2	1,0	3,3	
	Meia encosta	0-20	40,5	44,6	13,3	0,0	83,7	3,1	0,9	3,4	
		20-40	27,0	57,7	12,8	0,0	78,3	2,1	0,5	4,5	
	Baixada	0-20	43,3	44,1	10,2	0,5	74,0	4,2	1,0	4,3	
		20-40	24,7	66,8	6,6	0,0	76,7	3,7	0,4	10,1	
2	Topo	0-20	41,9	54,0	3,0	0,0	72,5	13,8	0,8	17,8	(Usina) Areia 1
		20-40	46,3	50,6	2,1	0,0	72,4	22,3	0,9	24,3	
	Meia encosta	0-20	30,7	56,6	11,9	0,0	68,9	2,6	0,5	4,8	
		20-40	31,2	65,3	2,2	0,0	59,9	14,4	0,5	30,2	
	Baixada	0-20	25,7	69,5	2,1	0,3	57,3	12,3	0,4	33,2	
		20-40	40,1	52,2	1,5	0,0	66,1	26,0	0,8	33,8	
3	Topo	0-20	23,1	66,0	4,6	0,0	64,3	5,0	0,3	14,2	(Usina) Areia 1
		20-40	18,9	72,2	3,5	0,7	59,4	5,5	0,3	20,9	
	Meia encosta	0-20	45,8	52,1	1,3	0,0	72,5	34,8	0,9	39,5	
		20-40	37,4	49,4	5,5	0,0	64,8	6,9	0,8	9,1	
	Baixada	0-20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		20-40	26,5	67,0	2,9	0,0	96,4	9,2	0,4	23,2	
4	Topo	0-20	51,7	36,8	5,2	0,0	73,1	10,0	1,4	7,1	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	46,6	43,7	4,6	0,0	60,5	10,2	1,1	9,6	
	Meia encosta	0-20	44,9	43,8	5,0	0,3	58,4	9,0	1,0	8,7	
		20-40	35,8	57,4	2,7	0,7	56,2	13,3	0,6	21,3	
	Baixada	0-20	39,2	54,9	2,5	0,0	68,4	15,7	0,7	22,0	
		20-40	4,4	90,3	2,3	0,0	67,4	1,9	0,0	40,0	

Tabela 1. Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
5	Topo	0-20	40,3	51,9	3,4	0,0	65,9	11,9	0,8	15,3	(Saboeiro de Caiana) Área 3
		20-40	28,0	68,3	1,3	1,0	68,4	22,4	0,4	54,5	
	Meia encosta	0-20	27,4	65,8	2,8	0,0	65,4	9,7	0,4	23,2	
		20-40	29,2	67,5	1,4	1,1	63,0	21,3	0,4	49,2	
	Baixada	0-20	39,8	54,4	2,5	0,0	72,2	16,0	0,7	21,8	
		20-40	30,6	65,7	1,5	0,0	65,8	20,3	0,5	43,5	
6	Topo	0-20	22,0	72,5	3,5	1,3	45,9	6,3	0,3	20,6	(Boa Vsita) Área 2
		20-40	13,3	81,3	2,1	2,7	46,0	6,4	0,2	39,0	
	Meia encosta	0-20	27,6	67,7	3,8	0,4	55,4	7,2	0,4	17,7	
		20-40	21,0	73,9	2,5	1,7	48,3	8,4	0,3	29,4	
	Baixada	0-20	44,0	51,7	3,7	0,0	71,7	11,9	0,9	14,0	
		20-40	43,6	53,9	2,0	0,0	66,8	21,6	0,8	26,7	
7	Topo	0-20	6,5	81,9	4,9	5,6	42,5	1,3	0,1	16,7	(Boa Vsita) Área 2
		20-40	0,0	93,9	3,3	7,0	36,3	0,0	0,0	28,3	
	Meia encosta	0-20	31,6	62,8	3,7	1,3	52,9	8,6	0,5	17,1	
		20-40	3,8	87,6	3,5	4,4	45,3	1,1	0,0	25,1	
	Baixada	0-20	43,0	53,1	2,8	0,0	73,2	15,2	0,8	18,7	
		20-40	37,0	58,9	2,3	0,6	65,7	16,4	0,6	26,1	
8	Topo	0-20	17,9	78,5	2,7	0,4	64,5	6,6	0,2	28,8	(Boa Vista) Área 2
		20-40	21,0	72,2	5,5	1,0	61,3	3,8	0,3	13,1	
	Meia encosta	0-20	32,8	61,5	4,2	0,8	53,0	7,9	0,5	14,7	
		20-40	2,6	92,1	1,5	3,3	55,4	1,7	0,0	59,7	
	Baixada	0-20	45,8	50,1	3,3	0,0	81,4	13,8	0,9	15,1	
		20-40	32,9	64,6	1,7	0,0	81,1	19,5	0,5	38,4	

Tabela 1. Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
9	Topo	0-20	32,6	62,5	1,6	0,3	64,4	19,8	0,5	37,9	(Usina) Areia 1
		20-40	16,9	81,0	0,5	1,6	56,9	37,5	0,2	179,3	
	Meia encosta	0-20	36,7	61,0	1,8	0,3	68,5	20,7	0,6	34,3	
		20-40	28,3	69,2	1,3	0,7	63,8	21,9	0,4	53,6	
	Baixada	0-20	31,2	65,0	2,2	0,0	76,1	14,2	0,5	29,6	
		20-40	55,4	39,9	3,0	0,6	52,5	18,6	1,4	13,4	
10	Topo	0-20	52,5	40,8	6,0	0,0	94,5	8,8	1,3	6,8	(Usina) Areia 1
		20-40	7,6	90,9	1,2	0,1	99,6	6,3	0,1	74,9	
	Meia encosta	0-20	71,8	19,8	7,3	0,0	87,5	9,8	3,6	2,7	
		20-40	8,5	89,5	1,4	0,2	96,5	6,1	0,1	64,0	
	Baixada	0-20	62,5	25,3	10,6	0,0	77,0	5,9	2,5	2,4	
		20-40	55,7	33,6	7,3	0,0	64,1	7,6	1,7	4,6	
11	Topo	0-20	37,3	59,3	2,9	0,0	99,5	12,8	0,6	20,3	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	25,7	72,3	1,0	0,4	92,8	25,7	0,4	72,4	
	Meia encosta	0-20	11,9	86,9	1,0	0,0	92,7	12,3	0,1	89,3	
		20-40	7,7	90,1	0,9	1,0	80,1	8,4	0,1	98,2	
	Baixada	0-20	26,8	70,9	1,3	0,1	95,8	20,2	0,4	53,3	
		20-40	17,1	80,9	0,7	0,2	98,8	26,0	0,2	123,1	
12	Topo	0-20	14,1	84,3	1,2	0,2	91,2	11,9	0,2	71,2	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	6,0	92,5	0,7	0,7	88,8	9,2	0,1	141,6	
	Meia encosta	0-20	24,6	73,6	1,5	0,2	91,2	16,4	0,3	49,0	
		20-40	5,0	93,6	0,7	0,6	90,7	7,3	0,1	134,9	
	Baixada	0-20	65,8	29,0	4,3	0,0	87,1	15,2	2,3	6,7	
		20-40	11,9	86,9	0,7	0,3	94,5	16,7	0,1	121,7	

Tabela 1. Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
13	Topo	0-20	11,1	87,5	1,0	0,2	86,4	11,6	0,1	91,5	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	16,0	82,3	1,4	0,0	92,8	11,1	0,2	57,2	
	Meia encosta	0-20	11,7	86,9	1,2	0,0	93,4	9,7	0,1	71,9	
		20-40	4,5	94,5	0,5	0,2	99,8	8,4	0,0	174,9	
	Baixada	0-20	15,4	82,5	1,8	0,0	96,0	8,7	0,2	46,8	
		20-40	4,2	94,9	0,6	0,1	97,8	7,6	0,0	170,2	
14	Topo	0-20	27,4	70,0	2,2	0,0	99,7	12,4	0,4	31,6	(Boa Vsita) Areia 2
		20-40	18,9	79,3	1,4	0,0	99,5	14,0	0,2	58,7	
	Meia encosta	0-20	14,9	83,6	1,3	0,0	99,9	11,4	0,2	63,9	
		20-40	9,7	89,1	0,8	0,2	99,8	11,5	0,1	105,8	
	Baixada	0-20	14,6	83,9	1,4	0,0	99,8	10,4	0,2	60,0	
		20-40	22,0	75,0	2,6	0,0	99,6	8,5	0,3	28,8	
15	Topo	0-20	51,8	41,5	5,0	0,6	51,0	10,3	1,2	8,3	(Boa Vsita) Areia 2
		20-40	37,6	50,8	5,6	3,6	35,5	6,7	0,7	9,1	
	Meia encosta	0-20	41,6	40,4	16,8	0,0	70,6	2,5	1,0	2,4	
		20-40	53,6	39,9	4,2	1,2	52,2	12,8	1,3	9,6	
	Baixada	0-20	59,8	30,9	7,0	0,0	77,2	8,5	1,9	4,4	
		20-40	63,9	31,5	1,1	0,1	62,1	56,8	2,0	28,0	

Tabela 2 - Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada.

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
1	Topo	0-20	23,1	74,5	2,0	0,0	96,1	11,8	0,3	37,9	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	8,9	85,8	4,7	0,3	92,7	1,9	0,1	18,3	
	Meia encosta	0-20	9,6	88,2	1,8	0,1	94,3	5,3	0,1	48,9	
		20-40	3,9	94,8	0,8	0,3	96,7	4,7	0,0	114,2	
	Baixada	0-20	19,3	78,2	1,8	0,0	99,4	10,7	0,2	43,1	
		20-40	15,4	82,9	1,1	0,1	93,6	14,4	0,2	77,6	
2	Topo	0-20	10,6	87,4	1,4	0,2	91,2	7,8	0,1	64,4	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	9,9	88,9	0,5	0,5	94,5	20,0	0,1	179,6	
	Meia encosta	0-20	17,1	81,3	1,3	0,0	99,7	12,9	0,2	61,1	
		20-40	14,5	84,3	0,8	0,0	99,7	17,6	0,2	101,8	
	Baixada	0-20	21,5	76,7	1,5	0,0	99,7	13,8	0,3	49,5	
		20-40	17,5	81,0	1,2	0,0	99,7	14,9	0,2	68,8	
3	Topo	0-20	31,4	61,4	5,9	0,0	85,4	5,3	0,5	10,4	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	15,8	81,5	2,0	0,4	85,9	7,7	0,2	39,8	
	Meia encosta	0-20	31,4	61,4	5,9	0,0	94,2	5,3	0,5	10,4	
		20-40	7,5	91,2	0,9	0,0	93,0	8,0	0,1	97,4	
	Baixada	0-20	29,1	69,0	1,6	0,0	99,3	17,9	0,4	42,4	
		20-40	45,5	49,0	4,9	0,0	91,1	9,4	0,9	10,1	

Tabela 2. Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)		
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K			
4	Topo	0-20	5,8	92,5	1,2	0,1	99,7	4,6	0,1	74,1	(Avarzedo) Pilões		
		20-40	4,9	94,3	0,4	0,3	96,2	13,0	0,1	252,1			
	Meia encosta	0-20	7,4	87,4	1,0	0,0	89,9	7,4	0,1	87,5			
		20-40	8,9	90,3	0,4	0,2	97,2	20,9	0,1	211,8			
	Baixada	0-20	21,4	76,7	1,4	0,0	87,3	14,8	0,3	53,2			
		20-40	1,8	97,5	0,4	0,1	94,2	4,7	0,0	254,1			
	5	Topo	0-20	70,0	23,5	4,5	0,0	61,8	15,7	3,0		5,3	(Avarzedo) Pilões
			20-40	91,5	2,2	3,4	0,7	54,6	26,9	41,8		0,6	
Meia encosta		0-20	60,2	32,3	6,1	0,0	68,8	9,9	1,9	5,3			
		20-40	86,7	7,3	4,3	0,2	59,3	20,3	11,9	1,7			
Baixada		0-20	61,2	33,4	3,5	0,0	65,4	17,6	1,8	9,6			
		20-40	83,0	11,3	2,4	0,2	96,5	34,1	7,3	4,6			

Tabela 3 - Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada.

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
1	Topo	0-20	58,02	35,48	2,90	1,00	43,22	20,01	1,64	12,24	(Usina) Areia 1
		20-40	62,03	28,10	2,98	3,51	40,74	20,79	2,21	9,42	
	Meia encosta	0-20	43,58	45,94	6,45	0,21	57,67	6,75	0,95	7,12	
		20-40	64,63	24,45	5,22	0,00	57,41	12,38	2,64	4,68	
	Baixada	0-20	53,06	39,49	5,27	0,38	55,87	10,06	1,34	7,49	
		20-40	48,37	42,89	5,45	0,86	47,28	8,88	1,13	7,88	
2	Topo	0-20	52,05	27,95	10,41	6,30	28,25	5,00	1,86	2,68	(Boa Vista) Areia 2
		20-40	22,85	32,58	24,72	14,98	18,46	0,92	0,70	1,32	
	Meia encosta	0-20	42,70	32,48	12,77	7,66	26,63	3,34	1,31	2,54	
		20-40	32,48	27,39	8,28	26,11	14,25	3,92	1,19	3,31	
	Baixada	0-20	53,32	17,92	22,79	2,88	43,90	2,34	2,98	0,79	
		20-40	47,28	22,59	11,72	13,81	26,28	4,04	2,09	1,93	
3	Topo	0-20	57,73	35,75	3,89	0,00	63,29	14,84	1,61	9,19	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	40,20	27,59	4,28	25,34	45,81	9,39	1,46	6,45	
	Meia encosta	0-20	57,66	35,42	5,06	0,00	63,81	11,39	1,63	7,00	
		20-40	64,56	8,99	3,49	20,80	48,48	18,48	7,19	2,57	
	Baixada	0-20	47,99	32,37	18,15	0,00	75,62	2,64	1,48	1,78	
		20-40	60,03	32,84	4,31	0,00	62,64	13,93	1,83	7,62	

Tabela 3. Valores de saturação de Ca, Mg, K, m e V, e das relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K nas áreas amostradas em função da posição do relevo e da camada avaliada (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	Saturação (%)					Relação			Mata Nativa (Referência)
			Ca	Mg	K	m	V	Ca/K	Ca/Mg	Mg/K	
4	Topo	0-20	70,86	20,94	4,89	0,70	52,07	14,50	3,38	4,29	(Avarzeado) Pilões 4
		20-40	23,32	29,79	17,46	27,47	52,26	1,34	0,78	1,71	
	Meia encosta	0-20	75,68	16,89	4,73	0,51	57,49	16,00	4,48	3,57	
		20-40	67,55	8,90	19,44	1,65	51,37	3,47	7,59	0,46	
	Baixada	0-20	63,81	26,83	8,46	0,00	77,93	7,55	2,38	3,17	
		20-40	40,63	33,15	23,33	0,00	80,71	1,74	1,23	1,42	
5	Topo	0-20	39,53	26,39	7,02	25,06	50,70	5,63	1,50	3,76	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	32,46	46,67	5,09	11,93	38,80	6,38	0,70	9,17	
	Meia encosta	0-20	86,34	1,99	8,96	0,00	47,37	9,63	43,36	0,22	
		20-40	21,93	23,60	5,61	46,78	42,89	3,91	0,93	4,20	
	Baixada	0-20	43,43	49,94	4,60	0,00	70,06	9,44	0,87	10,85	
		20-40	45,34	40,18	11,51	0,00	68,82	3,94	1,13	3,49	

Tabela 4 – Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCef	CTCt	M.O.	Mata Nativa (Referência)
			01:02,5	mg dm <sup>-3</sup>						cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			dag kg <sup>-1</sup>	
1	Topo	0-20	6,93	6,7	0,88	3,86	3,6	0,12	0	1,24	8,47	9,71	31,4	(Usina) Areia 1
		20-40	7,02	7,1	1,04	3,35	3,4	0,15	0,03	0,83	7,96	8,76	23,34	
	Meia encosta	0-20	6,78	6,2	1,06	3,24	3,57	0,13	0	1,4	8	9,4	28,96	
		20-40	6,17	6,19	0,86	1,82	3,88	0,17	0	1,65	6,73	8,38	28,89	
	Baixada	0-20	6,2	4,78	0,65	2,76	2,81	0,12	0,03	2,06	6,37	8,4	40,73	
		20-40	5,82	5,69	0,39	1,46	3,95	0,1	0	1,65	5,91	7,56	27,96	
2	Topo	0-20	5,81	8,31	0,22	3,03	3,91	0,08	0	2,64	7,24	9,88	25,46	(Usina) Areia 1
		20-40	5,75	3,74	0,15	3,34	3,65	0,08	0	2,64	7,22	9,86	20,84	
	Meia encosta	0-20	5,62	5,79	1,05	2,71	4,99	0,8	0	3,88	8,82	12,7	27,27	
		20-40	5,53	3,61	0,13	1,87	3,92	0,8	0	3,88	6	9,88	18,69	
	Baixada	0-20	5,29	1,65	0,18	2,21	5,98	0,21	0,03	6,02	8,61	14,6	25,8	
		20-40	6,08	0,71	0,1	2,6	3,38	0,4	0	2,72	6,48	9,2	16,74	
3	Topo	0-20	5,88	1,5	0,31	1,54	4,41	0,42	0	3,05	6,68	9,73	22,59	(Usina) Areia 1
		20-40	5,12	0,32	0,19	1,04	3,97	0,26	0,04	3,3	5,5	8,76	30,77	
	Meia encosta	0-20	6,63	0,92	0,08	2,78	3,16	0,05	0	2,23	6,07	8,3	22,18	
		20-40	5,87	0,2	0,34	2,33	3,08	0,48	0	2,64	6,23	8,87	31,3	
	Baixada	0-20	5,94	0	0	0	0	0	0	2,72	0	2,72	0	
		20-40	6,01	2,09	0,16	1,47	3,71	0,2	0	2,31	5,54	5,54	21,62	
4	Topo	0-20	6,38	6,56	0,53	5,3	3,77	0,65	0	2,89	10,25	13,14	21,56	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	5,77	1,94	0,39	3,99	3,74	0,44	0	4,87	8,56	13,43	30,77	
	Meia encosta	0-20	5,75	1,85	0,47	4,21	4,11	0,57	0,03	5,69	9,38	15,05	26,18	
		20-40	5,41	0,74	0,19	2,53	4,05	0,25	0,05	5,03	7,06	12,04	31,51	
	Baixada	0-20	6,01	0,98	0,19	2,99	4,18	0,26	0	3,14	7,62	10,76	24,02	
		20-40	6,11	0,65	0,17	0,33	6,8	0,23	0	3,3	7,53	10,83	30,13	

Tabela 4. Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCef	CTCt	M.O.	Mata Nativa (Referência)
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					dag kg <sup>-1</sup>			
5	Topo	0-20	5,8	0,56	0,28	3,33	4,29	0,38	0	3,71	8,27	11,98	30,13	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	5,55	0,2	0,13	2,91	7,09	0,16	0,1	4,54	10,38	14,82	16,97	
	Meia encosta	0-20	5,68	0,43	0,24	2,32	5,57	0,33	0	3,96	8,47	12,43	29,18	
		20-40	5,37	1,36	0,11	2,34	5,41	0,8	0,09	4,54	8,02	12,47	19,1	
	Baixada	0-20	5,99	0,6	0,23	3,67	5,02	0,3	0	3,14	9,22	12,36	27,9	
		20-40	5,65	0,47	0,11	2,23	4,79	0,14	0	3,55	7,29	10,84	21,01	
6	Topo	0-20	5,05	0,46	0,24	1,5	4,94	0,04	0,09	7,84	6,81	14,56	21,75	(Boa Vista) Areia 2
		20-40	4,98	0,18	0,16	1,02	6,24	0,04	0,21	8,66	7,68	16,12	21,22	
	Meia encosta	0-20	5,4	0,49	0,32	2,3	5,65	0,04	0,03	6,6	8,34	14,92	30,45	
		20-40	5,12	0,17	0,16	1,34	4,71	0,05	0,11	6,6	6,37	12,85	18,99	
	Baixada	0-20	6,06	0,37	0,3	3,57	4,2	0,05	0	3,14	8,12	11,26	23,87	
		20-40	5,63	0,17	0,16	3,45	4,27	0,04	0	3,88	7,92	11,8	25,99	
7	Topo	0-20	4,7	0,25	0,3	0,4	5,01	0,07	0,34	7,67	6,12	13,45	27,37	(Boa Vista) Areia 2
		20-40	4,56	0,1	0,18	0	5,09	0,05	0,38	9,49	5,42	14,53	20,37	
	Meia encosta	0-20	5,14	0,33	0,28	2,41	4,79	0,06	0,1	6,6	7,63	14,13	28,01	
		20-40	5	0,18	0,22	0,24	5,52	0,05	0,28	7,18	6,3	13,21	31,83	
	Baixada	0-20	5,6	0,98	0,2	3,03	3,74	0,07	0	2,48	7,04	9,52	22,07	
		20-40	5,56	0,18	0,16	2,63	4,18	0,09	0,04	3,55	7,1	10,61	16,66	
8	Topo	0-20	5,61	0,43	0,32	2,1	9,2	0,05	0,05	6,35	11,72	18,02	29,71	(Boa Vista) Areia 2
		20-40	5,22	0,17	0,6	2,29	7,88	0,03	0,11	6,77	10,91	17,57	22,28	
	Meia encosta	0-20	5,34	0,37	0,31	2,44	4,57	0,05	0,06	6,44	7,43	13,8	30,34	
		20-40	4,92	0,18	0,14	0,24	8,36	0,04	0,3	7,01	9,08	15,79	21,11	
	Baixada	0-20	6,29	1,06	0,35	4,84	5,3	0,08	0	2,31	10,57	12,88	25,36	
		20-40	6,09	0,53	0,2	3,9	7,67	0,1	0	2,64	11,87	14,51	19,63	

Tabela 4. Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCef	CTCt	M.O.	Mata Nativa (Referência)
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>			
9	Topo	0-20	5,22	1,38	0,18	3,56	6,82	0,33	0,03	5,53	10,91	16,41	22,7	(Usina) Areia 1
		20-40	5,03	0,47	0,04	1,5	7,17	0	0,14	6,6	8,85	15,31	25,25	
	Meia encosta	0-20	5,41	0,67	0,21	4,34	7,21	0,04	0,03	5,36	11,82	17,16	28,54	
		20-40	5,19	0,24	0,14	3,07	7,51	0,06	0,08	6,02	10,86	16,8	17,51	
	Baixada	0-20	5,85	2,65	0,26	3,69	7,69	0,2	0	3,47	11,83	15,3	21,22	
		20-40	5,79	1,45	0,16	2,97	2,14	0,06	0,03	4,7	5,36	10,03	13,26	
10	Topo	0-20	5,7	1,72	0,3	2,64	2,05	0,04	0	0,25	5,03	5,28	25,57	(Usina) Areia 1
		20-40	5,31	2,41	0,35	2,2	26,2	0,05	0,03	0,08	28,82	28,87	16,66	
	Meia encosta	0-20	5,79	1,53	0,37	3,62	1	0,05	0	0,66	5,04	5,7	27,58	
		20-40	5,55	3,31	0,29	1,76	18,56	0,08	0,04	0,66	20,73	21,36	16,02	
	Baixada	0-20	5,7	44,64	0,66	3,88	1,57	0,11	0	1,73	6,21	7,94	31,83	
		20-40	5,62	40,21	0,31	2,35	1,42	0,14	0	2,15	4,22	6,37	23,87	
11	Topo	0-20	5,87	1,1	0,18	2,3	3,65	0,03	0	0	6,16	6,16	27,05	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	5,29	0,41	0,14	3,6	10,13	0,09	0,06	0,99	14,02	14,95	25,99	
	Meia encosta	0-20	5,52	0,44	0,2	2,45	17,85	0,04	0,01	1,57	20,55	22,11	32,36	
		20-40	5,08	0,31	0,15	1,26	14,73	0,04	0,16	3,96	16,34	20,14	27,58	
	Baixada	0-20	5,53	0,78	0,13	2,62	6,93	0,09	0,01	0,33	9,78	10,1	25,78	
		20-40	5,89	0,55	0,08	2,08	9,85	0,14	0,03	0	12,18	12,15	23,87	
12	Topo	0-20	5,87	0,26	0,27	3,22	19,22	0,04	0,05	2,15	22,8	24,9	28,01	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	5,29	0,18	0,17	1,57	24,08	0,03	0,18	3,22	26,03	29,07	18,78	
	Meia encosta	0-20	5,52	0,47	0,21	3,44	10,29	0,03	0,03	1,32	13,99	15,29	27,05	
		20-40	5,08	0,3	0,16	1,16	21,58	0,03	0,13	2,31	23,06	25,24	15,81	
	Baixada	0-20	5,53	1,98	0,39	5,92	2,61	0,07	0	1,24	9	10,24	30,13	
		20-40	5,89	0,86	0,2	3,34	24,34	0,04	0,09	1,57	28,01	29,49	18,88	

Tabela 4. Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCef	CTCt	M.O.	Mata Nativa (Referência)
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>			
13	Topo	0-20	5,25	0,26	0,21	2,44	19,22	0,06	0,05	3,38	21,97	25,3	28,87	(Saboeiro de Caiana) Areia 3
		20-40	5,01	0,18	0,32	3,55	18,3	0,08	0	1,65	22,24	23,89	7,12	
	Meia encosta	0-20	5,47	0,47	0,25	2,42	17,97	0,05	0	1,4	20,69	22,09	30,9	
		20-40	5,26	0,3	0,15	1,26	26,24	0,05	0,06	0	27,77	27,71	17,28	
	Baixada	0-20	5,59	1,98	0,34	2,96	15,9	0,06	0	0,74	19,27	20,01	36,9	
		20-40	5,21	0,86	0,18	1,36	30,64	0,07	0,04	0,66	32,29	32,91	25,11	
14	Topo	0-20	5,45	0,8	0,32	3,96	10,11	0,04	0	0	14,44	14,44	17,19	(Boa Vista) Areia 2
		20-40	5,93	1,34	0,24	3,35	14,09	0,1	0	0	17,77	17,77	10,55	
	Meia encosta	0-20	5,73	1,29	0,28	3,19	17,88	0,04	0	0	21,38	21,38	19,58	
		20-40	5,44	0,51	0,21	2,41	22,22	0,06	0,04	0	24,93	24,9	14,47	
	Baixada	0-20	5,8	2,92	0,4	4,17	24,01	0,05	0	0	28,63	28,63	21,32	
		20-40	5,42	1,76	0,43	3,64	12,4	0,07	0	0	16,54	16,54	15,23	
15	Topo	0-20	6,19	1,25	0,24	2,48	1,99	0,06	0,03	4,46	4,79	9,23	39,16	(Boa Vista) Areia 2
		20-40	5,92	0,6	0,14	0,94	1,27	0,06	0,09	4,21	2,5	6,62	23,39	
	Meia encosta	0-20	5,96	1,53	1,39	3,44	3,34	0,1	0	3,3	8,27	11,57	29,37	
		20-40	5,54	0,49	0,18	2,31	1,72	0,05	0,05	3,8	4,31	8,06	16,53	
	Baixada	0-20	6,27	15,51	0,92	7,83	4,04	0,31	0	3,47	13,09	16,56	28,28	
		20-40	6,01	12,29	0,08	4,54	2,24	0,23	0,01	3,96	7,1	11,05	19,9	

Tabela 5 - Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Pilões-PB.

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCef	CTCt	M.O.	Mata Nativa (Referência)
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>			
1	Topo	0-20	5,65	0,36	0,27	3,18	10,23	0,05	0	0,5	13,74	14,24	20,58	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	5,58	0,29	0,83	1,57	15,18	0,07	0,05	1,32	17,7	18,97	13,79	
	Meia encosta	0-20	5,68	0,24	0,34	1,81	16,64	0,07	0,01	1,07	18,87	19,93	26,31	
		20-40	5,34	0,14	0,26	1,22	29,68	0,05	0,1	0,99	31,32	32,21	23,87	
	Baixada	0-20	5,91	0,35	0,34	3,63	14,67	0,12	0	0	18,76	18,76	22,17	
		20-40	5,83	0,2	0,2	2,88	15,52	0,12	0,01	1,16	18,73	19,88	16,13	
2	Topo	0-20	5,28	0,44	0,33	2,57	21,24	0,11	0,04	2,23	24,29	26,48	35,28	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	5,14	0,27	0,14	2,8	25,14	0,05	0,15	1,57	28,28	29,7	31,01	
	Meia encosta	0-20	6,02	0,41	0,3	3,86	18,33	0,05	0	0	22,55	22,55	19,32	
		20-40	6,04	0,25	0,18	3,16	18,33	0,07	0	0	21,74	21,74	15,78	
	Baixada	0-20	5,93	0,45	0,26	3,6	12,87	0,04	0	0	16,78	16,78	12,2	
		20-40	5,86	1,1	0,22	3,27	15,13	0,07	0	0	18,68	18,68	14,74	
3	Topo	0-20	5,76	0,57	0,31	1,65	3,23	0,07	0	0,82	5,26	6,08	27,63	(Gravatá) Pilões 5
		20-40	5,29	0,22	0,17	1,31	6,77	0,03	0,03	1,32	8,31	9,6	25,89	
	Meia encosta	0-20	6,16	0,57	0,31	1,65	3,23	0,07	0	0,25	5,26	5,51	27,63	
		20-40	5,66	0,34	0,13	1,04	12,66	0,05	0	0,99	13,88	14,87	16,32	
	Baixada	0-20	6,14	0,71	0,32	5,73	13,57	0,05	0	0,08	19,67	19,75	20,12	
		20-40	5,84	0,43	0,22	2,06	2,22	0,04	0	0,41	4,53	4,94	12,51	

Tabela 5 Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Pilões-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCef	CTCt	M.O.	Mata Nativa (Referência)
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>			
4	Topo	0-20	5,51	0,2	0,17	0,79	12,59	0,04	0,01	0	13,61	13,59	23,39	(Avarzeado) Pilões 6
		20-40	5,45	0,29	0,09	1,17	22,69	0,04	0,08	0,91	24,07	24,9	13,05	
	Meia encosta	0-20	5,7	0,2	0,15	1,11	13,13	0,04	0	0,99	15,02	16,01	21,21	
		20-40	5,43	0,25	0,09	1,88	19,06	0,04	0,04	0,58	21,1	21,64	12,29	
	Baixada	0-20	5,58	0,63	0,17	2,52	9,04	0,07	0	1,65	11,79	13,44	24,47	
		20-40	5,46	0,61	0,1	0,47	25,41	0,05	0,03	1,49	26,06	27,57	14,68	
5	Topo	0-20	5,79	1,41	0,22	3,45	1,16	0,1	0	2,89	4,93	7,82	21,75	(Avarzeado) Pilões 6
		20-40	5,41	0,84	0,14	3,76	0,09	0,01	0,03	3,22	4,11	7,31	13,05	
	Meia encosta	0-20	5,98	0,49	0,37	3,67	1,97	0,09	0	2,64	6,1	8,74	20,12	
		20-40	5,48	0,25	0,24	4,88	0,41	0,09	0,01	3,71	5,63	9,33	18,49	
	Baixada	0-20	5,78	0,57	0,27	4,75	2,59	0,15	0	3,88	7,76	11,64	26,1	
		20-40	5,79	0,52	0,14	4,77	0,65	0,19	0,01	3,3	5,75	5,76	8,83	

Tabela 6 - Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Pilões-PB.

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCefetiva	CTCtotal	M.O.
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>		
1	Topo	0-20	5,01	1,18	0,18	3,63	2,22	0,16	0,06	7,76	6,26	13,95	19,60
		20-40	4,86	0,87	0,14	2,87	1,30	0,16	0,16	6,11	4,63	10,57	18,68
	Meia encosta	0-20	5,43	0,88	0,38	2,59	2,73	0,23	0,01	3,96	5,94	9,89	22,70
		20-40	5,60	1,36	0,28	3,49	1,32	0,31	0,00	3,47	5,40	8,87	15,37
	Baixada	0-20	5,21	1,20	0,35	3,48	2,59	0,12	0,03	4,95	6,56	11,48	12,90
		20-40	5,08	1,18	0,24	2,12	1,88	0,11	0,04	4,62	4,38	8,97	9,29
2	Topo	0-20	4,87	0,41	0,38	1,9	1,02	0,13	0,23	8,25	3,65	11,68	3,61
		20-40	4,85	0,34	0,66	0,61	0,87	0,12	0,4	9,32	2,67	11,59	23,42
	Meia encosta	0-20	4,84	0,71	0,35	1,17	0,89	0,12	0,21	6,52	2,74	9,05	22,28
		20-40	4,73	0,4	0,13	0,51	0,43	0,08	0,41	6,35	1,57	7,51	17,95
	Baixada	0-20	5,26	0,43	1,03	2,41	0,81	0,15	0,13	5,28	4,52	9,68	26
		20-40	5,05	0,27	0,28	1,13	0,54	0,12	0,33	5,36	2,39	7,42	25,69
3	Topo	0-20	5,82	0,25	0,37	5,49	3,4	0,25	0	5,12	9,51	14,63	31,3
		20-40	5,42	0,15	0,38	3,57	2,45	0,24	2,25	7,34	8,88	13,97	25,99
	Meia encosta	0-20	5,82	0,22	0,38	4,33	2,66	0,14	0	4,04	7,51	11,55	28,11
		20-40	5,41	0,14	0,21	3,88	0,54	0,13	1,25	4,79	6,01	9,55	20,64
	Baixada	0-20	6,1	0,28	2,08	5,5	3,71	0,17	0	3,47	11,46	14,93	25,57
		20-40	5,81	0,16	0,29	4,04	2,21	0,19	0	3,71	6,73	10,44	22,18

Tabela 6 Resultados das análises de química e fertilidade de cada área cultivada com banana no município de Pilões-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTCefetiva	CTCtotal	M.O.
			1:2,5	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>		
4	Topo	0-20	5,4	0,36	0,28	4,06	1,2	0,15	0,04	4,95	5,73	10,64	24,66
		20-40	5,42	0,25	1,43	1,91	2,44	0,16	2,25	5,12	8,19	11,06	15,91
	Meia encosta	0-20	5,48	0,36	0,28	4,48	1	0,13	0,03	4,13	5,92	10,02	25,8
		20-40	5,43	0,25	1,18	4,1	0,54	0,15	0,1	5,36	6,07	11,33	15,99
	Baixada	0-20	6,36	1,27	0,75	5,66	2,38	0,18	0	2,31	8,87	11,28	23,94
		20-40	6,3	1,11	2,09	3,64	2,97	0,27	0	1,82	8,96	10,78	17,03
5	Topo	0-20	5,27	0,33	0,63	3,55	2,37	0,18	2,25	6,19	8,98	12,92	25,38
		20-40	5,32	0,18	0,29	1,85	2,66	0,23	0,68	7,34	5,7	12,37	17,44
	Meia encosta	0-20	5,34	0,32	0,63	6,07	0,14	0,19	0	7,41	7,03	14,44	29,92
		20-40	5,42	0,19	0,54	2,11	2,27	0,2	4,5	6,35	9,62	11,47	14,86
	Baixada	0-20	5,82	0,35	0,41	3,87	4,45	0,18	0	3,55	8,91	12,46	26,72
		20-40	5,91	0,23	1,16	4,57	4,05	0,3	0	4,13	10,08	14,21	20,12

Tabela 7 – Resultado da análise granulométrica das áreas cultivada com banana no município de Areia-PB.

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
1	Topo	0-20	605	132	263	franco-argilo-arenoso
		20-40	550	159	291	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	575	133	292	franco-argilo-arenoso
		20-40	542	135	323	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	634	28	338	franco-argilo-arenoso
		20-40	647	136	217	franco-argilo-arenoso
2	Topo	0-20	605	132	263	franco-argilo-arenoso
		20-40	542	162	296	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	658	147	195	franco-arenoso
		20-40	624	134	242	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	773	101	126	franco-arenoso
		20-40	751	125	125	franco-arenoso
3	Topo	0-20	572	161	268	franco-argilo-arenoso
		20-40	539	146	315	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	605	148	247	franco-argilo-arenoso
		20-40	564	182	254	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	771	125	104	franco-arenoso
		20-40	568	243	189	franco-arenoso
4	Topo	0-20	626	121	253	franco-argilo-arenoso
		20-40	560	155	285	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	555	157	288	franco-argilo-arenoso
		20-40	499	159	342	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	733	80	187	franco-arenoso
		20-40	724	115	161	franco-arenoso

Tabela 7. Resultado da análise granulométrica das áreas cultivadas com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
5	Topo	0-20	697	114	189	franco-arenoso
		20-40	645	127	228	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	631	148	221	franco-arenoso
		20-40	629	136	235	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	69	127	178	franco-arenoso
		20-40	742	103	155	franco-arenoso
6	Topo	0-20	674	125	201	franco-arenoso
		20-40	623	163	214	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	577	132	291	franco-argilo-arenoso
		20-40	507	156	337	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	632	145	223	franco-argilo-arenoso
		20-40	635	143	222	franco-argilo-arenoso
7	Topo	0-20	761	106	133	franco-arenoso
		20-40	720	127	153	franco-arenoso
	Meia encosta	0-20	670	110	220	franco-argilo-arenoso
		20-40	599	134	267	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	698	126	176	franco-arenoso
		20-40	671	152	177	franco-arenoso
8	Topo	0-20	579	132	289	franco-argilo-arenoso
		20-40	523	191	286	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	619	136	245	franco-argilo-arenoso
		20-40	562	184	254	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	666	147	187	franco-arenoso
		20-40	633	144	223	franco-argilo-arenoso

Tabela 7. Resultado da análise granulométrica das áreas cultivadas com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
9	Topo	0-20	663	180	157	franco-arenoso
		20-40	620	177	202	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	662	141	197	franco-arenoso
		20-40	626	212	162	franco-arenoso
	Baixada	0-20	742	129	129	franco-arenoso
		20-40	730	160	111	franco-arenoso
10	Topo	0-20	593	174	232	franco-argilo-arenoso
		20-40	628	198	174	franco-arenoso
	Meia encosta	0-20	658	194	148	franco-arenoso
		20-40	629	198	173	franco-arenoso
	Baixada	0-20	696	177	127	franco-arenoso
		20-40	632	210	158	franco-arenoso
11	Topo	0-20	524	159	317	franco-argilo-arenoso
		20-40	494	177	329	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	587	181	232	franco-argilo-arenoso
		20-40	482	194	324	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	538	195	268	franco-argilo-arenoso
		20-40	550	159	291	franco-argilo-arenoso
12	Topo	0-20	492	206	302	franco-argilo-arenoso
		20-40	443	212	345	franco-argiloso
	Meia encosta	0-20	524	185	291	franco-argilo-arenoso
		20-40	449	175	376	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	569	162	269	franco-argilo-arenoso
		20-40	586	166	249	franco-argilo-arenoso

Tabela 7. Resultado da análise granulométrica das áreas cultivadas com banana no município de Areia-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
13	Topo	0-20	492	206	302	franco-argilo-arenoso
		20-40	443	212	345	franco-argiloso
	Meia encosta	0-20	524	185	291	franco-argilo-arenoso
		20-40	449	175	376	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	569	162	269	franco-argilo-arenoso
		20-40	586	166	249	franco-argilo-arenoso
14	Topo	0-20	598	149	253	franco-argilo-arenoso
		20-40	560	165	275	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	524	196	280	franco-argilo-arenoso
		20-40	490	161	349	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	545	171	284	franco-argilo-arenoso
		20-40	554	195	251	franco-argilo-arenoso
15	Topo	0-20	642	143	215	franco-argilo-arenoso
		20-40	592	128	281	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	610	156	234	franco-argilo-arenoso
		20-40	541	153	306	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	628	133	239	franco-argilo-arenoso
		20-40	671	118	212	franco-argilo-arenoso

Tabela 8 - Resultado da análise granulométrica das áreas cultivadas com banana no município de Pilões-PB.

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
1	Topo	0-20	498	185	317	franco-argilo-arenoso
		20-40	495	202	303	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	574	201	226	franco-argilo-arenoso
		20-40	604	159	238	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	518	177	304	franco-argilo-arenoso
		20-40	603	199	199	franco-arenoso
2	Topo	0-20	692	84	224	franco-argilo-arenoso
		20-40	405	104	492	argila
	Meia encosta	0-20	505	137	357	franco-argilo-arenoso
		20-40	385	88	527	argila
	Baixada	0-20	595	101	304	franco-argilo-arenoso
		20-40	735	79	185	franco-arenoso
3	Topo	0-20	587	59	354	franco-argilo-arenoso
		20-40	543	127	330	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	587	59	354	franco-argilo-arenoso
		20-40	544	127	330	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	672	82	246	franco-argilo-arenoso
		20-40	632	123	246	franco-argilo-arenoso

Tabela 8. Resultado da análise granulométrica das áreas cultivadas com banana no município de Pilões-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural	
		(cm)		g kg			
4	Topo	0-20	625	164	211	franco-argilo-arenoso	
		20-40	548	170	283	franco-argilo-arenoso	
	Meia encosta	0-20	601	188	211	franco-argilo-arenoso	
		20-40	591	192	216	franco-argilo-arenoso	
	Baixada	0-20	657	143	200	franco-argilo-arenoso	
		20-40	686	145	169	franco-arenoso	
	5	Topo	0-20	591	164	246	franco-argilo-arenoso
			20-40	597	188	215	franco-argilo-arenoso
Meia encosta		0-20	580	168	252	franco-argilo-arenoso	
		20-40	592	190	218	franco-argilo-arenoso	
Baixada		0-20	628	160	213	franco-argilo-arenoso	
		20-40	604	142	255	franco-argilo-arenoso	

Tabela 9 - Resultado da análise granulométrica das áreas de mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB.

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
1	Topo	0-20	729	90	181	franco-arenoso
		20-40	735	159	106	franco-arenoso
	Meia encosta	0-20	739	131	131	franco-arenoso
		20-40	769	128	103	franco-arenoso
	Baixada	0-20	786	48	166	franco-arenoso
		20-40	657	196	147	franco-arenoso
2	Topo	0-20	623	87	290	franco-argilo-arenoso
		20-40	653	160	187	franco-arenoso
	Meia encosta	0-20	606	169	225	franco-argilo-arenoso
		20-40	605	169	226	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	473	276	251	franco
		20-40	526	224	250	franco-argilo-arenoso
3	Topo	0-20	623	135	242	franco-argilo-arenoso
		20-40	528	149	323	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	579	154	267	franco-argilo-arenoso
		20-40	593	163	244	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	741	129	129	franco-arenoso
		20-40	696	140	164	franco-arenoso

Tabela 9. Resultado da análise granulométrica das áreas de mata nativa nos municípios de Areia e Pilões-PB (continuação).

Área	Posição no relevo	Camada	Areia	Silte	Argila	Classificação textural
		(cm)		g kg		
4	Topo	0-20	626	187	187	franco-argilo-arenoso
		20-40	479	211	310	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	611	139	250	franco-argilo-arenoso
		20-40	538	158	304	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	727	152	121	franco-arenoso
		20-40	723	139	139	franco-arenoso
5	Topo	0-20	603	185	212	franco-argilo-arenoso
		20-40	533	197	270	franco-argilo-arenoso
	Meia encosta	0-20	608	172	221	franco-argilo-arenoso
		20-40	587	170	243	franco-argilo-arenoso
	Baixada	0-20	651	163	186	franco-arenoso
		20-40	628	149	223	franco-argilo-arenoso