



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA  
AFRO – BRASILEIRA- UNILAB**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – ICEN  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E  
MATEMÁTICA – CNeM**

**FLÁVIA REIS DOS SANTOS**

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NO SOLO  
SOB CULTIVO DE BANANEIRA EM MULUNGU/CEARÁ**

**ACARAPE-CE**

**2018**

FLÁVIA REIS DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO  
SOB CULTIVO DE BANANEIRA EM MULUNGU/CEARÁ**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção de grau de licenciado do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com habilitação em Química da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, sob orientação da professora Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro.

Acarape, CE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Santos, Flavia Reis Dos.

S233d

Determinação de parâmetros físico-químicos no solo sob cultivo de bananeira Mulungu/Ceará / Flavia Reis Dos Santos. - Redenção, 2018.

30f: il.

Monografia - Curso de Ciências da Natureza e Matemática, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Profa. Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro.

1. Análise do solo. 2. Química do solo. 3. Banana orgânica.  
I. Ribeiro, Profa. Dra. Livia Paulia Dias. II. Título.

CE/UF/BSP

CDD 631.41

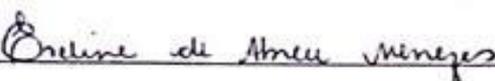
---

FLAVIA REIS DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO  
SOB CULTIVO DE BANANEIRA EM MULUNGU/CEARÁ**

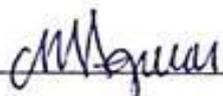
Aprovado em: 30/05/2018

**BANCA EXAMINADORA**



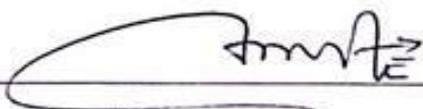
Profa. Dra. Eveline de Abreu Menezes [Examinadora]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-  
Brasileira-UNILAB



Profa. Dra. Maria Ivanilda de Aguiar [Examinadora]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-  
Brasileira – UNILAB



Prof. Dr. José Berto Neto [Examinador]

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-  
Brasileira – UNILAB

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho ao meu pai  
Domingos Dos Santos e a minha mãe Angélica  
Soares Dos Reis pelo todos os esforços e os apoios  
durante a minha trajetória educacional.*

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo queria agradecer ao Deus onipotente que iluminou o meu caminho durante esta longa caminhada. Agradeceria também a minha família que orou por mim e sempre me encorajou, me apoiaram até completar esta etapa.

E além disso, agradeço ao Ministério da Educação de Timor Leste por esta oportunidade. A UNILAB, agradeço muito pela vossa cooperação, e muito obrigada aos professores, especialmente aos meus professores do meu curso CNeM por suas dedicações, por compartilhar o seus conhecimentos durante o meu processo de aprendizagem. Sem esquecer agradeço muito a minha orientadora, profa.Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro, por disponibilizar o seu tempo para me orientar e ajudar a realizar este trabalho até concluir. E obrigada aos meus amigos pelo todo o apoio direto e indireto durante, esta longa caminhada de sucesso.

*Epígrafe*

*A vida nos ensinou a nunca desistir, nem ganhar e nem  
perder mas procurar evoluir.*

*Charlie Brown Jr.*

## RESUMO

O presente trabalho se propõe a determinar parâmetros físico química de atributos do solo de uma propriedade rural produtora de banana no município de Mulungu/CE, colaborando com os primeiros registros analíticos do solo da propriedade estudada. A banana é a fruta mais consumida no mundo. No Brasil, o nordeste, sudeste e sul brasileiro concentram os maiores plantios de banana. No Ceará, o Maciço de Baturité é o principal fornecedor de banana produzida no Estado, destacando os municípios de Baturité, Pacoti, Palmácia e Mulungu. Na propriedade foram selecionados 9 locais para coleta de amostras compostas de 3 plantas de banana. A coleta foi feita em zig zag e de maneira aleatória. Os parâmetros químicos analisaram obtiveram os seguintes valores médios pH (em água)  $6,6 \pm 0,4$ , pH (KCl)  $5,8 \pm 0,6$ , acidez trocável  $0,53 \pm 0,41 \text{ cmol dm}^{-3}$ , acidez potencial  $2,69 \pm 0,52 \text{ cmol dm}^{-3}$ , carbono orgânico  $1,28 \pm 1,0 \%$  ( $\text{m m}^{-1}$ ) e matéria orgânica  $2,20 \pm 1,7 \%$  ( $\text{m m}^{-1}$ ). Esses resultados quando comparado com a literatura do cultivo da banana apresentam valores correspondentes a uma plantação com vegetação natural, sem adubação, característica de um produto orgânico.

**Palavras-chaves:** Análise do solo; química do solo; banana orgânica.

## ABSTRACT

The present work proposes to determine a physical chemical parameters of attributes soil of banana producing rural property in the municipality of Mulungu / CE, collaborating with the first analytical records of the soil in studied property. Banana is the most consumed fruit in the world. In Brazil, the northeast, southeast and south of Brazil concentrate the largest banana plantations. In Ceará, like Baturité Massif is the main supplier of bananas produced in the State, highlighting the municipalities of Baturité, Pacoti, Palmácia and Mulungu. In the property were selected 9 sites for sample collection composed of 3 banana plants. The collection was done in zig zag and randomly. The chemical parameters analyzed obtained the following mean pH values (in water):  $6.6 \pm 0.4$ , pH (KCl)  $5.8 \pm 0.6$ , exchangeable acidity  $0.53 \pm 0.41 \text{ cmol dm}^{-3}$ , potential acidity  $2.69 \pm 0.52 \text{ cmol dm}^{-3}$ , organic carbon  $1.28 \pm 1.0\%$  (m m<sup>-1</sup>) and organic matter  $2.20 \pm 1.7\%$  (m m<sup>-1</sup>). These results when compared to the banana cultivation literature present values corresponding to a plantation with natural vegetation, without fertilization, characteristic of an organic product.

**Keywords:** Soil analysis; soil chemistry; organic banana

# SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1. Objetivo Geral .....	13
2.2. Objetivos Específicos .....	13
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
3.1 Qualidades do solo .....	14
3.2 Análises Químicas do solo .....	14
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	18
4.1 Caracterização da área de estudo.....	18
4.2 Amostragem .....	18
4.3 Preparo e Registrado das amostras do solo .....	19
<b>4.4 Determinações Analíticas</b> .....	20
4.4.1. Determinação do pH em água e em KCl 0,1M .....	20
4.4.2. Determinação do carbono orgânico e da matéria orgânica .....	21
4.4.3. Determinação da acidez trocável .....	22
4.4.4. Determinação da acidez potencial.....	23
<b>5. RESULTADOS E DISCUÇÕES</b> .....	24
5.1 pH do solo .....	25
5.2 Acidez do solo .....	26
5.3 Carbono Orgânico e Matéria Orgânica .....	27
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural renovável que, de uma forma simplificada se pode definir como a camada superficial da crosta terrestre, formada por partículas minerais de vários tamanhos e composição química diversa e matéria orgânica em diferentes fases de decomposição. O solo apresenta poros como uma esponja, que podem ser ocupados por água ou ar, dependendo de suas condições de umidade.

Pode-se perceber que todos os fenômenos de relevância para o manejo da fertilidade do solo ocorrem a partir da solução do solo e os nutrientes somente chega até as plantas através da solução do solo, tais como composto orgânico, e decomposição pelos organismos.

O solo recebe materiais (os nutrientes contidos neles) de outras rochas através da sedimentação, e a aplicação de fertilidade são as maneiras mais fácil e rápida de aumentar a quantidade de nutrientes disponíveis. E também pela água da chuva, devido a ação das descargas elétricas de tempestades, o solo pode receber nitrogênio transformado da forma molecular ( $N_2$ , que é inerte) em nitratos ( $NO_3$ ).

A bananeira é cultivada em solos das mais diversas origens geológicas e com ampla diversidade em condições químicas e físicas. A quantidade de nutrientes presentes em determinados solos não é fator limitante para o cultivo, pois deficiências podem corrigidas com uso de adubações (LORENA, 2015).

No Maciço Baturité ocorrem predominantemente as seguintes classes de solo: Argissolos, Luvisolos, Neossolos, Litólicos e Quarzarênicos incluindo latossolos, que são de baixa fertilidade, acidez elevada, baixa capacidade de troca iônica e baixo conteúdo de nutrientes. E cada tipo possui características próprias, por exemplo, densidade do solo, formato, a cor e a formação química. (Batista; Verissimo; Diniz,2014).

O presente trabalho se propõe a estudar alguns parâmetros químicos de atributos do solo, de uma propriedade produtora de banana no município de Mulungu, com objetivo de verificar as características químicas do solo, podendo contribuir com o produtor na correção, se necessário, para melhoria da produção do produto.

Além disso, os produtores da região não tem fácil acesso aos laboratórios de análises química do solo, o que proporciona a oportunidade dos primeiros registros analíticos do solo da propriedade estudada, e mais, o os resultados

podem contribuir com a literatura referente a cultura da banana na região do Maciço de Baturité.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.Objetivo Geral**

Determinar parâmetros químicos do solo da bananeira de uma propriedade no município de Mulungu/Ceará.

### **2.2.Objetivos específicos**

- ✓ Determinar valores de pH solo pelos métodos com água destilada e KCl;
- ✓ Determinar a acidez trocável e acidez potencial do solo;
- ✓ Determinar o teor de matéria orgânica do solo.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. Qualidade do solo**

A qualidade do solo é um dos fatores importantes para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Desde a destruição da camada de ozônio e o aquecimento global até o desmatamento das florestas tropicais e a poluição da água, os ecossistemas terrestres são impactados de maneira diversificada por processo que acontece no solo. A qualidade do solo determina, de forma significativa a natureza de ecossistemas das plantas e a capacidade da terra em sustentar a vida animal e dos seres humanos. (BRADY e WEIL, 2013). Um solo fértil irá fornecer continuamente nutrientes de origem mineral dissolvidos em quantidade e proporções relativas e adequadas para um saudável crescimento das plantas. Os nutrientes incluem elementos metálicos como potássio, cálcio, ferro e cobre assim como elementos não metálicos como nitrogênio, fósforo, enxofre e boro. A planta extrai todos esses elementos da solução do solo e incorpora a maioria em milhares de diferentes compostos orgânicos que constituem os tecidos vegetais. A qualidade do solo é uma medida da sua capacidade para realizar determinadas funções ecológicas.

#### **3.2 Análises químicas do solo**

As análises físico-químicas do solo são o método mais utilizado para avaliar a fertilidade do solo e determinar as suas exigências em calcário e necessidades de nutrientes para as plantas. Para fins de recomendação de adubação fundamentam-se no uso de extratores químicos, estes extratores são soluções ou substâncias que removem dos solos as formas químicas dos nutrientes disponíveis para o solo. E nos mesmos modos a análise química do solo é uma ferramenta essencial para avaliar o estado nutricional e verificar se as adubações foram bem feitas. As análises do solo usualmente realizados no laboratório são para determinações de pH em H<sub>2</sub>O e pH em solução de KCl, matéria orgânica (MO), acidez trocável e acidez potencial.

### a) Determinação pH do solo

O pH (potencial do hidrogênio) é frequentemente indicado como a propriedade química do solo a mais importante. A reação de uma solução (ácida, neutra ou alcalina) é conhecida através da determinação da atividade dos íons  $H^+$  nessa solução. Essa atividade é expressa como potencial de Hidrogênio (pH).

$$pH = - \log a_{H^+} \dots\dots\dots \text{equação 1}$$

O pH é um valor numa escala de 0-14 que descreve a quantidade relativa de íons  $H^+$  na solução do solo. A solução do solo é chamada reação ácida se o valor do pH estiver na faixa de 0-6, o significa que a solução do solo contém concentração de íons  $H^+$  maior que o íon  $OH^-$ . Em caso contrário, o número de íons  $H^+$  na solução do solo é menor do que o íon do solo ou tem um valor de pH de 8-14. Se a quantidade de íons de  $H^+$  na solução de reagente apresenta o valor 7,0 indica pH neutro. Isto é, a concentração de  $H^+$  é igual a concentração de  $OH^-$ .

Da mesma forma, um extrato aquoso do solo pode apresentar uma reação ácida, neutra ou alcalina, como consequência da complexa dinâmica dos íons e colóides existentes nele e, por isso, o conhecimento do pH do solo permite uma série de interferências sobre o estado nutricional desse solo para as plantas.

### b) Acidez trocável e Acidez potencial do solo

A correção pH é necessidade de calcário é feita pela estimativa baseado na acidez do solo. Os componentes da acidez potencial são identificados como acidez trocável e titulável, de acordo com o extrator usado para sua quantificação.

#### ➤ Acidez trocável do solo

A acidez trocável refere-se aos íons  $H^+$  e  $Al^{3+}$  que estão retidos na superfície dos colóides por forças eletrostáticas. A quantidade de hidrogênio trocável, em condições naturais, parece ser muito pequena. Assim, pode-se dizer que a acidez trocável refere-se principalmente à quantidade de  $Al^{3+}$  adsorvido pelas cargas negativas do solo referente à capacidade de troca de cátions (CTC).

Há uma quantidade muito grande de Alumínio no solo, sendo que a grande maioria faz parte da estrutura dos colóides inorgânicos. O Alumínio complexado

pela matéria orgânica do solo pode perfazer mais de 100 vezes aquele que se encontra no complexo de troca. Esse Alumínio só será liberado para a solução se a matéria orgânica for destruída pelo ataque microbiano, e em alguns casos pode ser tão alto como mais de  $0,2 \text{ mol kg}^{-1}$ .

A acidez trocável é relacionada à acidez do solo que pode ser extraída com um sal neutro de ácido forte não tamponado, geralmente KCl, e é quase inteiramente devida ao  $\text{Al}^{3+}$ , por isso é também denominada alumínio trocável. Já a acidez titulável é a quantidade de acidez neutralizada na faixa do pH do solo até um valor de pH previamente selecionado, correspondendo aproximadamente a acidez medida ao pH de tamponamento do extrator, normalmente 7,0 e é apresentada como  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  (KAMINSKI *et al.*, 2002)

A influência na acidez trocável é dada pela hidrólise do Al em solução, (Equação 2) abaixo, e mais o íon hidrogênio trocável. No entanto o  $\text{H}^+$  trocável é extremamente pequeno para o pH normalmente encontrado no solo (CAMARGO *et al.*, 2009).



Segundo RAIJ (1991) o alumínio é, assim, causa da acidez excessiva de solos, sendo um dos responsáveis pelos efeitos desfavoráveis desta sobre os vegetais, por ser um elemento fitotóxico (tóxico aos vegetais). Em condições elevadas de acidez dos solos, podem ocorrer também teores solúveis de outros metais, como manganês e até ferro, também tóxico para as plantas, se absorvidos em quantidades excessivas.

#### ➤ **Acidez Potencial**

A acidez potencial é constituída pelos íons  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  presentes no solo, que foram adsorvidos aos colóides do solo e podendo ser observada por meio de extrações com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com soluções tampão (JÚNIOR *et al.*, 2015).

Na prática agrícola, a acidez potencial representa exatamente, a quantidade de calcário a ser adicionada para elevar o pH do solo a um valor específico. De acordo com EMBRAPA (1997) a acidez potencial caracteriza o poder tampão de acidez do solo e sua estimativa deve ser bem precisa para se estimar a capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

### c) **Determinação matéria Orgânica do solo**

A matéria orgânica é um ingrediente importante na criação de fertilidade do solo, tanto fisicamente como quimicamente. A matéria orgânica é uma matéria de solo agregado e também é uma fonte de nutrientes vegetais e da mesma forma uma fonte de energia da maioria dos organismos do solo.

A matéria orgânica consiste em uma grande variedade de substâncias orgânicas, incluindo organismos vivos (ou biomassa do solo) restos de organismos que em algum momento ocuparam o solo e compostos orgânicos produzidos pelo metabolismo atual e passado, corrido no solo. A matéria orgânica também aumenta a qualidade da água que um solo pode reter, bem como a proporção de água disponível para o crescimento das plantas (BRADY,2013).

Além disso, a matéria orgânica é uma importante fonte dos nutrientes fósforo e enxofre, além de ser principal fonte de nitrogênio para a maioria dos vegetais. A medida que a matéria orgânica dos solo, se decompõe esses elementos nutrientes que estão presentes em compostos orgânicos, são liberado como íon solúveis que podem ser absorvidos pelas raízes das plantas (WEIL,2013).

De acordo com cadeira de ciências de solo a matéria orgânica do solo serve como uma fonte de alimento para microrganismo através de reações químicas influenciadas nas propriedades físicas do solo. Por exemplo,  $C_2O_4^{2-}$ , (íon de oxalato), produzido através do metabolismo de fungos do solo, quando presente na água do solo, dissolve mineral, enquanto acelera o processo de desgaste, aumentando assim a disponibilidade de espécie de íons nutrientes.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Caracterização da área do estudo**

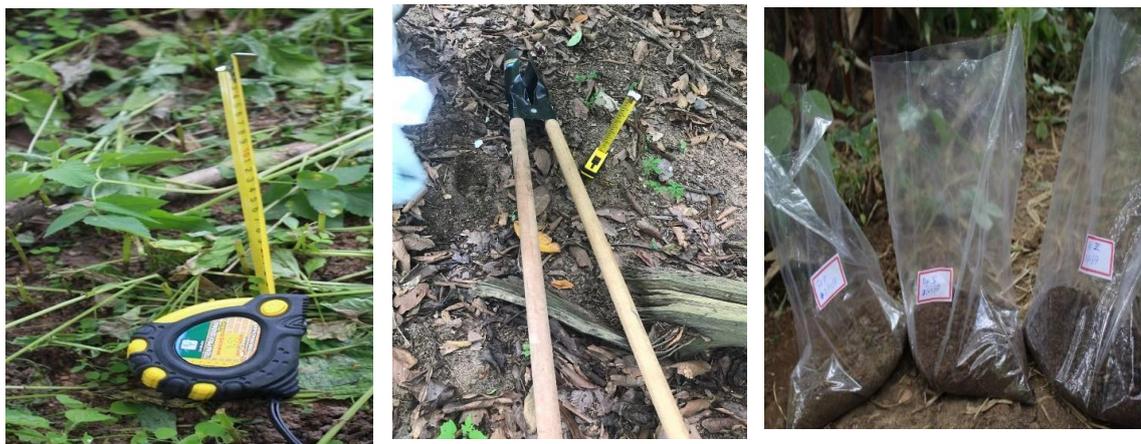
A pesquisa foi realizada no município Mulungu, faz parte no maciço Baturité do estado do Ceará. Está localizada na mesorregião do norte do Estado do Ceará a 120 km de Fortaleza. Possui clima ameno com temperatura média de 20° C e faz parte do polo serra de Guaramiranga. A propriedade localizada no município de Mulungu/CE, está situada a 4°17'50" de altitude sul e 38°59'340" de altitude oeste, a uma altitude média (elevação) de 780 m. Os solos desta área estudada foram classificados como latossolo e luvisolos, e o cultivo foi caracterizada como sistema orgânico.

As bananeiras foram cultivadas em forma de linhas paralelas, entre as entrelinhas (parcela) não foi plantada nenhuma leguminosa, porém com predomínio do capim.

### **4.2. Amostragem**

A amostragem foi realizada no dia 13, 17 e 20 de março de 2018 em um bananal localizado na cidade Mulungu. Para coletar a amostragem, foi definido 9 locais diferentes na propriedade estudada para serem consideradas como replicatas. Os locais selecionados foram limpos, retiraram-se pedras e sujeiras, como capim, e folhas de banana.

A coleta das amostras nos 9 locais foi feita em zig-zag com a profundidade 20 cm com o auxílio de cavadeira (boca do lobo). Para cada local selecionado foram coletadas amostras de solo próximo a 3 bananeiras, resultando em 9 replicatas de solo compostas de 3 bananeiras, codificadas R1 a R9.



**Figura 1.** Amostragem do solo. A) medição de 20 cm de profundidade; B) retirada da superficial por cavação; c) amostras separadas e identificadas.

#### 4.3. Preparo e Registrado das Amostras do solo

As amostras de solo que foi coletadas na cidade estudada, acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas e enviadas ao laboratório.

São seguintes amostras :



**Figura 2.** Amostras de solo, em triplicata, coletadas nos três dias diferente.

As amostras foram secas em estufa com a temperatura 40°C, em seguida peneiradas em peneira com malha de 2 mm de abertura. A fração maior, denominada fragmentos grosseiros, é pesada à parte e expressa em porcentagem da amostra original, servindo para posteriores correções. A fração menor que 2 mm - terra fina seca ao ar (TFSA) – foi colocada plásticos. Acondicionadas em sacos plásticos com identificação de data de entrada no laboratório, o número da

amostra, a data que foi coletada, local de amostragem, e em seguida foram realizadas as determinações dos parâmetros físico-químicos.



**Figura 3.** Preparação das amostras.

#### **4.4. Determinações analíticas**

As análises Química do solo foram realizados no laboratório de química Analítica nos Campus dos Auroras da Unilab, conforme a metodologia descritas em EMBRAPA,(2017) e BOLETIM TÉCNICO,(2009).

##### ***4.4.1. Determinação do pH em água e em KCl 0,1 M***

A determinação do pH é a medida mais simples feita no solo. Ele reflete um conjunto complexo de reações no sistema solo, solução é muito útil quando associado a propriedades do solo.

Inicialmente pesou-se 10g de TFSA transferiu - se para o Becker de 250 ml, adicionou 25 ml da solução de KCl 1 M, e separadamente para determinação do pH em água, 25 ml de água destilada. Imediatamente agitou com barra magnética por um tempo de quinze minutos e deixou em repouso por mínimos trinta minutos. Antes de fazer a leitura por instrumento, calibrou-se o equipamento (pHmetro) com solução tampão para pH 4,0 e 7,0. E na sequência agitou novamente a amostra e mergulhou o eletrodo de vidro na suspensão homogeneizada e observou a leitura de pH. E as análises foram feitas em triplicata.

Os reagentes utilizados:

- Soluções tampão para pH 4,0 e pH 7,0 ;
- Água destilada;

- Solução de cloreto de potássio (KCl) 1M : dissolver 74,56 g de KCl em água destilada e completar o volume a 1 litro.

Equipamentos:

- Balança analítica
- O pHmetro
- Eletrodo de vidro combinado Ag/AgCl
- Barra magnético
- Becker
- Agitador magnético

#### ***4.4.2. Determinação do carbono orgânico e da matéria orgânica***

Baseando na metodologia dos ALLISON *et al.*, (1965) e WELKLEY e BLACK(1934), pesou 1g de TFSA, transferiu para erlenmeyer de 500ml e adicionou 10 ml da solução de dicromato de potássio 0,5 M, com ajuda de uma bureta e 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Agitou e deixou em repouso por trinta minutos, depois acrescentou 200 ml de água destilada e 10 ml ácido ortofosfórico concentrado e oito gotas de difenilamina 1%. Logo titulou com a solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 M, até viragem de azul para verde.

Reagentes e soluções:

- solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 M : dissolveu 196,07 do sal  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em 800 ml de água destilada e adicionou 20 ml de ácido sulfúrico concentrado e completar com água destilada em volume de 1 litro em balão volumétrico e filtrar com algodão. Titular esta solução cada vez for usa-la.
- Solução de dicromato de potássio 0,5 M = dissolver 49,04g do sal  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  seco na estufa 110 grau, e completando com água em balão volumétrico 1 litro.
- Difenilamina 1% : dissolver 1gr de indicador em 100 ml ácido sulfúrico concentrado

Os reagentes utilizados:

- Solução de dicromato de potássio 0,5 M

- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido ortofosfórico concentrado
- difenilamina 1%
- Sulfato amoniacal 0,5N

**Vidrarias e Equipamentos:**

- Balança semi - analítica
- Bureta
- Erlenmeyer

Para calcular o valor de matéria orgânica, usa-se a Equação abaixo conforme o BOLETIM TÉCNICO (2009) :

$$\% \text{ M.O.} = \% \text{ C} \times 1,725 \dots \dots \dots \text{Equação 3}$$

**4.4.3. Determinação da acidez trocável**

A determinação da acidez trocável foi feita titulando-se com NaOH em presença de fenolftaleína como indicador. Nesse procedimento, pesou 5g de TFSA, transferiu para erlenmeyer de 250 ml, e adicionou 100 ml de KCl 1M, agitou com o barra magnético por dez minutos e deixou decantar por dezesseis horas. Em seguida filtrou e adicionou algumas gotas de fenolftaleína a 3% e tituló com a solução de NaOH 0,1 M até uma coloração rosa persistente. A determinação da acidez trocável com solução de KCl 1M foi realizada em triplicata para cada amostra do solo e fez-se simultaneamente uma prova em branco.

Os reagentes utilizados:

- Solução de KCl 1 M
- Solução de NaOH 0,1 M
- fenolftaleína a 3%

Vidrarias e Equipamentos:

- Balança analítica
- Bureta
- Erlenmeyer

Cálculo :

$$\text{Acidez trocável meq/100g} = (V_2 - V_1) \times 2$$

$$\text{Acidez trocável meq (100g)}^{-1} = \text{Acidez trocável cmol dm}^{-3}$$

Onde:

$V_1$  = mililitros de solução de NaOH 0,1N gastos no ensaio em branco;

$V_2$  = mililitros de solução de NaOH 0,1N gastos na titulação do extrato.

#### **4.4.4. Determinação da acidez potencial**

A extração da acidez dos solos com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado volumetricamente com solução padronizada de NaOH em presença de fenolftaleína como indicador. Seguidamente o procedimento, pesou 5 g de solo fino seco na estufa, transferiu para erlenmeyer de 500 ml, e adicionou 100 ml da solução de acetato de cálcio 0,5M a pH 7,0, agitou com barra magnético por dez minutos e deixou em repouso por dezesseis horas. Logo depois, filtrou e adicionou algumas gotas de fenolftaleína a 3% e titulou com solução de NaOH 0,1 M, até virou uma coloração rosa persistente. A extração foi efetuada triplicata. E efetuou uma prova em Branco.

Os reagentes utilizados:

- Solução de KCl 1 M
- Solução de NaOH 0,1 M
- fenolftaleína a 3%

Vidrarias e Equipamentos:

- Balança analítica
- Bureta
- Erlenmeyer

Cálculo :

$$\text{Acidez potencial (H + Al) em meq (100g)}^{-1} = (V_2 - V_1) \times 2$$

$$\text{Acidez trocável meq (100g)}^{-1} = \text{Acidez trocável cmol dm}^{-3}$$

Onde :

$V_1$  : mililitros dos solução de NaOH 0,1N gastos no ensaio em branco ;

$V_2$ : mililitros de solução de NaOH 0,1N gastos na titulação do extrato.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros químicos estudados estão apresentados na Tabela 1. Os valores de acidez estão expressos na unidade de  $\text{cmol dm}^{-3}$  e os valores de carbono orgânico e matéria orgânica estão expressos em porcentagem  $\%$  ( $\text{mm}^{-1}$ ).

**Tabela 1.** Parâmetros Químicos do solo sob cultivo. Os valores de acidez trocável e acidez potencial estão expressos na unidade de  $\text{cmol dm}^{-3}$  e os valores de carbono orgânico e matéria orgânica estão expressos na unidade  $\%$  ( $\text{m m}^{-1}$ )

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
pH (água)	6,80	6,70	6,10	6,96	6,70	6,63	6,79	5,92	6,17
pH (KCl)	5,52	6,37	5,83	5,70	5,95	6,47	4,44	5,77	6,03
Acidez trocável ( $\text{cmol dm}^{-3}$ )	1,4	0,2	0,6	0,2	0	0,8	0,8	0,6	0,2
Acidez potencial ( $\text{cmol dm}^{-3}$ )	2,2	2,2	2,2	3,4	3	2,2	3,2	2,4	3,4
Carbono Orgânico (%)	0,72	0,57	2,48	1,35	0,64	2,43	2,69	0,39	0,21
Matéria Orgânica (%)	1,25	0,98	4,27	2,32	1,11	4,20	4,65	0,68	0,36

Os dados foram comparando com o trabalho de Fernandes *et al.* (2008), que estudaram solo de bananeira no estado de Minas Gerais e durante experimento de manejo, com adubação e irrigação, por 10 anos. Antes do início do tratamento do solo foram feitas as determinações dos parâmetros químicos e estes foram acompanhados ao longo do tempo. No tempo zero, os resultados foram: o pH (em água) 5,48, acidez trocável  $0,0 \text{ cmol dm}^{-3}$  e acidez potencial  $2,71 \text{ cmol dm}^{-3}$ , matéria orgânica 1,77 %. Depois de 10 anos de manejo, os parâmetros têm os seguintes valores: pH 8,0, acidez trocável  $0,0 \text{ cmol dm}^{-3}$ , acidez potencial  $0,56 \text{ cmol dm}^{-3}$  e matéria orgânica 3,64 %.

Em termos gerais, a presença de ânion de acetato de cálcio  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  extrai maior parte do hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ) não

dissociado do solo. Porém, os íons  $H^+$  e  $Al^{3+}$  diminuem o pH do solo e causam a acidez do solo. E na solução de KCl 1 M extrai  $Al^{3+}$ , com exceção de solos orgânicos ou solos com pH muito baixo ( $<4,0$ ).

A partir do estudo de Nye *et al.* (1961) estudaram que as trocas entre o par iônico K-Al, indicando que em altas concentrações o KCl é um deslocador efetivo do alumínio trocável. De acordo com Lopes (1989) afirma que quando saturado com H, o comportamento do solo ficou ácido fraco. Pois quanto mais  $H^+$  for retido no complexo de troca, maior será acidez do solo.

No resultado do pH do solo em água e em KCl apresentou (pH = 6,03 – 6,96) é ácido. Permitindo que os contaminantes presentes em metais pesados estejam mais disponíveis devido a diminuição da adsorção destes nos coloides do solo e também por conferir menor estabilidade aos complexos que se formam entre metais e a fração húmica do solo.

O teor de matéria orgânica e carbono orgânico também classificaram como baixo pois o valor variou entre 0,21-4,20%. O solo do local estudada apresentou teor de matéria orgânica baixo. A matéria orgânica agrega partículas minerais, confere ao solo condições favoráveis de porosidade e aumenta a retenção de água em solo. O solo apresentou baixa teor de matéria orgânica, o que representa que este têm um potencial fraco de retenção de contaminantes.

### 5.1. pH do solo

O pH em água do solo estudado apresentou valor médio de  $6,6 \pm 0,4$ , com coeficiente de variação (CV) 6%, caracterizou-se um solo levemente ácido ou ácido fraco. No solo, valores de pH abaixo de 4,5 ou acima de 7,5 já restringem bastante o crescimento, pois estes valores indicam a existência de várias condições desfavoráveis às plantas, como no primeiro caso, pobreza em Ca e Mg, altos teores de alumínio, e no segundo caso alta fixação de P e deficiência de micronutrientes.

Morais *et al.* (2014) estudaram solo cultivado com banana em áreas de caatinga irrigadas e verificaram pH em água destilada com valores levementes alcalinos,  $7,27 \pm 0,78$ . Dantas *et al.* (2011) estudaram a qualidade de solo em diferentes manejos no Perímetro irrigado em Jaguaribe e também verificam solos com pH levemente alcalino, 7,2 a 7,8. Esse meio levemente alcalino pode ser

resultado da hidrólise de fertilizantes, como uréia, o que não ocorre no solo estudado, pois o produtor faz cultivo orgânico.

O pH alcalino pode influenciar negativamente o desenvolvimento das culturas pela diminuição da disponibilidade de micronutrientes como manganês, cobre zinco e ferro. (Dantas *et al.*, 2011).

Fialho *et al.* (2006) determinaram a qualidade do solo em áreas de vegetação natural e com manejo para produção de bananeiras na Chapada do Apodi/CE. Os valores do pH em água para as amostras com vegetação natural foram similares com os valores de pH do solo estudo, 6,6, o que pode ser identificado como solo com característica de vegetação natural.

O pH em solução KCl apresentou  $5,8 \pm 0,6$ , com CV 10%. Os valores de pH em solução KCl foram relativamente próximos os valores de pH em água destilada, isso quer dizer que a propriedade possui baixo teor de alumínio trocável. Este resultado está diretamente ligado à acidez trocável do solo, e foi verificado baixo teor de acidez trocável, a qual é ligada a hidrólise do íon alumínio em solução.

Através destas resultados podemos dizer que

## 5.2. Acidez do solo

A acidez trocável do solo apresentou valores entre  $0,0 \text{ cmol dm}^{-3}$  a  $1,4 \text{ cmol dm}^{-3}$ , resultando como média  $0,53 \pm 0,41 \text{ cmol dm}^{-3}$ , com CV 77%. O elevado coeficiente de variação é justificado por ter valores muito pequenos de acidez e o erro do método influenciou fortemente o aumento do desvio padrão dos resultados.

Os valores de acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) extraídos por acetato de cálcio calibradas por extração com acetato a pH 7,0 variaram de  $2,2 \text{ cmol dm}^{-3}$  a  $3,4 \text{ cmol dm}^{-3}$ , resultando em  $2,69 \pm 0,5 \text{ cmol dm}^{-3}$ , com CV 19%.

Os valores encontrados estão coerentes com o esperado. A acidez potencial apresentou valores maiores que a acidez trocável, pois aumentou a disponibilidade dos íons  $\text{H}^+$  em solução oriunda da hidrólise do Alumínio extraído dos colóides.

Os valores obtidos no solo da propriedade estudada estão similares aos valores encontrados no estudo de Fernandes *et al.* (2008) antes de iniciar o

tratamento químico. Durante 10 anos os valores de acidez trocável ficaram em 0  $\text{cmol dm}^{-3}$  e a acidez potencial diminuiu de 2,71  $\text{cmol dm}^{-3}$  para 0,56  $\text{cmol dm}^{-3}$ . A acidez potencial teve sua diminuição com o aumento do pH, de ácido para alcalino, afetado pela irrigação, fenômeno que não ocorre na propriedade estudada.

### 5.3. Carbono Orgânico e Matéria Orgânica

Os resultados de determinação de carbono orgânico foram de 0,21% a 2,69%, resultando média  $1,28 \pm 1$  % e matéria orgânica variaram de 0,36% a 4,27%, com valor médio de  $2,20 \pm 1,7$  % .

Fialho *et al.* (2006) verificou o teor de matéria orgânica em solo com vegetação natural para produção de bananas 18,70  $\text{g kg}^{-1}$ , o que corresponde a 1,87 % e no trabalho de Fernandes *et al.* (2008) verificou o aumento de matéria orgânica de 1,77% para 3,64% após 10 anos de manejo.

Comparando os valores determinados de matéria orgânica na propriedade estudada com os trabalhos citados acima, os resultados apresentaram valores aproximados a uma vegetação natural sem a influência da adubação, e em alguns locais com valores acima de 4%. Podemos dizer que o bananal estudado possui em média bom teor de matéria orgânica para a produção da banana, quando comparado com o estudo de Fernandes *et al.* (2008).

## 6. CONCLUSÃO

Os parâmetros químicos foram determinados e apresentaram os seguintes valores médios, pH (em água )  $6,6 \pm 0,4$  , pH (KCl)  $5,8 \pm 0,6$ , acidez trocável  $0,53 \pm 0,41 \text{ cmol dm}^{-3}$ , acidez potencial  $2,69 \pm 0,52 \text{ cmol dm}^{-3}$ , carbono orgânico  $1,28 \pm 1,0 \%$  (m m<sup>-1</sup>) e matéria orgânica  $2,20 \pm 1,7 \%$  (m m<sup>-1</sup>). Esses resultados quando comparado com a literatura do cultivo da banana apresentam valores correspondentes a solos sob vegetação natural, sem adubação, característica de um produto orgânico.

O presente trabalho colabora com os primeiros registros dos parâmetros físico- químicos de qualidade do solo da propriedade estudada, o que contribui com a produtor rural com o conhecimento sobre a qualidade do banana produzida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADECE. Agência de Desenvolvimento do Ceará. **Perfil da Produção de Frutas Brasil 2013**. Disponível em:

<http://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads/category/10-agronegocios>.

Acessado: 23/05/2018.

ANTONIO, Adilson.C.D. **Fertilidade do solo e recomendação de adubação e calagem**. Disponível em :

[http://proedu.ifce.edu.br/bitstream/handle/123456789/586/Aula\\_11.pdf?sequence=11&isAllowed=y](http://proedu.ifce.edu.br/bitstream/handle/123456789/586/Aula_11.pdf?sequence=11&isAllowed=y) \_ Acessado : 24/05/2018.

BRADY, C. N.; WEIL, R. R. **Elemento da natureza e propriedades do solo**. 3ª Edição. São paulo, BOOKMAN Editora Ltda, **2013**.

B.TOMÉ Jr. **Manual para interpretação de Análise de solo**, (1997).

BOLETIM, **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Edição revista e atualizada. Campinas(Sp), INSTITUTO AGRONÔMICO, **2009**.

BATISTA; VERISSIMO; DINIZ. **Morfopedologia e Erodibilidade no maciço de Baturité/Ce**. Revista Geonorte. Rio grande do Sul, Edição Especial 4, **2014**.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **BOLETIM: Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas(Sp), **2009**.

CUSTODIO, J. A. L.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S. **Análise da Cadeia Produtiva da Banana no Estado do Ceará**. In: XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURALX, 2001, Recife. Competividade & Globalização - Impactos Regionais e Locais. Brasília-DF: SOBER, 1, 1 – 9, **2001**.

DANTAS, J. d'D.; 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*, 16 (1), 18 - 26, **2012**.

EMBRAPA. **Qualidade do Solo e Meio Ambiente**. 1ª Edição, Santo Antônio de Goiás, **200**

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Revista e atualizada, 2ª Edição, Rio de Janeiro, **1997**.

EMBRAPA. **Banana produção**. Brasília: CORDEIRO, 2000. Disponível em: <http://files.prof-vanderufersa.webnode.com.br/200000035-d5c05d6b77/Banana%20Produ%C3%A7%C3%A3o.PDF> . Acessado : 03/05/2018

EMBRAPA. **Mandioca e Fruticultura**. Dados da Produção de Banana no Brasil em 2016. Disponível em :

[http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/banana/b1\\_banana.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf) . Acessado em : 23/05/2018.

FERNANDES, L. A.; RAMOS, S.J.; VALADARES, S. V.; LOPES, P. S. N.; FAQUIN, V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (11), 1575 - 1581, **2008**.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S.; JÚNIOR, J. M. T. S.; Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi/CE. *Revista Ciência Agronômica*, 37 (3), 250 - 257, **2006**.

GUERRA, G. Amilton. Agronegócio da banana. **Clube de Autores, 2014**.

JUNIOR, O.X. Manual: **Uso de escória de aciaria e calcário em bananeira prata-anã**, Botucato-Sp. **2013**.

Disponível em : <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1003.pdf>. Acessado em : 23/05/2018.

JUNIOR, A. B. A. de.; NASCIMENTO, C. W. A. do.; BARROS, M. R. do. Acidez Potencial Estimada pelo Método do pH SMP em Solos do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira Ciência do solo*, 39:767-773, **2015**.

KAMINSKI, J.; GATIBONI, L. C.; RHEINHEIMER, D. S.; MARTINS, J. R.; SANTOS, E. J. S.; TISSOT, C. A. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26, 1107 – 1113, **2002**.

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*, 18 (9), 887 - 891, **2014**.

SOUSA, S. G.; ALENCAR, G. S. S.; ALENCAR, F. H. H. Análise socioambiental da produção de banana no município de Cariús (CE), Brasil. *Ciência e Sustentabilidade – CeS*, 3 (2), 119 -144, **2017**.