

**EDGARD ALVES MUNIZ**

**EFEITOS DE GESSO AGRÍCOLA E CORRETIVOS  
DE ACIDEZ DO ABACAXIZEIRO CULTIVADO EM  
LATOSSOLO E PLINTOSSOLO**

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

Orientadora:

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil**

Co-orientador:

**Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro**

Goiânia, GO – Brasil  
2015

**Ficha catalogáfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo autor  
sob orientação do Sibi/UFG**

**Muniz, Edgard Alves**

**Efeitos de gesso agrícola e corretivos de acidez do abacaxizeiro cultivado em Latossolo e Plintossolo.**

**Edgard Alves Muniz – Goiânia, 2015.**

**78 f.: il.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil. Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro.**

**Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2015.**

**Bibliografia.**

**Incluem-se figuras e tabelas.**

**calcários, gessagem, solos de cerrados, frutas tropicais**

**EDGARD ALVES MUNIZ**

**EFEITOS DE GESSO AGRÍCOLA E CORRETIVOS DE ACIDEZ DO  
ABACAXIZEIRO CULTIVADO EM LATOSSOLO E  
PLINTOSSOLO**

Tese DEFENDIDA em 21 de maio de 2015 e APROVADA pela Banca  
Examinadora constituída pelos membros:

---

Dr. Wilson Mozena Leandro  
Professor EA - UFG

---

Dr. Jácomo Divino Borges  
Professor EA - UFG

---

Dr<sup>a</sup>. Cláudia Fabiana Alves Resende  
Professora - Unievangélica

---

Dr<sup>a</sup>. Luciana Domingues Bittencourt Ferreira  
Professora - Unianhanguera

---

Dr<sup>a</sup>. Patrícia Pinheiro da Cunha  
Professora EA – UFG

---

Dr<sup>a</sup>. Eliana de Paula Fernandes Brasil  
Professora EA - UFG

Goiânia, Goiás  
Brasil

**Ao**

**Meu saudoso pai, agricultor resignado, e à  
minha talentosa mãe que, com paciência e  
fidelidade, sempre o acompanhou nas  
peregrinações, de uma fazenda para outra,  
em busca de trabalho – motivo da minha  
vocação para ser engenheiro agrônomo.**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

**Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes.**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil, Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro, Prof. Dr. Adão Wagner Pêgo Evangelista, Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha, Sr. Welinton Barbosa Mota – UFG.**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Beáta Emöke Madari e Dr<sup>a</sup>. Maria da Conceição Santana Carvalho – Embrapa Arroz e Feijão.**

**Prof. Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos, Prof. Dr. Mário Sóter, Prof. Dr. Cícero Célio de Figueiredo, Prof. Dr. Marcelo Fagioli, Prof. Dr. Luís Álvaro Tronconi – UnB, durante o Mestrado.**

**Demais professores que tive em ambas as universidades.**

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1	O ABACAXIZEIRO .....	19
2.1.1	<b>Generalidades</b> .....	19
2.1.2	<b>Importância econômica, produção, pesquisas</b> .....	21
2.2	LATOSSOLOS .....	22
2.2.1	<b>Latossolo Amarelo Distrocoeso típico</b> .....	24
2.2.2	<b>Horizonte B latossólico</b> .....	24
2.2.3	<b>Horizonte B textural</b> .....	26
2.3	PLINTOSSOLOS .....	28
2.3.1	<b>Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico</b> .....	30
2.3.2	<b>Horizonte plíntico</b> .....	30
2.3.3	<b>Horizonte litoplíntico (petroplíntico)</b> .....	32
2.3.4	<b>Plintita</b> .....	32
2.3.5	<b>Petroplintita</b> .....	33
2.4	CALCÁRIO CALCÍTICO .....	33
2.5	CALCÁRIO DOLOMÍTICO .....	34
2.6	GESSO AGRÍCOLA .....	35
2.7	ASPECTOS RELEVANTES DO CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE .....	36
2.7.1	<b>Cálcio</b> .....	36
2.7.2	<b>Magnésio</b> .....	37
2.7.3	<b>Enxofre</b> .....	38
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
3.1	SOLOS, LOCALIZAÇÃO, METODOLOGIA .....	39
3.2	TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS .....	40
3.3	OBTENÇÃO DE MUDAS .....	40

3.4	INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	40
3.5	VARIÁVEIS ANALISADAS .....	42
3.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	44
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Comparações de médias de efeitos de tratamentos, expressos em t ha<sup>-1</sup>, de abacaxi (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola, cultivado em Latossolo e Plintossolo ..... 46
- Tabela 2.** Matriz de correlação de Pearson entre os atributos ou variáveis de solo do Latossolo e produtividade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola. Anápolis, GO. Safra de 2012. .... 50
- Tabela 3.** Matriz de correlação de Pearson entre os atributos ou variáveis de solo do Plintossolo e produtividade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola. Anápolis, GO. Safra de 2012. .... 51

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Efeitos médios de aplicação de calcários e gesso agrícola sobre a produção do abacaxizeiro (*Ananas Comosus* L., Merrill) var. Pérola, cultivado em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e em Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, Anápolis, 2012. .... 48
- Figura 2.** Teores de Ca, Mg e K no solo em função de profundidades, em Latossolo e Plintossolo, cultivados com abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola, após aplicação de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola. Anápolis, GO, 2012. .... 52
- Figura 3.** Valores de  $pH_{KCl}$ ,  $pH_{H_2O}$  e V no solo em função de profundidade, em Latossolo e Plintossolo, cultivados com abacaxizeiro, após aplicação de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola. Anápolis, GO, 2012. .... 53

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice 1.** Produção de abacaxi Pérola em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico submetido a quatro tratamentos ..... 63
- Apêndice 2.** Produção de abacaxi Pérola em Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico submetido a quatro tratamentos ..... 63
- Apêndice 3.** Valores das variáveis referentes ao Latossolo Amarelo Distrocoeso típico utilizado, no estado natural ..... 64
- Apêndice 4.** Valores das variáveis referentes ao Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico utilizado, no estado natural ..... 68
- Apêndice 5.** Variáveis de solo do Apêndice 3 submetidas a nova análise de laboratório após término de aplicação de quatro tratamentos ..... 72
- Apêndice 6.** Variáveis de solo do Apêndice 4 submetidas a nova análise de laboratório após término de aplicação de quatro tratamentos ..... 74

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Efeito de pH na disponibilidade de nutrientes e na solubilidade do alumínio no solo ..... 77
- Anexo 2.** Nutrientes absorvidos ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em diferentes estádios do abacaxizeiro ... 78
- Anexo 3.** Marcha de absorção de nutrientes no abacaxizeiro durante o período de 30 meses ..... 79

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ADAB	Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia
Al	alumínio
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	alumina, óxido de alumínio
An	argila não-floculada
APMS	agregado de partículas minerais de solo
At	argila total
B	boro
C	carbono
Ca	cálcio
CaCO <sub>3</sub>	calcita, calcário calcítico
CaCO <sub>3</sub> .MgCO <sub>3</sub>	dolomita, calcário calcítico
CaO	óxido de cálcio
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	gipsita, gesso agrícola
CC	capacidade de campo
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
CTC	capacidade de troca catiônica total, T
Cu	cobre
Da	densidade aparente de solo, ou densidade de solo, Ds
DAP	fosfato di-amônio
DMP	diâmetro médio ponderado de APMS
Dr	densidade real de solo, ou densidade de partículas, Dp
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola
Emater	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMEPA	Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	ferro
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	óxido férrico, hematita
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O	limonita
FeO	óxido ferroso
Gf	grau de floculação
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico
I	infiltração ou velocidade de infiltração
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ic	índice de compactação de solo, em N (newtons)
K	potássio
KCl	cloreto de potássio
Ki	índice de intemperismo de solo
Kr	índice de intemperismo de solo
Ksh	condutividade hidráulica do solo saturado, na direção horizontal
Ksv	condutividade hidráulica do solo saturado, na direção vertical
L <sub>CC</sub>	tratamento com calcário calcítico, no Latossolo
L <sub>CD</sub>	tratamento com calcário dolomítico, no Latossolo
L <sub>G</sub>	tratamento com gesso agrícola, no Latossolo

L <sub>s</sub>	tratamento sem calcário calcítico, calcário dolomítico ou gesso agrícola, no Latossolo
m	saturação por alumínio
M. O.	matéria orgânica
Macp	macroporosidade de solo
MAP	fosfato mono-amônio
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	magnésio
MgO	óxido de magnésio
Micp	microporosidade de solo
Mn	manganês
MnO	óxido de manganês bivalente
MnO <sub>2</sub>	óxido de manganês tetravalente
N	normal, nitrogênio
Na	sódio
P	fósforo
p/p	peso por peso
P <sub>CC</sub>	tratamento com calcário calcítico, no Plintossolo
P <sub>CD</sub>	tratamento com calcário dolomítico, no Plintossolo
PCZ	ponto de carga zero
P <sub>G</sub>	tratamento com gesso agrícola, no Plintossolo
PIA	Produção Integrada de Abacaxi
PMP	ponto de murcha permanente
PRNT	poder relativo de neutralização total
P <sub>s</sub>	tratamento sem calcário calcítico, calcário dolomítico ou gesso agrícola, no Plintossolo
S	enxofre
SAS	Statistical Analysis System
Sb	soma de bases
SEAGRI	Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SFA	Superintendência Federal de Agricultura
Si	silício
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SiO <sub>2</sub>	sílica, quartzo
t	atividade de argila
t <sub>1</sub>	tempo inicial de infiltração de água num solo
t <sub>2</sub>	tempo final de infiltração de água num solo, até a saturação
Te	CTC efetiva
t <sub>s</sub>	tempo gasto para um solo se tornar saturado por água, t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub>
USDA	United States Department of Agriculture
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
V	saturação por bases, em %
v/v	volume por volume
V <sub>a</sub>	volume de água, em cm <sup>3</sup>
V <sub>s</sub>	volume de solo, em cm <sup>3</sup>
YR	vermelho-amarelo
Zn	zinco
ΔpH	pH <sub>KCl</sub> – pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>

$\Delta Z$	camada de solo, em cm
$\theta_{LI}$	teor de água no solo, disponível às plantas, no limite inferior
$\theta_{LS}$	teor de água no solo, disponível às plantas, no limite superior
$\theta_S$	teor de água no solo, no estado de saturação
$\phi$	porosidade total de solo
$\mu$	mícron

## RESUMO

MUNIZ. E. A. **Efeitos de gesso agrícola e corretivos de acidez do abacaxizeiro cultivado em Latossolo e Plintossolo.** 2015. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico é o menos fértil dos solos cerradinos. Fazê-lo produzir alimentos para contribuir com o agronegócio brasileiro, torna-se um desafio para a ciência. Em adição a este fato, abacaxi é uma importante fonte de divisas para o país. Por estas razões, o presente trabalho objetivou avaliar efeitos de aplicações, no solo, de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola sobre a produtividade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) var. Pérola cultivado em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e em Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico de uma mesma topossequência de bioma Cerrado. Logo após o plantio, foram aplicadas, aos dois solos, as seguintes doses equivalentes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): na área de latossolo – 2.000, 2.000 e 1.000; e na área de plintossolo – 3000, 3000 e 1.500 de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola, respectivamente. Como efeitos, as produções médias de frutos ( $\text{t ha}^{-1}$ ), nos dois solos, foram: 8,32; 12,94; 13,82; 15,09; 5,02; 12,60; 14,11; e 14,82, na mesma ordem das doses equivalentes descritas acima. Os ensaios foram instalados em 2010, no município de Anápolis (GO), com latitude de 16°19'36" S, longitude 48°57'10" W e altitude 1017 m. A média anual de pluviosidade é de 1.200 mm e a temperatura oscila entre 21 e 35°C; clima é classificado como Aw no sistema Köppen. A colheita realizou-se em 2012. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso. Cada parcela mediu 1,20 x 6,60 m, e foram quatro os tratamentos de cinco repetições. Os três insumos, nas doses equivalentes mencionadas, induziram o Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico estudado a atingir uma capacidade de produção de abacaxi Pérola estatisticamente igual à do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico. O gesso agrícola, o calcário dolomítico e calcário calcítico, individualmente, aumentaram os teores de bases trocáveis nas camadas mais superficiais dos dois solos, o que possibilitou a obtenção de maiores produtividades do abacaxizeiro Pérola.

*Palavras-chave:* calcários, gessagem, solos de cerrado, frutas tropicais.

---

<sup>1</sup> Orientador (a): Prof.<sup>ª</sup>. Dr.<sup>ª</sup>. Eliana Paula Fernandes Brasil, EA – UFG.  
Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro, EA – UFG.

## ABSTRACT

MUNIZ. E. A. **Effects of agricultural calcium sulfate and soil acidity correctives of pineapple plant cultivated on Latosol and Plintosol.** 2015. 78 f. Thesis (Doctorship on Agronomy: Soil and Water). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2015.<sup>1</sup>

The latosolic Concretionary Petric Plintosol is the less fertile soil in the bioma Cerrado. Making it to produce food in order to contribute to the Brazilian agribusiness, turns into a great challenge for Science. In addition to this fact, the pineapple fruits exports are important incomes sources for our Country. For this reason, the present work aimed to assess effects of application, on soil, of calcium carbonate, calcium & magnesium carbonate and calcium sulfate, on productivity of pineapple plant (*Ananas comosus* L. Merrill) var. Pérola cultivated in typical Distrocohesive Yellow Latosol and latosolic Concretionary Petric Plintosol on a same topossequence of Cerrado bioma. Soon after planting, it were applied on both soils, the following equivalent doses (kg ha<sup>-1</sup>): on the latosol area – 2000, 2000 and 1000; and on the plintosol area – 3000, 3000 and 1500; of calcium carbonate, calcium & magnesium carbonate and calcium sulfate, respectively. As effects, the fruits production averages (t ha<sup>-1</sup>), in both soils were: 8,32; 12,94; 13,82; 15,09; 5,02; 12,60; 14,11; e 14,82, respectively, in the same sequence above. The essays were set up in 2010, in a region of Anápolis, Goiás State, latitude 16°19'36" S, longitude 48°57'10" W and altitude 1017 m. The yearly pluviosity average is 1.200 mm, and the temperature oscillates between 21 and 35°C; the climate is classified as Aw according to Köppen system. The harvest was achieved in 2012. The experimental design was in randomized blocks. Each plot measured 1,20 x 6,60 m and were four the number of treatments with five replications. The three products, in the mentioned equivalent doses, induced the latosolic Concretionary Petric Plintosol studied to reach a pineapple Pérola production capacity equivalent to the typical Distrocohesive Yellow Latosol. Calcium sulfate, calcium carbonate and calcium & magnesium carbonate, individually, increased the tenor of changeable bases in the upper layers of both soils, wich made it possible to obtain greater pineapple Pérola yielding.

*Key words:* calcium carbonates, calcium sulfate, cerrado soils, tropical fruits.

---

<sup>1</sup> Adviser: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Paula Fernandes Brasil, EA-UFG.  
Co-adviser: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro, EA-UFG.

# 1 INTRODUÇÃO

Por ser uma planta que tem o Cerrado como centro de origem, o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) é adaptado a solos de baixa fertilidade (Coulter, 1940; Simão, 1971). Em solos férteis, ele praticamente dispensa adubação (Malavolta et al., 1974; Murayama, 1976; Malavolta, 1980; Embrapa, 2013), porém, o uso racional de solos impõe a necessidade de reservar áreas férteis a plantas troficamente ainda mais exigentes do que o abacaxizeiro (Goedert et al., 1986). Por meio de adequadas técnicas de manejo, solos de Cerrado, como o Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, também se tornam altamente produtivos, com uma relação custo/benefício compensadora (Embrapa, 1979; Goodland & Ferri, 1979; Goedert et al., 1986).

Entre os solos de Cerrado, o Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico é o menos fértil e, portanto, teoricamente considerado inadequado para agricultura (Oliveira, 2001; Embrapa, 2006, 2014). Com isso, uma área aproximada de nove milhões de hectares encontra-se ociosa, visto que esta classe de solo ocupa cerca de 5% dos 180 milhões de hectares de Cerrado (Oliveira et al., 1992; IBGE, 2014).

Não se conhece investigação científica precedente acerca da capacidade do Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico na produção de abacaxi. Torna-se, pois, imperiosa a necessidade de pesquisas voltadas à criação de tecnologias específicas para este solo, de maneira que ele venha contribuir para o fortalecimento do agronegócio brasileiro.

O trabalho teve como objetivo avaliar efeitos de aplicações de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola sobre a produtividade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) var. Pérola cultivado em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico<sup>1</sup> numa mesma topossequência de bioma Cerrado.

---

<sup>1</sup>Anteriormente, este trabalho foi intitulado EFEITOS DE CORRETIVOS DE SOLO E GESSO AGRÍCOLA SOBRE O ABACAXIZEIRO CULTIVADO EM LATOSSOLO E PLINTOSSOLO. No momento da defesa de Tese, a Banca Examinadora propôs mudança para o atual título, sem afetar o objetivo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O ABACAXIZEIRO

#### 2.1.1 Generalidades

Cientificamente conhecido como *Ananas comosus* L. (Merril). Trata-se de uma planta monocotiledônea da família Bromeliaceae, cujo centro de origem é o Cerrado matogrossense. Seu fruto é uma pinha e pertence à classe de lavouras temporárias (Coulter, 1940; Simão, 1971).

Há cerca de quarenta variedades de abacaxizeiro, porém, as mais cultivadas são Pérola, Boituva e Smooth Cayenne (Simão, 1971; MAPA, 2013). O fruto é rico em sais minerais e vitaminas A, B e C, bem como em P, K, Ca, Fe e Na. Um quilograma de polpa contém, em média, 71, 1.129, 73, 4 e 13 mg de P, K, Ca, Fe e Na, respectivamente (Malavolta et al., 1974).

O abacaxizeiro é intolerante a geadas; a temperatura favorável é acima de 21°C (Py et al., 1957; Giacomelli, 1982). A maturação natural, sem indução floral, é desuniforme, que ocorre do 18º ao 24º mês (Py et al., 1957; Simão, 1971; Giacomelli, 1982). O início da floração é a partir do 12º mês (Simão, 1971; Murayama, 1976).

Potássio é o elemento mais exigido pelo abacaxizeiro, seguido do cálcio (Krauss, 1928; Simão, 1971; Malavolta et al., 1974; Paula et al., 1998). De acordo com Krauss (1928) e Teiwes & Gruneberg (1963), a parte aérea, juntamente com a subterrânea e o fruto maduro, absorvem do solo cerca de (g planta<sup>-1</sup>): 112 de N, 27 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 360 de K<sub>2</sub>O e 118 de CaO, durante os 30 meses que a planta permanecer no solo. Portanto, a proporção média entre N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e CaO é 4,0:1,0:13,0:4,3.

De acordo com Krauss (1928), o início da marcha de absorção desses nutrientes pelo abacaxizeiro acontece, efetivamente, a partir do 3º mês (Anexos 2 e 3), e

aumenta com a idade da planta. No 21º mês, essa absorção atinge o valor máximo. Daí para frente, a absorção cai pela metade, mas continua aumentando (Anexos 2 e 3).

O Mg é exigido pelo abacaxizeiro de modo aproximadamente semelhante ao  $K_2O$ , embora quantitativamente bem menor (Follet-Smith, 1936). A absorção acumulada de  $CaO$ , por essa planta, é ligeiramente superior à do N (Teiwes & Gruneberg, 1963).

A figura do Anexo 3 evidencia que: (a) do 12º ao 15º mês, a velocidade de absorção de  $MgO$  é igual à do  $K_2O$  (Follet-Smith, 1936), (b) do 12º ao 15º mês, ocorre a maior velocidade de absorção de N (Krauss, 1928), (c) a maior velocidade de absorção de  $K_2O$  ocorre do 6º ao 8º mês (Inforzzato et al., 1968). Conforme Malavolta (1980), adição de Ca ao solo aumenta a absorção de K.

O teor de nutrientes minerais nas plantas superiores varia de acordo com sua parte – raiz, tronco, galho, fruto e folhas (Epstein, 1975), e o abacaxizeiro não foge à regra. Boaretto et al. (1999) realizaram análises químicas de várias folhas verdes inteiras do abacaxizeiro, todas na fase de plena atividade fotossintética e de mesmo estágio fenológico, colhidas ao acaso, e encontraram os teores médios de nutrientes minerais descritos a seguir. N, P, K, Ca, Mg e S: 16, 1, 26, 10, 4 e 2  $g\ kg^{-1}$ , respectivamente; B, Cu, Fe, Mn e Zn: 30, 8, 150, 125 e 10  $mg\ kg^{-1}$ , na mesma ordem.

Jones et al. (1991) constataram que, dependendo do nutriente mineral, seu teor na folha inteira do abacaxizeiro não é uniformemente distribuído, mas varia com a parte da folha: o N concentra-se mais no terço apical da folha e menos no terço basal; o Ca concentra-se de maneira aproximadamente uniforme ao longo do limbo foliar; o K é semelhante ao Ca; o P concentra-se mais no terço basal e menos no terço mediano; o Mg é semelhante ao N; o S é semelhante ao Ca; o B é semelhante ao N; o Zn é semelhante ao P; o Mn se assemelha ao N; e o Fe se assemelha ao Ca. No fruto maduro, Simão (1971) encontrou o teor médio dos nutrientes minerais relacionados. P, K, Ca, Fe e Na: 71, 1.129, 73, 4 e 13  $mg\ kg^{-1}$ , respectivamente; além de vários sais minerais e vitaminas A, B e C.

Malavolta (1979) afirma que, em solos ácidos, aumento do seu pH, por meio de calagem, por exemplo, até a faixa de 6,5, faz com que eles disponibilizem às plantas N, P, K, Ca, Mg e Mo, com diminuição da concentração de Fe, Mn e Cu livres, bem como solubilização do Al livre em níveis tóxicos (Anexo 1). No caso do abacaxizeiro, o pH favorável é 5,0 e a textura areno-argilosa (Ochse et al., 1961).

### **2.1.2 Importância econômica, produção e pesquisas**

Abacaxi é uma fruta apreciada no mundo inteiro, cognominada “fruta nobre dos trópicos” (Murayama, 1976). É um produto importante no comércio internacional de frutas (FAO, 2014). De acordo com este órgão, em 2001 o Brasil foi o 3º maior produtor mundial de abacaxi, perdendo posição apenas para Tailândia e Filipinas.

A produção brasileira de abacaxi cresceu 250% entre 1973 e 2003; a taxa mais significativa foi de 87%, entre 1996 e 2004 (IBGE, 2014). Em 2005, o abacaxi brasileiro atingiu quinze países, a maioria da União Europeia, para onde escoia 70% da produção nacional. Holanda é a maior cliente do Brasil, sob a forma de suco (Embrapa, 2013). Os Estados Unidos compram mais na forma de enlatados (Embrapa, 2013).

No mercado interno, os maiores compradores de abacaxi são, na ordem decrescente: São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (IBGE, 2014). De acordo com MAPA (2015), o abacaxi contribuiu com 7,4 e 8,3% do PIB nacional nos anos de 2013 e 2014, respectivamente.

Com uma área aproximada de 62.597 ha dessa cultura, o Brasil produz, anualmente, cerca de 1,6 bilhões de frutos, que representam uma receita acima de 700 milhões de reais (MAPA, 2013). Em 2011, o Estado da Paraíba foi responsável por 22% da produção nacional, seguida do Pará, Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Goiás, Tocantins e Rio Grande do Norte, nesta ordem (IBGE, 2014).

A partir de 2012, o Estado da Paraíba foi superado pelo Pará. Em 2013, Pará já contava com uma área de 19.678 ha e produziu 320.478 frutos, enquanto Paraíba contava com 13.985 ha com uma produção de 285.715 frutos (IBGE, 2014).

Novas variedades estão sendo desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Abacaxi, da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Embrapa, 2013). Atualmente, esta empresa vem incentivando a produção integrada de abacaxi (PIA) nos Estados da Paraíba e Bahia, com suporte financeiro do CNPq e MAPA, em parceria com SEAGRIs, SFA/MAPA-BA, UFPB, Emater/PB, Emepa, EBDA, ADAB e Sebrae (Embrapa, 2013).

Aliadas a estes esforços, várias pesquisas continuam sendo desenvolvidas em relação ao abacaxizeiro, cujos resultados de algumas são descritos a seguir, em ordem cronológica. O aumento da dose do adubo 20-5-20 num Latossolo Amarelo Distrófico coeso típico diminuiu os teores de Ca e Mg nas folhas do abacaxizeiro Jupí (híbrido), mas

aumentou o brix e a acidez dos frutos (Coelho et al., 2007). Em plantios mais adensados, a variedade Pérola torna-se mais exigente em nutrientes do que a Smooth Cayenne (Silva et al., 2009). Adubação nitrogenada, em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura areno-argilosa, incrementou teores de N nas folhas, mas não influenciou no tamanho, peso e na qualidade do fruto do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne (Marques et al., 2011). Guarçoni et al. (2011), num trabalho com vários adubos em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, cultivado com abacaxizeiro cv. Gold (MD-2), concluíram que: (a) adubo de N diminuiu a qualidade do fruto, porém, ela foi aumentada com adição de adubo P+K; (b) adubo N+K promoveu desenvolvimento vegetativo; (c) adubo K conferiu maior tamanho do fruto; e (d) adubo P não causou qualquer efeito. Rodrigues et al. (2013) realizaram um trabalho de pesquisa em Espodossolo Humilúvico e concluíram que o fertilizante  $K_2SO_4$  aumentou significativamente o peso e a produtividade de abacaxi Pérola, comparado com o KCl. Uma pesquisa realizada por Caetano et al. (2013) revelou que o abacaxizeiro cv. Vitória utilizado não respondeu significativamente à adubação com P.

## 2.2 LATOSSOLOS

Os latossolos são típicos de regiões equatoriais e tropicais, mas ocorrem também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados das mais diversas espécies de rochas, condições climáticas e tipos de vegetação (Embrapa, 2006).

No território nacional, os latossolos ocupam cerca de 46% dos cento e oitenta milhões de hectares do bioma Cerrado. Este bioma pode ter quatro feições básicas: cerrado, cerradão, campo sujo e campo limpo. A vegetação predominante é a xeromórfica, arbustos com folhas grandes e coreáceas, cascas espessas e corticais, troncos heterotrópicos. Seu sistema radicular é muito profundo, o que confere a esses arbustos alta capacidade de sobrevivência durante o período seco, com visível reenverdecimento, nessa época (Goodland & Ferri, 1979).

Em geral, os solos são fortemente ácidos, com baixa saturação por bases (V), distróficos ou álicos. Todavia, podem existir latossolos com média e, até mesmo, alta V, encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semi-áridas

ou não, como também, em solos formados a partir de rochas básicas, como o basalto, o qual contém maior teor de Ca, Mg e K (Embrapa, 1999).

Formam o grupo de solos minerais com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo, ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura ( $\Delta Z$ ). Nesta classe estão incluídos todos os latossolos, excetuadas algumas modalidades identificadas como latossolos plínticos (Oliveira et al., 1992).

Apresentam evolução muito avançada, ou seja, elevado estágio de intemperização, com atuação expressiva de processo de latossolização (ferralitização, ou laterização), resultante de intensa intemperização dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes. Possuem concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de Fe e de Al, com inexpressiva mobilização (migração) de argila, ferrólise, gleização (plintitização). Nestes solos ocorre o desenvolvimento do horizonte diagnóstico B latossólico em sequência a qualquer tipo de horizonte A e quase nulo, ou pouco acentuado, aumento do teor de argila de A para B (Embrapa, 1988).

Latossolos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo e têm baixa capacidade de troca catiônica total (CTC total ou T), comportando variações desde solos predominantemente cauliníticos com valores mais elevados de Ki (índice de intemperismo ou relação molecular  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ), em torno de 2,0 – admitindo-se o valor máximo de 2,0 – até solos oxídicos, de Ki extremamente baixo. Variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram variedades que têm cores pálidas, de drenagem moderada até imperfeitamente drenados, com transição para maior grau de gleização ou plintitização (Embrapa, 2006).

Normalmente, são muito profundos, com espessura do *solum* (horizonte A + horizonte B) raramente inferior a 1,0 metro. Têm sequência de horizontes A, B e C, com pouca diferenciação, e transições usualmente difusas ou aparência mais viva. As cores variam desde amarelas, bruno-acinzentadas, até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes que vão de 2,5 YR a 10 YR, dependendo da natureza, forma e quantidade dos constituintes, mormente óxidos e hidróxidos de Fe, segundo condicionamento de regime hídrico e de drenagem do solo, dos teores de Fe na rocha de origem e da hematita, herdada ou não dele (Embrapa, 1999).

No horizonte C, comparativamente menos colorido, a expressão cromática é bem variável, e até mesmo heterogênea, dada a natureza mais saprolítica. O incremento de argila do horizonte A para o B é pouco expressivo, e a relação textural B/A é menor que 1,5, não satisfazendo, portanto, os requisitos para horizonte B textural. De modo geral, os teores de argila no *solum* aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil. Tipicamente, é baixa a mobilidade das argilas em direção ao horizonte B, ressalvados comportamentos atípicos de solos desenvolvidos de material areno-quartzoso, de constituintes orgânicos, ou com  $\Delta\text{pH}$  positivo ou nulo (Oliveira et al., 1992).

### **2.2.1 Latossolo Amarelo Distrocoeso típico**

Trata-se do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico, do antigo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos de 1999, da Embrapa. Essa classe de solo possui uma relação textural B/A igual ou maior que 1,5 e, ou, presença de cerosidade pouca e fraca dentro de 120 cm da superfície do solo (Embrapa, 2006).

### **2.2.2 Horizonte B latossólico**

É um horizonte diagnóstico subsuperficial, mineral, abaixo de qualquer horizonte diagnóstico superficial, exceto o hístico, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila 2:1, seguidos de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos de Fe e de Al, argila do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Assim, solos com horizonte B latossólico apresentam lavagem alcalina do horizonte A que perde sílica e óxidos de Fe e de Al, os quais se depositam ao longo do perfil (Malavolta, 1979).

Em geral, este horizonte é constituído por quantidades variáveis de óxidos (sesquióxidos) de Fe e de Al, minerais de argila (argilominerais) 1:1, quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver predominância de quaisquer desses materiais. Na composição do horizonte B latossólico, não deve restar

mais do que 4% de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) ou 6% de muscovita na fração areia e recalculados em relação à terra fina (USDA, 1975).

A fração menor que 50 $\mu$  (silte + argila) poderá apresentar pequenas quantidades de argilominerais interestratificados ou ilitas, mas não deve conter mais do que traços de argilominerais do grupo das esmectitas (grade 2:1); vermiculita aluminosa vem sendo constatada com certa frequência. Não deve conter mais de 5% do volume da massa do horizonte B latossólico que mostre estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprólito, ou fragmentos de rochas pouco resistentes ao intemperismo. Este horizonte deve apresentar espessura mínima de 50 cm, textura franco-arenosa ou mais fina e baixos teores de silte, de maneira que a relação silte/argila seja inferior a 0,7 nos solos de textura média, e inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa, na maioria dos sub-horizontes do B até a profundidade de 200 cm (ou 300 cm se o horizonte A exceder a 150 cm de espessura,  $\Delta Z$  (Oliveira, 2001).

O horizonte B latossólico pode apresentar cerosidade, mas pouca e fraca. Ele pode conter mais argila do que o horizonte subjacente, porém o incremento da fração argila com o aumento da profundidade é pequeno, de maneira que comparações feitas a intervalos de 30 cm ou menos entre os horizontes A e B apresentam diferenças menores que aquelas necessárias para caracterizar um horizonte B textural (Embrapa, 2006).

Alguns horizontes B latossólicos apresentam valores de pH determinados em solução de KCl 1N mais elevados que os determinados em H<sub>2</sub>O, evidenciando saldo de cargas positivas, características condizentes com estágio de intemperização muito avançado, em se tratando de B latossólico. Neste horizonte, a capacidade de troca de cátions, CTC ou T, é baixa, e o valor de K<sub>i</sub>, é, normalmente, igual ou inferior a 2,0. Ele apresenta diferenciação muito pouco nítida entre seus sub-horizontes, com transição, de maneira geral, difusa (USDA, 1975).

Em alguns casos, o limite superior deste horizonte é difícil de ser identificado no campo, por apresentar muito pouco contraste de transição com o horizonte que o precede, verificando-se nitidez de contraste quase que somente de cor e de estrutura entre a parte superior do horizonte A e este horizonte. A estrutura do horizonte B latossólico pode ser fortemente desenvolvida quando os elementos de estrutura forem granulares, ou de tamanho muito pequeno a pequeno granular (microestrutura), ou fraca, e mais raramente de desenvolvimento moderado quando se tratar de estrutura em blocos subangulares. A

consistência do material deste horizonte, quando seco, varia de macia a muito dura e de friável a muito friável quando úmido (Oliveira, 2001).

Ele também apresenta alto grau de flocculação (Gf), muito próximo de 100%, nos sub-horizontes mais afastados da superfície e com menor teor de matéria orgânica, o que evidencia grande estabilidade dos agregados de partículas de solo, pouca mobilidade das argilas e elevada resistência a dispersão; o teor de argila dispersa é menor que 20%, desde que o horizonte tenha, no máximo, 0,40% de C orgânico e não apresente  $\Delta pH$  positivo (eletropositivo) ou nulo, tendo comportamento atípico, horizontes mais afetados por C orgânico (geralmente horizonte BA), horizontes com cargas tendendo para (ou com) saldo eletropositivo ou horizontes de textura média, mormente intermediária para textura arenosa (USDA, 1975).

Muitos latossolos de textura média, principalmente aqueles com baixos teores de argila e os muito intemperizados com saldo de cargas positivas, podem não apresentar alto Gf. Portanto, o horizonte B latossólico não apresenta características diagnósticas dos horizontes glei, B textural, B nítrico e plíntico (Embrapa, 2006).

### **2.2.3 Horizonte B textural**

É um horizonte diagnóstico B subsuperficial com textura franco-arenosa ou mais fina (mais argilosa, acima de 15% de argila), em que houve incremento de argila (fração menor que 0,002 mm), orientada ou não, desde que não foi exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e, ou, formação *in situ* e, ou, herdada do material de origem e/ou infiltração de argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial (USDA, 1975).

O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C. Nos solos com horizonte B textural, ocorreu o fenômeno da podzolização, que é a lavagem ácida do horizonte A, o qual perde argila, matéria orgânica e óxidos de Fe e de Al, os quais se acumulam no horizonte B, em vez de se depositarem ao longo do perfil, como acontece nos solos com horizonte B latossólico; em consequência, predomina a areia no horizonte A (Malavolta, 1979).

O horizonte B textural pode ser encontrado à superfície, se o solo foi parcialmente truncado por erosão. Os horizontes B texturais possuem, como característica

comum, a cerosidade, que é uma película formada por partículas de argilominerais, de aspecto lustroso, de brilho graxo. A transição do horizonte A para o B textural pode ser abrupta, clara ou gradual, mas o teor de argila aumenta com nitidez suficiente para que a parte limítrofe entre eles não ultrapasse uma distância vertical de 30 cm, satisfeito o requisito de diferença de textura. É considerada como B textural a ocorrência de lamelas (partículas de argilominerais que repousam aplanadas no local de apoio, ou seja, paralelas às superfícies que revestem ou, ainda, de posição orientada, e não, desorientada) de textura franco-arenosa ou mais fina que, em conjunto, perfazem 15 cm ou mais de espessura, admitindo-se que entre elas pode ocorrer material de areia franca (USDA, 1975).

Um horizonte B textural se forma sob um horizonte ou horizontes superficiais, e deve apresentar espessura que satisfaça uma das condições: (1) ter pelo menos 10% da soma das espessuras dos horizontes subjacentes e no mínimo 7,5 cm; ou (2) ter 15 cm ou mais, se os horizontes A e B somarem mais que 150 cm; ou (3) ter 15 cm ou mais, se a textura do horizonte E ou A for areia franca ou areia; ou (4) se o horizonte B for inteiramente constituído por lamelas, estas devem ter, em conjunto, espessura superior a 15 cm; ou 5 se a textura for média ou argilosa, o horizonte B textural deve ter espessura de pelo menos 7,5 cm (Embrapa, 2006).

Em adição a isto, o horizonte B textural deve atender a um ou mais dos seguintes requisitos: (6) presença de horizonte E no *sequum*, acima do horizonte B considerado, desde que o B não satisfaça os requisitos para horizonte B espódico, plântico ou plânico, ou preencher as condições de um dos itens: (6.a) grande aumento de argila total, At, do horizonte A para B, o suficiente para caracterizar uma mudança textural abrupta (este incremento de argila não deve ser exclusivamente por descontinuidade litológica); ou (6.b) incremento de argila total do horizonte A para B, suficientemente para que a relação textural  $B/A^1$  satisfaça uma das alternativas: (6.b.1) nos solos com mais de 40% de argila no horizonte A, relação maior que 1,5; ou (6.b.2) nos solos com 15 a 40% de argila no horizonte A, relação maior que 1,7; ou (6.b.3) nos solos com menos de 15% de argila no horizonte A, relação maior que 1,8; (7) quando o incremento de argila total do horizonte A para B for inferior ao especificado no item (6.b), o horizonte B textural deve

---

<sup>1</sup> Calculada pela divisão do teor médio (média aritmética) de argila total do B (excluído o BC) pelos teores médios de A, de conformidade com os itens: (a) quando o horizonte A tem menos que 15 cm de espessura, considerar uma espessura máxima de 30 cm do horizonte B; (b) quando o horizonte A tem 15 cm ou mais, considerar uma espessura do horizonte B que seja o dobro de A. **Observação:** Quando os sub-horizontes do B somarem mais do que as espessuras especificadas nos itens (a) e (b) desta nota, deverão ser tomados os valores correspondentes às espessuras dos sub-horizontes.

satisfazer a uma das condições: (7.a) solos de textura média e com ausência de unidades estruturais devem apresentar argila iluvial, em quantidade no mínimo comum, sob forma de revestimento nos grãos individuais de areia, orientada de acordo com a superfície deles ou formando ponte ligando os grãos; ou (7.b) solos de textura média com estrutura em blocos ou prismática devem apresentar dentro de 100 cm a partir do topo do horizonte B, um dos requisitos: (7.b.1) estrutura em blocos subangulares e cerosidade no mínimo moderada; ou (7.b.2) estrutura fraca conjugada conjugada com cerosidade forte; ou (7.b.3) estrutura forte conjugada com cerosidade fraca; (7.c) solos com gradiente textural maior que 1,4 conjugado com presença de fragipã dentro de 200 cm da superfície, desde que não satisfaça os requisitos para horizonte B espódico; (7.d) solos de textura argilosa devem apresentar um dos requisitos: (7.d.1) estrutura em blocos subangulares fraca e cerosidade no mínimo comum e fraca conjugada com o aumento da relação silte/argila em profundidade; ou (7.d.2) estrutura em blocos fraca conjugada com cerosidade no mínimo pouca e moderada (a estrutura o exclui do B nítico); ou (7.d.3) estrutura moderada e cerosidade comum e fraca (cerosidade o exclui do B nítico); ou (7.d.4) teor de argila dispersa (não floculada, An) 20% ou maior dentro de 100 cm a partir do topo do horizonte B, desde que este horizonte tenha 0,40% ou menos de C orgânico e não apresente  $\Delta pH$  positivo ou nulo; (8) se o perfil apresenta descontinuidade litológica entre o horizonte A e o B textural (principalmente em solos desenvolvidos de materiais recentes, como sedimentos aluviais) ou se somente uma camada arada encontra-se acima do horizonte B textural, este necessita satisfazer um dos requisitos especificados nos itens (6.b) e/ou (7) (Oliveira, 2001; Embrapa, 2006).

### 2.3 PLINTOSSOLOS

Formam o grupo de solos minerais com horizonte plíntico ou litoplíntico (petroplíntico) começando dentro de 40 cm, ou dentro de 200 cm quando imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou subjacente a horizontes que apresentam coloração pálida ou variegada, ou com mosqueados em quantidade abundante (>20%, v/v) e satisfazendo uma das seguintes cores: (a) matizes 2,5 Y ou 5 Y; ou (b) matizes 10 YR ou 7,5 YR, com cromas baixos, normalmente iguais ou inferiores a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10 YR; ou (c) mosqueados em quantidade abundante, se presentes, devem apresentar matizes e cromas de acordo com os itens (a) ou (b) e a matiz do solo pode apresentar

coloração desde avermelhada até amarelada; ou (d) horizontes de coloração pálida (cores acinzentadas, brancas ou amarelo-claras), com matizes e croma de acordo com os itens (a) ou (b), podendo ocorrer ou não mosqueados de coloração desde avermelhada até amarelada; ou (e) coloração variegada com, pelo menos, uma das cores apresentando matiz e croma de acordo com os itens (a) e (b) (Embrapa, 1999).

Incluem-se nesta classe os solos que foram reconhecidos pela Embrapa Solos como Lateritas Hidromórficas de modo geral, parte dos Podzólicos plínticos, parte dos Glei Húmico e Glei Pouco Húmico e alguns dos possíveis Latossolos plínticos (Oliveira, 2001).

Os plintossolos são formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização com ou sem petroplintita ou horizonte litoplíntico, na condição que não satisfaz os requisitos estipulados para as classes dos Neossolos, Cambissolos, Luvisolos, Alissolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos ou Gleissolos (Daniels et al., 1978).

Os plintossolos apresentam segregação localizada de Fe, atuante como agente de cimentação, com capacidade de consolidação que pode ser irreversível, após muitos ciclos sucessivos de umedecimento e secagem. Nestes solos ocorrem preponderância e profundidade de manifestação de atributos evidenciadores de gleização, conjugada à caracterização de horizonte diagnóstico superficial glei, comum em solos hidromórficos (Daniels et al., 1978).

São solos que apresentam horizonte B textural sobre ou coincidente com horizonte plíntico, ocorrendo, também, solos com horizonte B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte B. Usualmente, são solos bem diferenciados, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo, tendo sequência de horizontes A, AB, ou A, E (álbico ou não), ou Eg, seguidos de horizonte B<sub>tf</sub>, B<sub>wf</sub> ou C<sub>f</sub>, simbolizando o índice f como presença de plintita (Oliveira, 2001).

Apesar da coloração destes solos ser bastante variável, verifica-se o predomínio de cores pálidas, com ou sem mosqueados de cores alaranjadas a vermelhas, ou coloração variegada, acima do horizonte plíntico. Este apresenta cores acinzentadas, esbranquiçadas ou até amarelo-claras, com mosqueados predominantemente vermelhos ou coloração variegada composta desta última com uma ou mais das cores anteriores (Embrapa, 1999).

A textura destes solos é variável, sendo que no horizonte plíntico a textura é franco-arenosa ou mais fina. Alguns plintossolos possuem mudança textural abrupta. Predominantemente, são solos fortemente ácidos, com baixa V. Todavia, existem plintossolos com V média a alta, como também plintossolos com propriedades solódica e sódica (Embrapa, 2006).

Usualmente, a ocorrência de solos desta classe está relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano (entre 0 e 3% de declividade) ou suavemente ondulado, e menos frequentemente ondulado, em zonas geomórficas de baixada. Também ocorrem em terços interiores de encostas ou áreas de surgentes, sob condicionamento quer de oscilação do lençol freático, quer de alagamento ou encharcamento periódico por efeito de restrição à percolação ou escoamento de água. São típicos de zonas quentes e úmidas, mormente com estação seca bem definida ou que, pelo menos, apresentam um período com decréscimo acentuado das chuvas. Também ocorrem na zona equatorial perúmida e mais esporadicamente em zona semiárida. As áreas mais expressivas de plintossolos estão situadas no Médio Amazonas (interflúvios dos rios Madeira, Purus, Juruá, Solimões e Negro), na Ilha de Marajó, no Amapá, na Baixada Maranhense-Gurupi, no Pantanal, na Ilha do Bananal e na região de Campo Maior do Piauí (Embrapa, 1999, 2006).

### **2.3.1 Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico**

Trata-se do Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico, do antigo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos de 1999, da Embrapa. Solos com 50% ou mais de petroplintita dentro de 40 cm da superfície do solo ou imediatamente abaixo do horizonte A ou E e baixa V (<50%) na maior parte dos primeiros 120 cm a partir da superfície do solo (Embrapa, 2006).

### **2.3.2 Horizonte plíntico**

Caracteriza-se pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de pelo menos 15 cm. É um horizonte mineral B e, ou, C que apresenta um arranjo de cores vermelhas e acinzentadas ou brancas, com ou sem cores amareladas ou brunadas, formando um padrão reticulado, poligonal ou laminar. A coloração é

usualmente variegada (variada), com predominância de cores avermelhadas, bruno-amareladas, amarelo-brunadas, acinzentadas e esbranquiçadas, menos frequentemente amarelo-claras (Oliveira et al., 1992).

Muitos horizontes plínticos possuem matiz acinzentada ou esbranquiçada, com mosqueados abundantes de cores avermelhadas, ocorrendo, também, mosqueados com tonalidade amarelada. As cores claras que podem representar a matriz do horizonte possuem matiz e croma conforme especificações que se seguem: (a) matizes 2,5 Y a 5 Y; ou (b) matizes 10 YR a 7,5 YR com cromas baixos, usualmente até 4, podendo atingir 6 quando se tratar de matiz 10 YR. As cores avermelhadas, brunadas, amareladas e esbranquiçadas, que normalmente representam os mosqueados do horizonte plíntico, apresentam matiz e croma conforme as especificações: (a) matiz 10 R a 7,5 YR com cromas altos, usualmente acima de 4; ou (b) matiz 10 YR com cromas muito altos, normalmente maiores que 6; ou (c) matizes 2,5 Y a 5 Y (Embrapa, 1999, 2006).

A textura é franco-arenosa ou mais fina. Quando não é maciça, o horizonte apresenta estrutura em blocos fraca ou moderadamente desenvolvida, também ocorrendo estrutura prismática composta de blocos, sobretudo nos solos com argila de atividade (t) alta. Quando seco, o horizonte plíntico se apresenta compacto, duro a extremamente duro; quando úmido, é firme ou muito firme, podendo ter partes extremamente firmes; quando molhado, a consistência varia de ligeiramente plástica a muito plástica e de ligeiramente pegajosa a muito pegajosa. O horizonte plíntico usualmente apresenta argila de t baixa, com Ki entre 1,20 e 2,20, entretanto, tem sido constatada também t alta neste tipo de horizonte (Oliveira, 2001).

O horizonte plíntico se forma em terrenos com lençol freático alto ou que, pelo menos, apresenta restrição temporária à percolação da água. Regiões de clima quente e úmido, com relevo plano a suave ondulado, de áreas baixas, depressões, baixadas, terços inferiores de encostas, áreas de surgentes, favorecem o desenvolvimento de horizonte plíntico, por permitir que o terreno permaneça saturado por água, pelo menos durante uma parte do ano, com flutuação do lençol d'água alto ou por estagnação da água devido à percolação restringida ou impedida (Oliveira et al., 1992).

A presença de concreções de Fe imediatamente acima da zona do horizonte plíntico pode ser uma comprovação de plintita no perfil, evidenciando, desse modo, o final do processo de umedecimento e secagem nestes pontos. Este processo é acelerado quando o material é exposto em trincheiras, valas ou cortes antigos de estradas, sendo, neste caso,

característica diagnóstica. Quando um mesmo horizonte satisfizer, coincidentemente, os requisitos para ser identificado como horizonte plíntico e também como qualquer um dos seguintes horizontes: B textural, B latossólico, B incipiente, B plânico (excetuando-se B plânico de caráter sódico), ou horizonte glei, será identificado como horizonte plíntico, sendo a ele conferida a precedência taxonômica sobre os demais citados (Embrapa, 2006).

### 2.3.3 Horizonte litoplíntico (petroplíntico)

Trata-se de uma camada consolidada contínua ou praticamente contínua, endurecida por Fe ou Fe e Al, na qual o C orgânico está ausente ou presente em pouca quantidade. Este horizonte pode englobar camada muito fraturada, mas existe predomínio de blocos desses materiais com tamanho, no mínimo, de 20 cm ou maior, ou as fendas que aparecem são poucas e separadas de 10 cm ou mais umas das outras (Smith et al., 1977; FAO, 1994).

Para ser considerado diagnóstico, o horizonte petroplíntico deve ter uma espessura de 10 cm ou mais. Este horizonte constitui um sério impedimento para penetração das raízes e da água. O horizonte litoplíntico difere de um horizonte B espódico cimentado (“ortstein”) por conter pouca ou nenhuma matéria orgânica (Embrapa, 1988; FAO, 1998).

### 2.3.4 Plintita

Material formado por mistura de argila, pobre em C orgânico e rico em Fe, ou Fe e Al, também contendo quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) e outros constituintes. Sua dimensão é a partir de 2 mm e pode ser separada do material que a reveste, denominado *matriz*. No perfil do solo, a plintita aparece num misto de cores, como mosqueado vermelho, vermelho-amarelo e vermelho-escuro, sob formas laminares, nodulares, poligonais, esferoidais ou reticuladas. Ciclos alternados de umedecimento e secagem provocam um processo de aglutinação entre as partículas de solo ricas em óxidos de Fe (USDA, 1975).

A formação de plintita (plintitização) pode ocorrer em qualquer solo de região quente com ciclos chuvosos, contanto que haja teor suficiente de óxidos (sesquióxidos) de Fe para ocorrer segregação deles. Esta segregação possui a forma de nódulos vermelhos

brandos, que ocorre numa sequência de eventos: mobilização, transporte e concentração destes óxidos (USDA, 1975).

A plintita endurece irreversivelmente somente após vários ciclos de umedecimento e secagem; antes disso, ela pode se umedecer novamente e se dispersar em grande parte por agitação em água com agente dispersante. Assim, quando se molha o perfil, a plintita, por ser mais macia que a petroplintita, pode ser separada desta. Quando úmida, a plintita é macia firme, mas quando seca, torna-se dura. Ela resiste ao amassamento entre os dedos polegar e indicador, mas pode ser fragmentada com a mão (Daniels et al., 1978).

Quando submersa em água por duas horas a plintita não esboroa, mesmo submetida a suaves agitações periódicas, mas pode ser quebrada ou amassada após ter sido submersa em água por mais de duas horas. Suas cores oscilam entre os matizes 10 R e 7,5 YR, estando comumente associadas a mosqueados que não são considerados plintita, como bruno-amarelados, vermelho-amarelados ou corpos que são quebradiços (não firmes, friáveis), que se desintegram quando pressionados com os dedos polegar e indicador, e esboroam na água (Embrapa, 2006).

### 2.3.5 Petroplintita

É uma concreção ferruginosa resultante do endurecimento irreversível da plintita. Esta concreção recebe várias denominações, como *ironstone*, concreção laterítica, canga e tapiocanga. Ela possui variadas dimensões e formas (laminares, nodulares, esferoidais ou irregulares), encontrada individualizada ou em aglomerados. Quando molhada, a petroplintita pode ser quebrada, mas com uma força bem maior que a utilizada para a plintita. Também pode ser cortada com pá, como a plintita, com a diferença de que ela não pode ser dispersa por agitação em água com agente dispersante (Sys, 1967; Daniels et al., 1978; Oliveira, 2001).

## 2.4 CALCÁRIO CALCÍTICO

Refere-se ao carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3$ , obtido da calcita, também denominada aragonita, mineral de rocha carbonatada sedimentar, genericamente

denominada rocha calcítica. O valor médio do poder relativo de neutralização total, PRNT, deste calcário é de 90%; seu teor de CaO está entre 38 e 45%, e o de MgO por volta de 2%. Apresenta-se na forma de pó cinza claro. Sua densidade aparente média é de 1,4 g cm<sup>-3</sup>. Possui baixa solubilidade em água, em torno de 0,014 g L<sup>-1</sup> a 25°C, em média (Malavolta et al., 1974; Fassbender, 1980).

Quanto maior a percentagem de CaO e quanto mais finamente triturado for o calcário, maior será seu poder relativo de neutralização total (PRNT). Essa neutralização de acidez do solo pelo calcário é devido ao fato dos seus ânions carbonatos, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, na solução do solo, capturarem (combinarem-se com) cátions ou prótons H<sup>+</sup> em vez de cátions Al<sup>3+</sup>, por terem maior afinidade com aqueles do que com estes. Sabe-se que esses cátions H<sup>+</sup> são os responsáveis pela acidez do solo. O ânion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ao se combinar com o cátion H<sup>+</sup>, ocorre síntese de H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> (Malavolta et al., 1974; Embrapa, 1979; Goodland & Ferri, 1979).

## 2.5 CALCÁRIO DOLOMÍTICO

Também denominado de calcário magnesiano. Trata-se do carbonato duplo de cálcio e magnésio, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ou CaCO<sub>3</sub>MgCO<sub>3</sub>. É obtido da dolomita, mineral de rocha carbonatada sedimentar, genericamente denominada rocha dolomítica. O PRNT médio deste calcário é de 83%; seu teor de CaO é de 20 a 40% e o de MgO entre 10 e 20%. Sua eficiência também depende do teor desses óxidos e do grau de moagem (Malavolta, 1979).

De acordo com o Decreto nº. 75.583/75, corretivos de acidez do solo devem passar 100% em peneira nº. 10 Tyler (abertura de 2 mm) e 50% em peneira nº. 50 (abertura de 0,30 mm). Sua forma física e densidade são semelhantes às do calcário calcítico. Sua solubilidade média em água encontra-se abaixo de 0,3 g L<sup>-1</sup> a 25 °C, em igualdade de finura e umidade (estado seco) com o calcário calcítico. Sua forma de atuar na neutralização da acidez do solo e considerações são as mesmas do calcário calcítico (Malavolta, 1976, 1979).

Os cátions Ca<sup>2+</sup> de ambos os calcários e os cátions Mg<sup>2+</sup> deste último vão para a solução do solo, ficando prontamente disponíveis às raízes da planta, ou é adsorvido nas superfícies das partículas de argila do solo, tornando-se potencialmente disponíveis (Buckman & Brady, 1976; Malavolta, 1979, 1980; Fassbender, 1980).

## 2.6 GESSO AGRÍCOLA

Quimicamente, trata-se do sulfato de cálcio hidratado,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , que é um sal neutro. Ele possui de 20 a 23% de Ca e de 15 a 16% de S, e contém quantidades menores de P, Zn, Cu e B (Malavolta, 1979; Leite, 1980).

O PRNT oscila entre 71 e 84%, porém, ao contrário dos calcários, o gesso agrícola não atua como neutralizante da acidez de solo por ser desprovido de ânions  $\text{CO}_3^{2-}$  para capturar cátions  $\text{H}^+$  na solução do solo, responsáveis pela acidez. Ele neutraliza apenas cátions  $\text{Al}^{3+}$ . Na solução do solo, os ânions  $\text{SO}_4^{2-}$  do gesso capturam cátions  $\text{Al}^{3+}$  por terem maior afinidade com estes do que com cátions  $\text{H}^+$ , resultando na formação de moléculas  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , de difícil dissociação e, portanto, tornam-se inertes às plantas (Fassbender, 1980).

Praticamente, não existe formação de moléculas  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ , e a planta não absorveria o Al nestas duas formas moleculares, mas apenas na forma iônica,  $\text{Al}^{3+}$ . Isto se deve, principalmente, ao fato do raio iônico de  $\text{Al}^{3+}$  ser bem menor do que o raio destas moléculas. Assim, ao neutralizar os cátions  $\text{Al}^{3+}$ , os quais causam coagulação de proteínas na planta e limitam o desenvolvimento das raízes, o gesso agrícola promove um sistema radicular mais vigoroso (Malavolta et al., 1974; Epstein, 1975; Embrapa, 1979; Goodland & Ferri, 1979). Registra-se que o óxido MgO contém cerca de 60% de Mg (Leite, 1980).

A densidade aparente média do gesso agrícola é de  $0,8 \text{ g cm}^{-3}$ , em igualdade de finura e umidade (estado seco) dos calcários. Sua solubilidade em água gira em torno de  $2,5 \text{ g L}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ . Considera-se o gesso agrícola como condicionador de solo (Buckman & Brady, 1976; Goedert et al., 1986; Embrapa, 2014).

Conforme o resultado de análise laboratorial, sua dose em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico deve ser entre  $2.200$  e  $3.300 \text{ kg ha}^{-1}$  (Embrapa, 1979, 2014). O gesso agrícola é obtido da reação do ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , com rocha fosfatada moída para produção de ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , utilizado na fabricação do superfosfato simples, MAP e DAP (Malavolta, 1979).

Calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola começam a reagir a partir do momento que entram em contato com a umidade do solo, reação esta acelerada por atividades microbianas. Pesquisas revelam que noventa dias após sua aplicação no solo, estes insumos atingem plena atividade. Por essa razão, os serviços de assistência

técnica e extensão rural recomendam aplicá-los três meses antes do plantio (Buckman & Brady, 1976; Malavolta, 1979; Fassbender, 1980; Emater, 2013; Embrapa, 2014).

## 2.7 ASPECTOS RELEVANTES DO CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE

Pelo fato do trabalho tratar apenas de corretivos de solo e gesso agrícola, não se comentará sobre K, mais detalhadamente.

### 2.7.1 Cálcio

De acordo com Malavolta et al. (1974) e Malavolta (1979), em terras ácidas, como o Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e o Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, adição de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  ao solo, por meio de calcários, aumenta o pH e, com isso, diminui o teor de elementos químicos que, dependendo da concentração, podem se tornar tóxicos à maioria das plantas cultivadas, como é o caso do  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$ .

O aumento desse pH também aumenta a disponibilidade de N, P, K e S (Anexo 1). Quando se adicionam calcários, ocorre formação de  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , e quando se adiciona gesso agrícola, ocorre formação de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , na solução de solo. Ambos os compostos são praticamente insolúveis e, portanto, inertes às plantas (Malavolta, 1980; Fassbender, 1980).

Segundo Malavolta (1980), quando o nível de  $\text{Ca}^{2+}$  no solo é baixo, sua adição, por meio do calcários, por exemplo, irá aumentar a absorção de  $\text{K}^+$  (Anexo 1) pela planta, pois, dentre as funções mencionadas, o  $\text{Ca}^{2+}$  regula a estrutura e o funcionamento das membranas celulares. Também Malavolta (1982) afirma que em solos com baixo teor de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , o  $\text{K}^+$  fornecido pelo fertilizante adicionado pode ocupar sítios de troca de cátions nas partículas coloidais do solo, em vez deste  $\text{K}^+$  permanecer na solução do solo para ser absorvido pelas raízes da planta, inclusive do abacaxizeiro, nesta cultura, o  $\text{K}^+$  é um nutriente importante por promover a formação de sacarose e amido, além de melhorar as propriedades organolépticas e exercer influência positiva no peso, tamanho e consistência do fruto (Simão, 1971; Malavolta, 1980).

Por sua vez, Primavesi (1981) afirma que o  $\text{Ca}^{2+}$  no solo ajuda as bactérias na decomposição da matéria orgânica e na fixação do N atmosférico. Na planta, Epstein

(1975) ressalta que o  $\text{Ca}^{2+}$  promove o crescimento das raízes e dos pêlos absorventes, aumenta o vigor da planta e a rigidez dos colmos, neutraliza substâncias tóxicas produzidas pelo denominado metabolismo secundário em algumas espécies vegetais, estimula a produção de frutos e grãos. No abacaxizeiro, o  $\text{Ca}^{2+}$  confere-lhe maior resistência a doenças, e aumenta o diâmetro do fruto com reflexo positivo no peso (Bezerra et al., 1981; Paula et al., 1998; Veloso et al., 2001).

A deficiência de Ca no abacaxizeiro se manifesta da maneira que se segue. Folhas mais novas tornam-se verde-pálidas com pontuações amareladas; secamento das pontas das folhas, semelhante à toxidez por excesso de adubação ou deficiência hídrica. Quando essa deficiência se torna mais acentuada, ocorrem fendimentos nas folhas e o surgimento de uma cor avermelhada no terço basal da folha. A frutificação é prematura. Frutos com porções internas da polpa gelatinosas e descoloridas (Cibes & Samuels, 1958; Haag et al. (1963).

### 2.7.2 Magnésio

Este macronutriente entra na composição da clorofila, que é o pigmento verde das plantas, através do qual elas realizam a fotossíntese. Portanto, o Mg aumenta a atividade fotossintética (Epstein, 1975).

Outras duas funções do Mg são: quando ele está no solo, auxilia a planta absorver P, e quando ele está dentro da planta, facilita a translocação de P no interior do vegetal. Durante a maturação, por exemplo, o Mg e o P caminham juntos para as sementes. Neste caso, o Mg atua como transportador de P. Portanto, sem Mg no solo as raízes absorvem muito pouco P (Epstein, 1975; Malavolta, 1979). Durante o metabolismo da planta, o Mg auxilia a formação de carboidratos e outros açúcares (Conn & Stumpf, 1975). Sua quantidade requerida pelo abacaxizeiro é aproximadamente 1/5 da quantidade de K (Murayama, 1976).

No abacaxizeiro, a deficiência de Mg se inicia nas folhas mais velhas, as quais passam a apresentar uma coloração verde-clara. À medida que a deficiência se agrava, as folhas tornam-se amareladas e, às vezes, podem coalescer, formando faixas amareladas ao longo das margens. Também elas podem se tornar avermelhadas, como a cor das folhas do caraguatá (*Dickia* sp), que é uma planta nativa do Cerrado, que se assemelha ao abacaxizeiro, porém, o formato do fruto possui aspecto diferente e muito azedo.

Finalmente, abacaxizeiro com deficiência de Mg produz frutos menores que os normais, com peso em torno de 450 gramas (Py et al., 1957; Giacomelli, 1982).

### **2.7.3 Enxofre**

Os aminoácidos cisteína e metionina contêm S em sua constituição molecular. Como a maioria das proteínas que as plantas sintetizam possui estes aminoácidos, então se pode afirmar que o S entra na composição de quase todas as proteínas vegetais (Conn & Stumpf, 1975).

O enxofre é absorvido pelas raízes principalmente sob a forma de ânions sulfato,  $\text{SO}_4^{2-}$  (Malavolta et al., 1974; Epstein, 1975). Este macronutriente ajuda a manter o verde das plantas, promove a nodulação das leguminosas, estimula a formação de sementes, favorece o crescimento vigoroso das plantas (Malavolta, 1979).

No abacaxizeiro, a deficiência de S se manifesta principalmente nos frutos, os quais amadurecem de cima para baixo, fazendo com que a base fique verde e a região próxima à coroa amarela. Quando o abacaxizeiro está bem nutrido com S, o sentido de amadurecimento é o oposto, de baixo para cima. Essa deficiência também provoca o aparecimento de vesículas nas folhas um pouco mais velhas. As folhas tornam-se gradualmente verde-claras. Formação de áreas amareladas com pontuações necróticas. Toda a planta pode tomar uma coloração verde-amarelada (Simão, 1971; Malavolta et al., 1974).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 SOLOS, LOCALIZAÇÃO, METODOLOGIA**

Em dezembro de 2010, foram instalados dois ensaios experimentais. O primeiro, numa área de Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, e o outro, numa área de Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico de uma mesma topossequência de bioma Cerrado, no município de Anápolis, Estado de Goiás, com coordenadas geográficas de 16°19'36 " S de latitude, 48°57'10" W de longitude e 1017 m de altitude. O clima é classificado como Aw no sistema de Köppen, com temperatura média anual entre 21 e 35°C, e regime pluviométrico com média anual de 1.200 mm.

Essas áreas de ensaio nunca tinham sido aradas, adubadas ou cultivadas, encontrando-se, portanto, no estado natural. A declividade delas é de 3% e distam quatro quilômetros uma da outra, separadas por uma longa dobra geológica, através da qual passa um córrego sob mata ciliar.

Com a finalidade de se conhecer melhor esses dois solos, no estado natural, e continuarem sendo objetos de futuras pesquisas, cinquenta e cinco variáveis físicas e químicas de solo foram analisadas e determinadas, o que deu origem aos Apêndices 3 e 4. Para tanto, em cada área de ensaio, foram abertas, ao acaso, quatro trincheiras com seção transversal de 1,00 x 1,00 m, e profundidade de 1,40 m. Elas forneceram dezesseis perfis, ou faces, de oito camadas ( $\Delta Z$ ): 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140 cm. De cada camada retirou-se apenas uma amostra de solo. Cada amostra foi fracionada em quatro subamostras que serviram de repetições (confirmações) para maior acuidade. As interpretações dos resultados de análises (Apêndices 3 e 4) permitiram inferir que se tratavam, de fato, de Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico.

### 3.2 TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS

Foram definidos quatro tratamentos com cinco repetições. Na área de Latossolo Amarelo Distrocoeso típico os tratamentos foram: sem insumo ( $L_S$ ), com calcário calcítico ( $L_{CC}$ ), com calcário dolomítico ( $L_{CD}$ ) e com gesso agrícola ( $L_G$ ). Na área de Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico os tratamentos foram: sem insumo ( $P_S$ ), com calcário calcítico ( $P_{CC}$ ), com calcário dolomítico ( $P_{CD}$ ) e com gesso agrícola ( $P_G$ ). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso.

### 3.3 OBTENÇÃO DE MUDAS

Com a finalidade de se evitar que a fusariose viesse comprometer o trabalho, as mudas do abacaxizeiro Pérola investigado foram obtidas por meio do método seccionamento de caule, com prévia escolha de plantas mais robustas que haviam acabado de produzir frutos. Toletes suspeitos foram descartados, e aqueles sem mancha foram imergidos por cinco minutos, numa solução a 2%, de Deltametrina.

Em seguida, com auxílio de equipamentos de proteção, esses toletes foram retirados do container de solução e plantados em canteiros semelhantes aos de cenoura, medindo 1,00 m por 5,00 m. Irrigação por microaspersão era realizada diariamente, apenas até o teor de umidade da capacidade de campo, visto que o abacaxizeiro não tolera excesso de água.

O espaçamento entre toletes foi de 0,10 m por 0,10 m. O plantio dos toletes em canteiros ocorreu no mês de setembro de 2010. Após três meses, em dezembro, as mudas dos canteiros atingiram o tamanho médio de 0,20 m. Neste estágio, elas encontraram-se aptas a serem definitivamente transplantadas nas parcelas de tratamento.

### 3.4 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Logo após a extração de amostras de solo dos perfis, as trincheiras foram enchidas com a mesma terra delas retirada e, assim, facilitar o trânsito e operações de aração, gradagem e adubação de correção de solo, para posterior plantio das mudas de abacaxizeiro. No sentido da qualidade dos ensaios experimentais não ser comprometida e

manter o princípio de Fischer conhecido como *controle local*, as parcelas de tratamento se mantiveram convenientemente afastadas das trincheiras.

Nas duas áreas de ensaio, a dimensão de cada parcela de tratamento foi de 1,20 m por 6,60 m. Dessa forma, a área de cada parcela de tratamento foi de 7,92 m<sup>2</sup>. No centro da parcela, na direção longitudinal, foram plantadas dez mudas espaçadas de 0,60 m. Assim, a densidade populacional foi equivalente a 12.626 plantas por hectare. A distância entre parcelas foi de 1,00 m.

A adubação de correção de fertilidade natural de solo foi aplicada de maneira uniforme, em cada área de ensaio, de acordo com os resultados de análise química constante nos Apêndices 3 e 4. Na área de Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, a dose foi equivalente a 120 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 10-10-10; e na área de Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, a dose foi equivalente a 180 kg ha<sup>-1</sup> da mesma formulação. Ambas as adubações foram realizadas 15 dias antes do transplantio. Esta adubação teve, também, a finalidade de servir como impulso inicial às mudinhas, visto que os dois solos possuem baixa fertilidade natural. A formulação isonômica (10-10-10) foi preferida para que não ocorresse algum impacto na planta de abacaxi e viesse mascarar efeitos de tratamentos.

Sessenta dias após o transplantio, quando as mudas de abacaxizeiro encontravam-se enraizadas nas parcelas de tratamento, ressalvadas as parcelas de cinco repetições que serviram de testemunhas ou controles, foram aplicados a lanço, seguidos de incorporação superficial, a parcelas casualizadas com cinco repetições, os três insumos propostos para tratamentos, nas doses únicas que se seguem (kg ha<sup>-1</sup>), com base nos teores de Ca, Mg e S contidos em cada um, resultados de análises de solo (Apêndices 3 e 4), poder relativo de neutralização total (PRNT), dissolubilidade em H<sub>2</sub>O e exigência nutricional do abacaxizeiro. Os valores do PRNT foram 87, 79 e 73%, respectivamente para calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola.

As doses equivalentes na área de ensaio com Latossolo Amarelo Distrocoeso típico foram de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário calcítico, 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola. Na área de ensaio com Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico as doses equivalentes foram de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário calcítico, 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 1.500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola.

No período seco, foram realizadas irrigações com microaspersores, de acordo com os resultados de análise física constantes nos Apêndices 3 e 4. Os tratos culturais

compreenderam aplicação do herbicida Glifosato, do inseticida sistêmico Midacloprido e do inseticida de contato Deltametrina para controle de cochonilhas (*Thecla basilides* sp.) das axilas das folhas e das raízes. Deltametrina também foi utilizado para aplicação sobre a florescência, no combate à broca dos frutos (*Pseudococcus brevipes* sp.). As doses aplicadas seguiram as recomendações dos respectivos fabricantes expressas nas bulas.

### 3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

A colheita foi realizada nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2012. Após a qual, novas trincheiras foram aleatoriamente abertas, em cada área, com a mesma quantidade anterior de perfis, camadas ( $\Delta Z$ ) e espessuras; a finalidade foi analisar e determinar novos valores de trinta e uma variáveis dos Apêndices 3 e 4 e, assim, se conhecer os efeitos das aplicações do calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola sobre o Latossolo e o Plintossolo utilizados (Apêndices 5 e 6).

As variáveis de solo que constituíram os Apêndices 3, 4, 5 e 6 foram analisadas e determinadas em laboratórios dos cursos de Engenharia Agrônômica, Engenharia Florestal, Geologia, Ecologia, Biologia e também de Química da Universidade de Brasília, por meio dos recursos instrumentais e fórmulas matemáticas, a seguir, enumerados. Argila total (At), silte e areia: densímetro de Bouyoucos; argila não floculada (An): água em agente dispersante; plintita e petroplintita: difratômetro de raios-X, absorção atômica e peneira com malhas de 2 mm; matéria orgânica: determinação do C orgânico por via úmida, dicromato de Na e fórmula  $M. O. = 1,724 \times C(\%)$ ; P e K: extração com solução de Mehlich; Ca, Mg e Al: extração com solução KCl 1M; H+Al: extração com acetato de Ca,  $Ca(OOCCH_3)_2$  0,5M a pH 7,0; pH: determinado em H<sub>2</sub>O deionizada e em solução KCl 1M; S: extração com fosfato de Ca em ácido acético; Fe, Mn, Si, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O, MnO, MnO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: difratômetro de raios-X (de acordo com a lei de Bragg,  $n.\lambda = 2.d.\text{sen}\theta$ ) e espectrofotometria de absorção atômica; soma de bases (Sb):  $Sb = K + Ca + Mg$ ; CTC total (T):  $T = Sb + (H + Al)$ ; CTC efetiva (Te):  $Te = Sb + Al$ ; saturação por bases (V):  $(Sb/T) \times 100\%$ ; atividade da argila total (t):  $t = (T/\% \text{ de At}) \times 100\%$ ; ponto de carga zero (PCZ): titulação potenciométrica; grau de floculação (Gf):  $Gf = [(At - An)/At] \times 100\%$ ; saturação por alumínio (m):  $m = (Al/Te) \times 100\%$ ; grau de saturação por água ( $\theta_s$ ):  $V_a/V_s$ , em que  $V_a$  é o volume de água em cm<sup>3</sup> e  $V_s$  é o volume de solo em cm<sup>3</sup>; capacidade de campo (CC ou  $\theta_{1s}$ ): “panela de pressão” de Richards, em que  $\theta_{1s}$  é o teor de

água no solo, disponível às plantas, no limite superior; ponto de murcha permanente (PMP ou  $\theta_{li}$ ): placa ou membrana de Richards, em que  $\theta_{li}$  é o teor de água no solo, disponível às plantas, no limite inferior; condutividade hidráulica saturada (Ks): permeâmetro de carga constante e infiltrômetro de disco; infiltração (I): infiltrômetro de anel ou anel infiltrômetro; tempo de saturação,  $t_s$  (tempo gasto para o solo considerado se tornar saturado por água:  $t_s = t_2 - t_1$ , em que  $t_1$  e  $t_2$  representam, respectivamente, o tempo inicial e final, com emprego de cilindro volumétrico contendo solo indeformado com uma das extremidades embebida em água; índice Ki ou relação molecular:  $Ki = \text{moles de SiO}_2 / \text{moles de Al}_2\text{O}_3$ ; índice Kr:  $Kr = \text{moles de SiO}_2 / (\text{moles de Al}_2\text{O}_3 + \text{moles de Fe}_2\text{O}_3)$ ; formas de agregados de partículas de solo: microscopia; grau de estabilidade de agregados de partículas de solo: teste com o tato (no campo) seguido de confirmação microscópica; diâmetro médio ponderado dos agregados de partículas de solo ou índice de agregação de partículas de solo (DMP):  $DMP = \Sigma(C_{mm} \times P)$ , de acordo com Youker & McGuinness (1956), em que  $C_{mm}$  é a classe (tamanho médio de cada fração de agregado de partículas minerais de solo, em mm; e P é a proporção do peso desta fração de agregado em relação ao total da amostra; índice de compactação (Ic): penetrômetro; densidade aparente (Da) ou densidade de solo (Ds): solo indeformado em cilindro volumétrico, seco a 110°C por 24 horas; densidade de partículas (Dp) ou densidade real (Dr): balão volumétrico de 50 mL, solo indeformado seco a 110°C por 24 horas, submetido a titulação com álcool etílico; porosidade total ( $\phi$ ):  $\phi = [1 - (Da/Dp)] \times 100\%$ ; macroporosidade (Macp):  $Macp = [(P_1 - P_2)/Vc] \times 100\%$ , com auxílio de mesa de tensão, em que  $P_1$  corresponde ao peso (em g) do cilindro volumétrico contendo a amostra de solo indeformado no estado de saturação (todos os macroporos ocupados pela água gravitacional),  $P_2$  é o peso deste cilindro após ele haver permanecido na estufa a 110°C por 24 horas — quando toda a água gravitacional foi extraída dos macroporos e restando apenas a água dos microporos —, e Vc é o volume do referido cilindro; microporosidade (Micp):  $Micp = \phi - Macp$ .

Os incrementos de efeitos de tratamentos foram expressos em % por meio da fórmula  $\Delta = [(c - s)/s] \times 100\%$ , em que c: peso de abacaxi por parcela, com insumo (produtividade média, ou média de produtividade); e s: peso de abacaxi por parcela, sem insumo (produtividade média, ou média de produtividade). A diferença  $c - s$  representou o contraste referido no teste de Duncan.

### 3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As médias de efeitos de tratamentos foram submetidas a análise de variância, a qual serviu de tomada de decisão sobre qual o teste ou prova de significância estatística se deveria utilizar. Com base nisso, para comparação dessas médias, decidiu-se pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5% de probabilidade. Para variáveis de solo, foram feitas análises univariadas e testes de correlação de Pearson, com emprego do Programa SAS 9.4.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do trabalho encontram-se nos Apêndices 1 e 2, baseada nos quais, a Tabela 1 foi construída para efeito de análise estatística. Nela, as médias de efeitos de tratamentos estão convertidas de *produção por parcela* ( $kg\ parcela^{-1}$ ) para *produção por hectare* ( $t\ ha^{-1}$ ), de abacaxi Pérola, considerando-se que a área das parcelas era de  $7,92\ m^2$  (1,20 m x 6,60 m).

Nas linhas, em cada bloco de classe de solo, com exceção das médias de efeitos dos tratamentos *controles*, evidenciaram-se que as diferenças ou contrastes entre médias de efeitos de tratamentos diferentes não foram estatisticamente significativos, pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5% de probabilidade (Tabela 1). Este fato denota que calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola obtiveram eficiência estatisticamente equivalente, no Latossolo e no Plintossolo, separadamente.

Nas colunas, entre dois blocos de classe de solo, ou entre duas médias de efeitos de mesmo tratamento, inclusive entre as médias de efeitos dos tratamentos *controles*, também não houve diferença estatisticamente significativa, ou sejam, do Latossolo para o Plintossolo. Também este fato denota que a capacidade produtiva do Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico foi estatisticamente equivalente à do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico.

Pelas evidências estatísticas relatadas nestes dois últimos parágrafos, concluiu-se que calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola, igualmente, e nas doses equivalentes utilizadas, induziram o Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico a atingir uma capacidade produtiva de abacaxi Pérola equivalente à do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico. A única diferença foi o fato de que, no Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, necessitou-se adicionar 50% a mais de cada um destes insumos. O preço relevante e estável dessa fruta nos mercados interno e externo compensa o gasto adicional, visto que os três insumos acima possuem custo relativamente baixo (Emater, 2013; MAPA, 2013; FAO, 2014; IBGE, 2014).

**Tabela 1.** Comparações de médias de efeitos de tratamentos, expressos em  $t\ ha^{-1}$ , de abacaxi (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola, cultivado em Latossolo e Plintossolo

Solos	Tratamentos			
	Controles	Calcário calcítico	Calcário dolomítico	Gesso agrícola
Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	8,32Aa	12,94Ba	13,82Ba	15,09Ba
Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico	5,02Aa	12,60Ba	14,11Ba	14,82Ba

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula em linha e minúscula em coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

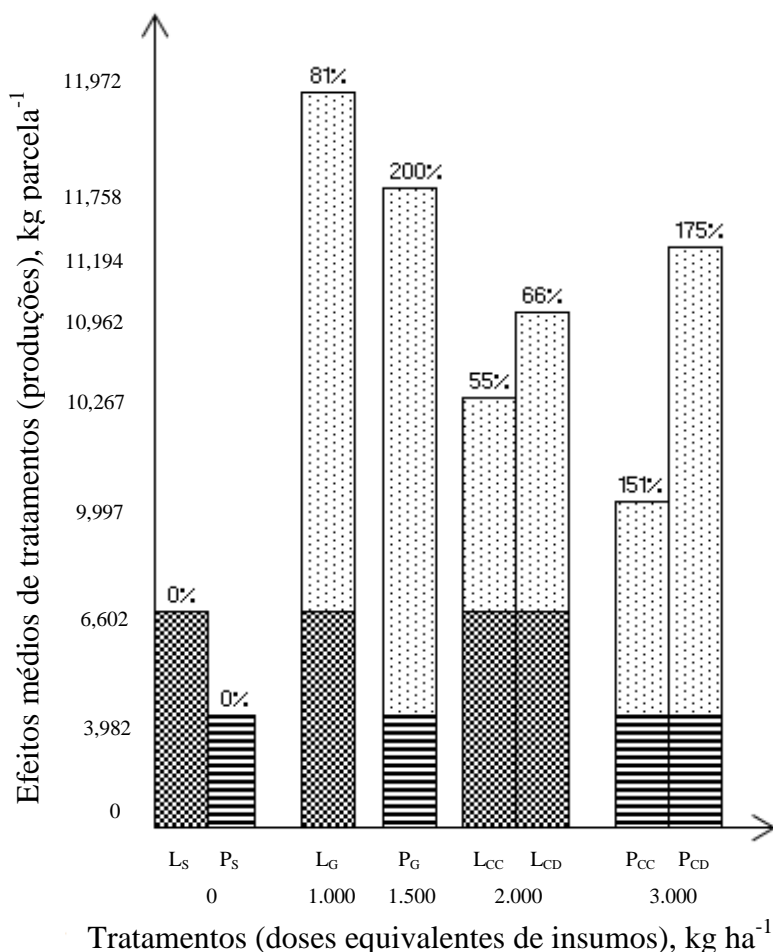
A Figura 1 mostra que, no Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, a resposta do abacaxizeiro aos três insumos de tratamento foi imediata e maior que no Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, traduzida por incrementos maiores. A causa foi devido ao Plintossolo: por ele ter quantidade de sítios de troca catiônica muito menor que a do Latossolo (Sys, 1967; Smith et al., 1977; Essington, 2004), maior quantidade de cátions  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $SO_4^{2-}$ , provenientes dos insumos de tratamento aplicados, ficou na solução de solo, à disposição das raízes do abacaxizeiro, em vez desses íons serem adsorvidos pelas partículas do Plintossolo.

Além disso, o Plintossolo utilizado possuía teor de argila total (At) significativamente menor que o Latossolo, na profundidade de 0–40 cm (Apêndices 3 e 4). Entretanto, a duração destes íons na solução de solo do Plintossolo é efêmera, por se encontrarem desorvidos e, portanto, vulneráveis à lixiviação pela água de chuva e, ou, de irrigação, visto que eles não ficam adsorvidos nas partículas de plintita e de sesquióxidos de Fe e de Al (Malavolta, 1976; Essington, 2004).

De fato, em Latossolos, lixiviação de cátions ocorre com menor intensidade que em Plintossolos, devido a maiores teores de argila total naqueles que nestes (Buckman & Brady, 1976). Argilas, principalmente caulínicas — as quais são predominantes em Latossolos —, possuem tendência a flocular mais que as montmoriloníticas, conferindo

maior estabilidade aos agregados de partículas minerais destes solos. Essa estabilidade oferece proteção aos cátions contra lixiviação (Kiehl, 1979). Portanto, reposições mais frequentes de Ca, Mg e K se fazem necessárias mais em Plintossolos que em Latossolos (Buckman, 1976; Kiehl, 1979, Essington, 2004).

Portanto, em relação ao calcário calcítico e ao calcário dolomítico, no Latossolo Amarelo Distrocoeso típico estudado, o gesso agrícola promoveu maior efeito médio de tratamento, traduzido num incremento de 81% na produção de abacaxi, expressa por 11,972 kg parcela<sup>-1</sup> ou 15,09 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que, no Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, o incremento proporcionado pelo gesso agrícola foi de 200%, com a produção média de 11,758 kg parcela<sup>-1</sup> ou 14,82 t ha<sup>-1</sup>. No geral, no Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, os três insumos de tratamento promoveram incrementos de efeitos de tratamentos quase três vezes maiores que no Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (Figura 1). O Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico estudado, por meio dos tratamentos propostos, alcançou a capacidade do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, na produção do abacaxi Pérola.



**Figura 1.** Efeitos médios<sup>1</sup> de aplicação de calcários e gesso agrícola sobre a produção do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola, cultivado em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e em Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, Anápolis, 2012.

Os valores percentuais se referem aos incrementos dos efeitos médios de tratamentos, em função dos insumos aplicados nos dois solos. ■ Produção média de abacaxi, por parcela, sem insumo (testemunha), no Latossolo Amarelo Distrocoeso típico. ▨ Produção média de abacaxi, por parcela, sem insumo (testemunha), no Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico. ▤ Incrementos de efeitos médios de tratamentos (produções médias, kg parcela<sup>-1</sup>), em cada solo, expressos em porcentagem. L – Latossolo Amarelo Distrocoeso típico. P – Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico. S – sem insumo. CC – calcário calcítico. CD – calcário dolomítico. G – gesso agrícola.

Os Apêndices 5 e 6 mostram os novos valores das variáveis, ou atributos de solo, dos Apêndices 3 e 4, após a colheita do abacaxi, em diferentes profundidades. Os dados de correlação de Pearson, entre os atributos de solo, relacionados à reação de solo e produtividade, são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente para o Latossolo e Plintossolo.

<sup>1</sup> ou médias de efeitos

As maiores correlações significativas para produtividade foram para os atributos ou variáveis do Plintossolo, com Ca (0,41), Mg (0,52), PCZ (0,47) e H+Al (-0,36). No Latossolo foram com os teores de Ca (0,83),  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  (0,39) e V (0,55). O PCZ se correlacionou negativamente com  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  (-0,70),  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  (-0,50) e V (-0,67).

Todos os atributos indicados estão relacionados à reação de solo. Entre os atributos ou variáveis do Plintossolo (Tabela 4), houve correlação negativa entre os teores de PCZ com H+Al (-0,70),  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  (-0,52) e V (-0,67) e correlação positiva entre V e as variáveis Ca, Mg e  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  e  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ . Também foi positiva a correlação entre  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  e  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ .

Nas Figuras 2 e 3, são apresentados os ajustes polinomiais dos efeitos dos teores de Ca, Mg, K,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  e V, nas diferentes profundidades dos dois solos estudados. Não ocorreram diferenças entre o Latossolo e o Plintossolo utilizados, sendo que os valores obtidos para os mesmos tratamentos estão muito próximos. Esse fato decorre das doses empregadas de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola.

A Figura 2 mostra que, entre os tratamentos, houve efeito significativo para Ca, sendo que os maiores teores foram obtidos na camada superficial com a aplicação dos três insumos acima. A concentração de Ca decresceu com a profundidade; por isso, os menores valores se encontram nas camadas mais profundas. Segundo Oliveira et al. (1999), a maior variação de Ca ocorre a partir de 20 cm, com uma maior redução do mesmo a partir dessa profundidade. Isso pode estar relacionado com a aplicação superficial de fertilizantes contendo Ca.

Em relação ao Mg, observa-se na Figura 2 que o calcário dolomítico apresentou as maiores médias em ambos os solos. No entanto, houve uma pequena variação entre todos os tratamentos, variando de 5 a 7  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-1}$ , o qual está dentro da faixa considerada ideal para as culturas. Verifica-se que houve diminuição dos teores de Mg, com a profundidade.

**Tabela 2.** Matriz de correlação de Pearson entre os atributos ou variáveis de solo do Latossolo e produtividade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola. Anápolis, GO. Safra de 2012.

	Prod	K	Ca	Mg	H+Al	pH <sub>KCl</sub>	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	S	V	PCZ
PProd	1	-0,16581 <sup>1</sup>	0,82603	0,27864	0,11877	0,38574	0,24143	0,06856	0,55019	-0,27956
		0,3644 <sup>2</sup>	<0,0001	0,1225	0,5174	0,0292	0,1831	0,7093	0,0011	0,1212
K	-0,16581	1	-0,05911	0,28642	-0,53079	0,16085	0,07502	0,29341	0,25629	0,0418
	0,3644		0,748	0,112	0,0018	0,3792	0,6832	0,1031	0,1568	0,8203
Ca	0,82603	-0,05911	1	0,35311	0,02181	0,48028	0,49865	0,12478	0,7276	-0,29246
	<0,0001	0,748		0,0474	0,9057	0,0054	0,0037	0,4962	<0,0001	0,1043
Mg	0,27864	0,28642	0,35311	1	-0,29851	0,66052	0,56266	-0,21036	0,64032	-0,16957
	0,1225	0,112	0,0474		0,097	<0,0001	0,0008	0,2478	<0,0001	0,3535
H+Al	0,11877	-0,53079	0,02181	-0,29851	1	-0,08397	-0,46452	-0,49858	0,05603	-0,70233
	0,5174	0,0018	0,9057	0,097		0,6477	0,0074	0,0037	0,7607	<0,0001
pH <sub>KCl</sub>	0,38574	0,16085	0,48028	0,66052	-0,08397	1	0,70072	-0,5011	0,82853	-0,5252
	0,0292	0,3792	0,0054	<0,0001	0,6477		<0,0001	0,0035	<0,0001	0,002
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,24143	0,07502	0,49865	0,56266	-0,46452	0,70072	1	-0,18785	0,52234	0,03711
	0,1831	0,6832	0,0037	0,0008	0,0074	<0,0001		0,3032	0,0022	0,8402
S	0,06856	0,29341	0,12478	-0,21036	-0,49858	-0,5011	-0,18785	1	-0,28698	0,62763
	0,7093	0,1031	0,4962	0,2478	0,0037	0,0035	0,3032		0,1113	0,0001
V	0,55019	0,25629	0,7276	0,64032	0,05603	0,82853	0,52234	-0,28698	1	-0,6719
	0,0011	0,1568	<0,0001	<0,0001	0,7607	<0,0001	0,0022	0,1113		<0,0001
PCZ	-0,27956	0,0418	-0,29246	-0,16957	-0,70233	-0,5252	0,03711	0,62763	-0,6719	1
	0,1212	0,8203	0,1043	0,3535	<0,0001	0,002	0,8402	0,0001	<0,0001	

<sup>1</sup> Coeficiente de correlação de Pearson.

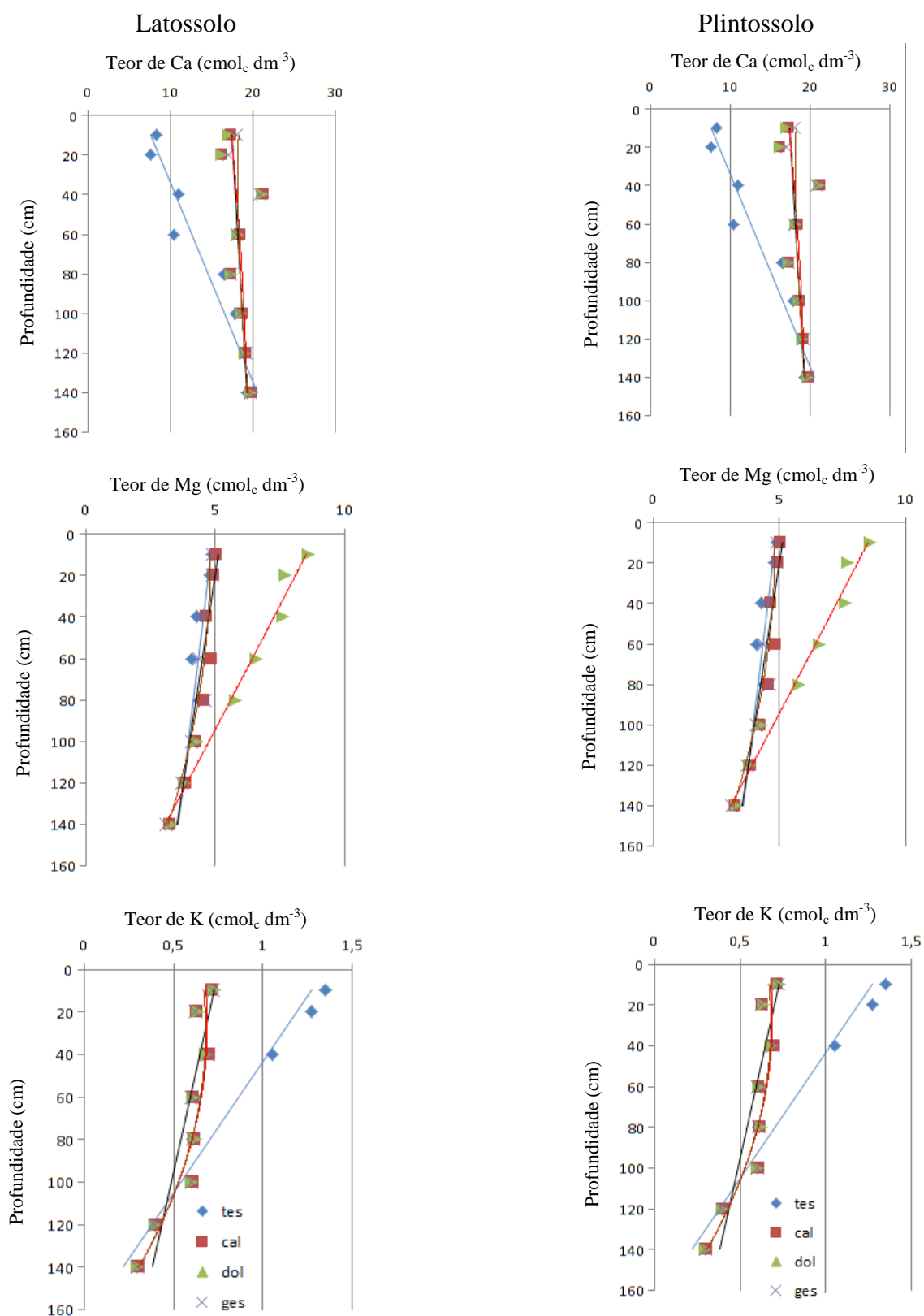
<sup>2</sup> Nível de significância: menor que 0,001 é significativo ao nível de 1%; entre 0,001 e 0,005 é significativo ao nível de 5%.

**Tabela 3.** Matriz de correlação de Pearson entre os atributos ou variáveis de solo do Plintossolo e produtividade do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola. Anápolis, GO. Safra de 2012.

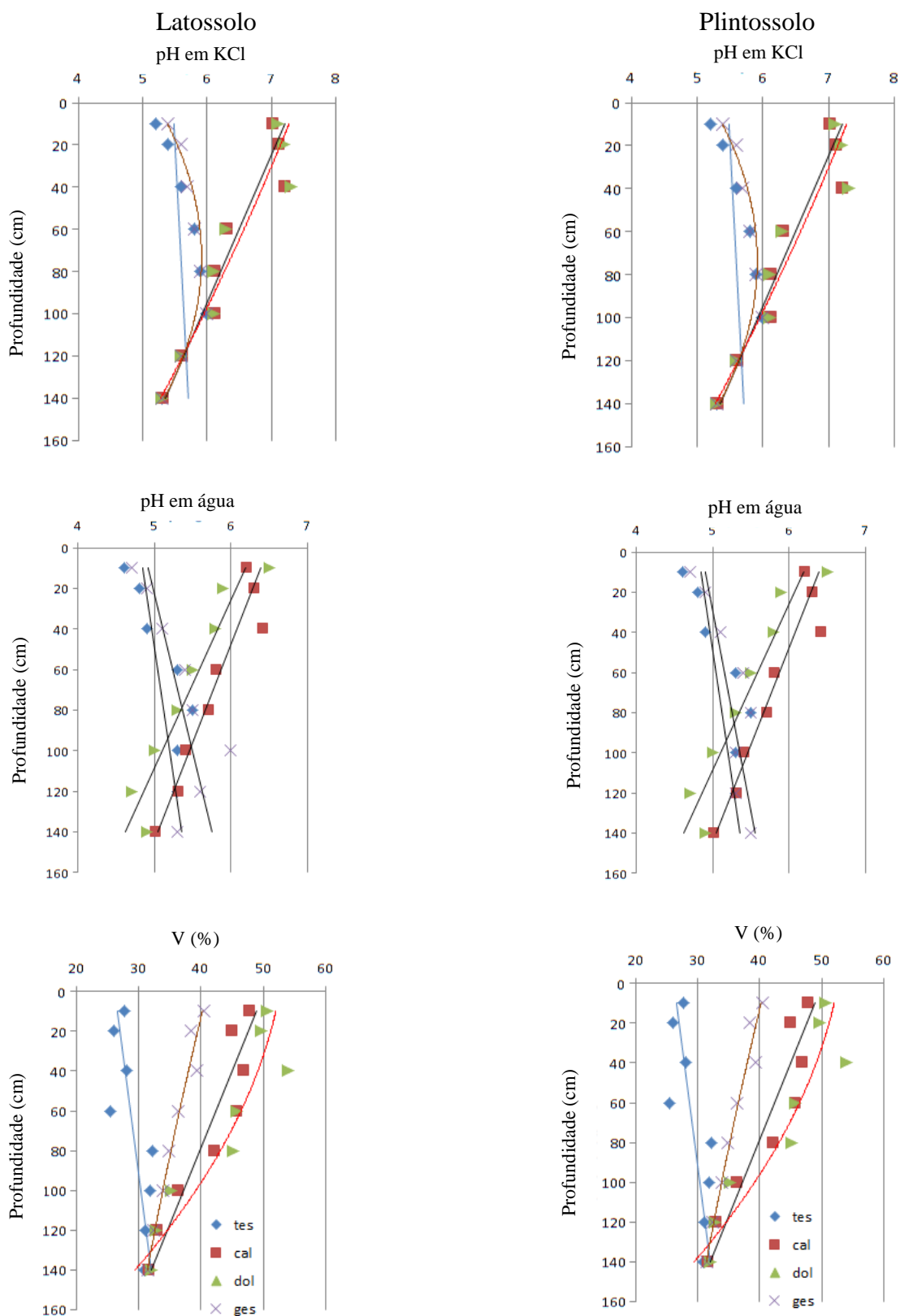
	Prod	K	Ca	Mg	H+Al	pH <sub>KCl</sub>	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	S	V	PCZ
Prod	1	-0,24254 <sup>1</sup> 0,1811 <sup>2</sup>	0,40833 0,0203	0,52875 0,0019	-0,35536 0,0459	0,37208 0,036	0,4522 0,0094	-0,01343 0,9418	-0,13779 0,452	0,46733 0,007
K	-0,24254 0,1811	1	-0,77469 <0,0001	0,35989 0,0431	-0,40843 0,0203	0,08607 0,6395	-0,12883 0,4822	-0,35269 0,0477	-0,63605 <0,0001	-0,55821 0,0009
Ca	0,40833 0,0203	-0,77469 <0,0001	1	-0,0772 0,6745	0,07616 0,6787	0,20607 0,2578	0,32961 0,0654	0,37778 0,033	0,42828 0,0145	0,75954 <0,0001
Mg	0,52875 0,0019	0,35989 0,0431	-0,0772 0,6745	1	-0,8004 <0,0001	0,71521 <0,0001	0,64347 <0,0001	-0,35412 0,0468	-0,69526 <0,0001	0,33645 0,0597
H+Al	-0,35536 0,0459	-0,40843 0,0203	0,07616 0,6787	-0,8004 <0,0001	1	-0,78989 <0,0001	-0,69424 <0,0001	0,34822 0,0508	0,929 <0,0001	-0,2893 0,1083
pH <sub>KCl</sub>	0,37208 0,036	0,08607 0,6395	0,20607 0,2578	0,71521 <0,0001	-0,78989 <0,0001	1	0,94106 <0,0001	-0,51813 0,0024	-0,62595 0,0001	0,60907 0,0002
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	0,4522 0,0094	-0,12883 0,4822	0,32961 0,0654	0,64347 <0,0001	-0,69424 <0,0001	0,94106 <0,0001	1	-0,49981 0,0036	-0,49672 0,0038	0,69175 <0,0001
S	-0,01343 0,9418	-0,35269 0,0477	0,37778 0,033	-0,35412 0,0468	0,34822 0,0508	-0,51813 0,0024	-0,49981 0,0036	1	0,44014 0,0117	0,0197 0,9148
V	-0,13779 0,452	-0,63605 <0,0001	0,42828 0,0145	-0,69526 <0,0001	0,929 <0,0001	-0,62595 0,0001	-0,49672 0,0038	0,44014 0,0117	1	0,02728 0,8822
PCZ	0,46733 0,007	-0,55821 0,0009	0,75954 <0,0001	0,33645 0,0597	-0,2893 0,1083	0,60907 0,0002	0,69175 <0,0001	0,0197 0,9148	0,02728 0,8822	1

<sup>1</sup> Coeficiente de correlação de Pearson.

<sup>2</sup> Nível de significância: menor que 0,001 é significativo ao nível de 1%; entre 0,001 e 0,005 é significativo ao nível de 5%.



**Figura 2.** Teores de Ca, Mg e K no solo em função de profundidades, em Latossolo e Plintossolo, cultivados com abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill) var. Pérola, após aplicação de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola. Anápolis, GO, 2012.



**Figura 3.** Valores de  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  e  $V(\%)$  no solo em função de profundidades, em Latossolo e Plintossolo, cultivados com abacaxizeiro (*Ananas comosus* L., Merrill), após aplicação de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola. Anápolis, GO, 2012.

Verifica-se que o K variou entre 0,6 e 1,41  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-1}$ . As menores quantidades observadas na Figura 2 foram nas testemunhas. O gesso pode levar a lixiviação de K para as camadas mais profundas, o que não foi observado. No perfil, como um todo, se verifica que a diminuição do teor de K é mais acentuada a partir de 20 cm. Alcântara et al. (2000), relatam que na camada de até 10 cm pode ocorrer até duas vezes mais K que em profundidades acima de 20 cm. Os teores de K trocável no solo decrescem com a profundidade, independente do solo estudado (Muzilli, 1983; Sidras & Pavan, 1985). Os mesmos autores relatam que as alterações na disponibilidade de K, em função do sistema de manejo do solo, têm sido relativamente pequenas.

A Figura 3 mostra que o  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  e o  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  foram aumentados com a prática da calagem, principalmente na camada mais superficial. Estes valores estão na faixa que possibilita a maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, pois, indiretamente, o pH controla a absorção de todos os nutrientes (Lopes, 1989). No entanto, observou-se ausência de Al trocável em níveis tóxicos em todo o perfil avaliado (Apêndices 3 e 4). Foram observados maiores valores de pH nos tratamentos com calcário dolomítico e calcítico. O tratamento testemunha foram os que apresentaram o mais baixo valor de pH, seguido pelos tratamentos com gesso.

Com relação à profundidade observa-se que a aplicação dos corretivos não proporcionaram diferença significativa em profundidades, embora apresente maiores valores nas camadas superficiais. Quanto à saturação por bases (V), verificam-se diferenças entre tratamentos, bem como em relação às profundidades, sendo a eficiência da aplicação dos insumos restrita principalmente às camadas superficiais do Latossolo. Os valores de V situaram-se entre 43 e 55% (Figura 3), considerados adequados para a cultura do abacaxizeiro.

## **5 CONCLUSÃO**

O calcário calcítico, calcário dolomítico e o gesso agrícola, nas doses equivalentes utilizadas, induziram o Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico estudado atingir a uma capacidade de produção de abacaxi Pérola estatisticamente equivalente à do Latossolo Amarelo Distrocoeso típico.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Em relação às testemunhas, as maiores produtividades do abacaxizeiro se deveram ao fato da adição de calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola, individualmente, haverem aumentado os teores de bases trocáveis na camada superficial do Latossolo e Plintossolo estudados, visto que o sistema radicular dessa monocotiledônea é bastante raso.

2. A estatística veio provar que, cientificamente, os efeitos do calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola, sobre o abacaxizeiro investigado, não foram diferentes, em ambas as classes de solo (Tabela 1). Porém, tecnicamente, o gesso agrícola foi superior ao calcário dolomítico, e este, por sua vez, foi superior ao calcário calcítico, como ficaram evidenciados na Figura 1, quando se analisaram incrementos de produção, baseados nos valores de efeitos dos tratamentos *controles*.

3. Em vista da consideração precedente, é fundamental, durante o planejamento de implantação de lavoura de abacaxi, se realizar pesquisa de mercado sobre preços dos três aludidos insumos.

4. As diferenças de incrementos de produção também não foram estatisticamente significativas, entretanto, tecnicamente, como foi comentado, mostraram-se relevantes.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- BEZERRA, J. E. F.; MAAZE, U. C.; SANTOS, V. F. dos; LEDERMAN, I. E. Efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção e qualidade do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Recife, v. 3, n. 1, p. 1-5, 1981.
- BOARETTO, A. E.; CHITOLINA, J. C.; RAIJ, B. van; SILVA, F. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, acondicionamento e preparação de amostras de plantas para análise química. In: **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. EMBRAPA SOLOS, EMBRAPA INFORMÁTICA E AGROPECUÁRIA, Brasília: EMBRAPA COMUNICAÇÃO PARA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA, 1999. p. 49-73.
- BRASIL. Decreto nº 75.583, de 21 de julho de 1975. Dispõe sobre corretivos de solo e dá outras providências correlatas. **Lex: coletânea de legislação e jurisprudência**, Brasília, v. 62, n. 3, p. 217-220, 1975.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário do agronegócio brasileiro**, v. 89, n. 57. Brasília, 2013. 243 p. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **Comunicação pessoal**, 2015.
- BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**: compêndio universitário sobre edafologia. 4. ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1976. 594 p.
- CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. de F. S. da; GUARÇONI, R. C. Efeitos da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi 'Vitória'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 883-890, set. 2013.
- CIBES, H.; SAMUELS, G. **Technical Paper**, 3. University of Puerto Rico. Agricultural Experiments Station Rio Piedras, Puerto Rico, 1958.
- COELHO, R. I.; LOPES, J. C.; CARVALHO, A. J. CORDEIRO de; AMARAL, J. A. T. do; MATTA, F. de P. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro

‘Jupi’ cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico em função da adubação com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1696-1701, 57nov./dez. 2007.

CONN, E. E.; STUMPF, P. K. **Introdução à bioquímica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1975. 447 p.

COULTER J. W. **La piña**. Publicación Agrícola de la Unión Panamericana. Washington: Oficina de Cooperación Agrícola, 1940.

DANIELS, R. B.; PERKINS, H. F.; HAJEK, B. F.; GAMBLE, E. E. Morphology of discontinuous phase plinthite and criteria for its field identification in the Southeastern United States. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 42, n. 6, p. 944-949, nov./dec. 1978.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Ciclo de palestras: sustentabilidade econômica e social na abacaxicultura brasileira**. Brasília, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos (SiBCS)**. Rio de Janeiro: 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos (SiBCS)**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Boletim técnico**, 3. Rio de Janeiro, 2014. 10 p.

EMBRAPA. **Cerrado: uso e manejo**. Brasília: Editerra, 1979. 761 p. (Simpósio sobre o Cerrado).

EMBRAPA. CIM (Common Information Model). **Informativo da Embrapa**, v. 4, n. 2. Rondônia, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 maio 2014.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 1988. 67 p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 11).

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1975. 341 p.

ESSINGTON, M. E. **Soil and water chemistry: an integrative approach**. 1. ed. New York: CRC Press, 2004. 534 p.

FAO (Roma). **World reference base for soil resources: draft**. Paris: Unesco, 1994. 161 p.

FAO. **World reference base for soil resources**. FAO/ISSS/ISRIC, 1998. 88 p. (FAO. World Soil Resources Reports, 84).

- FAO. **World's fruits market studies for underdeveloped countries**. Washington (DC), 2014. (Technical report, 1). Disponível em: <<http://www.fao.gov/>>. Acesso em: 20 maio 2014.
- FASSBENDER, H. W. **Química de solos**: con énfasis en suelos de América Latina. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), 1980. 398 p.
- FOLLET – SMITH, R. R. The uptake of minerals by pineapple plants at different stages of growth. **Agronomy Journal of Britain**, Madison, v. 7, n. 1, p. 17 – 20, 1936.
- GIACOMELLI, E. J. **Expansão da abacaxicultura no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 79 p.
- GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados**: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel, 1986. p. 129-166.
- GOODLAND, J. A.; FERRI, M. G. **Ecologia do cerrado**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979. 193 p.
- GUARÇONI, A. M.; VENTURA, J. A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi ‘Gold’ (MD-2). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1367-1376, 2011.
- HAAG, H. P.; ARZOLLA, S.; MELLO, F. A. F. de; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; OLIVEIRA, E. R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do abacaxi (*Ananas sativus* Schult.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 20, p. 33-40, 1963.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 maio 2014.
- INFORZZATO, R. E. J.; GIACOMELLI, E. J.; ROCHELLE, L. A. Sistema radicular do abacaxizeiro aos 4, 8 e 12 meses, plantado no início da estação seca, em solo Latossolo Vermelho-Escuro-Orto. **Bragantia**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 135 – 141, 1968.
- JONES JÚNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant Analysis Handbook**: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens U. S. A.): Micro-Macro Publishing, 1991. 213 p.
- KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.
- KRAUSS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* L. (Merril). **Soil Science**, Baltimore, v. 26, n. 1, p. 305 – 315, 1928.
- LEITE, J. P. **Tabelas de conversão de fertilizantes**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1980. 184 p.

LOPES, A. S. (trad. e adapt.). **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Ceres, 1979. 256 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. p. 149-167.

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

MALAVOLTA. **O potássio e a planta**. 4. ed. Instituto da Potassa, 1982. 60 p. (Boletim técnico, 1).

MARQUES, L. S.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; ISEPON, J. dos S. Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçai-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 1004-1014, set. 2011.

MURAYAMA, S. **Fruticultura**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1976. p. 310-315.

MUZILLI, O. Influência do plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 95-102, 1983.

OCHSE, J. J., SOULE JÚNIOR, M. J.; DIJMAN, M. J.; CWEHLBVURG. **Tropical and subtropical agriculture**. The Macmillan Company, New York, U. S. A., 1961. p. 574 – 586.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal: Funep, 2001. 414 p.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: Funep, 1992. 201 p.

OLIVEIRA, J. J.; CHAVES, L. H. G.; QUEIROZ, J. E.; LUNA, J. G. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 783-789. 1999.

PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; NOGUEIRA, F. D. Nutrição e adubação do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 33-39, 1998.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. 3. ed., 1981. 541 p.

PY, C.; TISSEAU, M. A.; OURY, B.; AHMADA, F. **La culture de l'ananas os Guinee.** France: Institut Français de Recherches Fruitieres d'Outre-Mer, 1957.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, A. P. da; SILVA, S. de M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'Pérola', em função das relações K/N na adubação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 625-633, jun. 2013.

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

SILVA, A. P. da; ALVAREZ, V. V. H.; SOUZA, A. P. de; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; DANTAS, J. P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi – Fertcalc-abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1269-1280, 2009.

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura.** São Paulo: Ceres, 1971. p. 171-195.

SMITH, G. D.; BRITO, A. P.; LUQUE, O. The lithoplintic horizon: a diagnostic horizon for soil taxonomy. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 41, n. 1, p. 1212-1214, 1977.

SYS, C. The concept of ferralitic and fersiallitic soils in Central Africa. **Pedologie**, Ghent, v. 17, n. 3, p. 284-325, 1967.

TEIWES, G; GRUNEBERG, F. **Conocimientos y experiências en fertilización de piña.** 2. ed. Hannover: Verlagspessellschaft fur Akerbau MBH, 1963. Boletim Verde, v. 3, n. 1, p. 1-67.

USDA. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy**: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, 1975. 754 p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).

VELOSO, C. A. C.; OEIRAS, A. H. L.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S. de. Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em Latossolo Amarelo do nordeste paraense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, 2001.

YOUKER, R. E.; McGUINNESS, J. L. A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregates analysis of soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 83, n. 1, p. 291-294, 1956.

## **APÊNDICES**

**Apêndice 1.** Produção de abacaxi Pérola em Latossolo Amarelo Distrocoeso típico submetido a quatro tratamentos

Tratamentos (parcelas com repetições)	Efeitos de tratamentos (kg parcela <sup>-1</sup> )	Tratamentos (parcelas com repetições)	Efeitos de tratamentos (kg parcela <sup>-1</sup> )
L <sub>1S</sub>	6,723	L <sub>1CD</sub>	11,034
L <sub>2S</sub>	5,916	L <sub>2CD</sub>	13,249
L <sub>3S</sub>	7,878	L <sub>3CD</sub>	9,987
L <sub>4S</sub>	5,878	L <sub>4CD</sub>	10,906
L <sub>5S</sub>	6,652	L <sub>5CD</sub>	9,636
L <sub>1CC</sub>	10,483	L <sub>1G</sub>	12,961
L <sub>2CC</sub>	8,865	L <sub>2G</sub>	11,401
L <sub>3CC</sub>	12,041	L <sub>3G</sub>	13,536
L <sub>4CC</sub>	8,643	L <sub>4G</sub>	10,395
L <sub>5CC</sub>	11,307	L <sub>5G</sub>	11,571

**Simbologia:** L – Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, índices 1, 2, 3, 4, 5 – repetições, índice “S” – sem insumo, índice “CC” – calcário calcítico, índice “CD” – calcário dolomítico, índice “G” – gesso agrícola.

**Apêndice 2.** Produção de abacaxi Pérola em Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico submetido a quatro tratamentos

Tratamentos (parcelas com repetições)	Efeitos de tratamentos (kg parcela <sup>-1</sup> )	Tratamentos (parcelas com repetições)	Efeitos de tratamentos (kg parcela <sup>-1</sup> )
P <sub>1S</sub>	3,834	P <sub>1CD</sub>	9,642
P <sub>2S</sub>	4,057	P <sub>2CD</sub>	14,711
P <sub>3S</sub>	3,925	P <sub>3CD</sub>	8,892
P <sub>4S</sub>	3,981	P <sub>4CD</sub>	10,969
P <sub>5S</sub>	4,115	P <sub>5CD</sub>	11,757
P <sub>1CC</sub>	8,795	P <sub>1G</sub>	10,771
P <sub>2CC</sub>	9,471	P <sub>2G</sub>	11,714
P <sub>3CC</sub>	11,689	P <sub>3G</sub>	11,218
P <sub>4CC</sub>	11,466	P <sub>4G</sub>	12,113
P <sub>5CC</sub>	8,566	P <sub>5G</sub>	12,975

**Simbologia:** P – Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico, índices 1, 2, 3, 4, 5 – repetições, índice “S” – sem insumo, índice “CC” – calcário calcítico, índice “CD” – calcário dolomítico, índice “G” – gesso agrícola.

**Apêndice 3.** Valores<sup>2</sup> das variáveis referentes ao Latossolo Amarelo Distrocoeso típico\* utilizado, no estado natural

Variáveis	Camadas de perfil de solo, ΔZ (cm)							
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
At (% p/p)	20,0	31,0	32,0	49,0	49,0	52,0	50,0	50,0
An (% p/p)	6,0	9,0	11,0	18,0	20,0	23,0	24,0	26,0
Silte (% p/p)	12,0	17,0	14,0	13,0	8,0	8,0	16,0	8,0
Areia (% p/p)	68,0	52,0	54,0	38,0	43,0	40,0	34,0	42,0
Plintita (% v/v)	3,82	3,81	3,80	3,77	3,78	4,26	4,27	4,39
M. O. (g dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	22,0	19,0	13,0	9,5	6,7	4,2	3,6	2,4
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	1,8	1,0	0,6	0,9	1,1	0,7	0,9	1,2
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	1,1	1,0	0,8	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	14,1	12,7	16,2	14,4	19,3	20,2	19,1	20,2
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	7,0	6,1	5,8	5,4	5,0	4,3	3,8	3,6
Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	2,1	2,0	2,2	2,5	2,6	2,8	3,2	3,1
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	38,2	39,4	41,7	44,5	45,1	49,2	50,0	50,0
pH (em KCl)	5,0	5,3	5,4	5,6	5,7	5,8	5,5	5,3
pH (em H <sub>2</sub> O)	4,5	4,6	4,9	5,1	5,2	5,3	5,2	4,9

Continua ...

**Apêndice 3. Continuação**

S (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	1,86	1,90	1,91	2,00	1,75	1,70	1,80	1,85
Fe (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	57,20	60,10	62,60	59,71	61,49	65,36	65,63	66,20
Mn (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	23,80	20,30	11,50	6,40	3,26	3,09	2,80	2,30
Si (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	6,90	7,30	7,60	6,80	6,10	5,72	5,20	5,00
SiO <sub>2</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,3</sup>	36.080	34.497	34.005	33.803	32.529	32.114	31.541	30.061
FeO (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,4</sup>	8.287	7.082	6.741	6.210	5.801	5.516	4.903	4.208
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,5</sup>	64.749	55.332	52.668	48.518	45.326	43.092	38.304	32.877
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,6</sup>	3.690	3.015	3.002	2.765	2.583	2.456	2.183	1.874
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	34.170	34.170	34.068	34.884	34.476	54.468	33.660	32.640
MnO (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	351,3	299,1	169,5	94,7	48,2	45,2	41,3	33,9
MnO <sub>2</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	3.527	3.016	1.703	946	484	455	416	372
Sb (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	22,2	19,7	22,6	20,3	24,8	25,1	23,3	24,1
T (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	60,4	59,1	64,3	64,8	69,9	74,3	73,3	74,1
Te (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	24,3	21,7	24,8	22,8	27,4	27,9	26,5	27,2
V (%)	36,7	33,3	35,1	31,3	35,5	33,8	31,8	32,5
t (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	302,0	190,6	200,9	132,2	142,6	142,8	146,6	148,2
PCZ	6,1	6,4	6,9	7,2	7,3	7,6	7,8	7,9

Continua ...

**Apêndice 3.** Continuação

Gf (%)	70,0	70,9	65,6	63,2	59,2	55,7	52,2	48,0	
m (%)	8,6	9,2	8,8	10,9	9,4	10,0	12,0	11,3	
$\theta_s$ (% v/v) <sup>13</sup>	37,8	38,1	42,7	48,6	54,6	60,2	59,3	58,8	
CC (% v/v) <sup>13</sup>	30,2	31,0	37,6	38,8	39,1	39,4	38,0	38,2	
PMP (% v/v) <sup>13</sup>	18,4	18,0	17,1	16,7	16,1	15,3	14,7	14,2	
Ksv (cm h <sup>-1</sup> )	3,2	3,1	2,8	2,2	1,9	1,5	1,3	1,4	
Ksh (cm h <sup>-1</sup> )	2,4	2,5	2,6	2,0	1,8	1,4	1,0	1,1	
I (mm h <sup>-1</sup> )	187,3	180,1	174,7	165,4	161,8	154,3	148,0	146,5	
t <sub>1</sub> (h)	12,0	18,0	-	-	-	-	-	-	
t <sub>2</sub> (h)	72,0	120,0	-	-	-	-	-	-	
Ki	1,79	1,71	1,69	1,64	1,60	1,59	1,59	1,56	
Kr	0,81	0,84	0,85	0,87	0,87	0,88	0,92	0,95	
Formas de APMS	tipo	e	e	e	b	b	b	l	l
	subtipo	g	g	g	a	a	a	n	n
Grau de estabilidade <sup>9</sup> dos AMPS		0	0	1	1	2	2	3	3
DMP (mm)	0,44	0,45	0,49	0,55	0,58	0,56	0,59	0,64	

Continua ...

### Apêndice 3. Continuação

Consistência (solo úmido)	fr	fr	pl	pl	v	v	v	v
Ic ( N)	51,0	77,0	-	-	-	-	-	-
Da (g cm <sup>-3</sup> ) <sup>14</sup>	1,32	1,32	1,35	1,34	1,36	1,36	1,40	1,49
Dp (g cm <sup>-3</sup> ) <sup>14</sup>	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,8	1,8	1,9
φ (% , v/v) <sup>12</sup>	42,0	40,0	36,0	34,0	24,0	26,0	25,0	24,0
Macp (% , v/v) <sup>12</sup>	13,4	11,2	9,4	7,1	4,8	4,4	4,3	3,8
Micp (% , v/v) <sup>12</sup>	28,6	28,8	26,6	26,9	19,2	21,6	20,7	20,2
Cor (Munsell, solo úmido)	2,5YR6/2	2,5 YR 5/7	2,5YR3/1	5 YR 4/3	5 YR 4/2	10 YR 5/8	10 YR 6/2	10 YR 5/2

(\*) Classificação de 2006, em substituição à de 1999, como Latossolo Vermelho–Amarelo Distrófico argissólico. As características permanecem inalteradas.

(1) dm<sup>3</sup> de solo (2) médias de dezesseis amostras de solo de dezesseis perfis de quatro trincheiras (3) SiO<sub>4</sub>: fórmula molecular de quartzo e sílica

(4) FeO: óxido ferroso (cor cinza) (5) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: óxido férrico ou hematita (cor marrom ou marrom avermelhado) (6) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O: limonita (cor amarela)

(7) ou argila dispersa em água (8) de partículas de solo ou de estrutura de solo (9) ou de desenvolvimento (10) ou densidade do solo, Ds

(11) ou densidade real, Dr (12) v/v, no sentido de (volume de espaços vazios/volume de solo indeformado seco a 110°C por 24 horas)x100%

(13) v/v, no sentido de (volume de água/volume de solo)x100% (14) cm<sup>3</sup> de solo t<sub>1</sub>: tempo médio entre θs (teor de água no ponto de saturação do solo) e CC (capacidade de campo), no período seco t<sub>2</sub>: tempo médio entre CC e PMP (ponto de murcha permanente), no período seco a: angular (subtipo)

b: de blocos/ cúbica (tipo) ba: blocos angulares bp: blocos pequenos bg: blocos grandes e: esferoidal (tipo) f: fraca fr: friável

g: granular (subtipo) l: laminar m: maciça mp: moderadamente pequena n: não possui subtipo p: pequena

pba: pequenos blocos angulares pl: plástica v: viscosa Parâmetros: P (mg dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 10-30; K (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 1,5-4,5; Ca<sup>2+</sup>(mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 20-50; Mg<sup>2+</sup>(mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 5-15; S(mg dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 10-20; Fe(mg dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 40-80; Mn(mg dm<sup>-3</sup>)<sup>1</sup>: 20-40. Neste trabalho, argila: partícula(fração) menor ou igual a 0,002 mm; silte ou limo: entre 0,002 e 0,05 mm; areia: entre 0,05 e 2,0 mm.

**Apêndice 4.** Valores<sup>2</sup> das variáveis referentes ao Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico\* utilizado, no estado natural

Variáveis	Camadas de perfil de solo, ΔZ (cm)							
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
At (% , p/p)	19,0	20,0	24,0	31,0	41,0	43,0	43,0	43,0
An (% , p/p)	14,0	15,0	17,0	22,0	27,0	28,0	28,0	27,0
Silte (% , p/p)	12,0	13,0	13,0	15,0	14,0	16,0	14,0	14,0
Areia (% , p/p)	69,0	67,0	63,0	54,0	45,0	41,0	43,0	43,0
Petroplintita (% , v/v)	54,0	51,0	57,0	69,0	75,0	78,0	81,0	81,0
M. O. (g dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	18,0	15,0	10,0	7,0	5,0	3,0	3,0	2,0
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	1,5	1,1	0,5	0,7	0,9	0,6	0,7	1,0
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	0,9	0,9	0,7	0,5	0,4	0,5	0,3	0,2
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	11,5	10,4	13,1	11,8	15,8	16,6	15,7	16,2
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	5,7	4,9	4,8	4,4	4,1	3,5	3,1	2,9
Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	3,8	3,6	4,0	4,5	4,7	5,1	5,8	5,6
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	69,5	71,7	75,9	81,0	82,0	89,5	91,0	93,1
pH (em KCl)	4,1	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	4,5	4,3
pH (em H <sub>2</sub> O)	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,3	4,2	4,0

Continua ...

**Apêndice 4. Continuação**

S (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	1,52	1,55	1,56	1,64	1,43	1,39	1,47	1,52
Fe (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	104,1	109,3	113,9	108,4	112,1	119,3	119,7	120,4
Mn (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	43,3	36,9	20,9	11,6	6,0	5,4	5,1	4,2
Si (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	8,6	9,1	9,4	8,4	7,6	7,1	6,4	5,8
SiO <sub>2</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,3</sup>	44.000	42.070	41.470	41.470	39.670	40.270	38.464	38.660
FeO (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,4</sup>	13.390	12.350	12.610	12.870	13.260	14.300	13.910	15.470
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	103.740	95.760	97.550	98.950	102.140	110.124	106.930	119.700
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .3H <sub>2</sub> O (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1,6</sup>	23.690	21.850	22.436	22.758	23.492	25.328	24.593	27.531
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	38.760	41.820	42.840	44.880	44.880	45.900	46.920	48.960
MnO (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	10.374	8.872	5.010	2.784	1.425	1.338	1.223	1.005
MnO <sub>2</sub> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	2.697	2.306	1.302	724	371	348	318	261
Sb (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	18,1	16,2	18,6	16,7	20,3	20,6	19,1	19,3
T (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	87,6	87,9	94,5	97,7	102,3	110,1	110,1	112,4
Te (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	21,9	19,8	22,6	21,2	25,0	25,7	24,9	24,9
V (%)	20,7	18,4	19,7	17,1	19,8	18,7	17,3	17,2
t (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	461,0	439,5	393,7	315,2	249,5	256,0	256,0	261,4

Continua ...

**Apêndice 4.** Continuação

PCZ	5,0	5,2	5,6	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5
Gf (%)	26,3	25,0	29,2	29,0	34,1	35,0	35,0	37,2
m (%)	17,3	18,2	17,7	21,2	18,8	19,8	23,2	22,4
$\theta_s$ (% v/v) <sup>13</sup>	31,0	31,2	35,0	39,8	44,7	49,3	48,6	48,2
CC (% v/v) <sup>13</sup>	24,3	25,1	25,8	26,6	26,9	27,4	26,9	26,7
PMP (% v/v) <sup>13</sup>	11,9	10,5	10,0	9,7	8,8	8,3	7,6	7,4
Ksv (cm h <sup>-1</sup> )	5,1	5,0	4,4	3,6	3,1	2,4	2,1	1,8
Ksh (cm h <sup>-1</sup> )	3,8	4,1	4,2	3,2	2,8	2,2	1,6	1,3
I (mm h <sup>-1</sup> )	250,9	241,3	234,1	221,6	216,8	206,7	198,3	186,1
t <sub>1</sub> (h)	6,0	12,0	-	-	-	-	-	-
t <sub>2</sub> (h)	24,0	72,0	-	-	-	-	-	-
Ki	1,92	1,71	1,64	1,57	1,50	1,49	1,39	1,28
Kr	0,71	0,69	0,66	0,65	0,61	0,59	0,54	0,52
Formas de APMS	f, p, g	f, p, g	f, mp, bp	f, mp, bp	f, pba	f, ba, m	ba, bg, m	ba, bg, m
Grau de estabilidade <sup>9</sup> dos APMS	0	0	0	0	0	0	0	0
DMP (mm)	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,47	0,49	0,49

Continua ...

**Apêndice 4.** Continuação

Consistência (solo úmido)	fr	fr	fr	fr	fr	pl	pl	pl
Ic (N)	350,0	392,0	-	-	-	-	-	-
Da <sup>10</sup> (g cm <sup>-3</sup> )	1,48	1,54	1,59	1,59	1,62	1,63	1,59	1,76
Dp <sup>11</sup> (g cm <sup>-3</sup> ) <sup>14</sup>	4,0	3,7	3,3	3,1	2,5	2,6	2,5	2,7
φ (% , v/v) <sup>12</sup>	63,0	58,0	52,0	49,0	35,0	38,0	36,0	35,0
Macp (% , v/v) <sup>12</sup>	49,7	44,1	36,9	30,4	17,8	16,7	14,0	12,9
Micp (% , v/v) <sup>12</sup>	13,3	13,9	15,1	18,6	17,2	21,3	22,0	22,1
Cor (Munsell, solo úmido)	10R 3/1	10R 5/7	10R 4/2	2,5YR 6/2	2,5YR 5/8	5YR 4/3	7,5YR 5/2	7,5YR 6/2

(\*)Classificação de 2006, em substituição à de 1999, como Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico. As características permanecem inalteradas. Notações de (1) a (14) são as mesmas do Apêndice 3. bp: blocos pequenos      bg: blocos grandes      f: fraca      fr: friável      g: granular (subtipo)      m: maciça  
 mp: moderadamente pequena      p: pequena      pba: pequenos blocos angulares      pl: plástica

**Apêndice 5.** Variáveis de solo do Apêndice 3 submetidas a nova análise de laboratório após término de aplicação de quatro tratamentos

**Latossolo Amarelo Distrocoeso típico**  
Camadas de perfil de solo, ΔZ (cm)  
Tratamentos

Variáveis	L <sub>S</sub>								L <sub>CC</sub>								L <sub>CD</sub>								L <sub>G</sub>							
	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140
At (% p/p)	21,0	30,0	32,0	48,0	49,0	54,0	51,0	52,0	21,0	30,0	32,0	48,0	49,0	54,0	51,0	52,0	21,0	30,0	32,0	48,0	49,0	54,0	51,0	52,0	21,0	30,0	32,0	48,0	49,0	54,0	51,0	52,0
An (% p/p)	6,3	8,9	10,8	18,1	20,1	22,9	24,3	25,7	2,92	3,21	4,26	10,89	17,6	22,7	24,3	25,7	2,46	2,85	3,71	9,93	17,05	21,98	23,46	25,58	0,042	0,060	0,29	0,62	6,71	14,90	18,26	25,48
K <sup>+</sup> (% p/p)	1,35	1,27	1,05	0,62	0,61	0,60	0,40	0,30	0,71	0,62	0,69	0,60	0,61	0,60	0,40	0,30	0,73	0,64	0,68	0,61	0,62	0,60	0,40	0,30	0,72	0,62	0,69	0,60	0,61	0,60	0,40	0,30
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,4	7,7	11,0	10,4	16,5	17,9	19,0	19,3	17,20	16,13	21,22	18,29	17,2	18,6	19,0	19,7	17,12	16,25	21,20	18,21	17,4	18,6	19,1	19,8	18,06	17,13	20,85	18,00	17,3	18,5	19,2	19,7
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,9	4,8	4,3	4,1	4,4	4,3	3,8	3,3	5,0	4,9	4,6	4,8	4,5	4,2	3,8	3,2	8,6	7,7	7,6	6,6	5,8	4,3	3,8	3,3	4,9	4,9	4,5	4,4	4,6	4,1	3,7	3,1
Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,2	1,9	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0	1,4	1,3	1,6	1,5	1,7	2,4	2,6	2,8	1,3	1,1	1,4	1,2	1,9	2,5	2,6	2,7	2,0	1,8	2,0	2,1	2,6	2,6	2,8	3,0
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	38,0	39,0	41,8	44,2	45,3	48,8	51,1	51,0	25,1	26,5	30,1	28,3	30,8	41,2	47,3	50,3	25,8	24,9	25,1	30,1	28,9	43,0	47,8	49,7	34,6	36,3	40,1	40,2	42,1	45,0	48,4	50,0
pH <sub>Ca</sub>	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	5,6	5,3	7,0	7,1	7,2	6,3	6,1	6,1	5,6	5,3	7,1	7,2	7,3	6,3	6,1	6,1	5,6	5,3	5,4	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	5,6	5,3
pH <sub>H2O</sub>	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5	5,3	5,3	5,0	6,2	6,3	6,4	5,8	5,7	5,4	5,3	5,0	6,4	6,5	6,5	5,9	5,8	5,5	5,3	5,0	4,7	4,9	5,1	5,4	5,5	5,3	5,3	5,0
S (mg dm <sup>-3</sup> )	1,34	1,29	1,22	1,54	1,68	1,70	1,79	1,84	1,35	1,31	1,25	1,59	1,74	1,69	1,80	1,83	1,35	1,30	1,24	1,57	1,73	1,68	1,78	1,84	2,51	2,64	2,73	2,31	1,88	1,79	1,84	1,92
Sb (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	14,6	13,8	6,4	15,1	21,5	22,8	23,2	22,9	22,9	21,6	26,5	23,7	22,3	23,4	23,2	23,2	26,5	24,6	29,5	25,4	23,8	23,5	23,3	23,4	23,7	22,6	26,0	23,0	22,5	23,2	23,3	23,1
T (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	52,6	52,8	58,2	59,3	66,8	71,6	74,3	73,9	48,0	48,1	56,6	52,0	53,1	64,6	70,5	73,5	52,3	49,5	54,6	55,5	52,7	66,5	71,1	73,1	58,3	58,9	66,1	63,2	64,6	68,2	71,7	73,1
Te (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	16,8	15,7	18,6	17,5	24,1	25,5	26,1	25,9	24,3	23,0	28,1	25,2	24,0	25,8	25,8	26,0	27,8	25,9	30,9	26,6	25,7	26,0	25,9	26,1	25,7	24,4	28,0	25,1	25,1	25,8	26,1	26,1

Continua ...

## Apêndice 5. Continuação

V (%)	27,7	26,1	28,2	25,5	32,2	31,8	31,2	31,0	47,7	44,9	46,8	45,6	42,0	36,2	32,9	31,6	50,7	49,7	54,0	45,7	45,2	35,3	32,8	32,0	40,6	38,4	39,3	36,4	34,8	34,0	32,5	31,6
PCZ	6,2	6,3	6,7	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	7,6	8,0	8,7	7,8	7,5	7,5	7,7	7,8	8,4	8,6	8,7	7,5	7,5	7,4	7,7	7,9	7,2	7,6	8,3	7,5	7,4	7,4	7,6	7,8
Gf (%)	70,0	70,3	66,2	62,3	58,7	57,6	52,3	50,5	86,1	89,3	86,7	77,3	64,1	57,9	52,3	50,5	88,3	90,5	88,4	79,3	65,2	59,3	54,0	50,8	99,8	99,8	99,1	98,7	86,3	72,4	64,2	51,0
m (%)	13,1	12,1	11,8	13,7	10,8	10,6	11,1	11,6	5,8	5,6	5,7	5,9	7,1	9,3	10,1	10,1	4,7	4,2	4,5	4,5	7,4	9,6	10,0	10,3	7,8	7,4	7,1	8,4	10,3	10,1	10,7	11,5
θs (% v/v)	37,5	38,4	42,4	48,3	54,5	60,0	59,6	58,6	40,1	41,3	48,8	55,2	55,2	59,8	59,7	58,4	49,4	51,5	53,6	56,3	57,1	60,2	59,6	58,5	60,0	59,7	58,8	58,6	59,9	60,1	59,5	58,4
CC (% v/v)	30,4	31,2	37,1	38,7	39,3	39,4	38,1	38,3	31,3	31,8	37,7	38,7	39,2	39,1	38,1	38,3	32,6	33,3	37,8	38,8	39,1	39,4	38,3	38,3	38,4	39,3	37,9	38,9	39,5	39,0	38,5	38,3
PMP (% v/v)	18,5	18,1	17,3	16,5	16,0	15,5	14,6	14,1	18,4	18,3	17,3	16,2	16,3	15,5	14,6	14,3	18,4	18,2	17,4	16,1	16,5	15,6	14,5	14,2	18,6	18,5	17,6	16,0	16,6	15,8	14,7	14,4
Ksv (cm h <sup>-1</sup> )	3,4	3,2	2,7	2,3	1,8	1,6	1,2	1,4	4,2	4,1	3,5	2,8	1,9	1,6	1,2	1,4	4,6	4,4	3,8	3,0	1,9	1,6	1,2	1,4	4,9	4,8	4,2	2,8	2,1	1,7	1,2	1,4
Ksh (cm h <sup>-1</sup> )	2,5	2,6	2,7	2,2	1,7	1,5	1,1	1,3	3,1	3,3	2,9	2,4	1,7	1,5	1,1	1,3	3,3	3,6	3,8	2,9	1,8	1,5	1,1	1,3	3,6	3,9	4,1	2,6	1,9	1,5	1,1	1,3
I (mm h <sup>-1</sup> )	187,2	180,3	174,5	165,6	161,6	154,4	148,2	146,3	230,2	228,9	228,6	191,0	187,3	174,5	151,1	147,0	252,7	250,6	249,5	198,1	192,2	181,0	163,6	154,7	275,2	272,2	270,4	203,7	195,0	187,1	166,3	157,8
t <sub>1</sub> (h)	12,0	18,0	-	-	-	-	-	-	16,0	22,0	-	-	-	-	-	-	16,0	22,0	-	-	-	-	-	-	24,0	30,0	-	-	-	-	-	-
t <sub>2</sub> (h)	72,0	120,0	-	-	-	-	-	-	78,0	126,0	-	-	-	-	-	-	80,0	128,0	-	-	-	-	-	-	96,0	144,0	-	-	-	-	-	-
DMP (mm)	0,43	0,46	0,48	0,56	0,58	0,57	0,59	0,63	0,53	0,58	0,63	0,59	0,58	0,57	0,59	0,63	0,58	0,64	0,68	0,62	0,59	0,57	0,59	0,63	0,63	0,69	0,74	0,69	0,65	0,61	0,59	0,63
Da (g cm <sup>-3</sup> )	1,34	1,32	1,34	1,33	1,35	1,36	1,41	1,48	1,28	1,26	1,27	1,30	1,34	1,36	1,41	1,48	1,21	1,15	1,16	1,18	1,27	1,35	1,41	1,48	0,97	0,91	0,98	1,00	1,26	1,33	1,41	1,48
Dp (g cm <sup>-3</sup> )	2,3	2,2	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8	2,3	2,2	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8	2,3	2,2	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8	2,3	2,2	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8
φ (% v/v)	41,7	40,0	39,1	33,5	29,0	24,4	25,8	17,8	44,3	42,7	42,3	35,0	29,5	24,4	25,8	17,8	47,4	47,7	47,3	41,0	33,2	25,0	25,8	17,8	57,8	57,8	55,4	50,0	33,7	26,1	5,8	17,8
Macp (% v/v)	13,6	11,5	9,3	7,5	4,9	4,3	4,3	3,7	16,7	14,6	12,2	10,4	7,5	6,7	5,1	4,8	18,5	15,9	13,3	11,5	8,9	7,1	5,8	5,2	22,1	18,3	15,7	14,4	11,8	7,7	6,5	5,3
Micp (% v/v)	28,1	28,5	29,8	26,0	24,1	20,1	21,5	14,1	27,6	28,1	30,1	24,6	22,0	17,7	20,7	13,0	28,9	31,8	34,0	29,5	24,3	17,9	20,0	12,6	35,7	39,5	39,7	35,6	21,9	18,4	19,3	12,5

**Apêndice 6.** Variáveis de solo do Apêndice 4 submetidas a nova análise de laboratório após término de aplicação de quatro tratamentos

Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico  
Camadas de perfil de solo, ΔZ (cm)  
Tratamentos

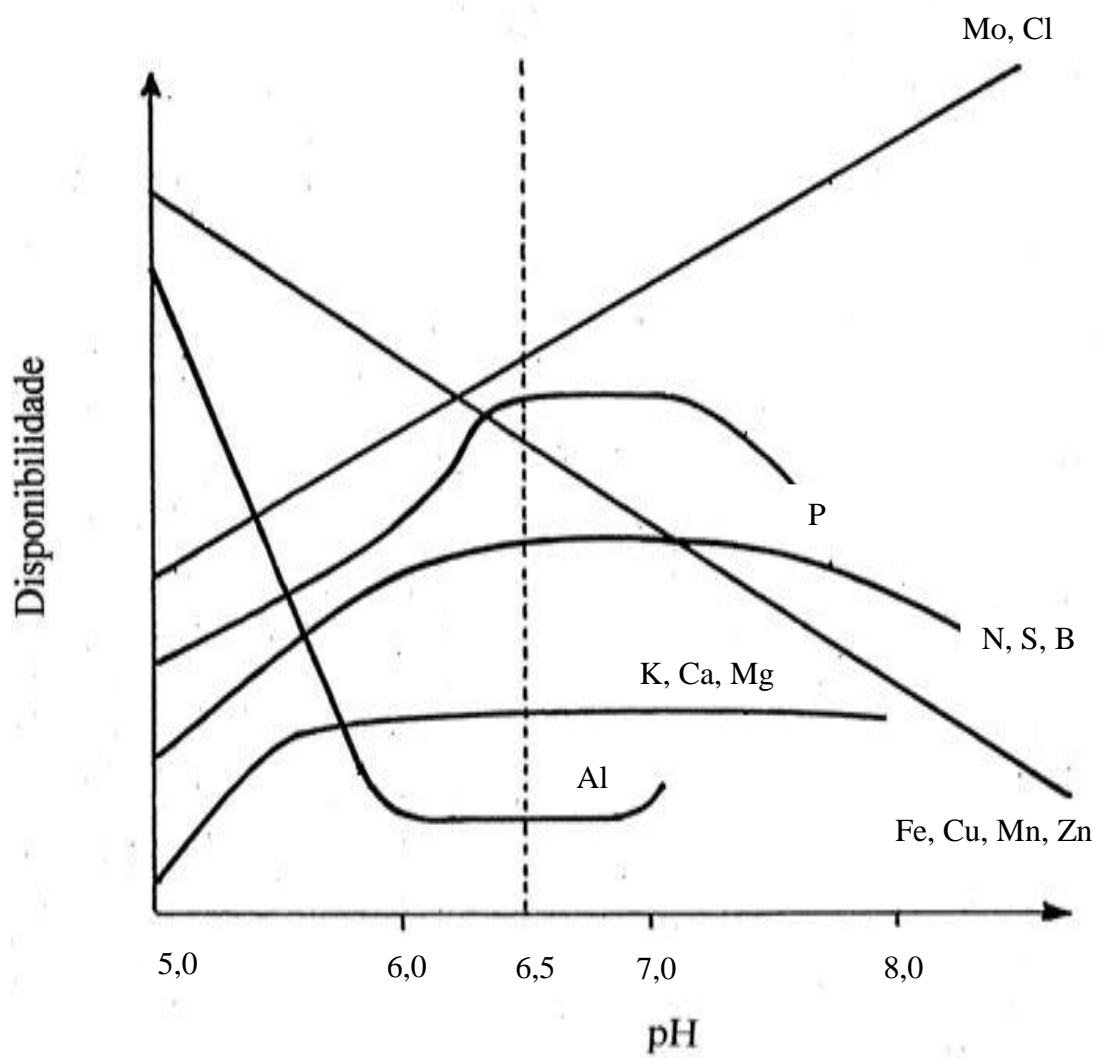
Variáveis	P <sub>S</sub>								P <sub>CC</sub>								P <sub>CD</sub>								P <sub>G</sub>							
	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140	0 a 10	10 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	80 a 100	100 a 120	120 a 140
At (% p/p)	18,0	21,0	26,0	30,0	37,0	43,0	44,0	42,0	18,0	21,0	26,0	30,0	37,0	43,0	44,0	42,0	18,0	21,0	26,0	30,0	37,0	43,0	44,0	42,0	18,0	21,0	26,0	30,0	37,0	43,0	44,0	42,0
An (% p/p)	4,3	15,7	17,4	22,1	26,4	29,2	29,0	28,5	11,9	12,1	11,1	17,7	21,2	29,0	28,9	28,6	11,5	11,4	10,1	17,2	21,0	28,9	28,9	28,5	11,0	10,8	9,0	16,4	19,6	28,6	28,7	28,3
K <sup>+</sup> (% p/p)	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2
Ca <sup>2+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	9,8	7,3	9,7	9,2	11,9	13,4	12,3	13,1	19,5	16,9	21,9	18,7	22,2	17,1	15,5	16,4	20,9	18,6	23,5	19,6	22,5	17,6	15,8	16,4	22,3	19,1	25,0	20,6	24,4	18,1	16,3	16,8
Mg <sup>2+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	3,6	3,5	2,9	3,5	4,0	3,1	2,8	2,6	3,7	3,4	2,9	3,4	3,8	3,5	3,0	2,5	8,6	8,5	7,8	6,7	5,9	4,7	3,6	2,9	3,8	3,4	3,1	3,3	3,8	3,3	2,9	2,6
Al <sup>3+</sup> (mmol dm <sup>-3</sup> )	3,4	3,2	3,7	4,3	4,8	5,2	5,9	5,5	2,6	2,3	2,5	3,8	4,0	4,9	5,9	5,5	2,7	2,3	2,6	3,9	4,1	4,9	5,8	5,6	2,9	2,6	2,8	4,0	4,5	5,1	5,9	5,5
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	51,7	51,4	53,5	55,3	56,1	57,6	58,7	61,8	37,1	39,8	46,4	55,1	55,0	57,1	58,8	61,7	36,6	39,2	43,1	55,1	53,9	57,5	58,6	61,6	50,2	50,1	53,1	54,8	52,1	57,6	58,7	61,8
pH <sub>KCl</sub>	4,3	4,4	4,4	4,5	4,7	4,9	4,6	4,2	5,6	5,5	5,3	4,9	4,8	4,9	4,6	4,3	5,7	5,6	5,4	5,3	5,0	4,9	4,6	4,3	4,4	4,5	4,4	4,6	4,8	4,9	4,6	4,3
pH <sub>H2O</sub>	3,8	3,6	1,0	4,1	4,3	4,1	4,0	4,0	4,9	4,5	4,8	4,5	4,1	4,1	4,0	3,9	4,9	4,4	4,9	4,6	4,6	4,1	4,0	4,0	3,9	3,7	4,1	4,1	4,3	4,1	4,0	4,0
S (mg dm <sup>-3</sup> )	1,50	1,56	1,55	1,60	1,43	1,40	1,46	1,53	1,46	1,49	1,49	1,53	1,40	1,39	1,46	1,53	1,46	1,48	1,50	1,52	1,40	1,40	1,45	1,53	2,83	3,01	3,05	2,75	2,34	2,13	1,51	1,52
Sb (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	17,9	15,8	7,8	16,8	19,4	20,5	18,9	18,8	23,9	20,9	25,2	22,5	26,5	21,0	18,8	19,1	30,2	27,7	31,7	26,7	28,9	22,7	19,7	19,5	26,8	23,2	28,6	24,4	28,7	21,8	19,5	19,6
T (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	69,6	67,2	71,3	72,1	75,5	78,1	77,6	80,6	61,0	60,7	71,6	77,6	81,5	78,1	77,6	80,8	66,8	66,9	74,8	81,8	82,8	80,2	78,3	81,1	77,0	73,3	81,7	79,2	80,8	79,4	78,2	81,4

Continua ...

## Apêndice 6. Continuação

Te (mmol, dm <sup>3</sup> )	21,3	19,0	21,5	21,1	24,2	25,7	24,8	24,3	26,5	23,2	27,7	26,3	30,5	25,9	24,7	24,6	32,9	30,0	34,3	30,6	33,0	27,6	25,5	25,1	29,7	25,8	31,4	28,4	33,2	26,9	25,4	25,1
V (%)	25,7	23,5	25,0	23,3	25,7	26,2	24,3	23,3	39,2	34,4	35,2	29,0	32,5	26,9	24,2	23,6	45,2	41,4	42,4	32,6	34,9	28,3	25,2	24,0	34,8	31,6	35,0	30,8	35,5	27,4	24,9	24,1
PCZ	5,2	5,3	5,5	5,8	6,1	6,2	6,5	6,7	5,6	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,7	5,7	5,7	5,6	5,7	6,2	6,3	6,5	6,7	6,8	6,2	5,9	5,7	6,1	6,2	6,6	6,8
Gf (%)	20,5	25,2	33,1	26,3	28,6	32,1	34,1	32,0	33,8	42,6	57,3	41,0	42,6	32,5	34,1	32,0	36,3	45,6	61,2	42,8	43,2	32,8	34,3	32,1	38,7	48,6	65,2	45,2	46,9	33,4	34,6	32,7
m (%)	15,9	16,8	17,2	20,4	19,8	20,2	23,8	22,6	9,8	9,9	9,0	14,4	13,1	18,9	23,9	22,3	8,2	7,7	7,6	12,7	12,4	17,7	22,7	22,3	9,8	10,1	8,9	14,1	13,5	18,9	23,2	21,9
Os (% v/v)	31,2	31,4	34,7	39,5	44,8	49,0	48,8	48,5	43,7	40,1	41,7	43,4	44,5	49,2	48,8	48,5	44,9	42,1	43,4	45,2	44,6	49,3	48,6	48,7	46,2	43,3	44,4	46,6	44,8	49,1	48,8	48,7
CC (% v/v)	24,6	25,3	25,7	26,7	26,9	27,2	27,0	26,6	26,2	26,0	25,9	26,8	27,8	27,2	27,1	26,6	26,5	26,6	26,2	26,7	26,9	27,0	27,2	26,5	28,7	28,2	27,6	26,5	26,8	27,2	27,1	26,4
PMP (% v/v)	11,7	10,8	10,2	9,8	8,6	8,5	7,7	7,1	11,7	10,8	10,5	9,6	8,8	8,6	7,3	7,1	11,8	10,6	10,3	9,6	8,7	8,5	7,4	7,0	11,6	10,7	10,6	9,7	8,6	8,7	7,6	7,2
Ksv (cm h <sup>-1</sup> )	5,4	5,1	4,7	3,9	3,2	2,5	2,3	1,7	6,1	5,8	5,6	4,7	3,4	2,6	2,3	1,7	6,0	5,8	5,5	4,5	3,5	2,5	2,4	1,7	7,3	6,6	5,7	4,9	4,2	3,3	2,8	2,4
Ksh (cm h <sup>-1</sup> )	3,9	4,3	4,4	3,5	3,0	2,1	1,9	1,5	4,7	5,2	4,8	3,9	3,4	2,1	1,9	1,6	4,8	5,2	4,9	3,8	3,5	2,1	1,8	1,5	5,5	5,8	5,3	4,2	3,7	3,1	2,6	2,1
I (mm h <sup>-1</sup> )	250,2	241,8	234,5	221,1	216,3	206,8	198,0	186,7	270,2	258,7	248,6	232,2	224,9	207,3	198,4	186,6	271,2	257,8	248,1	232,2	225,0	208,1	198,5	186,4	312,7	290,2	269,7	243,2	227,1	208,2	198,6	186,7
t <sub>1</sub> (h)	6,0	12,0	-	-	-	-	-	-	8,0	15,0	-	-	-	-	-	-	8,0	15,0	-	-	-	-	-	-	14,0	22,0	-	-	-	-	-	-
t <sub>2</sub> (h)	24,0	72,0	-	-	-	-	-	-	27,0	76,0	-	-	-	-	-	-	27,0	76,0	-	-	-	-	-	-	33,0	83,0	-	-	-	-	-	-
DMP (mm)	0,36	0,39	0,42	0,44	0,46	0,49	0,50	0,53	0,41	0,45	0,48	0,51	0,46	0,49	0,50	0,53	0,44	0,46	0,51	0,53	0,48	0,49	0,50	0,53	0,52	0,53	0,53	0,48	0,48	0,50	0,51	0,53
Da (g cm <sup>-3</sup> )	1,49	1,53	1,57	1,59	1,61	1,64	1,59	1,74	1,39	1,38	1,33	1,30	1,45	1,64	1,59	1,74	1,38	1,38	1,34	1,29	1,42	1,64	1,59	1,74	1,12	1,14	1,14	1,20	1,37	1,52	1,59	1,74
Dp (g cm <sup>-3</sup> )	3,8	3,6	3,4	3,2	2,8	2,6	2,4	2,7	3,8	3,6	3,4	3,2	2,8	2,6	2,4	2,7	3,8	3,6	3,4	3,2	2,8	2,6	2,4	2,7	3,8	3,6	3,4	3,2	2,8	2,6	2,4	2,7
φ (% v/v)	60,7	57,5	53,8	50,3	42,5	36,9	33,7	35,6	63,4	61,7	60,9	59,4	48,2	36,9	33,8	35,6	63,7	61,7	60,6	59,7	49,3	36,9	33,8	35,6	70,5	68,3	66,5	62,5	51,1	41,1	33,7	35,6
Macp (% v/v)	19,8	16,5	12,8	11,3	7,2	6,5	5,6	7,4	23,9	21,1	17,6	17,7	12,3	10,1	6,7	9,6	24,9	20,6	17,0	16,7	13,2	10,5	7,6	10,4	26,9	21,6	18,8	18,0	17,9	12,1	8,5	10,6
Micp (% v/v)	40,9	41,0	41,0	39,0	35,3	30,4	28,1	28,2	39,5	40,6	43,3	41,7	35,9	26,8	27,1	26,0	38,8	41,1	43,6	43,0	36,1	26,4	26,2	25,2	43,6	46,7	47,7	44,5	33,2	29,0	25,2	25,0

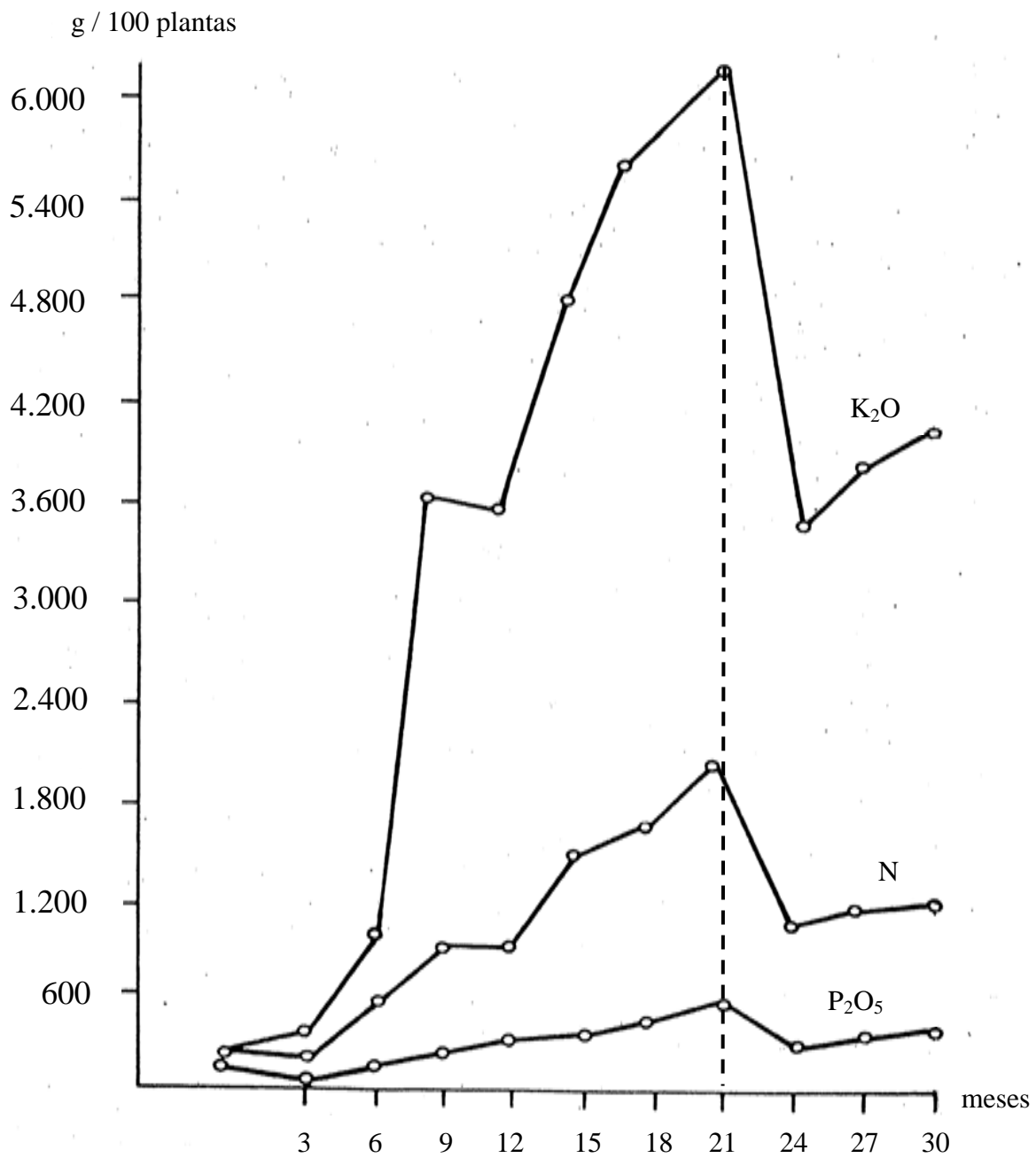
## **ANEXOS**



**Anexo 1.** Efeito de pH na disponibilidade de nutrientes e na solubilidade do alumínio no solo (Malavolta, 1979)

**Anexo 2.** Nutrientes absorvidos ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em diferentes estádios do abacaxizeiro (Krauss, 1928)

Idade (meses)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0	0,439	0,08	0,73
3	1,10	0,17	2,33
6	4,90	1,28	14,23
9	10,22	2,37	31,19
12	9,74	2,72	30,53
15	14,52	3,58	47,61
18	16,30	4,23	56,07
21	19,42	5,01	63,16
24	11,79	2,58	34,45
27	12,06	2,66	38,65
30	12,07	2,80	40,75



**Anexo 3.** Marcha de absorção de nutrientes no abacaxizeiro durante o período de 30 meses (Krauss, 1928)