

Atributos Físicos e Químicos de Solos Cultivados com Bananeira, sob Irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia



ISSN 1809-5003

Novembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 42

Atributos Físicos e Químicos de Solos Cultivados com Bananeira, sob Irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia

*Ana Lúcia Borges
Luciano da Silva Souza*

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical
Cruz das Almas, BA
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

Rua Embrapa, s/nº, 44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Caixa Postal 007

Fone: (75) 3312-8000

Fax: (75) 3312-8097

Homepage: <http://www.cnpmf.embrapa.br>

E-mail: sac@cnpmf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Aldo Vilar Trindade*

Vice-Presidente: *Ana Lúcia Borges*

Secretária: *Maria da Conceição Pereira Borba dos Santos*

Membros: *Carlos Alberto da Silva Ledo*

Carlos Estevão Leite Cardoso

Davi Theodoro Junghans

Eliseth de Souza Viana

Luiz Francisco da Silva Souza

Marilene Fancelli

Abelmon da Silva Gesteira (suplente)

Supervisão editorial: *Aldo Vilar Trindade*

Revisão de texto: *Aldo Vilar Trindade*

Ficha catalográfica: *Sônia Maria Sobral Cordeiro*

Tratamento de ilustrações: *Saulus Santos da Silva*

Editoração eletrônica: *Saulus Santos da Silva*

Foto da Capa: *Ana Lúcia Borges*

1ª edição

1ª impressão (2009): online

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**

Borges, Ana Lúcia.

Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia [recurso eletrônico] / Ana Lúcia Borges, Luciano da Silva Souza. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-5003; 42).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web; <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/boletins/boletimpesquisa_42.pdf>.

Título da página web (acesso em 05/11/2009)

1. Ciência do solo. 2. Banana - Cultura. I. Borges, Ana Lúcia. II. Souza, Luciano da Silva. III. Título. IV. Série.

CDD 631.4 (21. ed.)

© Embrapa 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	31
Referências	31

Atributos Físicos e Químicos de Solos Cultivados com Bananeira, sob Irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia

Ana Lúcia Borges¹

Luciano da Silva Souza²

Resumo

As análises físicas do solo são utilizadas para o dimensionamento de projetos de irrigação, e as análises químicas orientam a correção e o fornecimento dos nutrientes durante o ciclo da planta. Objetivou-se avaliar atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA, como base para definir práticas de preparo e manejo do solo e de irrigação adequadas e verificar a existência de limitações de nutrientes para o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura. Os dados avaliados mostraram solos diferentes em termos físico-hídricos, necessitando de manejos diferenciados quanto à irrigação. A determinação da necessidade de irrigação deve ser baseada na capacidade de retenção de água de cada solo, sendo necessária a instalação de tensiômetros para medir a umidade ou o potencial da água no solo de forma diária, para monitorar o momento de irrigar. O cultivo da bananeira proporcionou melhorias na fertilidade química do solo em comparação ao solo original, apesar dos baixos teores de potássio e fósforo. Cálcio e magnésio foram os nutrientes que mais aumentaram nos solos avaliados. Os resultados apresentados devem ser utilizados com ressalva, para recomendação de adubação, pois foram obtidos em uma única trincheira em cada solo, não sendo representativos da área. O monitoramento dos metais pesados Cr, Cd e Pb nos solos argilosos deve ocorrer com maior frequência.

Termos para indexação: *Musa* spp., perímetro irrigado, fertilidade do solo.

¹Eng. Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 07, 44380-000 - Cruz das Almas, BA; analucia@cnpmf.embrapa.br

²Eng. Agrônomo, D.Sc., Professor do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Universitário, 44380-000 - Cruz das Almas, BA; lsouza@ufrb.edu.br

Physical and chemical attributes of banana cultivated soils under irrigation in the Formoso Project at Bom Jesus da Lapa, Bahia, Brazil

Ana Lúcia Borges

Luciano da Silva Souza

Abstract

Soil physical analysis are used to dimension irrigation projects. Soil chemical analysis are the basis for liming and nutrient recommendation during the plant cycle. The objective of this work was to evaluate the physical and chemical attributes of soils cultivated with bananas under irrigation at Bom Jesus da Lapa, Bahia, Formoso Project, in order to establish adequate soil management practices as well as to verify existing nutrient limitations for growth, development and banana yield. The data evaluated showed different soils in physical-hydrical terms needing differentiated management regarding irrigation. The determination of the need to irrigate must be based on the capacity of water retention of each soil, needing the installation of tensiometers to daily measure the humidity or water potential in the soil, in order to monitor irrigation time. Banana cultivation has promoted improvement in soil chemical fertility when compared to the soil under natural vegetation, regardless of low potassium and phosphorous levels. Calcium and magnesium were the nutrients that increased in the evaluated soils. The results presented must be used with carefulness, for recommendation of fertilization, due to the fact that they were obtained in one single trench in each soil, not being representative of the area. Monitorization of heavy metals such as Cr, Cd and Pb in clay soils must occur with greater frequency.

Index terms: *Musa* spp., irrigated perimeter, soil fertility.

Introdução

A análise química do solo é considerada pelos produtores de banana irrigada do Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA, como um instrumento importante para determinar os teores de nutrientes existentes e recomendar as quantidades de calcário e fertilizantes a serem aplicadas. No entanto, as análises físicas não são realizadas e, por isso mesmo, não são utilizadas como base para o dimensionamento dos projetos de irrigação, mesmo constatando-se a existência de solos de texturas arenosa, média e argilosa, com características físico-hídricas contrastantes. Os projetos de irrigação têm sido dimensionados de forma generalizada e totalmente empírica.

A bananeira é uma planta sensível aos fatores de crescimento ligados à física do solo, como aeração, água, temperatura do solo e resistência mecânica ao crescimento das raízes (Delvaux, 1995). O decréscimo na disponibilidade de oxigênio no solo cultivado com bananeira, seja por compactação ou encharcamento, prejudica o sistema radicular da planta, já que, em tais condições, ocorre rapidamente a morte de raízes. Sabe-se que as raízes da bananeira somente utilizam água retida a baixos valores de tensão no solo (Robinson, 1995). As evidências experimentais conduzem ao fato de que a bananeira é muito afetada pelo déficit hídrico, rapidamente entrando em estresse. O manejo da água no solo deve ser realizado no sentido de que a água disponível às plantas se situe, no máximo, entre 30% e 35% (maior para períodos frios e menor para períodos quentes e secos), dependendo da demanda atmosférica, e que, em média, o potencial da água no solo não seja menor do que -30 kPa na profundidade 0 a 40 cm (Coelho et al., 2004). Isso mostra a importância do conhecimento da capacidade de retenção de água de cada solo, especificamente quando se deseja utilizar esse atributo no manejo da água de irrigação.

A utilização de solos com baixos teores de nutrientes e a não complementação e manutenção dos níveis adequados, via adubação orgânica e/ou inorgânica, durante o ciclo da bananeira, são fatores responsáveis pela baixa produtividade da cultura (Borges, 2004). A

bananeira desenvolve-se melhor em solos aluviais profundos, ricos em matéria orgânica, bem drenados e com boa capacidade de retenção de água; contudo, também é cultivada e se adapta a diferentes tipos de solos. Estudos sobre extração de nutrientes pela bananeira indicam que o potássio e o nitrogênio são os mais absorvidos pela planta, seguidos pelo cálcio, magnésio, enxofre e fósforo. Embora a bananeira necessite de grande quantidade de nutrientes, 66% da sua biomassa é devolvida ao solo, na forma de pseudocaules, folhas e rizoma. Dessa maneira, há uma recuperação significativa da quantidade de nutrientes, em razão da ciclagem dos mesmos (Borges, 2004). Em ordem decrescente, a bananeira absorve os seguintes nutrientes: macronutrientes: $K > N > Ca > Mg > S > P$; micronutrientes: $Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$. Um bananal retira, por tonelada de frutos: 3,1 a 8,2 kg de K; 1,2 a 2,4 kg de N; 0,20 a 0,37 kg de Mg; 0,13 a 0,38 kg de Ca e 0,11 a 0,30 kg de P. A exportação de micronutrientes pelo cacho representa 28% para o B, 49% para o Cu e 42% para o Zn, em relação ao total absorvido.

A bananeira é cultivada e se desenvolve em diversos solos, mesmo nos que apresentam limitações como baixos teores de nutrientes, baixa CTC, acidez, baixo armazenamento de água, alto teor de argila 2:1, desbalanço entre cátions e outras (Borges & Souza, 2004). Contudo, em muitas áreas são adotadas práticas de manejo visando reduzir essas limitações.

No pólo de fruticultura do Projeto Formoso, Município de Bom Jesus da Lapa, Bahia, irrigado com a água do rio Corrente, afluente do rio São Francisco, a banana é a principal cultura, com 4.600 ha, empregando 10 mil pessoas. Dessa área, 542 ha estão sendo cultivados com bananeira do subgrupo Cavendish (Williams e Grande Naine) visando a exportação.

O presente trabalho objetivou avaliar os atributos físicos e químicos dos horizontes de seis perfis de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa, Sudoeste do Estado da Bahia, como base para definir práticas de preparo e manejo do solo e de irrigação adequadas, bem como verificar a existência de limitações de nutrientes para o crescimento, desenvolvimento e produtividade da bananeira.

Material e Métodos

Em seis propriedades no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA, denominadas: 1) Fruticultura Baumgratz, 2) Fruticultura Seibel, 3) Fruticultura Saifert; 4) Agropecuária Porto Velho, 5) Agropecuária Frutinga, e 6) Sândalo Paim, foram coletadas amostras em perfis de diferentes solos cultivados com bananeira cv. Williams (AAA), sob irrigação (Figuras 1 e 2). Os solos foram classificados como Areia Quartzosa (Fruticultura Baumgratz), Areia Quartzosa (Fruticultura Seibel), Areia Quartzosa (Fruticultura Saifert), Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Agropecuária Porto Velho Ltda.), Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (Agropecuária Frutinga Ltda.) e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (Sândalo Paim), segundo Jacomine et al. (1976). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2006) são, respectivamente, classificados como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico (RQo1) – Fruticultura Baumgratz, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico (RQo2) – Fruticultura Seibel, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico (RQo3) – Fruticultura Saifert (Figuras 3A, 3B e 3C), LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) – Agropecuária Porto Velho Ltda., ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd) – Agropecuária Frutinga Ltda. e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim (Figuras 4A, 4B e 4C).

As profundidades de amostragem foram definidas com base nas observações morfológicas (cor, textura e estrutura) dos perfis a campo e/ou na separação dos horizontes dos referidos solos, constantes em Jacomine et al. (1976).

Na parte central de cada horizonte foram coletadas amostras de solo para determinação da granulometria, teor e estabilidade de agregados, pH em água, P, K, Ca, Mg, H + Al, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%), matéria orgânica e microelementos (B, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb e Hg). Com exceção do solo RQo3, amostras de solo com estrutura natural foram também coletadas para determinação da densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, condutividade hidráulica saturada e relação potencial da água no solo versus umidade. Todas as análises foram realizadas segundo métodos descritos em EMBRAPA (1997).



Fig. 1. Vista de bananais amostrados. Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, BA.

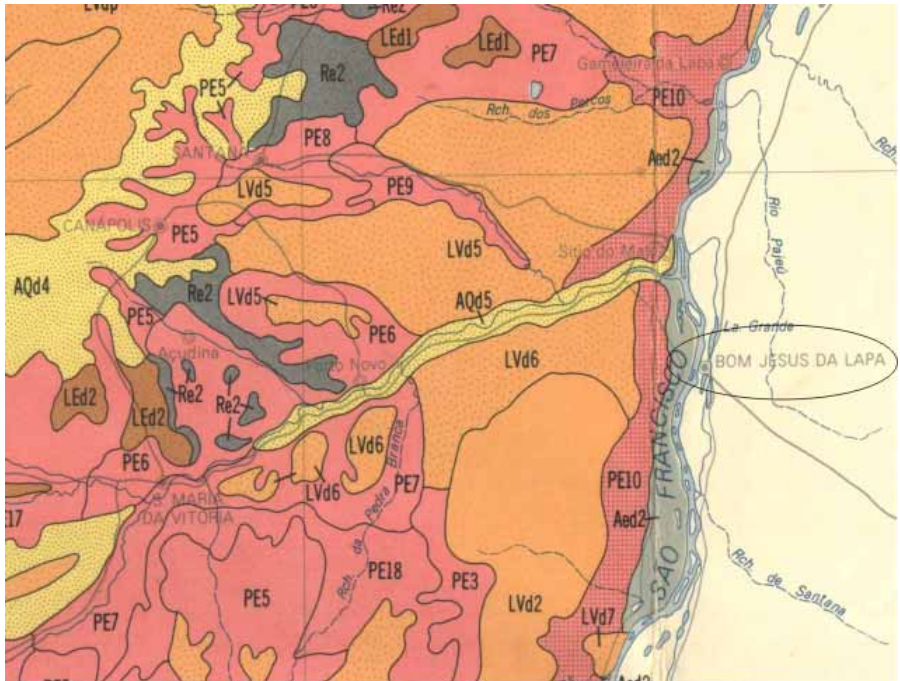


Fig. 2. Localização de Bom Jesus da Lapa, BA e tipos de solos.

Fonte: Jacomine et al. (1976).



Fotos: Ana Lúcia Borges

Fig. 3. Perfis dos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos: Fruticultura Baumgratz (A), Fruticultura Seibel (B) e Fruticultura Saifert (C).



Fotos: Ana Lúcia Borges

Fig. 4. Perfis do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico - Agropecuária Porto Velho Ltda. (A), ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico - Agropecuária Frutunga Ltda. (B) e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico - Sândalo Paim (C).

Resultados e Discussão

Avaliação dos atributos físicos do solo

Análise granulométrica

Os dados obtidos para a análise granulométrica (Tabela 1) permitiram separar os solos em três grupos distintos, quanto à textura: a) arenosa – RQo1 (Fruticultura Baumgratz), RQo2 (Fruticultura Seibel) e RQo3 (Fruticultura Saifert); b) média – LVAd (Agropecuária Porto Velho Ltda.) e PVAd (Agropecuária Frutunga Ltda.); e c) argilosa – PVAe (Sândalo Paim). Há que se ressaltar que tais dados aproximaram-se da maioria daqueles citados por Jacomine et al. (1976), para os referidos solos.

Tabela 1. Análise granulométrica de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. -- cm	Hor.	AMG ¹	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argila	Classificação textural
g/kg										
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1) – Fruticultura Baumgratz										
0-11	A ₁	2	27	160	491	160	840	89	71	Areia franca
11-38	C ₁	3	32	157	482	146	820	90	90	Areia franca
38-100 ⁺	C ₂	4	25	133	417	154	733	95	172	Franco-arenoso
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2) – Fruticultura Seibel										
0-16	A ₁	0	9	244	494	148	895	35	70	Areia
16-46	C ₁	0	10	235	477	166	888	22	90	Areia franca
46-120 ⁺	C ₂	0	8	184	416	204	812	57	131	Franco-arenoso
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo3) – Fruticultura Saifert										
0-15	A ₁	1	22	347	470	79	919	31	50	Areia
15-46	C ₁	1	21	324	488	94	928	12	60	Areia
46-125 ⁺	C ₂	1	19	310	501	90	921	9	70	Areia
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) – Agropecuária Porto Velho Ltda.										
0-13	A	1	10	239	464	104	818	51	131	Franco-arenoso
13-49	AB	7	8	195	392	128	730	46	224	Franco-argiloarenoso
49-100 ⁺	Bw	1	8	184	367	135	695	61	244	Franco-argiloarenoso
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAAd) – Agropecuária Frutanga Ltda.										
0-12	A	6	60	182	341	133	722	156	122	Franco-arenoso
12-22	AB	8	50	148	296	135	637	127	236	Franco-argiloarenoso
22-85 ⁺	Bt	6	35	109	268	135	553	115	332	Franco-argiloarenoso
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim										
0-13	A	14	11	106	196	89	416	209	375	Franco-argiloso
13-28	AB	10	11	100	205	77	403	172	425	Argila
28-50	Bt ₁	11	9	85	198	79	382	151	467	Argila
50-100 ⁺	Bt ₂	5	9	73	188	86	361	151	488	Argila

¹AMG = areia muito grossa; AG = areia grossa; AM = areia média; AF = areia fina; AMF = areia muito fina; AT = areia total.

É importante salientar que, segundo Silva (1995), a cultura da banana, principalmente a cv. Prata Anã, deve ser implantada de preferência em solos que possuem teores de argila entre 300 e 550 g/kg. Quando cultivadas nos solos arenosos, o custo de produção é mais alto pois, além de exigirem irrigações mais frequentes, os adubos aplicados perdem-se com maior facilidade para as camadas mais profundas do solo, onde as raízes da bananeira não conseguem absorvê-los. Outro aspecto, é que, nesses solos, as bananeiras tombam facilmente em épocas de ventos fortes.

Densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade

Com relação à densidade do solo (Tabela 2), os maiores valores, como era esperado, foram observados nos solos arenosos, na seguinte ordem decrescente: RQo1 > RQo2 > LVAd > PVAd > PVAe. A maior densidade do solo nos solos arenosos deve-se ao menor teor de matéria orgânica, maior densidade das partículas sólidas e menor agregação, fazendo com que essas partículas apresentem-se muito unidas entre si.

A densidade do solo, dentre outros aspectos, permite inferências sobre as possibilidades de crescimento das raízes. Considerando os valores observados, a predominância de textura arenosa e média nos solos avaliados e, também, considerando que o cultivo é sob irrigação, é de esperar-se pequena restrição mecânica ao crescimento de raízes.

A maioria dos dados de porosidade total observados (Tabela 2) está situada em torno do valor médio da faixa de 30% a 60%, citada por Hillel (1970) e Kiehl (1979) como sendo aquela normalmente verificada para a maioria dos solos minerais. A ordem decrescente de porosidade total observada foi a seguinte: PVAe > PVAd > RQo2 > LVAd > RQo1.

Com relação à distribuição do tamanho dos poros, de maneira geral os solos apresentaram valores de microporosidade superiores a 10%, que é geralmente considerado o limite abaixo do qual começam a ocorrer problemas de aeração e de crescimento radicular. O equilíbrio entre macroporos (poros > 0,05 mm) e microporos (poros < 0,05 mm) também pode ser considerado satisfatório em todos os solos, permitindo-se pressupor uma boa redistribuição da água ao longo do perfil, sem que ocorram problemas de aeração para as raízes da bananeira. A possibilidade de que ocorram tais problemas é maior no solo PVAe, com uma predominância de microporos sobre macroporos.

Tabela 2. Densidade do solo (Ds), porosidade total, macro e microporosidade em solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. -- cm --	Hor.	Ds kg/dm ³	Macroporosidade ----- %	Microporosidade ----- %	Porosidade total -----
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1)– Fruticultura Baumgratz					
0-11	A ₁	1,57	14,85	22,68	37,53
11-38	C ₁	1,71	14,28	19,07	33,35
38-100 ⁺	C ₂	1,59	19,56	19,64	39,20
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2)– Fruticultura Seibel					
0-16	A ₁	1,48	26,97	16,81	43,78
16-46	C ₁	1,64	20,68	16,65	37,33
46-120 ⁺	C ₂	1,56	21,31	19,32	40,63
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd)– Agropecuária Porto Velho Ltda.					
0-13	A	1,50	18,77	20,84	39,61
13-49	AB	1,54	18,42	22,32	40,74
49-100 ⁺	Bw	1,48	15,17	26,12	41,29
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAde)– Agropecuária Frutanga Ltda.					
0-12	A	1,15	24,07	28,62	52,69
12-22	AB	1,59	14,12	22,08	36,20
22-85 ⁺	Bt	1,45	17,91	24,85	42,76
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe)– Sândalo Paim					
0-13	A	1,01	23,04	34,92	57,96
13-28	AB	1,18	18,00	32,65	50,65
28-50	Bt ₁	1,21	15,07	33,91	48,98
50-100 ⁺	Bt ₂	1,20	13,46	34,82	48,28

Análise de agregados

A análise de agregados permite inferir sobre a estrutura dos solos, ou seja, a forma de organização das partículas que compõem o “esqueleto” dos solos. De maneira geral, os valores de agregação obtidos para os solos estudados podem ser considerados baixos (Tabela 3), principalmente nos solos RQo2, RQo1 e PVAd, com predominância de agregados menores que 0,25 mm. O desejável é a predominância de agregados de maior tamanho (7,93-2,00 mm), o que foi observado nos solos PVAe e LVAd, notadamente nos horizontes superficiais. Segundo Kohnke (1968), são preferidos os agregados que estão na faixa de tamanho das areias ou um pouco acima disso. Isso está muito bem ilustrado na Figura 5, relativa ao diâmetro médio ponderado dos agregados – DMPA, que se aproximou ou ultrapassou o valor crítico de 2,0 nos solos PVAe e LVAd e foi bem menor que esse valor nos demais solos (RQo2, RQo1 e PVAd). É importante ressaltar que a agregação do solo resulta do efeito aglutinador das partículas por meio da argila e da matéria orgânica. No caso dos bananais, é de esperar-se uma melhoria da agregação com o tempo, por efeito da grande quantidade de matéria orgânica incorporada pela biomassa da bananeira proveniente dos rizomas, pseudocaules e folhas.

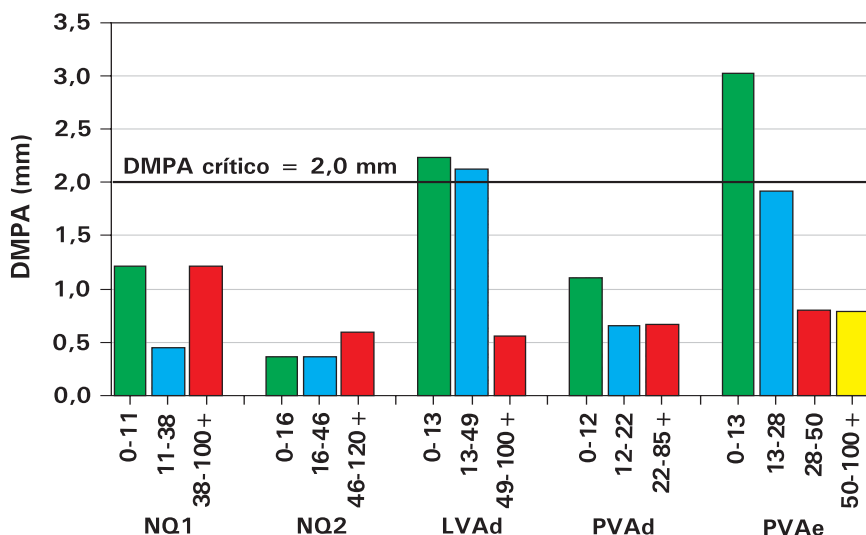


Fig. 5. Diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA) dos horizontes dos solos RQo1 (Fruticultura Baumgratz), RQo2 (Fruticultura Seibel), LVAd (Agropecuária Porto Velho Ltda.), PVAd (Agropecuária Frutinga Ltda.) e PVAe (Sândalo Paim), localizados no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Tabela 3. Análise de agregados em solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. -- cm --	Hor.	Classes de tamanho (mm)				< 0,25
		7,93-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	
		Agregados (%)				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1)– Fruticultura Baumgratz						
0-11	A ₁	18,69	7,06	7,02	15,98	51,26
11-38	C ₁	4,36	2,54	5,61	16,42	71,07
38-100 ⁺	C ₂	17,83	8,00	11,21	15,11	47,85
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2)– Fruticultura Seibel						
0-16	A ₁	1,17	2,65	10,62	29,16	56,40
16-46	C ₁	1,85	3,58	4,83	28,15	61,58
46-120 ⁺	C ₂	5,77	5,13	8,40	26,32	54,38
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) – Agropecuária Porto Velho Ltda.						
0-13	A	39,08	10,47	6,29	17,05	27,11
13-49	AB	36,82	7,39	10,73	15,88	29,18
49-100 ⁺	Bw	5,25	4,51	7,34	28,73	54,18
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd) – Agropecuária Frutanga Ltda.						
0-12	A	16,26	6,13	10,33	17,89	49,39
12-22	AB	6,75	6,08	11,05	20,24	55,88
22-85 ⁺	Bt	6,20	8,21	12,10	23,99	49,50
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim						
0-13	A	52,84	17,73	10,49	9,32	9,62
13-28	AB	31,64	11,26	10,53	18,36	28,20
28-50	Bt ₁	8,42	8,68	14,04	23,20	45,66
50-100 ⁺	Bt ₂	9,06	7,37	11,09	23,83	48,66

¹Diâmetro médio ponderado de agregados.

Capacidade de retenção de água

Os dados obtidos para a relação potencial da água no solo versus umidade (Tabela 4) mostram, como era esperado, uma maior capacidade de retenção de água (umidade nas tensões de -10 e/ou -30 kPa) no solo com maior teor de argila (PVAe), em comparação com os mais arenosos (RQo2, PVAd, RQo1 e LVAd). Em relação à água disponível (umidade entre as tensões de -10 kPa e -1500 kPa), o menor valor observado foi no solo RQo2 e o maior no solo PVAe. Por isso mesmo, é de esperar-se que o processo de secamento seja muito mais rápido nos solos de textura arenosa e média, atingindo mais rapidamente tensões de água no solo limitantes à bananeira, que no solo argiloso (PVAe). Tais dados serão úteis no manejo da irrigação, de forma a melhorar a eficiência no uso da água, evitar o consumo elevado de energia, o encharcamento e a aeração deficiente para o sistema radicular da bananeira, além da lixiviação de nutrientes.

As equações ajustadas aos dados de potencial da água no solo versus umidade para os vários solos e camadas estudadas aparecem nas Tabelas 5 e 6, enquanto que as curvas aparecem nas Figuras 6 a 10. Com base em tais equações, pode-se fazer todos os cálculos necessários para dimensionar a irrigação de forma específica para cada solo, obtendo-se o máximo de eficiência do uso da água.

Tabela 4. Retenção de água a diferentes potenciais matriciais e água disponível em solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. -- cm --	Hor.	Potencial matricial (kPa) ¹				Água disponível	Condutividade hid. sat. --- mm/h ---
		-10	-33	-100	-300		
----- Umidade volumétrica (m ³ /m ³) -----							
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1) – Fruticultura Baumgratz							
0-11	A ₁	0,2004	0,1830	0,1498	0,1392	0,0577	0,1426
11-38	C ₁	0,1315	0,1124	0,0642	0,0556	0,0543	0,0772
38-100 ⁺	C ₂	0,1442	0,1196	0,0975	0,0843	0,0772	0,0671
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2)– Fruticultura Seibel							
0-16	A ₁	0,1058	0,0695	0,0569	0,0475	0,0429	0,0629
16-46	C ₁	0,1632	0,1482	0,1398	0,1383	0,0516	0,1116
46-120 ⁺	C ₂	0,1440	0,1107	0,0855	0,0742	0,0659	0,0781
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAAd)– Agropecuária Porto Velho Ltda.							
0-13	A	0,2223	0,2207	0,2092	0,1924	0,0791	0,1431
13-49	AB	0,1759	0,1527	0,1162	0,0981	0,0945	0,0813
49-100 ⁺	Bw	0,1830	0,1348	0,1054	0,0935	0,0893	0,0937
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAAd)– Agropecuária Frutanga Ltda.							
0-12	A	0,1698	0,1659	0,1582	0,1425	0,0828	0,0870
12-22	AB	0,2095	0,1804	0,1570	0,1475	0,1217	0,0878
22-85 ⁺	Bt	0,2158	0,1787	0,1539	0,1468	0,1385	0,0772
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim							
0-13	A	0,3254	0,3241	0,3219	0,3049	0,1691	0,1563
13-28	AB	0,3122	0,2887	0,2818	0,2709	0,1689	0,1433
28-50	Bt ₁	0,2943	0,2459	0,2329	0,2300	0,1766	0,1177
50-100 ⁺	Bt ₂	0,3139	0,2860	0,2814	0,2699	0,1706	0,1433

¹ kPa = 0,01 atm ou 1 atm = 100 kPa.

Tabela 5. Equação de Genuchten (1980) ajustada aos dados de potencial da água no solo versus umidade em solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. (cm)	Hor.	Equação ¹	R ²
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1) – Fruticultura Baumgratz			
0-11	A ₁	$\theta = 0,058 + \frac{0,375 + 0,058}{[1 + (0,0001 \times \text{kPa})^{0,2716}]^{5,8095}}$	0,974
11-38	C ₁	$\theta = 0,054 + \frac{0,334 + 0,054}{[1 + (0,0006 \times \text{kPa})^{0,3834}]^{8,9482}}$	0,994
38-100 ⁺	C ₂	$\theta = 0,077 + \frac{0,392 + 0,077}{[1 + (0,0001 \times \text{kPa})^{0,2763}]^{10,4403}}$	1,000
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2) – Fruticultura Seibel			
0-16	A ₁	$\theta = 0,043 + \frac{0,438 + 0,043}{[1 + (0,8765 \times \text{kPa})^{0,7694}]^{0,9972}}$	1,000
16-46	C ₁	$\theta = 0,052 + \frac{0,373 - 0,052}{[1 + (8,5329 \times \text{kPa})^{4,3144}]^{0,0507}}$	0,952
46-120 ⁺	C ₂	$\theta = 0,066 + \frac{0,406 - 0,066}{[1 + (0,0001 \times \text{kPa})^{0,3059}]^{11,5238}}$	1,000
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) – Agropecuária Porto Velho Ltda.			
0-13	A	$\theta = 0,079 + \frac{0,396 + 0,079}{[1 + (0,0001 \times \text{kPa})^{0,2550}]^{4,5187}}$	0,916
13-49	AB	$\theta = 0,095 + \frac{0,407 + 0,095}{[1 + (0,0003 \times \text{kPa})^{0,3294}]^{9,7555}}$	0,998
49-100 ⁺	Bw	$\theta = 0,089 + \frac{0,413 - 0,089}{[1 + (0,0017 \times \text{kPa})^{0,4294}]^{7,6841}}$	1,000

¹ 1 kPa = 0,01 atm ou 1 atm = 100 kPa.

Tabela 6. Equação de Genuchten (1980) ajustada aos dados de potencial da água no solo versus umidade em solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. (cm)	Hor.	Equação ¹	R ²
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd) – Agropecuária Frutíngia Ltda.			
0-12	A	$\theta = 0,083 + \frac{0,527 + 0,083}{[1 + (0,0000040 \times \text{kPa})^{0,1427}]^{7,2010}}$	0,989
12-22	AB	$\theta = 0,122 + \frac{0,362 + 0,122}{[1 + (0,0005 \times \text{kPa})^{0,3062}]^{5,6795}}$	0,998
22-85 ⁺	Bt	$\theta = 0,139 + \frac{0,428 + 0,139}{[1 + (0,0167 \times \text{kPa})^{0,4360}]^{3,4972}}$	1,000
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim			
0-13	A	$\theta = 0,169 + \frac{0,580 + 0,169}{[1 + (7,3853 \times \text{kPa})^{4,2819}]^{0,0443}}$	0,903
13-28	AB	$\theta = 0,169 + \frac{0,507 + 0,169}{[1 + (0,0000166 \times \text{kPa})^{0,2291}]^{5,9922}}$	0,951
28-50	Bt ₁	$\theta = 0,177 + \frac{0,490 + 0,177}{[1 + (1,6750 \times \text{kPa})^{5,2905}]^{0,0665}}$	0,987
50-100 ⁺	Bt ₂	$\theta = 0,171 + \frac{0,483 + 0,171}{[1 + (0,0000160 \times \text{kPa})^{0,2447}]^{6,2132}}$	0,948

¹ 1 kPa = 0,01 atm ou 1 atm = 100 kPa.

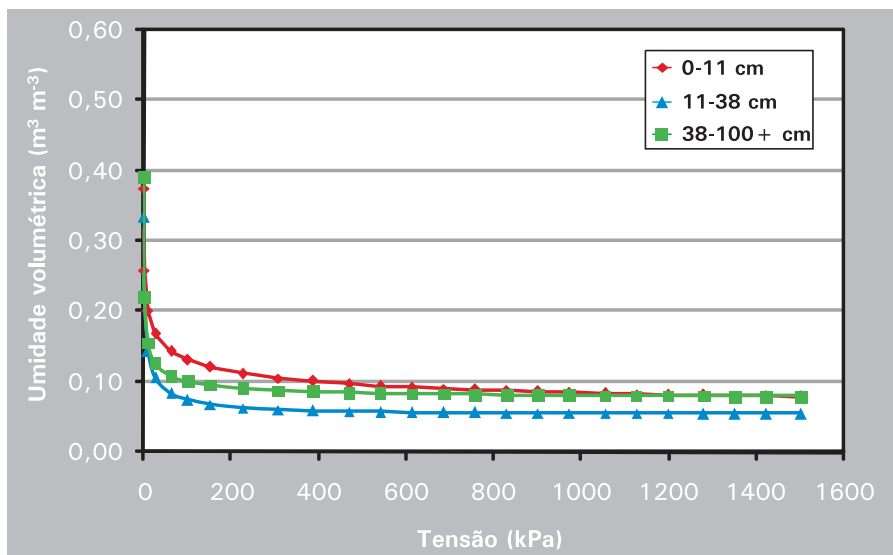


Fig. 6. Curvas de potencial da água no solo versus umidade para os horizontes do solo RQo1 (Fruticultura Baumgratz), localizado no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

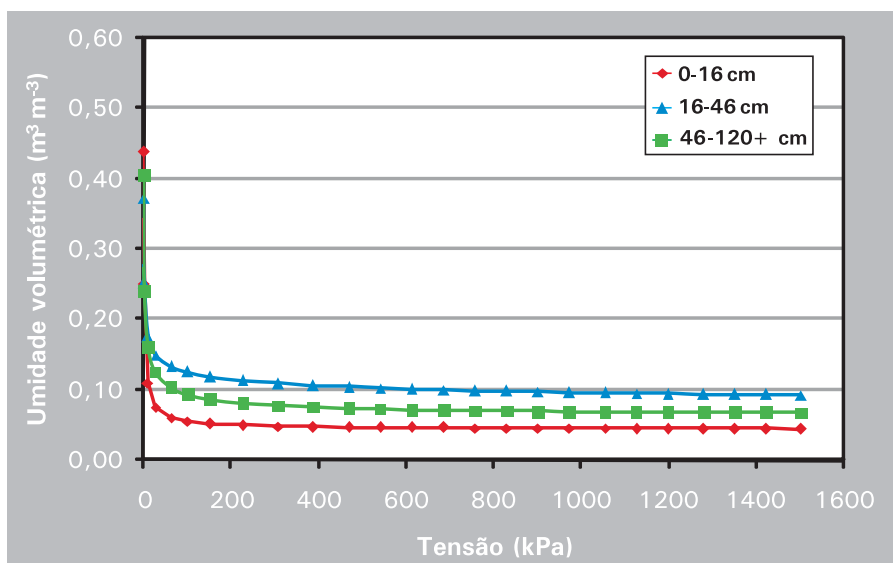


Fig. 7. Curvas de potencial da água no solo versus umidade para os horizontes do solo RQo2 (Fruticultura Seibel), localizado no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

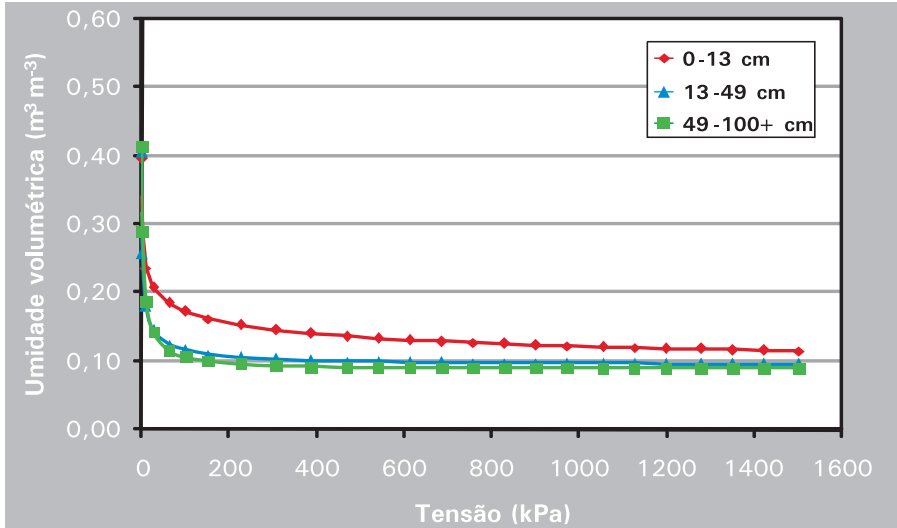


Fig. 8. Curvas de potencial da água no solo versus umidade para os horizontes do solo LVAd (Agropecuária Porto Velho Ltda.), localizado no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

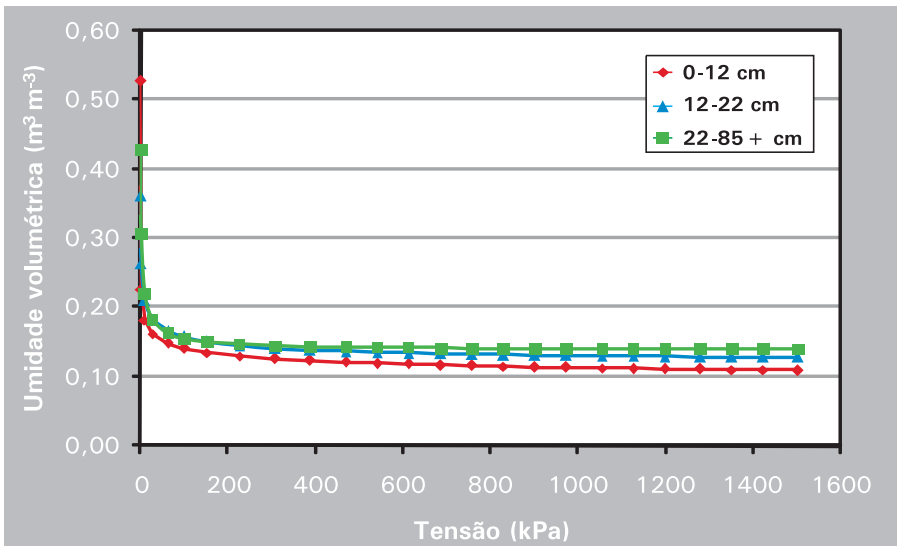


Fig. 9. Curvas de potencial da água no solo versus umidade para os horizontes do solo PVAd (Agropecuária Frutíngua Ltda.), localizado no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

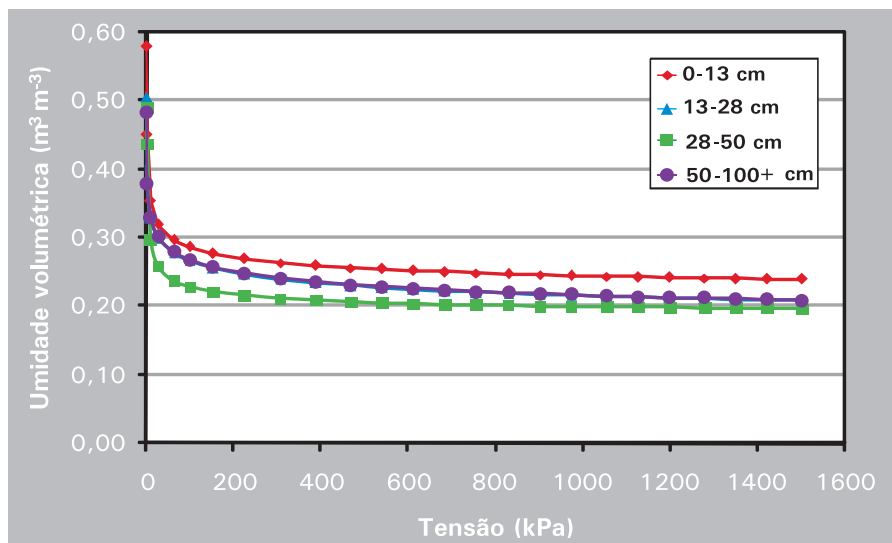


Fig. 10. Curvas de potencial da água no solo versus umidade para os horizontes do solo PVAe (Sândalo Paim), localizado no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Uma forma prática de utilizar os dados das curvas de potencial da água no solo versus umidade para irrigar a bananeira é exemplificada a seguir. A apresentação desse exemplo não dispensa os produtores de consultarem um especialista em irrigação.

1) Cálculo da umidade crítica para irrigar a bananeira, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Umidade crítica} = \text{capacidade de campo} - X\% \text{ da água disponível}$$

A capacidade de campo é a umidade retida na tensão de -10 kPa. O valor de X representa a redução permitida da água disponível sem prejudicar a cultura e geralmente o recomendado é de 25%. Nesse exemplo, serão utilizados os valores de 25% e 30%. Também é importante considerar a profundidade de 0-40 cm como aquela em que se localiza a maior parte do sistema radicular da bananeira, ou seja, a profundidade efetiva de raízes. Assim, os valores de umidade crítica obtidos para os solos avaliados encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Umidade crítica para irrigar a bananeira, com base na curva de potencial da água no solo versus umidade, para solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Solos	Umidade crítica (m^3/m^3)	
	25% ¹	30% ¹
RQo1 (Fruticultura Baumgratz)	0,1302	0,1252
RQo2 (Fruticultura Seibel)	0,1172	0,1126
LVAAd (Agropecuária Porto Velho Ltda.)	0,1656	0,1605
PVAAd (Agropecuária Frutinga Ltda.)	0,1798	0,1756
PVAe (Sândalo Paim)	0,2762	0,2692

¹Representa a redução permitida da água disponível sem limitar a cultura; geralmente recomenda-se 25%, mas também foi utilizada a redução de 30%.

2) Obtenção da tensão crítica de umidade no solo para irrigar a bananeira

Baseando-se na umidade crítica calculada no item 1, obtém-se a tensão crítica para cada solo por meio das equações de potencial da água no solo versus umidade ajustadas para cada solo (Tabelas 5 e 6). As tensões críticas obtidas são mostradas na Tabela 8.

Conhecendo-se as tensões críticas para cada solo, o passo seguinte é instalar tensiômetros na área a ser irrigada e monitorar a tensão de água no solo; quando for atingida a tensão crítica aciona-se a irrigação.

Pressupondo-se serem diferentes as capacidades de secamento de cada um dos solos avaliados, espera-se que o tempo para atingir a tensão crítica, entre uma e outra irrigação, seja também diferente entre eles. Esse tempo também vai ser influenciado pelo estágio de desenvolvimento do bananal e das condições atmosféricas (temperatura, umidade relativa do ar etc.).

Tabela 8. Tensão crítica de umidade no solo para irrigar a bananeira, com base na curva de retenção de umidade, para solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Solos	Tensão crítica (kPa)	
	25%	30%
RQo1 (Fruticultura Baumgratz)	25	29
RQo2 (Fruticultura Seibel)	40	53
LVAAd (Agropecuária Porto Velho Ltda.)	32	40
PVAAd (Agropecuária Frutinga Ltda.)	33	41
PVAe (Sândalo Paim)	65	88

3) Cálculo da lâmina de reposição necessária, por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Lâmina de reposição necessária (mm)} = (\text{Umidade volumétrica na capacidade de campo} - \text{Umidade volumétrica na tensão crítica}) \times 10 \times 40\text{cm}$$

Os valores obtidos para a lâmina de reposição necessária são apresentados na Tabela 9. Esses valores devem ser corrigidos em função da eficiência do sistema de irrigação utilizado (aspersão convencional, microaspersão ou gotejamento). Além disso, a duração da irrigação deve ser calculada em função da vazão dos emissores utilizados.

Tabela 9. Lâmina de reposição necessária para irrigar a bananeira, com base na curva de potencial da água no solo versus umidade, para solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Solos	Lâmina de reposição (mm)	
	25%	30%
RQo1 (Fruticultura Baumgratz)	10	15
RQo2 (Fruticultura Seibel)	10	11
LVAd (Agropecuária Porto Velho Ltda.)	10	15
PVAd (Agropecuária Frutanga Ltda.)	9	12
PVAe (Sândalo Paim)	14	21

Avaliação dos atributos químicos do solo

Os resultados das análises químicas dos solos estudados estão apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12. Para o pH do solo, em água (Tabela 10), na grande maioria dos casos, observaram-se valores satisfatórios para o cultivo da bananeira, principalmente nas camadas superficiais, onde se concentra a maior parte do sistema radicular da planta; até a zona de maior absorção das raízes (0 a 40 cm), o pH variou de acidez elevada ($\leq 5,0$) no RQo2 a alcalinidade elevada ($\geq 8,0$) no PVAe, conforme critérios de interpretação apresentados pela Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia (1989). Em função dos valores de pH observados, e considerando também os valores de V% (Tabela 10), a calagem é necessária apenas no LVAd, uma vez que se recomenda o valor de 70% para a bananeira. O pH adequado do solo está associado à ausência de Al trocável; no entanto, detectou-se a presença de teor médio de alumínio (0,4 a 1,0 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) no horizonte C_2 do RQo1, C_1 e C_2 no RQo2 e no horizonte AB do LVAd (Tabela 10).

Os teores de fósforo mostraram-se menores do que o considerado adequado para a bananeira, em todos os solos (Tabela 10). Embora o fósforo seja o macronutriente menos absorvido pela bananeira, os níveis constatados nos solos recomendariam adubação fosfatada, para uma melhor nutrição e maior produção da bananeira. Há que se ressaltar que a aplicação de fósforo deve ser três a quatro vezes maior do que a exigência da planta, devido à sua alta capacidade de adsorção no solo.

Os valores de soma de bases (SB) são considerados adequados nos solos PVAd e PVAe (Tabela 10), onde a textura é mais argilosa. Os teores de matéria orgânica variaram de baixos (< 15 g/kg) a alto (> 30 g/kg), ocorrendo este valor apenas na camada superficial do PVAe, como resultado da incorporação da biomassa vegetal da bananeira. De forma semelhante ao observado para a soma de bases (SB) e a capacidade de troca catiônica (CTC), os solos de textura mais argilosa (PVAd e PVAe) foram também os que apresentaram os teores mais elevados de matéria orgânica (Tabela 10).

A saturação por bases no horizonte superficial (0-16 cm) dos solos classificados como RQo estão acima de 70% (Tabela 10). Além disso, no RQo1 a saturação por bases está acima de 50% em todo o perfil do solo, revelando o caráter eutrófico, no caso por efeito de ação antrópica; são solos atualmente sob cultivo da bananeira e recebendo calagem e adubações frequentes. Na condição em que foram mapeados e classificados pedologicamente por Jacomine et al. (1976), os solos RQo apresentavam-se como álicos (saturação por Al de 50% a 60%) e distróficos (saturação por bases de 13% a 17%).

Os teores de potássio apresentaram-se baixos para as exigências da cultura da banana, inclusive no PVAe, inferior ao valor considerado adequado, necessitando, portanto, de adubação potássica (Tabela 11).

Os teores de cálcio e magnésio mostraram os efeitos da ação antrópica, na forma de calagem dolomítica (Mg), já que são bem superiores àqueles citados por Jacomine et al. (1976) para os solos em estudo, cuja soma de $\text{Ca} + \text{Mg}$ atinge apenas $0,2 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

Tabela 10. Atributos químicos no perfil de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa- BA.

Prof. cm	Hor.	pH em água	P mg/dm ³	Al	Na	H + Al cmolc/dm ³	SB	CTC	V %	M.O. g/kg
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1) - Fruticultura Baumgratz										
0-11	A1	6,8	7,0	0,1	0,00	0,55	5,29	5,84	91	15,94
11-38	C1	6,9	0,4	0,1	0,00	0,55	2,47	3,02	82	4,24
38-100 ⁺	C2	5,2	0,1	0,4	0,00	1,43	1,85	3,28	56	3,00
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2) – Fruticultura Seibel										
0-16	A1	6,6	1,0	0,1	0,01	0,77	2,65	3,42	78	7,13
16-46	C1	4,4	3,0	0,5	0,00	1,65	0,73	2,38	31	3,30
46-120 ⁺	C2	4,4	0,0	0,6	0,00	1,54	0,84	2,38	35	3,19
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo3) - Fruticultura Saifert										
0-15	A1	6,2	5,0	0,0	0,02	1,21	3,16	4,37	72	9,42
15-46	C1	5,8	0,8	0,0	0,01	0,99	0,94	1,93	49	3,83
46-125 ⁺	C2	5,5	0,5	0,1	0,01	0,77	0,75	1,52	49	1,76
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd)- Agropecuária Porto Velho Ltda.										
0-13	A	5,4	2,0	0,1	0,00	2,64	3,16	5,80	55	13,76
13-49	AB	5,0	0,0	0,4	0,00	1,87	2,13	4,00	53	4,97
49-100 ⁺	Bw	5,6	0,0	0,1	0,00	1,10	2,92	4,02	73	3,51
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAe) - Agropecuária Frutanga Ltda.										
0-12	A	7,0	7,0	0,1	0,05	0,88	7,93	8,81	90	19,66
12-22	AB	6,2	0,4	0,1	0,00	1,65	5,55	7,20	77	8,07
22-85 ⁺	Bt	5,2	0,0	0,1	0,00	1,43	6,24	7,67	81	5,79
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim										
0-13	A	7,4	2,0	0,1	0,03	0,33	14,78	15,11	98	34,56
13-28	AB	8,0	0,0	0,1	0,02	0,11	11,36	11,47	99	13,76
28-50	Bt1	8,1	0,0	0,0	0,02	0,11	10,54	10,65	99	7,39
50-100 ⁺	Bt2	8,1	0,0	0,0	0,02	0,11	10,93	11,04	99	5,90
Adequado		6,0-6,5	30	0,0	< 0,30	1,7-2,8	6,6	8,3-9,4	70-80	30-40

Tabela 11. Teores de cátions trocáveis e suas relações no perfil de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. cm	Hor.	K	Ca	Mg	(K + Ca + Mg)	K/ (K + Ca + Mg)	Ca/ (K + Ca + Mg)	Mg/ (K + Ca + Mg)	K/Mg	Ca/Mg
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo1) - Fruticultura Baumgratz										
0-11	A1	0,09	4,0	1,2	5,29	1,7	75,6	22,7	0,08	3,3
11-38	C1	0,07	1,5	0,9	2,47	2,8	60,7	36,5	0,08	1,7
38-100 ⁺	C2	0,05	1,1	0,7	1,85	2,7	59,5	37,8	0,07	1,6
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo2) - Fruticultura Seibel										
0-16	A1	0,04	1,6	1,0	2,64	1,5	60,6	37,9	0,04	1,6
16-46	C1	0,03	0,4	0,3	0,73	4,1	54,8	41,1	0,10	1,3
46-120 ⁺	C2	0,03	0,5	0,3	0,83	3,6	60,3	36,1	0,10	1,7
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQo3) - Fruticultura Saifert										
0-15	A1	0,04	2,4	0,7	3,14	1,3	76,4	22,3	0,06	3,4
15-46	C1	0,03	0,6	0,3	0,93	3,2	64,5	32,3	0,10	2,0
46-125 ⁺	C2	0,04	0,5	0,2	0,74	5,4	67,6	27,0	0,20	2,5
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) - Agropecuária Porto Velho Ltda.										
0-13	A	0,06	2,1	1,0	3,16	1,9	66,5	31,6	0,06	2,1
13-49	AB	0,03	1,2	0,9	2,13	1,4	56,3	42,3	0,03	1,3
49-100 ⁺	Bw	0,02	2,0	0,9	2,92	0,7	68,5	30,8	0,02	2,2
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd) - Agropecuária Frutanga Ltda.										
0-12	A	0,08	6,5	1,3	7,88	1,0	82,5	16,5	0,06	5,0
12-22	AB	0,05	4,5	1,0	5,55	1,0	81,0	18,0	0,05	4,5
22-85 ⁺	Bt	0,04	4,9	1,3	6,24	0,7	78,5	20,8	0,03	3,8
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (PVAe) – Sândalo Paim										
0-13	A	0,14	11,7	2,9	14,74	0,9	79,4	19,7	0,05	4,0
13-28	AB	0,04	10,1	1,2	11,34	0,3	89,1	10,6	0,03	8,4
28-50	Bt ₁	0,02	9,5	1,0	10,52	0,2	90,3	9,5	0,02	9,5
50-100 ⁺	Bt ₂	0,02	9,7	1,2	10,92	0,2	88,8	11,0	0,02	8,1
Adequado		0,60	4,8	1,2	6,6	9,0-10,0	73,0	18,0	0,20-0,50	3,0-4,0

Além dos teores absolutos dos cátions (K, Ca e Mg), é importante para a bananeira o equilíbrio entre eles. Assim, as relações entre K, Ca e Mg mostram que, em todos os solos e horizontes, a relação percentual $K/(K + Ca + Mg)$ está abaixo da adequada, que é na faixa de 9% a 10%; nessas condições, pode ocorrer deficiência de potássio para a bananeira, por efeito antagônico do cálcio e magnésio. Como o potássio é o nutriente que a bananeira absorve em maior quantidade, nos solos estudados seria recomendável a adubação potássica, que refletiria positivamente na produção de frutos de qualidade. Uma outra indicação do equilíbrio entre os cátions é a relação K/Mg, que deve variar entre 0,2 a 0,5, para que não haja deficiência de potássio no solo. Nos solos em estudo, tal relação apresentava-se abaixo de 0,2, revelando predominância relativa do Mg sobre o K, indicando que os solos não necessitam ser supridos em Mg e sim em K. Observou-se também saturação por Mg elevada, principalmente nos solos RQo e LVAd. A relação Ca/Mg variou de 1,3 (RQo2 e LVAd) a 9,5 (PVAe) estando próxima à ideal nos solos RQo3 e PVAd.

Quanto aos micronutrientes, o B e o Zn são aqueles que têm causado maiores problemas de deficiência na bananeira. Os teores de B apresentaram-se adequados no horizonte AB do LVAd e nos três horizontes superficiais do PVAe (Tabela 12). O teor de Zn estava baixo, exceto no horizonte superficial do RQo1 e PVAd (Tabela 12). Os teores de Cu e Fe apresentavam-se baixos, exceto de Fe em RQo2. Os teores de Mn observados foram elevados, acima de 12 mg/kg, exceto no horizonte C₁ do RQo2 (Tabela 12). Há necessidade de acompanhar os elementos em excesso para que não se tornem tóxicos para a bananeira.

Quanto aos metais pesados, o teor de cromo (Cr) no PVAe estava bem próximo do valor de alerta, que indica possível alteração na qualidade natural dos solos. Nos dois solos PVA, principalmente PVAe, solos mais argilosos, os teores de cádmio (Cd) estavam também próximos do valor de alerta. Já o chumbo (Pb) estava acima do valor de referência, notadamente no PVAe, indicando possível alteração na qualidade natural dos solos. O mercúrio (Hg) apresentou teores acima do valor de referência nos horizontes mais profundos (12-85 cm) do PVAd e superficial (0-13 cm) do PVAe e de 15-46 cm do RQo3. Assim, torna-se necessário monitorar esses metais nesses solos.

Tabela 12. Teores de micronutrientes disponíveis e teores totais de outros metais no perfil de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, em Bom Jesus da Lapa-BA.

Prof. cm	Hor.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Cr	Ni	Cd	Pb	Hg
		mg/dm ³									
NEOSSOLO QUARTZARENICO (RQo1) - Fruticultura Baumgratz											
0-11	A ₁	0,2	0,3	4,0	122,7	2,0	10,9	2,5	0,4	5,8	< 0,050
11-38	C ₁	0,2	0,4	8,0	33,9	0,9	11,0	2,9	0,3	6,4	< 0,050
38-100 ⁺	C ₂	0,2	0,5	12,0	26,9	0,3	15,2	2,8	0,8	14,3	< 0,050
NEOSSOLO QUARTZARENICO (RQo2) - Fruticultura Seibel											
0-16	A ₁	0,1	0,2	29,0	28,9	0,5	13,9	1,4	0,4	5,4	< 0,050
16-46	C ₁	0,1	0,2	51,0	2,4	0,2	19,8	1,7	0,5	7,4	< 0,050
46-120 ⁺	C ₂	0,1	0,4	38,0	15,3	0,1	26,8	2,2	0,9	13,2	< 0,050
NEOSSOLO QUARTZARENICO (RQo3) - Fruticultura Saifert											
0-15	A ₁	0,3	0,2	10,0	66,9	0,7	17,4	3,6	0,2	2,1	< 0,050
15-46	C ₁	0,3	0,2	14,0	28,9	0,2	22,1	4,7	0,4	5,9	0,052
46-125 ⁺	C ₂	0,1	0,3	9,0	21,0	0,4	14,9	3,2	0,4	4,1	< 0,050
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVAd) - Agropecuária Porto Velho Ltda.											
0-13	A	0,4	0,2	17	35,0	0,7	25,4	3,6	0,8	12,0	< 0,050
13-49	AB	0,6	0,2	21	24,4	0,2	28,9	4,1	1,1	17,7	< 0,050
49-100 ⁺	Bw	0,2	0,2	21	18,2	0,2	29,7	3,7	1,2	19,0	< 0,050
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd) - Agropecuária Frutanga Ltda.											
0-12	A	0,3	0,3	18,0	102,8	1,3	22,0	4,9	0,9	15,2	< 0,050
12-22	AB	0,4	0,3	9,0	32,8	0,3	29,9	6,6	1,4	19,7	0,083
22-85 ⁺	Bt	0,4	0,3	18,0	20,5	1,3	37,1	7,0	1,8	24,9	0,058
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Entrófico (PVAe) - Sândalo Paim											
0-13	A	0,7	0,2	2,0	122,8	0,8	71,4	9,9	2,5	33,0	0,059
13-28	AB	0,7	0,2	1,0	53,0	0,3	72,6	10,2	2,7	32,7	< 0,050
28-50	Bt ₁	0,7	0,3	3,0	39,3	0,1	77,3	10,8	3,1	37,5	< 0,050
50-100 ⁺	Bt ₂	0,5	0,5	6,0	38,1	0,2	96,2	11,7	3,1	35,6	< 0,050
Adequado		0,6 a 0,90	1,3-1,8	31-45	9-12	1,2-2,2	-	-	-	-	-
VR¹	-	-	-	-	-	-	40	13	< 0,5	17	0,05
VI²	-	-	-	-	-	-	75	30	3	100	0,5
VI³	-	-	-	-	-	-	300	50	10	200	2,5

¹VR – Valor de Referência de Qualidade – indica limite de qualidade para solo considerado limpo – prevenção da poluição do solo. ²VA – Valor de Alerta – indica possível alteração na qualidade natural dos solos. Utilizado em caráter preventivo, e quando excedido no solo, exige-se o monitoramento das águas subterrâneas, indicando-se e controlando-se as fontes de poluição. ³VI – Valor de intervenção – indica limite de contaminação do solo, acima do qual existe risco à saúde humana, requer alguma forma de intervenção.

Conclusões

1. O perímetro irrigado do Projeto Formoso, em Bom Jesus da Lapa - BA, apresenta solos que são diferentes em termos físico-hídricos, necessitando de manejos diferenciados quanto à irrigação.
2. A determinação da necessidade de irrigação deve ser baseada na capacidade de retenção de água de cada solo, tornando-se necessária a instalação de instrumentos que possam medir a umidade ou o potencial da água no solo de forma diária, como por exemplo os tensiômetros, nas áreas de produção de banana, para monitorar o momento de irrigar.
3. O cultivo da bananeira proporcionou melhoria na fertilidade química do solo quando comparado ao solo original, apesar dos baixos teores de potássio e fósforo. Cálcio e magnésio foram os nutrientes que mais aumentaram nos solos cultivados com bananeira.
4. Os atributos químicos apresentados devem ser utilizados com ressalva, para recomendação de adubação, pois foram obtidos em uma única trincheira em cada solo, não sendo representativos da área. O monitoramento dos metais pesados Cr, Cd e Pb nos solos argilosos deve ocorrer com maior frequência.

Referências

- BORGES, A. L. Calagem e adubação. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 32-44.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Exigências edafoclimáticas In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 132-145.
- COELHO, E. F; COSTA, E. L. da; TEIXEIRA, A. E. de C. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 32-44.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. 2. ed. Salvador: CEPLAC/EMATERBA /EMBRAPA/EPABA/NITROFÉRTIL, 1989. 176 p.

DELVAUX, B. Soils. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. cap. 9, p. 230-257.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: 1997. 212 p. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 1).

GENUCHTEN, M.Th. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

HILLEL, D. **Solo e água: fenômenos e princípios físicos**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 231 p.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife: Embrapa-Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos/Sudene-Divisão de Recursos Renováveis, 1976. 404 p. (Boletim Técnico, 38).

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.

KOHNKE, H. **Soil physics**. New Delhi: McGraw-Hill, 1968. 224 p.

ROBINSON, J. C. Systems of cultivation and management. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. cap. 2, p. 15-65.

SANTOS, H. G. dos et al. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, J. T. A. da. **Adubação e nutrição da bananeira para o norte de Minas**. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1995. 23 p. (Boletim Técnico, 46).



Mandioca e Fruticultura Tropical

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

