II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro 2017

VARIABILIDADE ESPACIAL DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CACAU NO ESTADO DA BAHIA.

Apresentação: Comunicação Oral

Helane Cristina Aguiar Santos¹; Thiago Feliph Silva Fernandes²; Guilherme Augusto Doccusse³;
Eduardo Cezar Medeiros Saldanha⁴

Resumo

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma planta economicamente importante devido todo o aproveitamento do fruto, principalmente a amêndoa que é fonte de matéria-prima, utilizada na fabricação do chocolate. Esta planta é cultivada principalmente em países de clima tropical úmido. O Brasil se destaca entre estes países produtores, apresentando alto potencial de produtividade para esse lavoura, o qual se destaca o estado da Bahia por ser um importante pólo produtor da cultura no Brasil. Contudo, têm-se apresentado dificuldade do seu cultivo no país devido aos diferentes tipos de solos, onde predominam solos ácidos que necessitam de correções. Além disso, no processo produtivo, as características químicas do solo revestem-se de importância capital, pois são a base para o equilíbrio nutricional adequado e, conseqüentemente, uma produtividade satisfatória. Tais investigações são fundamentais, na medida em que se deixa de considerar determinadas áreas de cultivo como uniformes, possibilitando assim, análise individual quanto ao tipo e qualidade de nutrientes a receber. Com base nisso, o presente trabalho objetivou a realização da caracterização da fertilidade do solo, de áreas sob cultivo de cacau. Para tanto, as amostras de solos foram coletadas em área de produção comercial de cacau, em seis municípios do estado da Bahia. As amostragem do solo foram realizadas em 16 propriedades agrícolas, por meio de 15 amostras simples, de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, para formar uma amostra composta, com o auxílio de um trato holandês. Onde uma amostra foi retirada na frente das plantas e as outras duas nas laterais esquerda e direita das mesmas. O caminhamento da coleta foi em zigzag, para melhor representatividade da área. O período das coletas foram em março de 2017, e encaminhada para análise em laboratório particular de análise química do solo. Os valores obtidos a partir do resultado da análise do laboratório foram inseridos em planilha eletrônica e tratados por meio de estatística descritiva. Os atributos avaliados foram: Potencial Hidrogeniônico (pH), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação por Base (V%), Saturação por Alumínio (m), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), ferro (Fe), Manganês (Mn), zinco (Zn). Constatou-se que os atributos P, K, Mg, Cu, Mg e Zn, apresentaram anormalidade de distribuição nas áreas de cultivo de cacauieiro, o que implica na necessidade de fertilizar o solo de maneira mais balanceada, para estes dados elementos, de modo a elevá-los aos teores ideais e aumentar a sua homogeneidade espacial. Dados sobre levantamento e diagnóstico da fertilidade dos solos sob cultivo do cacauieiro são escassos na literatura. Logo, fazem-se necessárias mais pesquisas voltadas para a área.

¹ Mestranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém, aguiar.helane@gmail.com

² Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia – Capitão Poço, ThiagoFeliph@hotmail.com

³ Assistente Técnico da Yara Fertilizantes - Recife/PE, guilherme.doccusse@yara.com

⁴ Especialista Agrônomo Yara Fertilizantes, Recife/PE, eduardo.saldanha@yara.com

Palavras-Chave: *Teobroma cacao* L, Fertilidade do solo, Macronutrientes, Micronutrientes.

Introdução

O cacauieiro (*Teobroma cacao* L.), é uma planta perene-fólia, arbórea, que pertence à família Malvaceae, de clima tipicamente neotropical, originário entre a bacia amazônica, o rio Orinoco e as Guianas. Cultivada à princípio na América Central, há mais de dois mil anos, é uma planta que tem fatores sociais e econômicos importante internacionalmente. Os principais países produtores são Costa do Marfim, Gana, Indonésia, Nigéria, Brasil, Equador, Camarões e Papua nova Guiné (ICCO, 2015).

No Brasil essa cultura em 2016 obteve uma produção de 147 mil toneladas de cacau, contribuindo positivamente com 1,963 bilhões de reais ao PIB brasileiro (IBGE, 2016). Seu cultivo, na região do Estado da Bahia, corresponde por 68,9 % de toda a área plantada com a espécie, sendo o restante distribuído pelos Estados do Pará, Rondônia, Espírito Santo, Amazonas e Mato Grosso.

A utilização econômica principal da cultura do cacauieiro são suas sementes que após o processo de fermentação e secas constituem a matéria-prima para fabricação do chocolate. No entanto de acordo com a Sodré (2017) esta matéria-prima é também aproveitada para fabricação de confeitos, manteiga de cacau, produtos para a indústria farmacêutica e de cosméticos, possibilitando a diversificação vertical e horizontal da cadeia produtiva da cultura.

Contudo, têm-se apresentado dificuldade do seu cultivo no país devido aos diferentes tipos de solos, onde predominam solos ácidos que necessitam de correções. Além disso, no processo produtivo, as características químicas do solo revestem-se de importância capital, pois são a base para o equilíbrio nutricional adequado e, conseqüentemente, uma produtividade satisfatória. Tais investigações são fundamentais, na medida em que se deixa de considerar determinadas áreas de cultivo como uniformes, possibilitando assim, análise individual quanto ao tipo e qualidade de nutrientes a receber.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi a realização da caracterização da fertilidade do solo, de áreas sob cultivo de cacau em seis municípios do estado da Bahia.

Fundamentação Teórica

O Brasil é referência mundial na produção de cacau. Dentre os principais estados produtores, temos o cultivo da cultura na região tradicional do Estado da Bahia, que detém cerca de 68,9 % de toda a produção nacional. Tal importância econômica, se justifica pelo seu elevado potencial produtivo e comercial que contribui para a balança comercial deste Estado e do País, por esse motivo sua importância como fonte geradora de renda e desenvolvimento. No entanto ao longo das

décadas, nota-se o desafio de superar diversas crises, tais como, o baixo valor agregado, baixa eficiência tecnológica, qualidade inferior de cacau produzido e baixa produtividade (Souza et al., 2016).

No entanto, a sustentabilidade da produção de cacau está relacionada, além de materiais genéticos mais eficientes, à utilização de sistemas de produção específicos, incluindo o uso de corretivos e fertilizantes (Chepote et al., 2013). A fertilidade do solo, a longo de muito tempo, tem sido um dos principais fatores limitantes quanto à possibilidade de desenvolvimento e expansão da cacaucultura. Nesta perspectiva, o conhecimento sobre a variabilidade da fertilidade do solo e a determinação das doses de fertilizantes a serem aplicadas constituem um passo decisivo para a gestão e desenvolvimento da cultura do cacau.

Segundo a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, órgão de pesquisa e expansão do cacaueiro, tem recomendado principalmente o plantio dessa cultura apenas em áreas que apresentam boa drenagem, com profundidade efetiva acima de 1,5 m, que permita boa capacidade de retenção de água e solos de boa fertilidade natural, que não apresentem impedimentos físicos e químicos que venham comprometer o adequado desenvolvimento das raízes (Chepote et al., 2013).

Segundo Silva et al (2015) o aumento da eficiência das administrações agrícolas deve contemplar a variabilidade espacial e temporal existente no campo. Corroborando no mesmo contexto Corwin & Lesch (2003), afirmam que é possível otimizar o uso de insumos agrícolas com redução de riscos econômicos e ambientais, obtendo maior rentabilidade e qualidade dos produtos.

Diante da importância do uso de corretivos e fertilizantes, para que seja possível recomendá-los, se faz necessário o conhecimento dos níveis de fertilidade do solo por meio da análise química deste, além da adequada recomendação da adubação, evitando assim problemas futuros de deficiência ou de toxidez.

A amostragem do solo é a principal etapa na avaliação da fertilidade deste. É uma etapa crítica em um programa de correção e adubação, pois uma amostra não representativa da área pode levar a recomendações errôneas (Chepote et al., 2013). O erro de amostragem frequentemente é muito superior que o erro analítico que, normalmente, é abaixo de 5% nos bons laboratórios, por isso a precisão na análise da fertilidade do solo necessita muito dos critérios de amostragem.

Dessa forma, a qualidade do solo influencia o potencial de uso, a produtividade e a sustentabilidade global do agroecossistema, sendo seu estudo necessário para fornecer informações sobre o manejo do solo e assegurar a tomada de decisões para uma melhor utilização desse recurso (Sposito e Zabel, 2003).

Metodologia

As amostras de solos foram coletadas em área de produção comercial de cacau, em seis municípios do estado da Bahia. O tipo de solo predominante dessas áreas é um Latossolo distrófico. As coletas foram realizadas em 16 propriedades agrícolas, por meio de 15 amostras simples, de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, para formar uma amostra composta, com o auxílio de um trato holandês. Onde uma amostra foi retirada na frente das plantas e as outras duas nas laterais esquerda e direita das mesmas.

Os atributos avaliados foram: Potencial hidrogeniônico - pH, capacidade de troca de cátions - CTC, saturação por base - V%, saturação por alumínio - m, macronutrientes (fósforo - P, potássio - K, magnésio - Mg, enxofre - S) e micronutrientes (boro - B, cobre - Cu, ferro - Fe, manganês - Mn, zinco - Zn).

O caminhar da coleta foi em zigzag, para melhor representatividade da área. O período das coletas foi em março de 2017, e encaminhada para análise em laboratório particular de análise química do solo. Os valores obtidos a partir do resultado da análise do laboratório foram inseridos em planilha eletrônica e tratados por meio de estatística descritiva, e teste de normalidade a 5% de probabilidade de erro, através do teste de Shapiro Wilk no software Assistat, versão 7.7, beta.

Resultados e Discussão

A estatística descritiva e o teste de normalidade, são ótimas ferramentas para auxílio no manejo das culturas de importância econômica, inclusive sobre as questões referentes à fertilidade do solo. Referente a isso, observa-se que na profundidade do solo de 0-20 cm (Tabela 1), não houve normalidade para a maioria das variáveis (P, K, Ca, Mg, m, Cu, Fe, Mn e Zn), no entanto, houve normalidade para os atributos pH (em H₂O e CaCl₂), S, CTC, pelo teste de Shapiro Wilk, saturação por base (V%), pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e B pelo teste de Lilliefors.

Tabela 1: Estatística descritiva e teste de normalidade para as variáveis da acidez do solo na camada de 0-20 cm.
Fonte: Própria

Atributos	n	Média	Md	At.	Min.	Máx.	Cs	Ck	S	CV	Valor de p
pH ¹	60	5,3	5,3	3,1	3,9	7	0,12	1,65	0,50	9,55	0,07 *
pH ²	17	4,7	4,7	0,9	4,3	5,2	0,65	1,00	0,21	4,5	0,25 *
P ³	60	9,5	5	54,9	0,7	55,6	2,29	5,44	11,62	121,46	0,0
K ³	60	0,6	0,11	27,9	0,04	28	7,72	59,77	3,60	606,10	0,0
Ca ³	60	2,4	2,3	8,5	0,4	8,9	3,05	16,79	1,15	47,87	0,0
Mg ³	60	1,0	0,85	2	0,2	2,2	0,40	-0,84	0,49	49,37	0,0
S ³	38	10,2	10	16	4	20	0,49	0,55	3,60	35,21	0,21 *
CTC ⁴	60	7,7	7,62	10,3	1,8	12,1	-0,15	1,58	1,77	3,15	0,20 *
V ⁵	60	45,6	45	89	11	100	0,52	1,85	15,28	33,50	0,11 **
m ⁵	60	8,0	4	63	0	63	2,74	9,34	12,06	151,46	0,0
B ³	52	0,4	0,42	0,88	0,1	0,98	0,62	-0,38	0,21	48,29	0,12 ***
Cu ³	52	3,9	1,5	39,7	0,3	40	3,51	13,02	7,77	195,68	0,0
Fe ³	52	130,81	87	320	14	334	0,63	-1,01	89,93	68,74	0,0
Mn ³	52	55,69	9	270	0,6	271	1,48	0,84	81,85	146,95	0,0
Zn ³	52	2,30	0,9	34,9	0,1	35	5,55	34,92	5,08	220,83	0,0

n – número de amostras analisadas; Md – mediana; At. – amplitude; Min. – mínimo; Máx. – máximo; Cs – coeficiente de assimetria; Ck – coeficiente de curtose; S – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; (1) em água; (2) em CaCl₂; (3) mg.dm⁻³; (4) cmolc.dm⁻³; (5) %; (*) distribuição normal a 5% de probabilidade para o teste de Shapiro – Wilk; (**) distribuição normal a 5% de probabilidade para o teste de Kolmogorov-Smirnov; (***) distribuição normal a 5% de probabilidade para o teste de Lilliefors.

Observa-se, com base nos resultados na (Tabela 1) que os valores médios encontrados para P (< 16 mg dm⁻³), K (< 10 cmolc dm⁻³), foram considerados baixos, no entanto para os valores médios de Mn (> 9,0 mg dm⁻³), Fe (> 30 mg dm⁻³) e Zn (> 1,5 mg dm⁻³) foram elevados (Chepote et al., 2013). Os valores de V (> 40%), Cu (> 1,2 (mg dm⁻³) e pH considerado ácido. Os valores de S (= 10 mg dm⁻³) manteve dentro dos padrões. Por outro lado, os atributos Mg (<1,9 cmolc dm⁻³), B (<0,9 mg dm⁻³) Ca (< 5 cmolc dm⁻³), SB (< 5 cmolc dm⁻³), permaneceram abaixo dos valores recomendados para a cultura do cacau.

Segundo Souza Júnior et al. (1999), afirmam que o elevado rendimento e uma boa produção de cacau é o resultado do equilíbrio entre os nutrientes do solo. Corroborando neste mesmo sentido Nakayama (2001) comenta que o cacaueiro é uma planta exigente em condições de textura e fertilidade do solo, adaptando-se bem a solos de boa drenagem e de média a alta fertilidade.

Em conformidade com esses autores, os solos que apresentam-se ricos em micronutrientes tendem a obter uma maior produtividade, desde que esses elementos não alcancem níveis tóxicos. Nakayama (2001), estudando as exigências nutricionais da cultura do cacau obteve a conclusão que a necessidade de nutrientes seguia a seguinte ordem respectivamente: macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg e S e micronutrientes como B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

Na camada de 20-40 cm (Tabela 2), assim como na camada de 0-20 cm, não houve

normalidade para a maioria das variáveis (P, K, Ca, Mg, CTC, V%, B, Cu, Mn e Zn), no entanto, houve normalidade para os atributos pH (em H₂O), S e Fe, pelo teste de Shapiro Wilk e saturação por alumínio (m %), pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 2: Estatística descritiva e teste de normalidade para as variáveis da acidez do solo na camada de 20-40 cm.
Fonte: Própria

Atributos	n	Média	Md	At.	Min.	Máx.	Cs	Ck	S	CV	Valor de p
pH ¹	17	5,05	5,1	1,3	4,5	5,8	0,45	0,7	0,33	6,61	0,18 *
P ²	17	2,12	2	5	1	6	1,80	3,9	1,32	62,20	0,0
K ²	17	0,04	0,03	0,1	0,02	0,12	1,23	0,94	0,03	67,55	0,0
Ca ²	17	1,02	0,92	1,4	0,6	2	2,03	5,02	0,32	31,44	0,0
Mg ²	17	0,25	0,2	0,39	0,1	0,49	0,79	-0,12	0,12	48,06	0,0
S ²	14	19,28	19	20	11	31	0,52	-0,41	6,09	32,82	0,26 *
CTC ³	17	5,63	5,2	6,03	3,7	9,73	1,81	3,53	1,41	25,92	0,0
V ⁴	17	26,06	22,6	40,6	16,4	57	2,34	4,62	11,41	43,79	0,0
m ⁴	17	26,94	26	49	0	49	-0,80	1,98	11,50	41,43	0,21 **
B ²	14	0,29	0,25	0,34	0,2	0,54	1,76	3,64	0,09	30,77	0,0
Cu ²	14	0,57	0,2	1,9	0,1	2	1,32	0,23	0,66	115,56	0,0
Fe ²	14	252,21	264	194	137	194	-1,03	2,83	45,09	17,87	0,13 *
Mn ²	14	15,50	2	108	1	109	2,44	4,97	33,61	216,89	0,0
Zn ²	14	0,29	0,1	1,3	0,1	1,4	2,42	5,51	0,38	130,86	0,0

n – número de amostras analisadas; Md – mediana; At. – amplitude; Min. – mínimo; Máx. – máximo; Cs – coeficiente de assimetria; Ck – coeficiente de curtose; S – desvio padrão; CV – coeficiente de variância; (1) em água; (2) mg.dm⁻³; (3) cmolc.dm⁻³; (4) %; (*) distribuição normal a 5% de probabilidade para o teste de Shapiro – Wilk; (**) distribuição normal a 5% de probabilidade para o teste de Lilliefors.

O comportamento observado para o rendimento em relação à CEC (T) também pode estar relacionado a fatores associados ao tipo de solo em estudo. Uma vez que parte da CEC (T) é ocupada por acidez potencial, é possível afirmar que em regiões de menor disponibilidade de nutrientes o efeito da acidez é mais evidente, influenciando o rendimento das culturas. O efeito da acidez potencial tende a ser maior em solos com menores teores de argila, rendimento comprometedor (Pegoraro et al., 2008). Silva et al. (2015) comentam que as correlações entre variáveis com variabilidades diferentes (currículos diferentes) podem não ser explicativas, indicando a necessidade de análises que considerem o padrão de distribuição espacial.

Nas análises de solos indicam que o zinco é o elemento que mais frequentemente manifesta deficiência em Latossolos distróficos e Argissolos distróficos na Região Cacaueira do Sul da Bahia, quando os teores desse elemento no solo se encontram abaixo de 1,5 mg.dm⁻³. Sendo este valor encontrado na camada de 20-40 cm (0,29 dm.cm⁻³). A disponibilidade do Zn no solo é afetada por diversos fatores, como o pH; fixação pelos minerais de argila, óxido de ferro e alumínio; precipitação pelo fosfato; lixiviação e adsorção pela matéria orgânica (SOUZA et al., 1991).

De acordo com Decien et al. (1991), a absorção de Zn pelo sistema radicular é dificultada pela inibição competitiva com outros nutrientes, como adubação pesada com fósforo, que insolubiliza o zinco na superfície das raízes, dificultando sua absorção.

Para interpretar a disponibilidade de micronutrientes em solos, existe pouca informação de trabalhos de calibração para o cacaueiro no Estado da Bahia. O coeficiente de variação, o qual expressa uma medida relativa da dispersão, nos permite mensurar o grau de concentração em torno da média para diferentes variáveis, sob limites estabelecidos pela literatura.

A variável pH (H_2O e em $CaCl_2$) para a profundidade de 0-20 cm e pH (H_2O) para a profundidade de 20-40 cm, apresentou variabilidade baixa nas áreas, porém a média deste atributo (5,3 e 4,69 para a camada de 0-20 e 5,05 para a camada de 20-40 cm), encontra-se abaixo do nível ideal para a cultura do cacaueiro, o qual segundo recomendações da EMBRAPA (2010), é ideal na escala de 5,5 a 6,5.

Contudo, observa-se que apesar do solo encontrar-se com acidez elevada, porém, o cálcio fornecido pela calagem da área, encontra-se espacialmente bem distribuído, dentro da normalidade. Este fenômeno, entre outros fatores, pode estar associado às calagens recentes nas áreas, fazendo com que ainda não tenha havido tempo necessário de reação do cálcio na solução do solo.

De acordo com Lopes (1990), a calagem é considerada uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e consequentemente da produtividade e da rentabilidade agropecuária. Pois, traz benefícios como: elevação do pH; fornecimento de Ca e Mg como nutrientes; diminuição dos efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe; diminuição da “fixação” de P; aumento da atividade microbiana e liberação de nutrientes (N, P, S e B) pela decomposição da matéria orgânica, contribuindo de forma positiva para propriedade física e química do solo.

A variabilidade espacial dos atributos químicos do solo está presente em todas as classes de solos, pois, é importante sua caracterização para o gerenciamento adequado do sistema produtivo. Especialmente, pelo fato de o cacaueiro, tratar-se de uma cultura de interesse econômico, logo, a caracterização da fertilidade do solo para o seu cultivo, pode propiciar o pleno desenvolvimento da mesma, resultando em ganhos significativos de produtividade.

Conclusões

Constatou-se que os atributos P, K, Mg, Cu, Mg e Zn, apresentaram anormalidade de distribuição nas áreas de cultivo de cacaueiro, o que implica na necessidade de fertilizar o solo de maneira mais balanceada, para estes dados elementos, de modo a elevá-los aos teores ideais e aumentar a sua homogeneidade espacial. Dados sobre levantamento e diagnóstico da fertilidade dos solos sob cultivo do cacaueiro são escassos na literatura. Logo, fazem-se necessárias mais pesquisas

voltadas para a área.

Referências

ICCO – International Cocoa Organization. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**. Cocoa year 2014/2015. London: ICCO, v.41, n.1, 10p., 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal – culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE. v.43, 62p, 2016.

SODRÉ, G. **O Cultivo do Cacaueiro no Estado da Bahia (Theobroma cacao L.)**. Ilhéus, BA, MAP A/Ceplac/Cepec, 2017. 126p.

Chepote, R. E.; Sodr, G. A.; Reis, E. L.; Pacheco, R. G.; Marrocos, P. C. L.; Valle, R. R. Recomendaes de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueiro no sul da Bahia. Ilhus: CEPLAC/CEPEC. 2013. 44p. Boletim Tcnico, 203

SPOSITO, G.; ZABEL, A. 2003. **The assessment of soil quality**. *Geoderma* 114(3/4):143-144.

CORWIN, D. L.; LESCH, S. M. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: Theory, principles, and guidelines. **Agronomy Journal**, v.95, p.455-471. 2003.

SOUZA JNIOR, J. O.; KER, J. C.; MELLO, J. W. V.; CRUZ, C. D. Produtividade do cacaueiro em funo de caractersticas do solo. II. Caractersticas fsico-morfolgicas e alguns elementos extrados pelo ataque sulfrico. **Revista Brasileira de Cincia do Solo**, v.23, p.873-880, 1999.

NAKAYAMA, L.H.I. Manejo Qumico do Solo para o Cacaueiro. In: SILVA NETO, P.J. da et al. Sistema de produo de cacau para a Amaznia brasileira. Belm-PA: CEPLAC, 2001.

SILVA, S. A.; QUEIROZ, D. M. de; FERREIRA, W. P. M.; CORREA, P. C.; RUFINO, J. L. S. Mapping the potential beverage quality of coffee produced in the Zona da Mata, Minas Gerais, Brazil. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.96, p.1-11, 2015.

SOUZA, E.C.A.; FERREIRA, M.E. Zinco.Jn: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.219-242.

DECIEN, A.R.; HAAG, 11.1'; CARMELLO, Q.A.C. Funes de micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ. M.C.p. (Eds.). Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS/CNpq, 1991. p. 65-78.

CEPLAC – Comisso Executiva do Plano Lavoura Cacaueira. **O Estado Da Bahia E A Produo Brasileira De Cacau**. 2017. Disponvel em: < <http://www.ceplac.gov.br/>> Acesso em: 10/09/2017.