

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**EFEITO DA BENTONITA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-
QUÍMICAS E NA FERTILIDADE DE UM REGOSSOLO
DISTRÓFICO**

ALUNA: ANA CAROLINA FEITOSA DE VASCONCELOS

ORIENTADORA: LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES

CAMPINA GRANDE - JULHO/1997.



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico, tem-se aumentado cada vez mais a industrialização e, em paralelo, a quantidade de resíduos decorrentes desta, que degradam e desequilibram o meio ambiente. Na tentativa de diminuir esses efeitos negativos da modernização, está sendo estudado o uso na agricultura desses resíduos, tais como: lixo urbano, lodo de esgoto, resíduo de bauxita, cinza de caldeira, pó de basalto, lodo da indústria de celulose e papel, e outros (Messias & Morais, 1922; Logan & Pregotto, 1992; Ros et al, 1993; Fontes & Campos Neto, 1995; Novelino et al, 1995; Souza et al, 1996). Embora não sejam considerados resíduos industriais, a vermiculita expandida e o betume estão sendo pesquisados como condicionadores de solo.

A bentonita é um argilo mineral montmorilonítico muito utilizado pelas indústrias para determinados fins. Nas jazidas a bentonita é encontrada em camadas com cores diferentes cujas propriedades servem melhor para certas finalidades. Os materiais escuros, de cores cinza, verde e marrom, são os mais procurados, pois satisfazem as exigências necessárias à industrialização, atingindo, com isso, preços elevados; entretanto, os materiais claros, localmente designados como “bofe”, são normalmente rejeitados por apresentarem qualidades inferiores às demais. Com isso, acumulam-se verdadeiras montanhas a céu aberto desse material, causando transtornos ambientais, como impacto visual.

De modo geral, os regossolos distróficos apresentam baixa saturação de bases, alta saturação com alumínio trocável, baixa soma de bases trocáveis e baixa capacidade de troca catiônica, sendo considerados de baixa fertilidade natural. A textura desses solos é arenosa, sujeitas à lixiviação intensa, uma vez que a capacidade de retenção de água é baixa. Embora sejam apresentadas todas essas limitações, o regossolo distrófico do Agreste da Borborema é intensamente utilizado para a agricultura, recebendo, anualmente, grandes quantidades de matéria orgânica.

De acordo com as considerações acima, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da bentonita rejeitada pela indústria (“bofe”) na fertilidade de um regossolo distrófico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BENTONITA

O nome bentonita foi aplicado pela primeira vez em 1898 a uma argila plástica coloidal (Spence, 1924, citado por Santos, 1976). Em 1926, bentonita foi definida como sendo uma rocha constituída essencialmente por um argilo mineral montmorilonítico formado pela desvitrificação e subsequente alteração química de um material vítreo de origem ígnea (Ross & Shannon, 1926, citados por Santos, 1976).

Depósitos de argila montmorilonítica são encontrados em várias regiões do país, sendo um deles localizado no município de Boa Vista (PB). As primeiras amostras de argilas montmoriloníticas de afloramento em Boa Vista (PB), foram ensaiadas para fins cerâmicos em 1961; posteriormente, passaram a ser beneficiadas e industrializadas, tendo outras utilidades, como diluente de inseticidas (Santos, 1976).

A análise mineralógica das argilas de Boa Vista (PB), feitas por Santos (1976), revelou que são constituídas por ilita, caulinita, pequenos teores de quartzo e por misturas de nontronita ou nontronita-beidelita. O teor ponderal de argilo-mineral montmorilonítico nas argilas varia entre 55 a 70%, havendo pois, um teor ponderal de 30 a 45% de componentes inerentes em relação a fração montmorilonítica.

Através da análise química foi constatado que o argilo-mineral montmorilonítico de Boa Vista é policatiônico, constituído de magnésio, cálcio, sódio e hidroxônio sendo que o magnésio e o cálcio contribuem com 50 a 80 % da capacidade total de troca de cátions das argilas, que varia de 55 a 70 meq/100g de argila. O teor de potássio trocável é muito pequeno comparado com o teor dos outros cátions trocáveis (Santos, 1976).

FRAÇÃO ARGILA DO SOLO

A argila é a fração inorgânica com diâmetro inferior a 0,002 mm. Por ser esta fração de tamanho tão diminuto, o desenvolvimento superficial da argila é enorme, o que vem condicionar uma considerável atividade química (Vieira et al, 1988).

Os minerais argilosos estão constituídos basicamente por lâminas formadas pela união de tetraedros de silício e octaedros de alumínio. Com base na distribuição das unidades estruturais, pode-se ter dois tipos de argila. O tipo mais simples, grupo da caulinita, é formado por igual número de camadas de lâminas de alumina e sílica. Este grupo de argila é do tipo 1:1. As duas lâminas de cada unidade cristalográfica são retidas em conjunto com muita rigidez por ligações hidroxílicas; desta forma, o reticulado é fixo e, em geral não ocorre expansão, reduzindo a capacidade adsorptiva de cátions. O outro tipo de argila, conhecida como grupo da esmectita ou montmorilonita, é constituído por duas lâminas de sílica com uma de alumina; deste modo, diz-se que este grupo de argila é do tipo 2:1. As unidades estruturais são fracamente unidas por ligações oxigênio-oxigênio, promovendo assim, uma grande expansão que facilita a movimentação de cátions e moléculas de água entre as unidades (Brady, 1976).

As pequenas partículas que integram a fração argilosa possuem cargas negativas, que podem ser originadas por: a) ionização de grupos hidroxilos (OH) ligados aos átomos de Si, e dos extremos livre ou quebrados das lâminas de Si e Al; b) substituição isomórfica de um átomo para outro dentro da rede cristalina de alguns minerais de argila. No primeiro caso, as cargas formadas variam em função do pH, por isso são chamadas de variáveis ou dependentes do pH. As substituições isomórficas possibilitam o aparecimento de cargas negativas livres, na rede cristalina, conhecidas como cargas permanentes, as quais são influenciadas pelo pH (Fassbender, 1975; Russel & Russel, 1954). As cargas negativas geradas pela substituição isomórfica não são influenciadas pelo pH, sendo consideradas como permanentes (Vieira et al, 1988).

CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC)

A troca catiônica é uma das propriedades mais importantes do solo e tem influência sobre muitas de suas características. Os cátions trocáveis influenciam a estrutura, atividade biológica e os processos genéticos e pedogenéticos.

Entende-se por troca catiônica o processo reversível pelo qual as partículas sólidas do solo adsorvem íons da fase líquida, liberando ao mesmo tempo quantidades equivalentes de outros cátions, estabelecendo assim um equilíbrio entre as fases (Fassbender, 1980 ; Costa, 1985). Isto ocorre devido às propriedades específicas do complexo coloidal que possui cargas eletrostáticas e uma grande superfície específica.

Segundo Raij (1988) a troca de íons é uma propriedade importante que permite aos solos reter diversos elementos em forma facilmente acessíveis para as plantas. Isto porque, os cátions trocáveis, embora retidos na superfície das partículas do solo devido as cargas negativas, estão em equilíbrio com cátions em excesso, contidos na solução do solo.

Nos minerais de argila, a seletividade catiônica é controlada tanto pela sua configuração estrutural e densidade de carga do mineral, como também, pelas propriedades dos cátions, como valência, hidratação e tamanho (Volcater et alli, 1968 citado por Chaves, 1984). A facilidade de troca varia ainda com a concentração dos íons trocáveis, com a concentração dos íons adsorvidos pelo argilomineral, com a dimensão dos íons, com a natureza do ânion e outros fatores (Souza Santos, 1976).

Como cátions trocáveis no solo tem-se Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Al^{3+} e H^+ . A designação de bases trocáveis é equivalente aos cátions trocáveis com exceção do alumínio e hidrogênio devido seus comportamentos serem bastante diferentes quanto à suas influências na reação do solo. Outros cátions também são trocáveis, porém em pequenas quantidades, NH_4^+ , Fe^{++} , Cu^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} (Costa, 1985).

Segundo Lopes (1978), o número total de cátions trocáveis que um solo pode reter (a quantidade de sua carga negativa) é chamado de “capacidade de troca catiônica” ou CTC. Esta depende da quantidade e tipo de argila e de matéria orgânica presentes. Embora outros materiais do solo contribuam consideravelmente para a capacidade de troca, os minerais de argila e os colóides orgânicos do solo são os principais responsáveis pela CTC do solo (Costa, 1985). Para Brady (1976), a capacidade de troca catiônica depende também das superfícies externa e interna das partículas, apresentadas pelos minerais de argila expansíveis. De acordo com Aquino et al. (1981), a vermiculita pode proporcionar maior retenção de cátions no solo e fornecer certos elementos, aumentando o teor de nutrientes disponível. Choudhury, (1983), adicionando várias concentrações de vermiculita ao solo, verificaram que houve um aumento linear na capacidade de troca de cátions à medida que adicionavam vermiculita.

Segundo Grim (1968), o fenômeno de troca de cátions nos argilominerais, é explicado por três mecanismos :

a) ligações quebradas nas arestas do Si_2O_5 e falhas de gibsita que compõem o reticulado cristalino. Isto ocorre somente nas superfícies paralelas ao eixo C do mineral;

b) substituições no reticulado cristalino de um ion de baixa valência, tal como Al^{3+} por Si^{4+} na folha tetraédrica ou Mg^{2+} ou Al^{3+} na folha octaédrica. Disto resulta que cargas negativas nas partículas podem ser balanceadas pela adsorção de cátions. Grim (1968), diz que 80% da capacidade de troca de cátions nas bentonitas são explicadas por tais substituições;

c) o hidrogênio exposto nas hidroxilas podem ser trocados por outros cátions.

Morais et al, (1976), citado por Espinoza & Reis (1982), afirmam que as cargas elétricas dos solos são responsáveis pelas propriedades de troca iônica, que, por sua vez, determinam a movimentação dos nutrientes dentro do perfil do solo. Estas cargas elétricas em colóides são classificadas como sendo positivas e negativas. As cargas negativas dos solos podem ser permanentes, que são sempre operantes, pois estão nas estruturas dos minerais, e dependentes de pH, que são efetivas ou não, dependendo do pH do meio (Raij, 1981; Fassbender, 1980). Segundo Raij, (1991), os minerais de argila que têm importante carga permanente são illita, montmorilonita

e vermiculita, com valores de capacidade de troca da ordem de 40, 120 e 150 meq./100g, respectivamente. Esta alta capacidade de troca se deve, em parte, à propriedade de expansão que eles apresentam. De acordo com Costa, (1985), a capacidade de troca catiônica dos minerais de argila, de uma maneira geral, é independente do pH quando este for menor que 5. A partir do pH 6 haverá um aumento nas cargas negativas dependentes do pH, fazendo com que a CTC aumente progressivamente, atingindo o máximo para o pH em torno de 10. Fageria (1989), afirma que a concentração de H^+ determina a magnitude da carga trocável de cátion, que depende do pH e, portanto, afeta a atividade de todos os cátions trocáveis, até certo limite.

Uma das mais importantes propriedades dos minerais de argila e matéria orgânica, quanto à fertilidade, é a adsorção e trocas de cátions, pois, apresentam capacidade de armazenamento de elementos nutritivos para as plantas (Kiehl, 1979). Segundo Sousa Santos (1975), a capacidade de troca catiônica é uma propriedade importante dos argilominerais, visto que os íons permutáveis influem sobre as suas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em casa de vegetação da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, foram montados dois experimentos onde, para cada um deles, foram utilizados doze vasos ^{plásticos} com capacidade de, aproximadamente, dois litros cada.

Foi utilizado um regossolo distrófico da região do Agreste da Borborema do Estado da Paraíba, cuja amostra foi coletada na camada arável (0-20 cm), seca ao ar, destorroada e passada em peneira de 2 mm de abertura e analisada química e fisicamente conforme métodos descritos em EMBRAPA (1979) (Quadro 1).

Quadro 1. Principais características químicas e físicas do solo utilizado.

CARACTERÍSTICA	RESULTADOS
pH em H ₂ O (1:2,5)	6.09
Condutividade Elétrica (CE) (dS/cm)	0.45
Na (cmol _c /kg)	0.17
K (cmol _c /kg)	0.28
P (mg/dm ³)	3.29
Ca (cmol _c /kg)	1.52
Mg (cmol _c /kg)	0.75
H (cmol _c /kg)	0.86
Al (cmol _c /kg)	0.10
Matéria Orgânica	0.44
Areia (%)	83.32
Silte (%)	3.77
Argila (%)	6.91
Classificação textural	Areia Franca

Os tratamentos consistiram em quatro doses crescentes de bentonita 0, 30, 60 e 90 t/ha, coletadas nas jazidas Primavera e Bravo, no município de Boa Vista (PB), com três repetições.

As amostras das bentonitas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 0,074 mm de abertura. A caracterização física e química está apresentada no quadro 2.

Quadro 2. Características físicas e químicas das bentonitas utilizadas.

CARACTERÍSTICA	BENTONITAS	
	BRAVO	PRIMAVERA
pH em H ₂ O (1:2,5)	4.42	7.85
Condutividade Elétrica (CE) (dS/cm)	4.82	2.16
Ca (cmol/kg)	7.71	20.9
Mg (cmol/kg)	37.29	31.28
Na (cmol/kg)	14.80	12.20
K (cmol/kg)	0.12	0.12
P (mg/dm ³)	0.97	1.27
H (cmol/kg)	2.03	0.10
Al (cmol/kg)	0.10	0.10
Areia (%)	0.20	0.92
Silte (%)	40.61	36.43
Argila (%)	59.19	62.65
Classificação Textural	argila-siltosa	argilosa

Cada parcela experimental foi constituída de uma amostra de terra de dois quilogramas acondicionada em um vaso plástico, a qual foi misturada e homogeneizada com as doses de bentonita determinadas por cada tratamento. Essa mistura permaneceu incubada por 60 dias com umidade correspondente a 80% da capacidade de campo, visando uma melhor interação bentonita - solo. Essa umidade foi mantida por adições de água destilada definidas por pesagem.

Após o período de incubação, procedeu-se a semeadura da planta teste que, nesse caso, foi o milho. Semeou-se seis sementes por vaso que, depois do desbaste, permaneceu com duas plantas as quais foram submetidas , decorridos 60 dias do plantio, às medições de diâmetro de caule e altura de planta, sendo esta considerada da base da planta até a primeira lígula. Em seguida procedeu-se o corte da parte aérea a qual, após ter sido pesada, foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 70^o C e pesada novamente.

Após o corte das plantas, retirou-se amostras de terra de cada vaso, as quais foram analisadas quimicamente, segundo EMBRAPA (1979).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente.

Durante todo o período experimental, as plantas foram observadas quanto ao aparecimento de sintomas de possíveis deficiências de nutrientes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância (Quadro 3) mostra que a incorporação da bentonita Primavera teve efeito significativo à nível de 5% de probabilidade sobre os resultados da CTC e do fósforo (P) do solo; à nível de 1% de probabilidade sobre os resultados de pH, sódio (Na), potássio (K), condutividade elétrica (CE) e percentagem de sódio trocável (PST); em relação aos resultados de cálcio e magnésio, não foram significativos.

Os resultados dos parâmetros químicos das amostras de terra que receberam bentonita Primavera, em geral, foram maiores que aqueles da testemunha (Quadro 5), entretanto, pela comparação entre as médias pelo teste de Tukey, são poucos os que diferem estatisticamente, ou seja, apenas os resultados referentes as doses 3 no caso do pH e P, a dose 2 no caso do K, CTC, CE, as doses 2 e 3 no caso da PST e as doses 2 e 3 no caso do Na.

Comparando as médias, apenas das amostras tratadas com bentonita Primavera, observa-se que a dose 2 foi a que proporcionou significativamente maiores resultados.

A incorporação de bentonita Bravo ao solo teve efeito significativo à nível de 5% de probabilidade sobre os resultados de Ca, Mg, Na, S, CTC; à nível de 1% de probabilidade sobre os resultados apenas de P; e não foi significativo para pH, K, CE, PST (Quadro 4).

Em geral, a variação dos resultados dos parâmetros químicos das amostras tratadas com bentonita Bravo, não apresentou uma tendência definida. Comparando-se os efeitos das duas bentonitas utilizadas, observa-se que a bentonita Primavera, por apresentar um valor de pH mais elevado do que a Bravo (Quadro 2) foi a que se destacou, no sentido de provocar maior aumento no pH. Os maiores valores de pH foram obtidos com a dose 3 das duas bentonitas, porém, o valor obtido com a bentonita Bravo não diferiu estatisticamente dos demais.

Em relação aos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio, observa-se que esses tiveram um aumento maior nas amostras de terra que receberam bentonita Bravo. Conseqüentemente, os

valores de soma de bases, CTC, e CE foram maiores nestas amostras. No entanto, os valores de CTC de todas as amostras, com exceção da dose 0 com bentonita Primavera, aumentaram em função dos tratamentos, quando comparados à CTC original do solo, o que demonstra o efeito benéfico da incorporação das bentonitas neste.

Os valores de percentagem de sódio trocável (PST), independente do tipo de bentonita, aumentaram em função das doses aplicadas, tendo sido as doses 2 e 3 de bentonita Primavera e as doses 1 e 2 de bentonita Bravo as que apresentaram maiores resultados. Porém, esses aumentos não chegaram a ser prejudiciais às amostras de terra.

As análises de variância dos resultados analíticos dos parâmetros das plantas, tratadas com bentonitas Primavera e Bravo, são apresentadas nos Quadros 6 e 7, respectivamente. Observa-se que só tiveram efeito significativo os tratamentos com bentonita Primavera e mesmo assim, apenas sobre o diâmetro de caule.

No Quadro 8 são apresentados as médias dos resultados dos parâmetros das plantas, e de acordo com dados dos Quadros 6 e 7, em geral, elas não diferiram estatisticamente.

Essa homogeneidade dos resultados, apesar dos diferentes tratamentos provavelmente deve ter ocorrido pelo fato do tempo de duração do experimento não ter sido suficiente para que as plantas respondessem de forma diferenciada aos tratamentos utilizados ou para que houvesse liberação de maior quantidade de nutrientes por parte das bentonitas.

Quadro 3. Resumo da análise de variância dos resultados analíticos das amostras de terra, tratadas com bentonita Primavera, após o corte das plantas.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio									
		pH	Ca	Mg	Na	S	K	CTC	CE	PST	P
Trat.	3	0.0889**	0.0395ns	0.3277ns	0.0589**	1.107*	0.0153**	1.017*	0.0582**	16.944**	3.6904*
Resíduo	8	0.0044	0.013	0.1149	0.0013	0.1219	0.0006	0.1219	0.0026	0.5255	0.2752
CV%.	1.03	1.03	6.93	23.50	10.74	9.61	11.23	9.35	18.93	8.53	13

CV %: coeficiente de variação

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns : não significativo

Quadro 4. Resumo da análise de variância dos resultados analíticos das amostras de terra, tratadas com bentonita Bravo, após o corte das plantas.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio									
		pH	Ca	Mg	Na	S	K	CTC	CE	PST	P
Trat.	3	0.0066ns	0.5459*	0.2227*	0.0591*	1.841*	0.001ns	1.841*	0.0176ns	86.887ns	0.8226**
Resíduo	8	0.0058	0.0611	0.0328	0.0056	0.12219	0.0006	0.1221	0.064	1.6299	0.0341
CV%.	1.03	1.24	7.05	10.71	16.37	5.92	9.59	5.82	47.63	16.94	4.73

CV %: coeficiente de variação

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns : não significativo

Quadro 5. Médias dos resultados analíticos das amostras de terra, após o corte das plantas, em função das doses crescentes de bentonita.

dose	pH	Ca	Mg	K	Na	S	Al	CTC	CE	PST	P
		-----cmol/kg-----							dS/m	%	mg/dm ³
Bentonita Primavera											
0	6.20b	1.44a	0.91a	0.16b	0.14c	2.66b	0.1	2.76b	0.14b	5.25c	4.70a
1	6.35b	1.74a	1.49a	0.22b	0.29b	3.74ab	0.1	3.84ab	0.32ab	7.67bc	4.47a
2	6.37b	1.68a	1.89a	0.33a	0.56a	4.47a	0.1	4.57a	0.48a	12.25a	4.95a
3	6.70a	1.72a	1.47a	0.13b	0.33b	3.66ab	0.1	3.76ab	0.12b	8.82b	2.02b
MG	6.41	1.65	1.44	0.21	0.33	3.63	0.1	3.73	0.26	8.50	4.04
Bentonita Bravo											
0	6.12a	2.88b	1.28b	0.27a	0.26b	4.70b	0.1	4.80b	0.42a	5.51a	4.26a
1	6.12a	3.26ab	1.57ab	0.24a	0.47ab	5.56ab	0.1	5.66ab	0.49a	8.38a	3.31b
2	6.05a	3.9a	1.85ab	0.22a	0.68a	6.65a	0.1	6.75a	0.63a	10.06a	4.62a
3	6.19a	3.97a	2.05a	0.26a	0.41ab	6.70a	0.1	6.80a	0.57a	6.19a	3.41b
MG	6.12	3.51	1.69	0.25	0.46	5.91	0.1	6.01	0.53	7.54	3.90

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, para cada material utilizado, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

MG: média geral

Quadro 6. Resumo da análise de variância dos resultados analítico dos parâmetros das plantas, tratadas com bentonita Primavera

FV	GL	Quadrado Médio			
		Diâmetro	Altura	Peso Verde	Peso Seco
Trat.	3	0.53*	1.34ns	1.77ns	0.05ns
Resíduo	4	0.04	2.63	1.29	0.41
CV%		4.02	17.22	9.19	5.97

CV %: coeficiente de variação

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns : não significativo

Quadro 7. Resumo da análise de variância dos resultados analíticos dos parâmetros das plantas, tratadas com bentonita Bravo.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Diâmetro	Altura	Peso Verde	Peso Seco
Trat.	3	0.15ns	1.72ns	6.40ns	0.37ns
Resíduo	4	0.35	4.42	3.08	0.14
CV%		12.09	22.67	13.20	6.51

CV %: coeficiente de variação

ns : não significativo

Quadro 8. Médias dos resultados dos parâmetros das plantas analisadas em função das doses crescentes de bentonita.

Dose	Diâmetro de caule	Altura de planta	Peso Verde	Peso Seco
	mm	cm	-----g-----	
Bentonita Primavera				
0	5.8a	8.65a	12.54a	5.54a
1	4.55b	10.55a	11.75a	5.48a
2	5.15ab	9.4a	13.60a	5.77a
3	5.0ab	9.05a	11.51a	5.39a
MG	5.12	9.41	12.35	5.55
Bentonita Bravo				
0	5.05a	9.75a	14.43a	6.17a
1	4.65a	7.9a	12.80a	5.39a
2	4.75a	9.55a	10.99a	5.32a
3	5.25	9.9a	14.95a	6.02a
MG	4.92	9.27	13.29	5.72

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, para cada material utilizado, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

MG: média geral.

CONCLUSÃO

1. A incorporação de bentonitas no regossolo distrófico , nas condições do experimento, demonstram efeito benéfico no que diz respeito à fertilidade do solo.
2. Apesar de uma ou outra bentonita se destacar em determinados parâmetros analisados, em geral, a bentonita Bravo apresentou maiores valores de CTC, demonstrando maior contribuição na melhoria da fertilidade do regossolo distrófico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, A. R. L., SANTOS, A. B., STEINMETZ, S., et al. **Utilização da vermiculita no aumento da produtividade de solos dos cerrados.** Goiânia :EMBRAPA - CNPAF, 1981. 25 p.
- BRADY, N. C. & BUCKMAN, H. O.. **Natureza e Propriedade dos Solos.** Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1976. 594 p.
- CHOU DHURY, E. N. . **Utilização da vermiculita no aumento da produção agrícola em áreas semi-áridas do Nordeste.** Petrolina - PE: Relatório Técnico, 1983. 37 p.
- COSTA, J. B.. **Caracterização e constituição do solo.** Fundação Caloureste Gulbenkian, 1985. 527 p.
- EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. Manual e métodos de análise de conservação de solo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA - SNLCS, 1979.
- ESPINOZA, W. & REIS, A. E. G.. **Lixiviação de Ca, K e Mg em um latossolo vermelho - escuro (LE) de Cerrados. I. Magnitude e variabilidade do fenômeno na época chuvosa.** Rev. Pesq. Agropecuária bras.. Brasília: v. 17, n.2, p. 229 - 317. 1982.
- FAGERIA, N. K.. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas.** Brasília: Departamento de Publicações, 1989. 425 p.
- FASSBENDER, H. W.. **Química de suelos com ênfase em suelos da América latina.** San José, Costa Rica: Instituto Internacional de Ciências Agrícolas, 1980. 398 p.

- FONTES, J. L. O. & CAMPOS NETO, D.. **Alterações nas características químicas do solo e produção vegetal do milho com uso de resíduos de bauxita e cinza de caldeira.** In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, III, 1995, Viçosa. Resumos Expandidos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. P. 1331-1333.
- GRIM, R. E. **.Clay Mineralogy.** 2. Ed. New York: Mc Graw Hill Book Company, 1968. 596 p.
- LOGAN, T. J. & PREZOTO, M. E. M.. **Avaliação da possibilidade de uso agrônômico de lodo de esgoto tratado com resíduo de indústria de cimento (CDK - SLUDGE).** In: XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. Piracicaba, 1992. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. P. 386-387.
- LOPES, A.. **Manual de fertilidade do solo.** Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Lavras. ESAL, 1978. 155p.
- MESSIAS, A. S. & MORAIS, F. A.. **Emprego do lixo urbano na adubação do milho.** In: XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. Piracicaba. 1992. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. P. 384-385.
- NOVELINO, J. O.; LEITE, P. C.; PROENÇA, S. S. & SILVA, M. L.. **Características químicas do solo e produção vegetal do milho com uso de resíduos de bauxita e cinza de caldeira.** In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, III, 1995, Viçosa. Resumos expandidos Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. P. 1334-1335.
- RAIJ, B. Van.. **Fertilidade do Solo e Adubação.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1991. 343 p.

RAIJ, B. Van.. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo.** São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1980. 88 p.

ROS, C. O.; AITA, C.; CERETTA, C. A. & FRIES, M. R.. **Lodo de esgoto: Efeito imediato no milho e residual na sociação aveia-ervilhaca.** Rev. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 17, n. 2, p. 257-261, 1963.

SOUZA, C. M.; FIGUEIREDO, M. S.; COSTA, L. M. & GALVÃO, J. C. C.. **Uso do lodo primário da indústria de celulose e papel em povoamento de eucalipto.** In : XXII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Manaus, 1996. Resumos Expandidos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 1996. P. 537-538.

SOUZA SANTOS, P.. **Estudo tecnológico de argila montmorilonítica do distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande, Paraíba.** Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo. Publicação n. 862. 1976. 53 p.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. Dos.; VIEIRA, M. de N. F.. **Solos: Propriedades, Classificação e Manejo.** Brasília: MEC/ABEAS, 1988. 154 p.

VIEIRA, S. R., MARIA, I. C., CASTRO, O. M. de et al. **Utilização da análise de Fourier no estudo do efeito residual da adubação em uva na crotalária.** Rev. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 11, p. 7-10, 1987.