

EFEITOS DE DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS SOBRE PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO AMARELO NA REGIÃO BRAGANTINA (PARÁ).

ANTÔNIO DÁVILA DE SOUZA NEVES


Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas para obtenção do Grau de Mestre.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ


FORTALEZA - 1989


Esta dissertação faz parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.


A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


ANTÔNIO DÁVILA DE SOUZA NEVES

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 6/3/89


Prof. ELDER GURGEL SOUZA MOREIRA, Dr. ANTÔNIO CARLOS C. P. DIAS, Ph.D.


Prof. FRANCISCO DE ASSIS MAIA LIMA, Dr.
ORIENTADOR



Aos meus pais OSMAR⁺ e ANA
NEVES.

À minha irmã OSMARINA pelo
exemplo de vida.

À minha mulher REGINA, pe-
la compreensão, amor e de-
dicação durante estes anos,

D E D I C O

+

Em memória ao saudoso Professor Dr. Mardônio Aguiar Coelho pela dedicação, amizade e orientação durante o curso.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor FRANCISCO DE ASSIS MAIA LIMA, por ter aceito continuar orientando o presente trabalho.

Ao Professor ELDER GURGEL SOUZA MOREIRA e ao Dr. ANTONIO CARLOS DA COSTA PINTO DIAS, pelas sugestões na fase de redação do trabalho.

À COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC - pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ pelo treinamento recebido.

A todos os professores de solos da UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, pela dedicação.

À bibliotecária ALAIR MARIA BOTELHO ALVES pela sua colaboração.

Aos colegas de curso, pela amizade e pelo convívio durante estes anos.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a consecução deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
SUMMARY.....	xi
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1. <u>Influência da cobertura vegetal sobre</u> <u>as propriedades físicas do solo</u>	3
2.1.1. <u>Densidade global e das partícu</u> <u>las</u>	5
2.1.2. <u>Porosidade</u>	6
2.1.3. <u>Retenção de água no solo</u>	8
2.1.4. <u>Matéria Orgânica</u>	9
3. <u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	11
3.1. <u>Caracterização da área em estudo</u>	11
3.2. <u>Solo</u>	14
3.3. <u>Área experimental</u>	16
3.4. <u>Tipos de cobertura do solo</u>	16
3.5. <u>Amostragem</u>	17
3.6. <u>Métodos de Análises</u>	17
3.7. <u>Delineamento experimental</u>	18
4. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	19
4.1. <u>Granulometria</u>	19
4.2. <u>Densidade global e de partícula</u>	19
4.3. <u>Porosidade</u>	22
4.4. <u>Matéria Orgânica</u>	24

	Página
4.5. <u>Retenção de água</u>	26
5. <u>CONCLUSÕES</u>	32
6. <u>LITERATURA CITADA</u>	33
7. <u>ANEXOS</u>	40
Anexo 1 - Descrição morfológica dos perfis do solo.....	41
Anexo 2 - Quadros da análise de variância	49

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1	Análise Granulométrica do Perfil P ₁ 20
2	Análise Granulométrica do Perfil P ₂ 20
3	Análise Granulométrica do Perfil P ₃ 21
4	Análise Granulométrica do Perfil P ₄ 21
5	Valores de Densidade Global, Densidade de Partícula, Porosidade Total, Macroporosidade, Microporosidade e Capacidade de Água Disponível..... 23
6	Porcentagem de Matéria Orgânica, Areia, Silte e Argila do Solo, sob Quatro tipos de Cobertura Vegetal 25
7	Conteúdo de Água no Solo sob Quatro tipos de Cobertura Vegetal 27
8	Valores de Capacidade de Água Disponível 28
9	Análise de Variância dos Valores da Porosidade Total, Prof. 0-20cm 50
10	Análise de Variância dos Valores da Porosidade Total, Prof. 20-40cm 51
11	Análise de Variância dos Valores da Matéria Orgânica, Prof. 0-20cm 52
12	Análise de Variância dos Valores da Matéria Orgânica, Prof. 20-40cm 53
13	Análise de Variância dos Valores da Macroporosidade, Prof. 0-20cm 54
14	Análise de Variância dos Valores da Macroporosidade, Prof. 20-40cm 55

TABELA

. Página

15	Análise de Variância dos Valores da Microporosidade, Prof. 0-20cm	56
16	Análise de Variância dos Valores da Microporosidade, Prof. 20-40cm	57
17	Análise de Variância dos Valores da Densidade Global, Prof. 0-20cm	58
18	Análise de Variância dos Valores da Densidade Global, Prof. 20-40cm	59
19	Análise de Variância dos Valores da Capacidade de Água Disponível, Prof. 0-20cm	60
20	Análise de Variância dos Valores da Capacidade de Água Disponível, Prof. 20-40cm	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Localização da Área Estudada no Estado do Pará	12
2	Tipos Climáticos Segundo Köppen	13
3	Localização dos Tratamentos na Área da Estação Experimental	15
4	Curva Característica da Água do Solo - T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ . Prof. 0-20cm	30
5	Curva Característica da Água do Solo - T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ . Prof. 20-40cm	31

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos da cobertura vegetal - mata primária, cacauzeiros com 2 e com 4 anos de idade e macega - em propriedades físicas e matéria orgânica nas camadas de 0-20cm e 20-40cm de um LATOSSOLO AMARELO textura média (Série Mosqueada) da Região Bragantina no Estado do Pará. A área é caracterizada por um clima do tipo AF, a temperatura média anual é 25,9°C, com valores para as médias das máximas e mínimas de 31,4°C e 22,4°C, respectivamente. A precipitação anual fica em torno de 3.012mm e a insolação é de 2.389,4 horas. As características físicas medidas foram: granulometria, densidade global e das partículas, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, capacidade de água disponível e retenção de água; nestas determinações foram utilizadas amostras com estrutura deformada e não deformada. Tomando-se as condições do solo sob mata primária como referência, verificou-se que o cacau com 4 anos e a macega foram as coberturas vegetais que mais contribuíram para a alteração da densidade do solo, porosidade total e capacidade de água disponível. O cacau com 2 anos e a macega apresentaram menor teor de matéria orgânica na camada de 20-40cm.

SUMMARY

The objective of the present work was to determine the effect of primary forest, weeds and cacao plantings of two and four years of age, on the physical properties and the organic matter of a Yellow Latosol of average texture (mottled series) of the Bragantina Region in the State of Parā, Brazil. The area is characterized by a climate of the type Af, with an average annual temperature of 25,9°C the maximum and minimum averages being 31,4°C and 22,4°C, respectively. The mean annual precipitation is 3.012mm and insolation is 2.389,4 hours. Samples of altered and unaltered structures were used to determine particle size distribution, bulk and particle density, macroporosity, microporosity, total porosity, available water capacity and water retention. The results showed that four-year old cacao and weed growth were the covers which contributed most to the alteration in soil density, total porosity and available water capacity. Two-year old cacao and weed growth had the lowest values of organic matter in the 20-40cm layer.

INTRODUÇÃO

As boas propriedades físicas do solo condicionam o meio para o crescimento das culturas, proporcionando o ambiente para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular das plantas. Estas propriedades sofrem modificações desde que a vegetação natural é removida e a extensão destas modificações vão depender do manejo do solo e do tipo de cultura a ser implantada (NUERNBERG et alii, 1986).

Segundo MACHADO & BRUM (1978), o cultivo intensivo do solo provoca alteração nas suas propriedades físicas com a conseqüente redução da porosidade total, macroporosidade e aumento da microporosidade. A modificação no volume e na distribuição dos poros implica em alterações da aeração e retenção d'água, influenciando ainda na absorção de nutrientes pelas plantas. Além disso, causa modificações, principalmente na estrutura, aumentando os processos erosivos (CORSINI et alii, 1986).

O solo dominante na Região Bragantina, localizada no Nordeste do Pará, é o Latossolo Amarelo, textura média, que vem sendo cultivado há mais de 100 anos pelo processo tradicional de cultivo manual (FALESI et alii, 1980). Estes solos, em condições naturais, são considerados como possuindo boas propriedades físicas (BAENA & DUTRA, 1982).

Atualmente os solos desta região também estão sendo cultivados com cacau (*Theobroma cacao* L.) que é considerado uma cultura protetora e mantenedora do equilíbrio do meio ambiente (ÁLVARES AFONSO, 1979), pois além de proteger o solo, constitui um agrossistema praticamente fechado, onde se processa intensamente a ciclagem de nutrientes (SANTANA & CABALA ROSAND, 1983). Contudo, existem poucas informações na literatura sobre as modificações nas propriedades físicas do solo em função deste cultivo e da idade da planta.

O conhecimento das propriedades físicas do solo é importante para a decisão sobre o tipo de manejo a adotar, para manutenção ou melhoramento das propriedades físicas e para avaliar as modificações decorrentes dos diversos siste

mas de uso.

O presente trabalho visa avaliar as modificações sofridas na densidade global, densidades de partícula, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, retenção de água e teor de matéria orgânica em Latossolo Amarelo textura média, cultivado com cacau, mata e macega.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Influência da cobertura vegetal sobre propriedades físicas do solo.

A cobertura vegetal protege o solo contra a degradação e o transporte das partículas, impedindo o "selamento" da superfície através da obstrução dos poros pelas partículas finas desagregadas (KOHNE & BERTRAND, 1959) evitando, com isso, a diminuição da capacidade de infiltração de água no solo. A ação mais direta dos vegetais é sobre a estrutura do solo e se dá tanto pela ação mecânica do sistema radicular como pela produção de resíduos que constituem fonte de energia para a atividade microbiana e grande parte da matéria orgânica para formação do húmus (MARTINS, 1979). HUDSON (1957) e SIDIRAS et alii (1984), demonstraram que a presença de boa cobertura vegetal e manejo adequado reduz a desagregação causada pela intensidade da chuva, além de melhorar a estrutura do solo pela adição de matéria orgânica. Além disso, FASBENDER (1984) afirma que as raízes das plantas influenciam na quantidade de ar do solo e sua composição.

FREIRE (1974), cita que solos cultivados permanentemente com capim, em geral, apresentam estrutura granular mais pronunciada e mais estável do que quando cultivados sucessivamente com culturas anuais. De acordo com GROHMANN (1960), os cultivos contínuos tendem a destruir a estrutura dos solos.

BOULHOSA et alii (1986), observaram um aumento gradativo da porosidade total no sistema com capim, atribuindo a recuperação da estrutura, às raízes e à textura mais arenosa do solo.

FREIRE (1974), estudando o efeito da vegetação sobre a agregação do solo, verificou que a vegetação foi o fator mais importante de estruturação do solo. O cultivo de plantas que produzem volume de raízes profundas e que mantêm boa cobertura do solo, com crescimento inicial rápido

e agressivo, pode recuperar os solos fisicamente degradados (NUERNBERG et alii, 1986).

Segundo GUERRA (1982), o cultivo de espécies forrageiras, sobretudo consorciação de gramíneas e leguminosas dentro de um sistema de rotação de culturas, pode manter um solo fisicamente adequado ou mesmo recuperá-lo.

De acordo com WILSON (1957), as gramíneas e as leguminosas são mais eficientes do que outras plantas para aumentar a agregação dos solos. LUNG (1961), ressalta que a quantidade de agregados estáveis do solo, sob cultivo de trevo, aumentou consideravelmente quando comparado com o solo sob culturas anuais.

WILLIAMS (1963), estudando o efeito do sistema de manejo sobre a estabilidade de agregados do solo, verificou um aumento crescente durante os três anos de cultivo com gramíneas. BAVER et alii (1972), relatam que a eficiência das gramíneas no desenvolvimento e conservação da estrutura do solo deve-se à cobertura uniforme que estas proporcionam e aos processos de secamento e umedecimento alternados do material do solo, causados pelo abundante sistema radicular.

NUERNBERG et alii (1986), estudando o efeito da sucessão de culturas nas características físicas de um latossolo, verificaram um aumento da quantidade de agregados do solo de maior tamanho em detrimento dos de menor tamanho. Lima (1970), cita que agregados de maior tamanho produzem um melhor crescimento de plantas.

DALLA ROSA (1981) e GUERRA (1982), estudando a recuperação de solos fisicamente degradados, observaram uma tendência de redução na densidade do solo, promovido pela intensa ação das raízes das espécies forrageiras cultivadas.

GOMES et alii, estudando os efeitos de sistema e tempo de cultivo sobre a estrutura do solo Podzólico, verificaram uma redução de até 50% na estabilidade de agregados estáveis, quando comparado com resultados do solo virgem. Para CINTRA & MIELNICZUK (1983), a formação dos

agregados e sua estabilidade é determinada pelo suprimento de resíduos orgânicos e sua decomposição pela atividade microbiana do solo.

As culturas que adicionam maiores quantidades de resíduos à superfície do solo aumentam a taxa de infiltração de água (SOUZA & COGO, 1978). Como uma das causas de maior infiltração, BARLEY (1954), atribuiu a formação de canais contínuos no solo pelo apodrecimento das raízes no local de origem.

2.1.1. Densidade global e de partículas

O preparo de qualquer área para cultivo acarreta modificações nas propriedades físicas do solo, com intensidade que varia com o método utilizado (CORSINI et alii, 1986), podendo provocar um aumento na densidade, tornando o solo mais compacto e dificultar o desenvolvimento vegetativo das plantas, em decorrência da resistência à penetração das raízes (SILVA et alii, 1986), trazendo como consequência dificuldades do desenvolvimento de várias culturas, conforme foi evidenciado por TACHETT & PEARSON (1964), quando trabalharam com algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Por sua vez, BAENA & DUTRA (1979) observaram um retardamento no crescimento do milho (*Zea mays* L.) com o aumento da densidade do solo de $0,91\text{g.cm}^3$ e diminuição da porosidade total de 68% para 54%.

Segundo ARCHER & SMITH (1972), as mudanças da densidade do solo, além de afetarem a quantidade de água disponível e a capacidade de ar, influenciam a permeabilidade, a taxa de drenagem e a penetração das raízes.

Para BUCKMAN & BRADY (1968), o cultivo intensivo aumenta a densidade dos horizontes superficiais do solo. Geralmente isso se verifica quando os solos cultivados venham perder a matéria orgânica (THOMPSON, 1962).

BAENA & DUTRA (1979), citam que a densidade limitante à penetração de raízes de girassol (*Helianthus macrophyllus giganteus*) está em torno de $1,75\text{g.cm}^3$ para solos a

renosos, enquanto para solos argilosos varia entre 1,46 e 1,63g.cm⁻³.

CENTURION & DEMATTÉ (1985), estudando os efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado, cultivado com soja, verificaram que os valores de densidade daquele solo são mais elevados nas camadas superiores e menores nas camadas inferiores.

FALESI et alii (1980), estudando solos das Micro-regiões Bragantina, Guajarina e do Salgado (Latossolo Amarelo e Areias Quartzosas), em diversos sistemas de uso, não encontraram diferenças significativas, na densidade do solo e de partícula. No entanto, BOULHOSA et alii (1986), verificaram maior densidade do solo nos sistemas de cultivo separadamente de cacau e seringueira, (1,54 e 1,55g.cm⁻³) respectivamente e menor no capoeirão (1,42g.cm⁻³).

MARTINS E CERRI (1986), verificaram valores médios de densidade de partícula para os solos estudados em torno de 2,79g.cm⁻³. E concluíram que nos três pedons, a densidade de partícula e a densidade global, são influenciadas pela matéria orgânica principalmente nos horizontes próximos à superfície.

2.1.2. Porosidade

A porosidade do solo é definida como a porção do volume do solo que não é ocupada por partículas sólidas. Caso haja diminuição da porosidade total, ocorrerá redução do ar e da água, que poderá ser armazenada no solo para as plantas (BAENA & DUTRA, 1982).

MELO NETO (1978) constatou que a substituição da vegetação natural primitiva por vegetação secundária nos solos da textura média, ocasionaram modificações na microporosidade que tendeu a aumentar na camada superficial de 0-20cm e diminuir na camada inferior (20-40cm). Quando comparou o solo com vegetação e sem vegetação, constatou que houve uma diminuição na microporosidade da camada inferior do solo descoberto.

Segundo FERNANDES et alii (1983), os sistemas de preparo do solo afetam diretamente o diâmetro dos poros, embora a magnitude dos valores dependa do tipo de solo e da profundidade considerada.

MACHADO & BRUM (1978), comparando talhões de solo submetidos aos sistemas de plantio direto e convencional, com talhões de solo de mata virgem e campo nativo, constataram que, no tratamento convencional, houve uma diminuição significativa na porosidade total e um aumento na densidade do solo. Por outro lado, no solo de mata virgem foi encontrado maior percentagem de macroporos, sendo isto atribuído a ação da atividade biológica e maior conteúdo de matéria orgânica.

BAENA & DUTRA (1979), estudando os efeitos da densidade e porosidade no desenvolvimento do milho em Terra Roxa estruturada eutrófica, textura argilosa, constataram que o aumento na densidade e a diminuição da porosidade do solo causam um atraso no crescimento do milho e que se acentua a partir da terceira semana após a brotação. Citam que a restrição ao crescimento das raízes do milho decorre, principalmente, de deficiência da aeração em virtude da diminuição da porosidade do solo.

SILVA et alii (1986), estudando a influência da compactação nas propriedades físicas do Latossolo Roxo textura Argiloso e do Latossolo Vermelho textura média, verificaram que, quando o nível da compactação atingiu $1,45\text{g.cm}^{-3}$, a percentagem dos poros de diâmetro menor que $0,05\text{mm}$ foi reduzida de 35% para 0% no Latossolo Roxo sob floresta, de 35% para 5% no Latossolo Roxo sob cultivo e de 38% para 26% no Latossolo Vermelho Amarelo. OLIVEIRA (1968), relata que a migração de colóides minerais e orgânicos obstruem os macroporos, provocando o adensamento dos solos.

FALESI et alii (1980), compararam diversos sistemas de uso do Latossolo Amarelo e Areias Quartzosas com áreas de mata e concluíram que, independente da cobertura vegetal e do tempo de uso, estes solos não apresentaram di

ferenças significativas na porosidade e densidade do solo. No entanto, BOULHOSA et alii (1986), ao estudarem efeitos de sistemas de cultivo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo, textura média, encontraram uma diminuição da porosidade total sob todos os sistemas de cultivo, quando comparados com capoeirão e que os decréscimos mais acentuados foram nos sistemas de cacau, dendê (*Elaeis guineense* L.) e seringa (*Hevea brasiliensis* M. Arg.).

Esta diferença entre os resultados observados pelos autores é provável que tenha ocorrido devido a metodologia utilizada, o primeiro autor trabalhou com dois tipos de solos e usou média de três profundidades. O segundo trabalhou com um tipo de solo e usou parâmetros específicos para cada profundidade.

SOUZA & COGO (1978), citam resultados de redução da macroporosidade e, conseqüentemente, um aumento da microporosidade, em solos intensamente cultivados, embora a porosidade total não variasse muito.

2.1.3. Retenção de água no solo

A curva característica de água no solo expressa com mais precisão a capacidade de retenção de água no solo, sendo de fundamental importância nos estudos de dinâmica da água e das relações hídricas do sistema solo-planta-atmosfera.

Em laboratório, tem-se procurado determinações práticas que possam expressar a capacidade de água disponível, com a quantidade de água retida entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento. Os pontos 0,05; 0,06; 0,1; 0,2 e 0,33atm foram sugeridos por OLIVEIRA & MELO (1971) e RIVERS & SHIPP (1972).

Segundo CHOUDHURY & MILLAR (1983), os dados da curva de retenção permitem calcular a difusividade capilar e estabelecer a relação entre a condutividade capilar versus potencial matricial, como também estimar o nível de potencial matricial onde culturas podem desenvolver-se, sem

acarretar reduções significativas nas produções.

JACCOUD & CASTRO (1976), usando amostras com estrutura deformada e não deformada, verificaram que o comportamento das curvas diferem em função da classe de textura e do tipo de amostra utilizada e concluíram que as curvas de retenção de umidade, obtidas com amostras destorroadas e em torrões, mostram diferenças na capacidade de retenção de umidade.

COELHO (1983), estudando o solo Podzólico Vermelho Amarelo equivalente eutrófico, verificou sensível diferença nos valores do conteúdo de água entre os horizontes A e B e que o horizonte B apresentou melhores condições de armazenamento de água.

SOUZA (1967), estudando a disponibilidade de água em Terra Roxa Estruturada, concluiu que o horizonte A, dos solos não cultivados, possui maior capacidade de armazenamento de água disponível do que o horizonte B, na mesma unidade de volume, devido a estrutura granular e a presença de matéria orgânica.

Segundo RUSSEL & RUSSEL (1959), a quantidade de água utilizável retida por um solo, depende da porção retida por unidade de volume de solo e da profundidade que as plantas podem extraí-las.

2.1.4. Matéria orgânica

A matéria orgânica é constituída por compostos de origem biológica que se encontram no solo. Sua composição química é muito heterogênea, originando um número infinito de compostos químicos (FASSBENDER, 1984). É ainda responsável por várias modificações nas condições físicas do solo; aumenta a faixa da friabilidade nos argilosos e a estabilidade dos agregados, proporcionando-lhes maior resistência à ação desagregadora da água e na capacidade de retenção de água; favorece o aumento do espaço poroso; diminui a densidade do solo e reduz o encrostamento superficial.

A natureza da vegetação tem influência básica na

riqueza quantitativa de resíduos vegetais. Segundo TIBAU (1983), os cereais podem produzir de $5.000\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ a $7.000\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ e as leguminosas $12.000\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ a $17.000\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ de resíduos vegetais.

MARTINS & CERRI (1986), estudando o solo de um ecossistema natural de floresta, localizado na Amazônia Ocidental, verificaram valores médios em torno de $21.046\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ de resíduos vegetais e concluíram que nos horizontes minerais a quantidade de carbono armazenado até 200cm é de 9Kg.m^{-2} , tanto para pedon imperfeitamente drenado como no bem drenado. Enquanto no moderadamente drenado é de 10Kg.m^{-2} .

FASSEBENDER (1984), cita que em bosques tropicais foram constatados uma produção entre 16 a $20\text{t.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ de resíduos vegetais, enquanto RODIN & BAZILEVICH (1967), calcularam em $25\text{t.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$.

BOYER (1973), em uma plantação de cacau em Camarões, constatou uma produção de $8.500\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ de resíduos e SANTANA & CABALA ROSAND (1983), registraram um total de $8.146\text{Kg.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ em cacauzeiros no Sul da Bahia.

Segundo BOYER (1973), ao final de um ano cerca de 75% da massa foliar que integra da liteira encontra-se decomposta, enquanto SANTANA & CABALA ROSAND (1985), afirmam que de 6 a 9 meses 50% já estará decomposta. Esta velocidade na decomposição é favorecida por temperatura e umidades elevadas, que representam as condições prevaletentes em zonas produtoras de cacau.

O material orgânico que é depositado como liteira é um dos componentes da produtividade primária líquida de um ecossistema. Desta forma é compreensível que a decomposição seja afetada pelas condições climáticas.

MACHADO & BRUM (1978) comparando solos de mata, de campo, plantio direto e plantio convencional, verificaram diferenças significativas no teor de matéria orgânica e atribuíram a estas diferenças a queima de resteva de palha, após a colheita e ao cultivo intensivo do solo no sistema convencional.

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área em estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida na Estação Experimental José Haroldo com 269ha, situada à margem direita da BR-316 a 17Km de Belém, município de Benevides, Estado do Pará. Nas proximidades do ponto onde o meridiano 48º 13'30" WGr, intercepta o paralelo de 1º12'00" (FIGURA 1).

Nesta área o clima é do tipo Af (FIGURA 2) da classificação de Köppen, que corresponde ao clima tropical de floresta, constantemente úmido, onde a pluviosidade no mês mais seco atinge no mínimo 60mm. Neste tipo de clima, tanto a temperatura como a precipitação sofrem um mínimo de variação anual. A temperatura média de 25,9ºC com valores para as médias das máximas e mínimas de 31,4ºC e 22,4ºC, respectivamente. A insolação anual é de 2.389,4 horas. A precipitação fica em torno de 3.012mm anuais e a média da umidade relativa do ar é de 80% (BASTOS, 1972).

O solo apresenta um revestimento florístico heterogêneo em número de espécies e estágios de desenvolvimento como capoeira, capoeirão (AMARAL FILHO *et alii*, 1975). Ocorre a "macega" (FALESI, 1980) que é o último grau de degradação da mata primitiva, bem como a mata primária nas quais já foram retiradas as espécies de valor econômico.

A geologia está representada pelo Terciário - Formação Barreiras a qual é constituído por arenitos finos, siltitos e argilitos de cores vermelha, amarela e branca, ocorrendo também camadas de arenito grosso e conglomerados (NEVES & BARBOSA, 1983).

O relevo varia de plano a ondulado, com pequenos vales em forma de "V". A drenagem da área é constituída por vários igarapés, que na época das chuvas ocasionam inundações nas partes mais baixas, formando pequenos lagos e igapós.

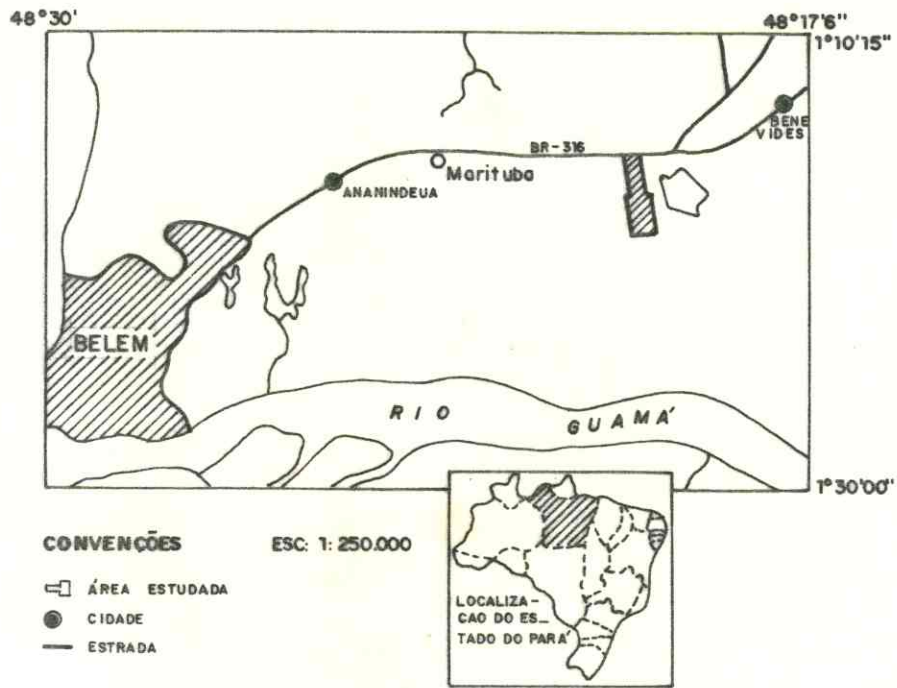
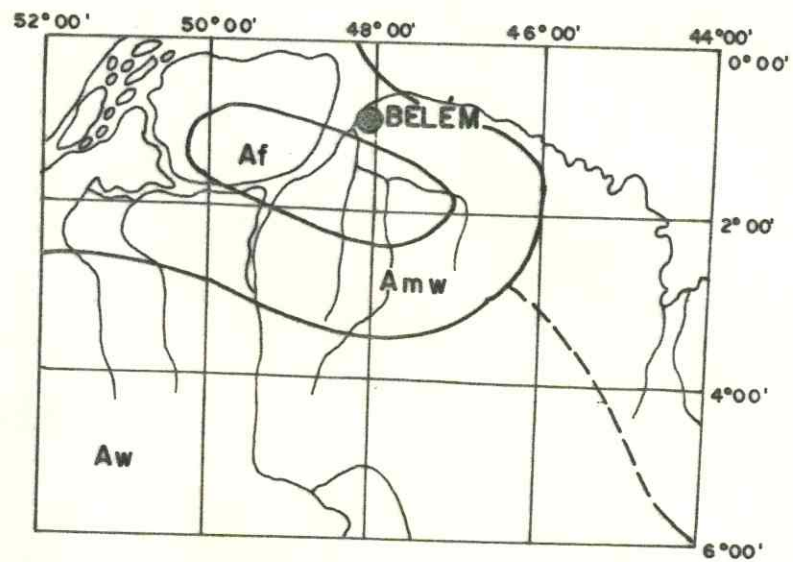


FIGURA: 1 – Localização da Área Estudada no Estado do Pará



FONTE: Rede Geral das Estações Meteorológicas do BRASIL em 1944.

FIGURA: 2 - Tipos Climáticos Segundo Köppen

A área foi utilizada com diversas culturas, onde atualmente estão localizados diversos experimentos com cacau.

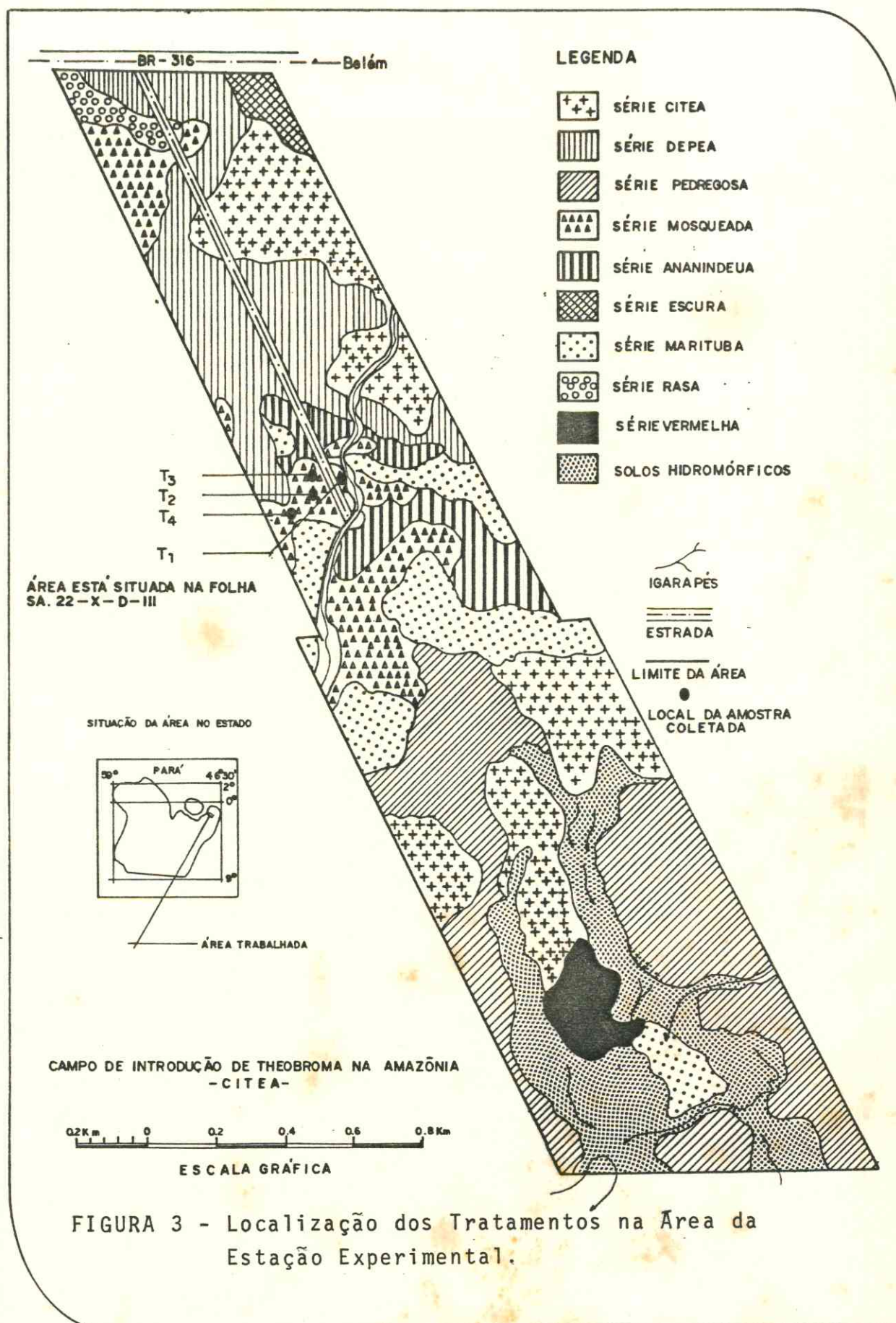
3.2. Solo

Na Região Bragantina, os solos do grupo Latssolo Amarelo, textura média, são derivados, principalmente, da evolução diagenética dos sedimentos argilo-arenosos cauliniticos pertencentes ao Terciário, Formação Barreiras (FALESI, 1972). São solos altamente intemperizados compostos de sesquióxidos, minerais de argila 1:1 e minerais resistentes ao intemperismo como a caolinita e quartzo. Apresentam baixa relação molecular SiO_2/Al_2O_3 (BRASIL, 1974).

São solos de baixa fertilidade natural em consequência de sua gênese e de excelentes propriedades físicas em condições naturais (BAENA & DUTRA, 1982). São profundos, com pouco contraste entre seus horizontes, com profundidade do horizonte A em torno de 45cm e do B mais de 150 cm. O horizonte A está dividido em A_1 e A_3 e o B em B_1 e B_2 e B_3 (NEVES & BARBOSA, 1983). A textura é da classe média, com baixo teor de argila e silte e alto teor de areia. O grau de flocculação está em torno de 50%, o que proporciona boas condições físicas para o desenvolvimento das raízes. A estrutura é fraca, pequena, granular e a consistência apresenta-se friável a muito friável e ligeiramente pegajoso.

Apresenta um B óxido. A capacidade de troca de cátions, soma e saturação de bases são baixas ao longo do perfil. O elemento químico dominante é o Al, cuja média está em torno de 60% de saturação. Os baixos valores de pH (em H_2O) caracterizam estes solos de reação extremamente ácida a muito ácida. Os teores de fósforo são muito baixos (NEVES & BARBOSA, 1983).

Nas áreas de cultivo intensivo observa-se uma perda de argila no horizonte superficial, que apresenta-se como uma mistura de material esbranquiçado de quartzo e de



matéria orgânica em vários estágios de decomposição. FALESI et alii (1980), atribuem a perda da argila desta camada superficial ao uso, que possibilitou a erosão laminar, ou pela própria imigração das argilas das camadas superficiais para as inferiores, devido às constantes lavagens pelas chuvas torrenciais na região.

3.3. Área experimental

Os tratamentos foram localizados sobre Latossolo A marelo textura média, série mosqueada (FIGURA 3), descrita por (NEVES & BARBOSA, 1983), tendo em vista que esta unidade de solo apresenta 4 tipos de uso descrito a seguir:

- mata primária - corresponde à floresta original da qual foram retiradas as espécies de maior valor econômico.

- cacau - estas áreas foram anteriormente utilizadas com culturas de subsistência por um longo período e posteriormente permaneceram em pousio dando origem a capoeira. Para implantação do cacau, a capoeira foi derrubada pelo processo manual e queimada, logo a seguir foram plantadas bananeiras e gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) com a finalidade de servirem de sombra para o cacau.

Após quatro meses de implantação do sombreamento, as mudas de cacau foram levadas ao campo e plantadas no espaçamento 2,5m x 2,5m.

- macega - solo em pousio, após longa utilização com culturas de subsistência.

3.4. Tipos de cobertura do solo

Foram estudados os efeitos de 4 tipos de cobertura vegetal do solo denominados de tratamentos:

- T₁ - solos sob vegetação de mata primária;
- T₂ - solo com cacau, com 4 anos de idade;
- T₃ - solo com cacau, com 2 anos de idade e
- T₄ - macega

3.5. Amostragem

Foram abertas quatro trincheiras sendo uma em cada tratamento, para coleta de amostra de solo e descrição morfológica dos perfis de acordo com o manual de método de trabalho de campo (1976).

As amostras de solo dos perfis foram utilizadas para as análises granulométricas e densidade de partículas, com a finalidade de caracterizar as áreas de estudo.

Tomando-se as trincheiras como ponto de referência, foram abertas três pequenas trincheiras e coletadas amostras, em duplicata, com estrutura deformada e não deformada nas profundidades 0-20cm e 20-40cm, distando uma da outra aproximadamente 10 metros. As amostras com estrutura deformada foram coletadas em toda a espessura de cada profundidade e as amostras com estrutura não deformada foram coletadas no centro de cada profundidade.

As amostras com estrutura não deformada foram coletadas em cilindros de $62,7\text{cm}^3$, com auxílio de um amostrador tipo Uchland, e foram utilizadas para as determinações de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e curva características de água do solo a baixas tensões. As amostras deformadas e destorroadas, foram utilizadas nas determinações do teor de matéria orgânica, densidade de partícula, granulometria e curva característica com potenciais matriciais superiores a 150cm de coluna de água.

3.6. Método de análises

Foram usados os seguintes métodos de análise (EMBRAPA, 1979): e estas foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal do Ceará e da CEPLAC.

Matéria orgânica: obtida através do carbono orgânico determinado por oxidação com dicromato de potássio 0,4N e titulação do excesso com solução de sulfato ferroso amoniacal; Densidade de partícula: determinada com balão volu

métrico aferido de 50ml, empregando álcool etílico; Granulometria; determinada pelo método internacional da pipeta, modificado, usando peneiras de 0,2 e 0,05mm na separação da areia grossa da areia fina e, como dispersante, o hidróxido de sódio; Densidade global; determinada utilizando-se amostras com estrutura não deformada obtidas em cilindros de volume igual a $62,7\text{cm}^3$; Porosidade total; calculada através da fórmula, Porosidade total = $100 - (\text{densid. solo} \times 100 / \text{densid. partícula})$; Macroporosidade; calculada através da diferença entre a porosidade total e a microporosidade, sendo esta determinada em funil de Buchner com placa porosa à pressão correspondente a 60cm de coluna de água aplicada em amostras não deformadas de $62,7\text{cm}^3$ utilizando técnica de VOMOCIL refinada por BAKER et alii (1974); Curva característica de água do solo: elaborada através dos dados obtidos na determinação anterior; Capacidade de água disponível: obtida alternativamente pela diferença entre os teores de água a 0,06, 0,1 e 0,33atm como limite superior a 15atm como limite inferior de faixa de água disponíveis. Os teores de 0,06 e 0,1atm foram determinados nos blocos de $62,7\text{cm}^3$ e os teores 0,33 e 15atm com o auxílio do extrator de placa porosa descrito por RICHARDS (1954).

3.7. Delimitação experimental

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. A área experimental de cada tratamento foi de 0,50ha.

A análise estatística constou da análise da variância dos valores dos parâmetros, teste F e comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Granulometria

Analisando os resultados dos perfis dos solos representativos dos quatro tratamentos, Tabelas 1, 2, 3 e 4 verifica-se que, com exceção do perfil P₃, que se enquadra na classe textural franco-argilo-arenoso, os demais apresentam textura franco-arenosa no horizonte A. No horizonte B todos os perfis pertencem à classe textural franco-argilo-arenoso. Observa-se também que houve uma tendência de teores mais pronunciados de areia nos horizontes A e de argila no horizonte B, provavelmente devido à migração das partículas finas dos horizontes superiores e sua deposição no horizonte B. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por FALESI et alii (1980); NEVES & BARBOSA (1982); BAENA & DUTRA (1982) e BOULHOSA et alii (1986) os quais estudaram o mesmo solo.

Quanto à densidade de partícula, verifica-se que, praticamente não houve diferenças dentro das diversas profundidades do perfil, nem entre perfis.

4.2. Densidade global e de partícula

Analisando os valores de densidade global da camada 0-20cm de profundidade (Tabela 5), verifica-se que houve uma variação significativa entre os tratamentos sendo que os tratamentos T₂ e T₄, foram significativamente maiores que o tratamento T₁. BUCKMAN & BRADY (1967), relatam o aumento da densidade global devido ao cultivo. Os tratamentos T₂, T₃ e T₄ não mostraram diferenças significativas entre si, o mesmo ocorreu entre os tratamentos T₁ e T₃.

Os tratamentos T₂ e T₄, condicionaram uma maior densidade global (1,50g.cm³ e 1,47g.cm³) respectivamente, enquanto o tratamento T₁ - a menor (1,27g.cm³); estes resultados estão de acordo com os descritos por BOULHOSA et

TABELA 1 - Análise Granulométrica do Perfil P₁

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				DENSIDADE PARTÍCULA g. cm ⁻³	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (Cm)	AREIA GROSSA 2 - 0,2 mm	AREIA FINA 0,2 - 0,05mm	SILTE 0,05-0,002 mm	ARGILA <0,002mm		
A ₁	0 - 21	34	42	8	16	2,61	Fran.Aren.
A ₃	21 - 46	31	38	12	19	2,60	Fran.Aren.
B ₁₁	46 - 75	30	34	11	25	2,58	Fran.Arg.Aren
B ₁₂	75 - 100	30	35	11	24	2,67	Fran.Arg.Aren
B ₂	100 - 130	24	32	19	25	2,65	Fran.Arg.Aren

TABELA 2 - Análise granulométrica do Perfil P₂

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				DENSIDADE PARTÍCULA g. cm ⁻³	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (Cm)	AREIA GROSSA 2 - 0,2 mm	AREIA FINA 0,2 - 0,05mm	SILTE 0,05-0,002 mm	ARGILA <0,002mm		
A ₁	0 - 21	39	45	2	14	2,60	Fran.Aren.
A ₃	20 - 44	29	48	4	19	2,62	Fran.Aren.
B ₁₁	44 - 75	30	40	9	21	2,63	Fran.Arg.Aren
B ₁₂	75 - 100	28	42	6	24	2,65	Fran.Arg.Aren
B ₂	100 - 130	26	44	6	24	2,69	Fran.Arg.Aren

TABELA 3 - Análise Granulométrica do Perfil P₃

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				DENSIDADE PARTICULAR g. cm ⁻³	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (Cm)	AREIA GROSSA 2 - 0,2 mm	AREIA FINA 0,2 - 0,05 mm	SILTE 0,05 - 0,002 mm	ARGILA < 0,002 mm		
A ₁	0 - 17	31	43	10	16	2,56	Fran. Aren.
A ₃	17 - 30	22	42	12	24	2,61	Fran. Arg. Aren
B ₁₁	30 - 62	21	37	14	28	2,57	Fran. Arg. Aren
B ₁₂	62 - 90	22	37	11	30	2,58	Fran. Arg. Aren

TABELA 4 - Análise Granulométrica do Perfil P₄

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				DENSIDADE PARTICULAR g. cm ⁻³	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
SÍMBOLO	PROFUNDIDADE (Cm)	AREIA GROSSA 2 - 0,2 mm	AREIA FINA 0,2 - 0,05 mm	SILTE 0,05 - 0,002 mm	ARGILA < 0,002 mm		
A ₁	0 - 25	26	50	12	12	2,64	Franc. Aren
A ₃	25 - 45	23	49	11	17	2,61	Fran. Arg. Aren
B ₁₁	45 - 65	23	45	12	20	2,63	Fran. Arg. Aren
B ₁₂	65 - 90	22	45	11	23	2,71	Fran. Arg. Aren
B ₂	90 - 100	22	46	12	20	2,72	Fran. Arg. Aren

alii (1986), que trabalharam com o mesmo solo. Entretanto, com o passar dos anos, é de se esperar que esta densidade decresça, devido ao aumento da matéria orgânica, proveniente das folhas e outros resíduos que caem dos cacauzeiros e das árvores de sombra (BOYER, 1973; SANTANA & CABALA ROSAND, 1983 e SANTANA & CABALA ROSAND, 1985), favorecendo um melhor desenvolvimento da estrutura do solo. HUDSON (1975) & SIDIRAS et alii (1984), relatam que boa cobertura vegetal melhora a estrutura do solo, pela adição da matéria orgânica.

Na camada 20-40cm Tabela 5, no tratamento T_4 , ocorreu a maior densidade global ($1,65\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), diferindo estatisticamente apenas do tratamento T_1 ($1,39\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$). Esta variação provavelmente foi devida ao menor teor de matéria orgânica no tratamento T_4 . BUCKMAN & BRADY (1967) e MARTINS & CERRI (1986), referem-se ao aumento de densidade devido à perda de matéria orgânica. Os tratamentos T_4 , T_3 e T_2 não diferiram estatisticamente. O mesmo ocorreu com relação aos tratamentos T_3 , T_2 e T_1 .

Quanto à densidade de partícula Tabela 5, os quatro tratamentos não diferiram estatisticamente nas duas profundidades (0-20cm e 20-40cm).

4.3. Porosidade

Os resultados da porosidade total, microporosidade e macroporosidade da camada 0-20cm, mostrados na Tabela 5, indicam que a porosidade total dos tratamentos T_4 e T_2 , foram estatisticamente menores que o tratamento T_1 . Provavelmente esta diferença do tratamento T_1 em relação ao T_2 é devido ao pisoteio durante os tratos culturais e entre o tratamento T_1 e T_4 talvez devido ao menor conteúdo de matéria orgânica existente no tratamento T_4 . Estes resultados estão de acordo com os encontrados por MACHADO & BRUM (1978) e BOULHOSA et alii (1986).

Entre os tratamentos T_3 , T_4 e T_2 , não foram constatadas diferenças significativas, ocorrendo o mesmo em rela

TABELA 5 - Valores de Densidade Global (Dg), Densidade de Partícula (Dp), Porosidade total (Pt), Macroporosidade (Mp), Microporosidade (mp) e Capacidade de Água Disponível (CAD).
(média de 3 repetições)

Tipo de cobertura	Dg	Dp	Pt	Mp	mp	CAD
	g.cm ⁻³			%		%Vol
0-20cm						
Mata (T ₁)	1,27 b	2,61 a	51,30 b	22,62 a	28,68 a	11,80 a
Cacau com 4 anos (T ₂)	1,50 a	2,60 a	42,30 a	12,58 a	29,72 a	2,50 c
Cacau com 2 anos (T ₃)	1,36 ab	2,57 a	47,10 ab	19,26 a	27,84 a	7,00 b
Macega (T ₄)	1,47 a	2,64 a	44,30 a	12,73 a	31,57 a	4,30 bc
20-40cm						
Mata (T ₁)	1,39 a	2,60 a	46,50 a	11,46 ab	35,04 a	8,50 a
Cacau com 4 anos (T ₂)	1,49 ab	2,62 a	43,10 ab	13,17 a	29,93 a	6,10 a
Cacau com 2 anos (T ₃)	1,60 ab	2,61 a	38,70 ab	6,03 b	32,67 a	9,80 a
Macega (T ₄)	1,65 b	2,61 a	36,80 b	7,90 ab	28,90 a	9,50 a

Obs: Dentro de cada coluna valores seguidos pela mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 0,05.

ção aos tratamentos T_1 e T_3 .

Quanto à porosidade total da camada de solo de 20-40cm, os tratamentos T_1 e T_4 apresentaram diferenças significativas entre si, provavelmente devido ao menor teor de matéria orgânica encontrado no tratamento T_4 . Os tratamentos T_2 , T_3 e T_4 não diferiram estatisticamente entre si o mesmo ocorrendo com os tratamentos T_1 , T_2 e T_3 .

A macroporosidade, na profundidade 0-20cm, não apresentou diferenças significativas, porém notou-se que o solo sob cultivo de cacau com quatro anos (T_2), apresentou o menor valor (12,73%), enquanto na mata, o maior (22,62%). Este aspecto concorda com MACHADO & BRUM (1978) e SOUZA & COGO (1978), que encontraram redução na macroporosidade e aumento da microporosidade em solos intensamente cultivados.

Com relação a macroporosidade na profundidade 20-40cm os tratamentos T_2 e T_3 apresentaram diferenças significativas. Isto provavelmente foi devido ao maior teor de argila e menor teor de matéria orgânica encontrados no tratamento T_3 . Entre os outros tratamentos não foram observados diferenças significativas.

Quanto à microporosidade, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, nas duas profundidades.

4.4. Matéria orgânica

Observando-se os valores de matéria orgânica (Tabela 6) da camada de solo 0-20cm de profundidade, verificase que para o tratamento T_4 foi encontrado o menor valor (1,62%) e no tratamento T_1 o maior (2,23%), porém a análise estatística não revelou diferenças significativas.

Na profundidade 20-40cm verificou-se que os tratamentos T_1 e T_4 apresentaram diferenças significativas. Esta diferença pode ser provavelmente atribuída ao cultivo intensivo do solo que acarretou perda de matéria orgânica conforme relata BUCKMAN & BRADY (1967) e MACHADO & BRUM (1978).

TABELA 6 - Percentagens de Matéria Orgânica, Areia, Silte e Argila do Solo sob 4 Tipos de Cobertura Vegetal.

(média de 3 repetições)

Tipo de Cobertura	Matéria Orgânica	0-20 cm			
		Areia grossa % 2,0 a 0,2mm	Areia fina % 0,2 - 0,05mm	Silte % 0,05 - 0,002mm	Argila % 0,002mm
Mata (T ₁)	2,21 a	34	42	8	16
Cacau com 4 anos (T ₂)	2,04 a	39	45	2	14
Cacau com 2 anos (T ₃)	1,67 a	31	43	10	16
Macega (T ₄)	1,62 a	26	50	12	12
		20-40 cm			
Mata (T ₁)	2,12 a	31	38	12	19
Cacau com 4 anos (T ₂)	1,42 ab	29	48	4	19
Cacau com 2 anos (T ₃)	1,17 b	22	42	12	24
Macega (T ₄)	1,12 b	23	49	11	17

Obs: Dentro de cada coluna valores seguidos pela mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 0,05.

4.5. Retenção de água

As características de retenção de água, bem como os efeitos dos diferentes tipos de cobertura vegetal, foram avaliados através das curvas características de retenção de água, apresentadas nas figuras 4 e 5 nas profundidades 0-20 e 20-40cm respectivamente, obtidos com os dados da Tabela 7 e dos valores de capacidade de água disponível contidos nas tabelas 5 e 8.

Do exame da Tabela 5, verificou-se que, na profundidade 0-20cm, os valores de capacidade de água disponível foram mais elevados no tratamento T_1 decrescendo da seguinte ordem $T_1 > T_3 > T_4 > T_2$. A redução dos valores de conteúdo de água no tratamento T_2 foram provavelmente devido ao decréscimo da porosidade total e do menor teor de Silte (Tabela 5 e 6). HILL & SUMMER (1967) referem-se ao decréscimo na retenção de água em consequência da diminuição da porosidade total em solos arenosos.

Considerando-se os valores de 0,06; 0,1 e 0,33atm, alternativamente, com limites superiores da faixa de água disponível, e 15atm como limite inferior (Tabela 8), nota-se que nas faixas de 0,06-15atm e 0,1-15atm os valores são maiores na profundidade 0-20cm, no tratamento T_4 . Na faixa de 0,33-15atm, o tratamento T_1 apresenta os valores mais elevados, e os menores correspondem ao tratamento T_2 . Por outro lado, nesta faixa, os valores do tratamento T_1 diminuem na profundidade 20-40cm e tendem a aumentar nos tratamentos T_2 , T_3 e T_4 . Isto parece estar relacionado com a diminuição dos teores de areia grossa. BOULHOSA et alii (1986), atribuem a diminuição de retenção de água aos teores elevados de areia grossa.

Tomando-se como parâmetro a classificação de RANZANI (1971), estes solos apresentam alta capacidade de água disponível nas tensões 0,06 e 0,1atm (Tabela 8). A partir de 0,33atm há um decréscimo acentuado de água disponível, sendo classificados, com exceção do tratamento T_1 , na profundidade 0-20cm, como de baixa capacidade. Isto deve es-

TABELA 7 - Conteúdo de Água no Solo Sob Quatro Tipos de Cobertura Vegetal.
(média de 3 repetições)

Tipo de cobertura	T e n s ã o (atm)												
	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,33	0,50	1	3	8	15
	0-20cm												
Mata (T ₁)	0,51	0,40	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,23	0,21	0,18	0,14	0,12	0,11
Cacau com 4 anos (T ₂)	0,42	0,38	0,33	0,29	0,27	0,26	0,25	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
Cacau com 2 anos (T ₃)	0,47	0,34	0,30	0,27	0,24	0,24	0,24	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,10
Macega (T ₄)	0,44	0,36	0,34	0,31	0,29	0,28	0,28	0,11	0,11	0,08	0,08	0,07	0,07
	20-40cm												
Mata (T ₁)	0,46	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	0,24	0,23	0,22	0,17	0,16	0,15
Cacau com 4 anos (T ₂)	0,43	0,36	0,31	0,29	0,29	0,28	0,28	0,17	0,15	0,13	0,11	0,11	0,11
Cacau com 2 anos (T ₃)	0,38	0,36	0,33	0,32	0,31	0,31	0,30	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14
Macega (T ₄)	0,36	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,20	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11

TABELA 8 - Valores de Capacidade de Água Disponível
(média de 3 repetições)

Tipo de cobertura	Capacidade de Água Disponível (cm)		
	0,06-15atm	0,10-15atm	0,33-15atm
	0-20cm		
Mata (T ₁)	3,4	3,0	2,3
Cacau com 4 anos (T ₂)	3,9	3,2	0,5
Cacau com 2 anos (T ₃)	3,4	2,7	1,4
Macega (T ₄)	4,8	4,2	0,8
	20-40cm		
Mata (T ₁)	3,9	3,7	1,7
Cacau com 4 anos (T ₂)	3,7	3,5	1,2
Cacau com 2 anos (T ₃)	3,6	3,2	1,9
Macega (T ₄)	3,5	3,2	1,9

tar relacionado ao alto volume de materias sólidos, baixo teor de argila e de microporosidade, conforme relatam MEDINA & GROHMAN (1966).

As curvas características da água do solo, permitem analisar melhor os efeitos dos tratamentos sobre as características de retenção. Verifica-se, através das Figuras 4 e 5, que os efeitos dos tratamentos T_2 e T_4 foram mais pronunciados em quase toda a faixa de retenção nas duas profundidades. Os tratamentos T_1 e T_3 não apresentaram diferenças entre si. Os tratamentos T_2 e T_4 foram os de efeitos mais negativos.

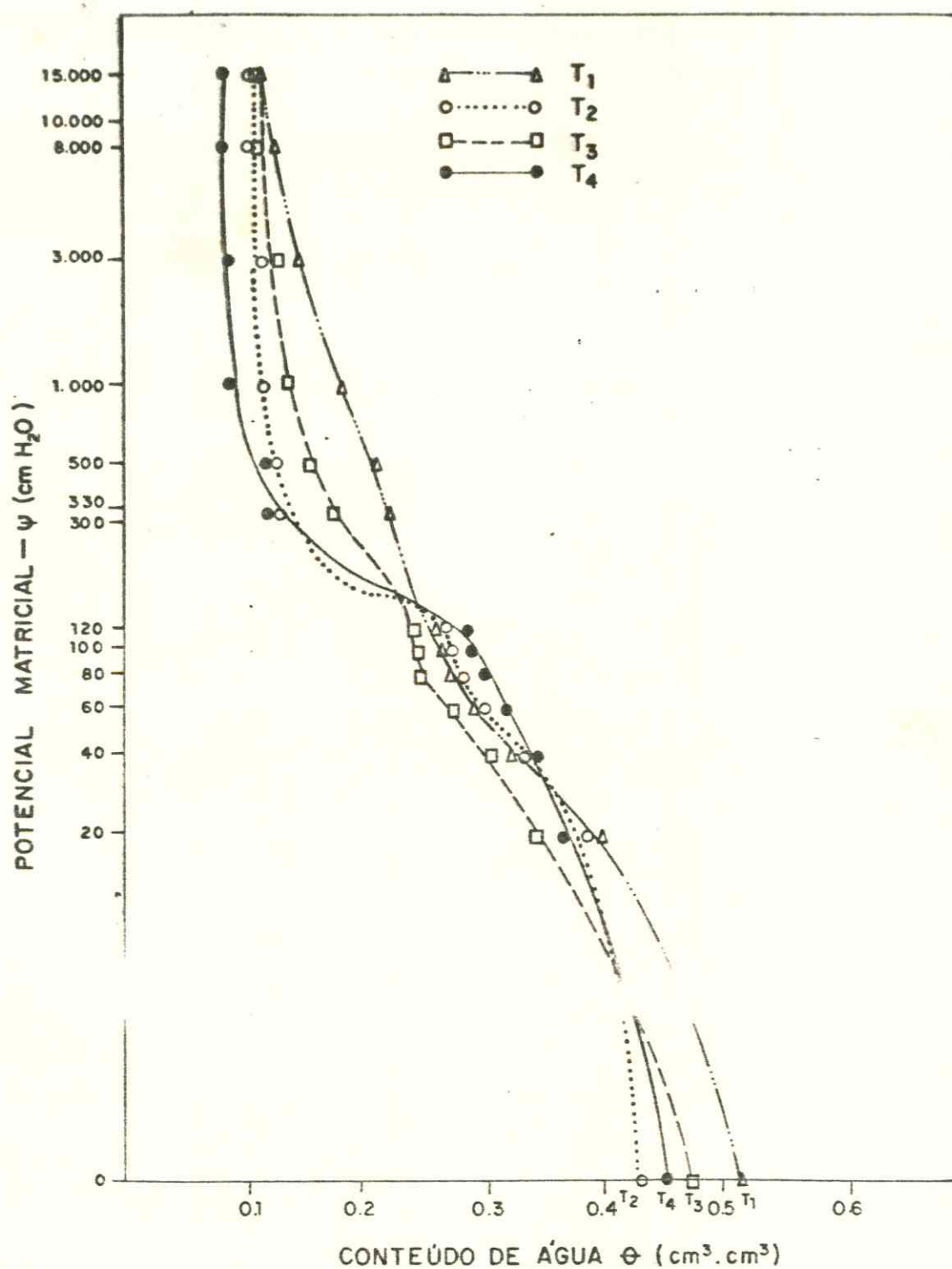


FIGURA 4 - Curva Característica da Água do Solo - Tratamento T_1, T_2, T_3, T_4 Profundidade 0-20cm.

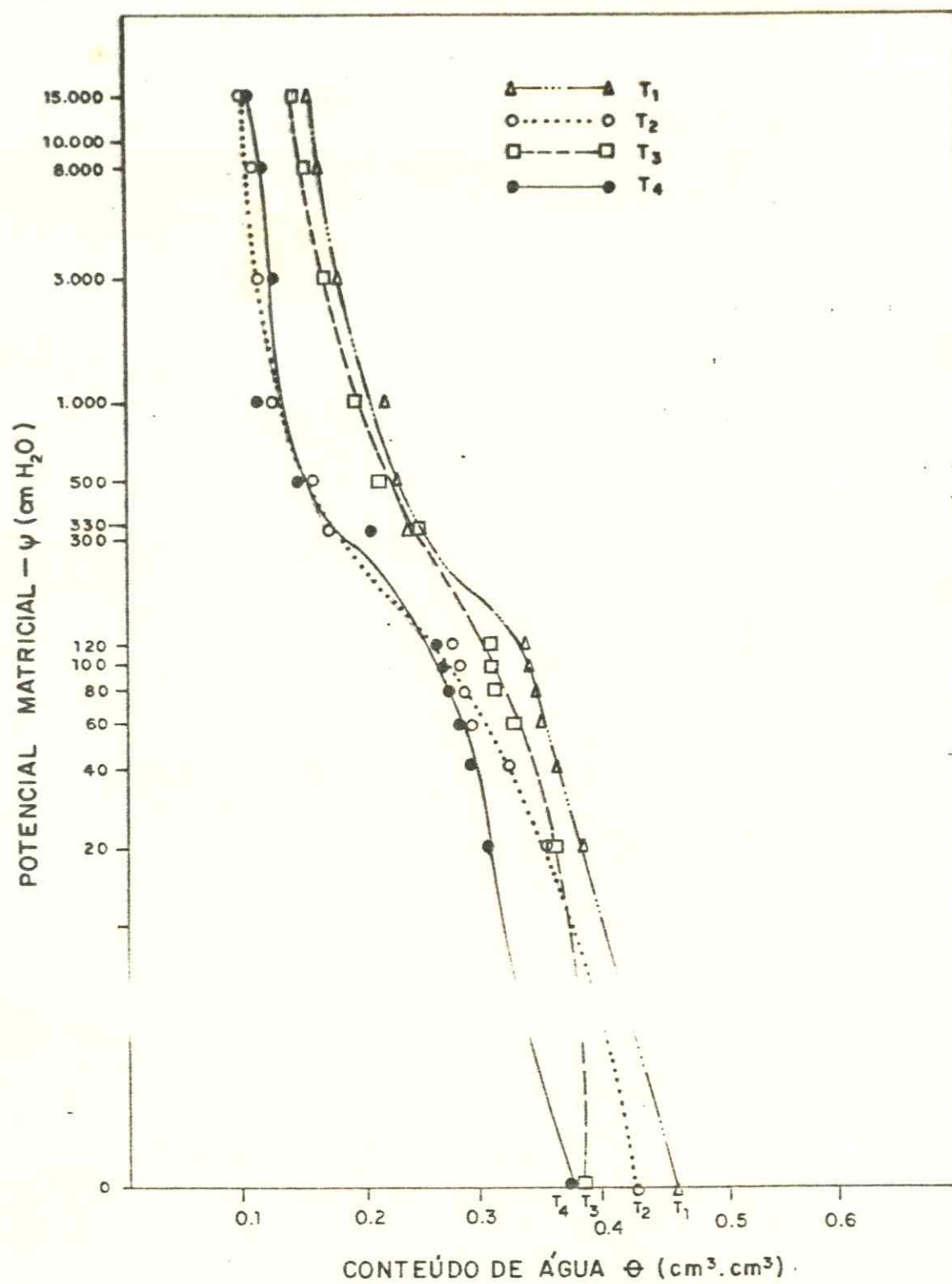


FIGURA.5 - Curva Característica da Água do Solo - Tratamento T₁, T₂, T₃, T₄ Profundidade 20 - 40cm.

5. CONCLUSÕES

A análise estatística, discussão e interpretação dos resultados conduziram às seguintes conclusões:

1. Observou-se uma diminuição na porosidade total nos tratamentos cacau com 4 anos e macega, quando comparados com o tratamento mata. Por outro lado, na profundidade de 0-20cm, a macroporosidade e a microporosidade não sofreram alterações significativas. Na profundidade de 20-40cm, a macroporosidade do tratamento cacau com 2 anos foi inferior aos demais;

2. A densidade global dos tratamentos cacau com 4 anos e macega, nas duas profundidades estudadas, foram maiores que a do tratamento mata. Quanto à densidade de partícula, não houve diferenças significativas nos quatro tratamentos ao nível 0,05;

3. O teor de matéria orgânica na profundidade 0-20cm não diferiu nos quatro tratamentos, já na profundidade de 20-40cm, os tratamentos cacau com 2 anos e macega foram inferiores ao tratamento mata;

4. À baixas tensões de 0,0 a 0,1atm os solos dos quatro tratamentos apresentaram alta capacidade de água disponível nas duas profundidades. A partir de 0,33atm a capacidade de água disponível decresceu acentuadamente;

5. O tratamento mata, foi o que apresentou maior capacidade de retenção de água e

6. As alterações ocorridas no solo devido ao uso, não causaram modificações drásticas nas suas propriedades físicas e nem afetaram o desenvolvimento da cultura do cacau.

LITERATURA CITADA

- ÁLVARES AFONSO, F.M. O cacau na Amazônia. Ilhéus, CEPLAC, 1979. 36p. (Boletim Técnico nº 66).
- AMARAL FILHO, Z.P.; RÊGO, R.S.; SANTOS, P.L.; LOPES, D.N.; GAMA, J.R.N.F. & REIS, C.M. Estudo detalhado dos solos de uma área do Município de Bragança. Belém, IDESP, 1975. 93p. (Monografias nº 19).
- ARCHER, J.R. & SMITH, P.D. The relation between bulk sensitivity available water capacity, an air capacity of soils. J. Soil Sci, 23(4): 475-9, 1972.
- BAENA, A.R.C. & DUTRA, S. Densidade aparente e porosidade do solo no desenvolvimento do milho. EMBRAPA-CPATU. Belém, 1979. 11p. (Comunicado Técnico nº 24).
- BAENA, E.R.C. & DUTRA, S. Propriedades físicas dos principais solos da Amazônia brasileira em condições naturais. Belém, EMBRAPA-CPATU. 1982. 28p. (Boletim de Pesquisa nº 33).
- BARLEY, K.P. Effects of root growth and decay on the permeability of a synthetic sandy loam. Soil Sci. 78:025-210, 1954.
- BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Belém, IPEAN, 1972. p:68-122. Boletim Técnico nº 54.
- BAVER, L.D.; GARDNER, H.W. & GARDNER, W.R. Soil physics. 4ª ed. In: _____ Soil structure-evaluation and agricultural significance. London, John Wiley & Sons, 1972. 498p. p.178-229.
- BAKER, F.G.; VENEMAN, P.L.M. & BROUMA, J. Limitations of the instantaneous profile method for field measurement of unsaturated hydraulic conductivity. Soils Sci. Am. Proc. 38(6):885-8. 1974.

- BOULHOSA, E.F.; BAENA, A.R.C.; SILVA, I.F. & CHAVES, R.S. Efeitos de sistema de cultivo sobre propriedades físicas de um Latossolo Amarelo textura média. In: Simpósio do Trópico Úmido, 1ª Belém, 1984, Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. v.1. p. 456-465.
- BOYER, J. Cycles de la matière organique et des éléments minéraux dans une cacaoyère camerounaise. Café Cacao Thé, 17(1):3-24, 1973.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA 22 Belém; geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. pág. irreg. Levantamento de Recursos Naturais. v.5.
- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. Natureza e propriedade dos solos; Compêndio universitário sobre edafologia. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1968, Cap. 3. p.58-90.
- CENTURION, J.F. & DEMATTE, J.L.I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo cerrado cultivado com soja. R. bras. Ci. Solo, 9(3):263-266, 1985.
- CHOU DHURY, E.N. & MILLAR, A.A. Retenção e movimento de água em Latossolo Vermelho Amarelo irrigado de Petrolina (PE). R. bras. Ci. Solo, 8(1)21-26, 1983.
- CINTRA, F.L.D. & MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. R. bras. Ci. Solo, 7(2)197-201, 1983.
- COELHO, M.A. Caracterização físico-hídrica de solo Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, Cienc. Agron: 14(1/2):55-59, 1983.
- CORSINI, P.C.; MALHEIROS, E.B. & SACCHI, E. Sistemas de cultivo da cultura de cana-de-açúcar: Efeitos na retenção de água e na porosidade do solo. R. bras. Ci. Solo. 10(1)71-74, 1986.

- DALLA ROSA, A. Práticas mecânicas e culturais na recuperação de características físicas de solos degradados pelo cultivo do solo Santo Ângelo (Latosolo Roxo Distrôfico). Porto Alegre, Faculdade de Agronomia - UFRGS, 1981. (Dissertação de Mestrado).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. Manual de Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. v. 1.
- FALESI, I.C. O Estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: Zoneamento Agrícola da Amazônia (1a. aproximação). Belém, IPEAN, 1972. 153p. p.17.67. (Boletim Técnico nº 54).
- FALESI, I.C.; BAENA, A. & DUTRA, S. Consequência da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das micro-regiões do nordeste paraense. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980. 49p. (Boletim de Pesquisa nº 14).
- FASSBENDER, H.W. Química de suelos com ênfasis em suelos de América Latina. San José, IICA, 1984. 398p. p.66-104.
- FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M.; BRONSON, R.D. & MANNERING, J.V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). R. bras. Ci. Solo, 7(30)329-333. 1983.
- FREIRE, W.J. O efeito da vegetação sobre a agregação do Solo. R. de Agricultura, 49-29-38, 1974.
- GOMES, A.S.; PATELLA, J.F. & PAULLETTO, E.A. Efeitos de sistemas e tempo de cultivo sobre a estrutura de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. R. bras. Ci. Solo, 2(1): 17-21, 1978.
- GROHMANN, F. Análise de agregados de solos. Bragantia, 19 (13):201-213, 1960.

- GUERRA, M. Efeito de práticas mecânicas e culturais sobre condições físicas de um Latossolo Roxo Distrófico do Rio Grande do Sul (Solo Erexim). Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1982. 107p. (Dissertação de Mestrado).
- HILL, J.N.S. & SUMMER, M.E. Effects of bulk density on moisture characteristics of soils. Soil Sci. 103(4):234-8, 1967.
- HUDSON, N.W. Erosion control research progress report on experiments at Hendersen. Research Station 1953 - 1957. Rhodesian Agric. J, 54:297-323, 1957.
- JACCOUD, A. & CASTRO, A.F. de. Curvas de caracterização de umidade de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Município de Itaguaí. Pesq. Agropec. Bras., Ser. Agronom. 11(12):1-9, 1976.
- KOHNKE, H. & BERTRAND, E.R. Soil as erosin. In: KOHNKE, H. & BERTRAND, A.R. ed. Soil conservation. New York, Mc. Graw-Hill, 1959, p.44-191.
- LIMA, F. de. A.M. Consistência do solo; Friabilidade em três séries de solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, 1970. 77p. (Tese de Mestrado).
- LUNG, I. Contribution to the problem of improving the water stability and structure of soil. Bucharest, Inst. Agric. Res. Bucharest, p.499-503. 1961.
- MACHADO, J.A. Efeito do sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração de água no solo. Santa Maria, RS. UFSM, 1976. 135p. (Tese de Mestrado).
- MACHADO, J.A. & BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. R. bras. Ci. Solo, 2(2):81-84, 1978.
- MANUAL DE MÉTODO DE TRABALHO DE CAMPO. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Método de Trabalho de Campo, 1976. 36p.

- MARTINS, P.F. da S. Efeitos do manejo da vegetação sobre propriedades físicas do solo. Fortaleza, UFCE, 1979, 52p. (Tese de Mestrado).
- MARTINS, P.F. da S. & CERRI, C.C. Solo de um ecossistema natural de floresta localizada na Amazônia Oriental. I - Caracterização química e física. In: Simpósio do Trófico Úmido, 1ª Belém, 1984. Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. v.1. p.271-86.
- MEDINA, H.P. & GROHMAN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. Bragantina, 25(6):65-75, 1966.
- MELO NETO, A.V. de Influência de manejo nos parâmetros da fertilidade dos Latossolos de Tabuleiro do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, UFRJ, 1978. 105p. (Tese de Mestrado).
- NEVES, A.D. de S. & BARBOSA, R.C.M. Levantamento detalhado dos solos do Campo de Introdução de Theobroma na Amazônia. Ilhéus, CEPLAC/DEPEA, 1983. 30p. (Boletim Técnico nº 109).
- NUERNBERG, N.J. STAMMEL, J.G. & CABEDA, M.S.V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica Sulrio-grandense. R. Bras. de Ci. Solo, 10(3): 185-90, 1986.
- OLIVEIRA, L.B. de Determinação da macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostras de solos com estrutura indeformada. Pesq. Agrop. Bras. em Agronomia. 3:197-200, 1968.
- OLIVEIRA, L.B. de & MELO, V. de Caracterização físico-hídrica do solo. I Unidade Itapirema. Pernambuco. Pesq. Agrop. Bras. 6:31-7, 1971.
- RANZANI, G. Solos de cerrado no Brasil. In: Simpósio Sobre o Cerrado. São Paulo, Edgard Clucher. pp.26-43, 1971.

- RICHARDS, L.A. ed. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. Washington, USDA. 1954. Agriculture Handbook, n. 6.
- RIVERS, E.D. & SHIPP, R.F. Available water capacity of sandy and Cravelly North Dakota Soils. Soil Sci. 113(2): 74-80, 1972.
- RODIN, L.E. & BAZILEVICH, N.I. Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. London, Oliver & Boyd, 1967. 288p.
- RUSSEL, E.J. & RUSSEL, E.W. Las condiciones del suelos y el desarrollo de las plantas. Madri, Aguillar, 1959. 771p.
- SANTANA, M.B.M. & CABALA-ROSAND, F.P. Requerimentos de nitrogênio em um agrossistema de cacau. R. Theobroma 13 (3):211-221, 1983.
- SANTANA, M.B.M. & CABALA-ROSAND, F.P. Reciclagem de nutrientes em uma plantação de cacau sombreada com Eritrina. In: Conferência Internacional de Pesquisa em Cacau. 99 Lomé, Togo, 12-18, fev. 1984, Atas. Lomé, Cocoa Producers Alliance, 1985. pp.205-210.
- SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. & FARIAS, G.S. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo do solo. R. bras. Ci. Solo, 9 (2):251-254, 1984.
- SILVA, A.P. da.; LIBARDI, P.L. & CAMARGO, O.A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. R. bras. Ci. Solo, 10(2):91-95, 1986.
- SOUZA, D.M. de P. Armazenamento e disponibilidade em terra roxa estruturada e terra roxa misturada. R. da Escola de Agronomia e Veterinária, 3:79-137, 1967.

- SOUZA, L. da S. & COGO, N.P. Caracterização física em solo de unidade de mapeamento São Jerônimo-RS. (PALEUDULT), em três sistemas de manejo. R. bras. Ci. Solo, 2(3):170-175, 1978.
- TACHETT, M.M. & PEARSON, E. Some effects of compacted soil pans on plant growth in the southern Great Plains. J. Soil Water conserv. 18:235-6, 1964.
- THOMPSON, L.M. El suelo y su fertilidade. Barcelona, Reverté, 1962. 409p.
- TIBAU, A.O. Matéria orgânica e fertilidade do solo. 2a.ed. Rev. e atual. São Paulo, Nobem, 1983. 220p.
- WILLIAMS, R.J.B. The effect of cropping systems on stability of aggregate. Soil and Fertilizers, 26(5). 1963.
- WILSON, H.A. Effect of vegetation upon aggregation in strip mining soil. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 21:637-640, 1957.

7. ANEXOS

ANEXO 1

Descrição morfológica dos perfis do solo

PERFIL P₁

Série: Mosqueada

Classificação: Latossolo Amarelo Álico textura média

Localização: Município de Ananindeua, Estado do Pará-ERJ0H

Situação, Declividade e Erosão: Perfil coletado em trincheira com declive de 2% e erosão nula.

Material Originário: Sedimentos do Terciário-Formação Barreiras.

Relevo: Plano

Drenagem: Moderadamente drenado

Cobertura Vegetal: Mata

- A₁ - 0 - 21cm; bruno escuro (10YR 3/3); franco-arenoso; mosqueado abundante pequeno, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- A₃ - 21 - 46cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/6); fraca muito pequeno granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- B₁₁ - 46 - 75cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₁₂ - 75 - 100cm; bruno amarelado (10YR 5/8); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₂ - 100 - 130cm +; bruno amarelado (10YR 5/8); franco-

argilo-arenoso; mosqueado pouco pequeno distinto
vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno
granular; friável, plástico e pegajoso.

PERFIL P₂

Série: Mosqueada

Classificação: Latossolo Amarelo Álico textura média

Localização: Município de Ananindeua, Estado do Pará-ERJOH

Situação, Declividade e Erosão: Perfil coletado em trincheira com declive de 2% e erosão nula.

Material Originário: Sedimentos do Terciário-Formação Barreiras.

Relevo: Plano

Drenagem: Moderadamente drenado

Cobertura Vegetal: Cacau com 4 anos

- A₁ - 0 - 20cm; bruno escuro (10YR 3/3); franco-arenoso; mosqueado abundante pequeno, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- A₃ - 20 - 40cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-arenoso, mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/6); fraca muito pequeno granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- B₁₁ - 44 - 75cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₁₂ - 75 - 100cm; bruno amarelado (10YR 5/8), franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₂ - 100 - 130cm +; bruno amarelado (10YR 5/8); franco-

argilo-arenoso; mosqueado pouco pequeno distinto
vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno
granular; friável, plástico e pegajoso.

PERFIL P₃

Série: Mosqueada

Classificação: Latossolo Amarelo Álico textura média

Localização: Município de Ananindeua, Estado do Pará-ERJ0H

Situação, Declividade e Erosão: Perfil coletado em trincheira com declive de 2% e erosão nula.

Material Originário: Sedimentos do Terciário-Formação Barreiras.

Relevo: Plano

Drenagem: Moderadamente drenado

Cobertura Vegetal: Cacau com 2 anos

- A₁ - 0 - 17cm; bruno escuro (10YR 3/3); franco-arenoso, mosqueado abundante pequeno, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- A₃ - 17 - 30cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/6); fraca muito pequeno granular; friável, ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- B₁₁ - 30 - 62cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₁₂ - 62 - 90cm; bruno amarelado (10YR 5/8); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

PERFIL P₄

Série: Mosqueada

Classificação: Latossolo Amarelo Álico textura média

Localização: Município de Ananindeua, Estado do Pará-ERJ0H

Situação, Declividade e Erosão: Perfil coletado em trincheira com declive de 2% e erosão nula.

Material Originário: Sedimentos do Terciário-Formação Barreiras.

Relevo: Plano

Drenagem: Moderadamente drenado

Cobertura Vegetal: Macega

- A₁ - 0 - 25cm; bruno escuro (10YR 3/3); franco-arenoso; mosqueado abundante pequeno, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- A₃ - 25 - 45cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/6); fraca muito pequeno granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.
- B₁₁ - 45 - 65cm; bruno amarelado (10YR 5/6); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto, vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B₁₂ - 65 - 90cm; bruno amarelado (10YR 5/8); franco-argilo-arenoso; mosqueado abundante pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

B₂ - 90 - 110cm +; bruno amarelado (10YR 5/8); franco-argilo-arenoso; mosqueado pouco pequeno distinto vermelho amarelado (5YR 4/8); fraca muito pequeno granular; friável, plástico e pegajoso.

ANEXO 2

Tabela da análise de variância

TABELA 9 - Análise de Variância dos Valores da Porosidade Total, Sob Quatro Tipos de Manejo de Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 0-20cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	133,896	3	44,632	6,715	1,4%
Erro	53,173	8	6,647	-	-
Total	187,069	11	-	-	-
Média	46,15				
C.V. %	5,59				

TABELA 10 - Análise de Variância dos Valores da Porosidade Total Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (profundidade 20-40cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	176,033	3	58,678	4,985	3,1%
Erro	94,173	8	11,772	-	-
Total	270,207	11	-	-	-
Média	41,16				
C.V.%	8,33				

TABELA 11 - Análise de Variância dos Valores da Matéria Orgânica Total Sob Quatro Tipos de Manejos da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 0-20cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. > F
Tratamento	0,734	3	0,245	3,322	7,8%
Erro	0,589	8	0,074	-	-
Total	1,324	11	-	-	-
Média	1,88				
C.V.%	14,41				

TABELA 12 - Análise de Variância dos Valores da Matéria Orgânica Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 20-40cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	1,897	3	0,632	9,677	0,5%
Erro	0,523	8	0,065	-	-
Total	2,420	11	-	-	-
Média	1,45				
C.V. %	17,55				

TABELA 13 - Análise de Variância dos Valores da Macroporosidade Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (profundidade 0-20cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	218,818	3	72,939	4,028	5,1%
Erro	144,877	8	18,110	-	-
Total	363,694	11	-	-	-
Média	16,70				
C.V. %	25,47				

TABELA 14 - Análise de Variância dos Valores da Macroporosidade Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 20-40cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob >F
Tratamento	99,063	3	33,021	4,464	4,0%
Erro	59,174	8	7,397	-	-
Total	158,236	11	-	-	-
Média	9,49				
C.V. %	28,63				

TABELA 15 - Análise de Variância dos Valores da Microporosidade Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 0-20cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	23,188	3	7,729	1,113	39,9%
Erro	55,567	8	6,946	-	-
Total	78,754	11	-	-	-
Média	29,45				
C.V. %	8,95				

TABELA 16 - Análise de Variância dos Valores da Microporosidade Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 20-40cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	69,035	3	23,012	2,086	18,0%
Erro	88,254	8	11,032	-	-
Total	157,288	11	-	-	-
Média	31,63				
C.V. %	10,50				

TABELA 17 - Análise de Variância dos Valores da Densidade Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 0-20cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	0,097	3	0,032	6,923	1,3%
Erro	0,037	8	0,005	-	-
Total	0,134	11	-	-	-
Média	1,39				
C.V. %	4,89				

TABELA 18 - Análise de Variância dos Valores da Densidade Sob Quatro Tipos de Manejo da Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 20-40cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F.	Prob. >F
Tratamento	0,123	3	0,041	5,019	3,0%
Erro	0,065	8	0,008	-	-
Total	0,189	11	-	-	-
Média	1,53				
C.V. %	5,90				

TABELA 19 - Análise de Variância da Capacidade de Água Disponível Sob Quatro Tipos de Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 0-20cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F
Tratamento	152,31	3	50,77	15 *
Erro	27,05	8	3,38	-
Total	179,36	11	-	-
Média	6,39			
C.V. %	28,76			

TABELA 20 - Análise de Variância da Capacidade de Água Disponível Sob Quatro Tipos de Cobertura Vegetal do Solo (Profundidade 20-40cm).

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor de F
Tratamento	25,05	3	8,35	0,78
Erro	84,8	8	10,6	-
Total	109,85	11	-	-
Média	7,94			
C.V. %	38			