

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

**RELAÇÕES HÍDRICAS EM CAFEZAL ARBORIZADO COM
Grevillea robusta L. NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA
- BA**

GILSANDRA DE OLIVEIRA FARIA

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA
MARÇO, 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

**RELAÇÕES HÍDRICAS EM CAFEZAL ARBORIZADO COM
Grevillea robusta L. NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA
- BA**

GILSANDRA DE OLIVEIRA FARIA

Orientadora: SYLVANA NAOMI MATSUMOTO

Co-orientador: ANSELMO ELOY SILVEIRA VIANA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/*Campus* de Vitória da Conquista - BA, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Fitotecnia.

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

MARÇO, 2004

**Ficha catalográfica elaborada pela Seção de Catalogação e Classificação da
Biblioteca Central da UESB**

641.3373
F224a

FARIA, Gilsandra de Oliveira,

Arborização de cafezais com grevilea./ Gilsandra de Oliveira Faria. – Vitória da Conquista: UESB, 2004.
57 p.

Monografia (dissertação) Orientadora Dr^a Sylvana Naomi Matsumoto. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

1- Agronomia – *Coffea arabica* L.. 2 – Cafezais – Vitória da Conquista. 3 – Sistema agroflorestal – Associação. 4 – Sombreamento – Café.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: RELAÇÕES HÍDRICAS EM CAFEZAL ARBORIZADO COM *Grevillea robusta* L. NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

AUTOR (A): GILSANDRA DE OLIVEIRA FARIA

ORIENTADOR (A): SYLVANA NAOMI MATSUMOTO

CO-ORIENTADOR: ANSELMO ELOY SILVEIRA VIANA

Aprovada pela Banca Examinadora:

Sylvana Naomi Matsumoto

Valterley Soares Rocha

Adalberto Brito

Data de realização ____/____/____.

A Deus pelo Dom da vida, incomparável e inconfundível bondade

Ao meu pai Jesuíno Brito, pelo exemplo de honestidade e humildade.
A minha mãe Ana Silvia, pela dedicação

As minhas irmãs Patrícia, Luciana e Nara, pela força e incentivo.
Aos meus sobrinhos Raphael, Nicolly, Carolina e Caio, fonte de amor

Ao meu amor Vinícius Sidarta por estar ao meu lado.
E aos meus amigos que sempre me apoiaram

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade de realizar este curso e a Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

A professora Sylvana Naomi Matsumoto pelos conhecimentos transmitidos, aconselhamento, incentivo e orientação.

Ao professor Anselmo Eloy Silveira Viana pela orientação, disposição, paciência, acompanhamento e grande colaboração na análise estatística.

Aos demais professores da UESB que colaboraram quando solicitados.

Aos funcionários e servidores da DICAP, do setor de transportes, UINFOR, e a secretária do programa de pós-graduação em agronomia (Kátia) que sempre estiveram dispostos quando solicitados.

Aos colegas do mestrado, amigos e companheiros de percurso.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. Arborização em cafezais	11
2.2. Aspectos gerais da arborização na produção de cafeeiros	13
2.3. Desenvolvimento vegetativo dos cafeeiros	15
2.4. Relações hídricas	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Descrição da área.....	19
3.2. Delineamento experimental.....	20
3.3. Características avaliadas.....	22
3.4. Análise Estatística.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Área foliar específica de cafeeiros	25
4.2. Teor relativo de água em folhas de cafeeiros.	27
4.3. Teores de prolina em plantas de café	30
4.4. Umidade do solo.....	36
5. CONCLUSÕES.....	37
6. REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE	

RESUMO

FARIA, G. O. **Relações hídricas em cafezal arborizado com *Grevillea robusta* L. no município de Vitória da Conquista – Ba.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. - 57p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Com o objetivo de avaliar os efeitos fisiológicos da arborização com grevileas em cafezais, foi realizado este estudo em uma propriedade situada no povoado Capinal, município de Vitória da Conquista – BA, composto por plantas de café (*Coffea arabica* L.), cv Catuaí Amarelo e grevileas (*Grevillea robusta* L.). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos, definidos por distâncias entre cafeeiros e grevileas de zero, quatro, oito e doze metros, com seis repetições. Foram avaliadas as seguintes características: área foliar específica (AFE); teor relativo de água (TRA); prolina (PRO) e umidade do solo (US). As amostragens foram realizadas a cada dois meses no período de 1999 a 2002. Para avaliar PRO, TRA e AFE, foram coletadas folhas da parte mediana de plantas de café de cada parcela. Para a análise de US, foram coletadas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, na projeção da copa e nas entrelinhas de plantas de café. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Diminuições lineares significativas na AFE foram observados nos períodos avaliados em função das distâncias entre cafeeiros e grevileas. Quanto ao TRA, não foi possível o ajustamento de modelos nos anos de 1999-2000 e 2001 –2002. Para os três períodos avaliados, a PRO aumentou em função das distâncias a partir do renque de árvores de grevileas. A US, em todas profundidades nas entrelinhas dos cafeeiros, decresceu em função das distâncias entre cafeeiros e grevileas.

Palavras-chave: **sistema agroflorestal; cafezais; sombreamento; *Coffea arabica* L.**

* Orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto, *D.Sc.*, UESB

* Co-orientador: Anselmo Eloy Silveira Viana, *D.Sc.*, UESB

ABSTRACT

FARIA, G.O. Water Relations to coffee plantation associated with *Grevillea robusta* L. in the Municipality of Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. Vitória da Conquista – BA:UESB, 2004. 57p. (Dissertação em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

This study aims to evaluate the physiological effects of grevillea trees on coffee plantations. It was carried out on a property located in the village of Capinal (within the municipality of Vitória da Conquista), Bahia, Brazil. It comprised coffee trees (*Coffea arabica* L. cv Catuaí Amarelo) and grevillea trees (*Grevillea robusta* L.). Delineation in randomized blocks were used and four different treatments were applied (defined by the distances between the zero-meter, four-meter, eight-meter and twelve-meter coffee plants and grevillea trees (*Grevillea robusta* L.), with six repetitions. The characteristics analysed were: specific leaf area, relative ratio of water, proline and the humidity of the soil. Samples were taken every two months from 1999 to 2002. In order to analyse proline, the relative ratio of water, and the specific leaf area, leaves were collected from the middle part of the coffee plants in each portion. Concerning the analyses of the percentage of humidity in the soil, samples were collected in the following depths: 0-10, 10-20, and 20-30 cm, under the projection of the canopy and the space between the coffee plants. The data were checked according to the linear regression and variance analysis. During the periods analysed meaningful linear reductions were observed in the specific leaf area, as a function of the distances between the coffee plants and the grevillea trees. As for the water relative content, the model adjustment for years 1999-2000 and 2001-2002, it was not possible. Considering the three periods which were examined, the ratio of proline increased and the humidity of the soil, at all depths decreased due to the distances from the the row of grevillea trees.

Keywords: agroforestry system, coffee plantations, shading, *Coffea arabica* L.

* Orienting: Sylvana Naomi Matsumoto, D. Sc., - UESB

* Co-orienting: Anselmo Eloy Silveira Viana, D. Sc., - UESB

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cafeicultura é uma das principais atividades agrícolas, com destaque no mercado externo e interno (BACHA, 1998), apresentando uma área plantada de 2.405.253 hectares de cafeeiros (IBGE, 2004).

Com a expansão da cafeicultura na Bahia, foi formado um parque cafeeiro de 50.000 hectares (DUTRA NETO, 2000), distribuído nas seguintes regiões: Planalto (Vitória da Conquista, Chapada Diamantina, Jequié, Itiruçu, Brejões, Santa Inês), Cerrado (Oeste da Bahia) e Faixa Litorânea (Sul, Baixo Sul e Extremo Sul) (SOUZA et al., 2002).

O desenvolvimento da cafeicultura no Planalto de Conquista na década de 70 foi fonte geradora de empregos e renda. Atualmente, a cafeicultura ainda tem participação importante na economia, sendo gerados 50.000 empregos diretos e 100.000 indiretos (DUTRA NETO, 2000).

A altitude média de 900 m e temperatura média anual de 21°C (ESMET, 2004), características do município de Vitória da Conquista, proporcionam condições favoráveis ao cultivo de cafeeiros. Entretanto, de acordo com Barreto et al. (1998), no município de Vitória da Conquista há uma grande variabilidade temporal da precipitação, tanto dentro de um mesmo ano como de um ano para outro. Segundo Matiello e Coelho (1995), veranicos frequentes reduzem a formação de folhas e a frutificação dos cafeeiros. Portanto, essa instabilidade pluvial promove grandes prejuízos para a cafeicultura local.

A presença da arborização, elevando a umidade do ar, promove um eficiente controle da abertura estomática, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, contribuindo para a otimização da utilização de água pela planta de café (RENA e MAESTRI, 2000). De acordo com Santos et al. (1992), na região de Vitória da Conquista – BA, a associação com árvores de grevilea promoveu maior vigor vegetativo nos cafeeiros.

Embora no Brasil predomine o cultivo do café a pleno sol, a utilização de sistemas agroflorestais na cafeicultura é uma técnica antiga e muito difundida em diversos países com grande potencial para o estabelecimento de sistemas de produção mais sustentáveis (MATIELLO, 1995; SEVERINO e OLIVEIRA, 1999).

Muitos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos visando compreender os efeitos da arborização em cafeeiros (VOLTAN et al., 1992; CARELLI et al., 1999), entretanto, estudos de campo são escassos e com parâmetros apenas qualitativos.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as relações hídricas em um cafezal arborizado com grevilea no município de Vitória da Conquista, Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Arborização em Cafezais

O termo arborização é definido pela presença das árvores na terça ou sexta parte do terreno, promovendo um sombreamento ralo. Nas regiões serranas do Nordeste brasileiro, a arborização é empregada pelos produtores para reduzir gastos de manutenção do cultivo e evitar perdas com as freqüentes estiagens (MATIELLO et al., 1989). A redução de capinas, a proteção contra geada e contra excesso de insolação e ventos, a ciclagem de nutrientes e a presença de inimigos naturais de pragas, são os benefícios da arborização (ALVARENGA e GUIMARÃES, 1998; FREITAS, 2000).

Sistemas agroflorestais são alternativas de uso e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas são utilizadas em associação com culturas agrícolas, de maneira simultânea ou em seqüência temporal, com interações ecológicas e ou econômicas significativas entre os componentes (NAIR, 1993). A implantação de sistemas agroflorestais na cafeicultura é uma alternativa para a obtenção de renda extra, gerando mais empregos e benefícios (IAPAR, 2002).

Nos sistemas agroflorestais, o componente arbóreo pode contribuir na manutenção da ciclagem de nutrientes. Devido a exploração de um volume maior de solo pelas raízes das árvores, ocorre redução da perda de nutrientes pela lixiviação e no fornecimento de nitrogênio quando se utiliza espécie fixadoras de nitrogênio. A serrapilheira, oriunda da queda de material orgânico que se deposita sobre o solo, aliada ao sombreamento, também contribui para a ciclagem de nutrientes, constituindo-se em

um benefício promovido pela presença do componente arbóreo (Macdicken e Vergara, 1990; Palm, 1995, citados por CAMPANHA, 2001).

Barradas e Fanjul (1986) verificaram que a introdução de árvores em cafezais pode promover as seguintes alterações ambientais relacionadas à condição hídrica: redução da radiação solar incidente; redução das temperaturas máximas do ar ($5,5^{\circ}\text{C}$); aumentos das temperatura mínimas do ar ($1,5^{\circ}\text{C}$); redução do déficit de saturação do vapor de água do ar ($0,2\text{kPa}$); redução da evapotranspiração (40%) e modificação dos níveis de interceptação e infiltração das chuvas no solo.

O acúmulo da serrapilheira também é um aspecto importante da associação entre árvores e cafezais. De acordo com Clowes e Logan (1985) a cobertura morta reduz a evaporação das camadas superficiais do solo e aumenta a infiltração da água, sendo importante principalmente para cafeeiros jovens. No Quênia, Huxley (1999) verificou que as árvores são associadas aos cafezais para reduzir a competição entre cafeeiros e plantas daninhas, sendo esse efeito uma importante técnica de conservação hídrica.

Apesar dos benefícios citados sobre a associação entre árvores e cafeeiros, a eficiência de uso e disponibilidade de água dependem principalmente da utilização hídrica da espécie arbórea e das condições ambientais locais (CARR, 2001).

Segundo Campanha (2001), a utilização do sistema agroflorestal, com cafeeiros provoca redução da temperatura máxima abaixo do dossel da árvore, atribuída principalmente à menor incidência direta de radiação solar neste extrato. Menores temperaturas foliares foram observadas em cafeeiros mantidos em 70% de sombreamento (FREITAS et al., 2000). Em um estudo sobre sistema agroflorestal foi observado que a linha de café mais próxima das árvores de seringueira recebeu menor radiação, promovendo menor temperatura foliar e maior potencial hídrico, em comparação as linhas mais distantes da árvore (FREITAS, 2000).

De modo geral, as espécies arbóreas usadas para sombreamento do cafeeiro devem apresentar as seguintes características: crescimento rápido; não ter crescimento competitivo com o café; copa que permita a passagem da luz; enraizamento profundo; copa com folhas resistentes; resistência a podas rústicas e as pragas e doenças (FELBER e FOLETTI, 1987; ALVARENGA e GUIMARÃES, 1998).

A grevilea promove um sombreamento ralo e praticamente não concorre com os cafeeiros. Segundo Miguel et al. (1995), a arborização com grevilea promove boa proteção térmica ao cafeeiro, proporcionando redução da incidência de raios solares, das temperaturas máximas e elevação das temperaturas mínimas e proteção contra ventos e

geadas. Lot et al. (1996), verificaram, a partir de determinações de fluxo de seiva de raízes, que as grevileas poderiam absorver quantidades substanciais de água em um raio de 2 metros de seu tronco. Entretanto, Ong et al. (2000) observaram, por meio de medidas de fluxo de seiva de raízes laterais, em plantio de grevileas associadas ao cultivo de milho, a ocorrência de redução do fluxo de seiva do tronco das grevileas. Matiello e Fernandes (1989) verificaram que uma árvore de grevilea com cerca de oito anos, plantada dentro da linha de café, protege adequadamente aquela e as outras linhas próximas, de quatro metros de cada lado. Portanto, para essas condições, em uma área de oito metros, de lado, seria atingida pela grevilea.

2.2. Aspectos Gerais da Arborização na Produção de Cafeeiros

O cafeeiro é uma planta originária de sub-bosque, onde o sombreamento é uma prática comum. A espécie *Coffea arabica* L. é oriunda da Etiópia, de regiões montanhosas ocidentais, entre 1000 e 2500 m de altitude, com umidade e temperaturas amenas, onde cresce permanentemente sob sombreamento em *habitat* de florestas tropicais (Kumar, 1979, citado por VOLTAN et al., 1992; RENA e MAESTRI, 1987). De acordo com Chamorro et al. (1994), o cafeeiro no Brasil é conduzido segundo dois sistemas de cultivo: a pleno sol e em sistema agroflorestal, como na Colômbia, onde o sombreamento é uma prática tradicional, em zonas onde as condições de solo e clima são favoráveis.

Em importantes regiões cafeeiras do mundo, nas quais é verificada elevada produção quantitativa e qualitativa, se utiliza o cultivo sob sombra de árvores de grande porte, especialmente de leguminosas (REIS et al., 1981). Menor variação da produção anual e ausência de *die-back* (mal fisiológico que se caracteriza pela superprodução de frutos, com subsequente morte de grande parte, quando não de todos os ramos) foram vantagens da arborização descritas por Franco (1938). No estado de Pernambuco, foi observado que a arborização em cafezais resultou em aumentos significativos de produção (MATIELLO, 1991). Resultados semelhantes foram encontrados por Baggio et al. (1997), em um experimento conduzido no município de Terra Boa – Paraná. Nesse estudo foram avaliadas densidades populacionais de *Grevillea robusta* plantada em consórcio com cafeeiros, não sendo observado nenhum prejuízo à produção. Entretanto, Godoy Junior e Graner (1967), verificaram que a arborização de cafezais com grevilea diminui a produção. A menor produção do cafeeiro sombreado pode ser relacionada a

menor produção de gemas florais, em comparação aos cafeeiros conduzidos a pleno sol (RENA e MAESTRI, 1987). Essa diferença pode ser atribuída a uma razão C/N provavelmente mais alta em planta cultivada a pleno sol. Além disso, o sombreamento poderia induzir maior acúmulo de giberelinas nos cafeeiros, inibindo a formação de gemas florais, conforme sugere Kumar (1979), citado por RENA e MAESTRI (1987).

Observa-se muitas controvérsias sobre os efeitos da arborização na produção de cafeeiros, mas alguns estudos permitem concluir a existência de um nível de sombreamento ideal para cada situação ambiental. Matiello et al. (1985) verificaram elevação da produção de cafeeiros cv Catuaí com 50 e 75% de sombreamento. Condições de 25 e 100% de sombreamento reduziram a produção, sendo a menor produção verificada em cafeeiros mantidos a pleno sol. Soto-Pinto et al. (2000) verificaram na Guatemala, em estudos realizados em cafezais comerciais sombreados, que a cultivar, idade do cafeeiro, número de espécies e densidade de árvores não foram fatores que influenciaram a produção dos frutos de café. Entretanto, foi verificada correlação positiva entre níveis de sombreamento de 23 a 38% e produção de frutos.

A competição entre cafeeiros e árvores por nutrientes e água também é um fator que pode reduzir a produção (BAGGIO, 1983). O grau de competição depende da cultura e das árvores, principalmente em relação ao sistema radicular de ambas (KIMENIA e NJOROGE, 1988).

A sombra e a altitude podem retardar a maturação dos frutos de café, permitindo maior qualidade de bebida. Em estudos sobre a relação desses fatores em café Catuaí, foi verificada elevação da acidez e do conteúdo de açúcares na bebida, sendo estes importantes para a formação do aroma (GUYOT et al., 1996). Em Vitória da Conquista, Bahia, Moreira et al. (2003) verificaram maiores teores de açúcares totais na bebida proveniente de cafeeiros mantidos próximos aos renques de grevileas.

Em pesquisas realizadas na CATIE (Pesquisa Tropical Agrícola e Centro de Ensino superior, Turrialba, Costa Rica), Somarriba et al. (2001) sugerem que os estudos sobre a associação entre cafeeiros e árvores devem ser realizados em fazendas com uma área experimental mínima de 2500 m². A escolha da espécie do componente arbóreo tem importância fundamental, pois, se houver incompatibilidade com os cafeeiros, pode ocorrer redução de vigor e produtividade.

2.3. Desenvolvimento Vegetativo dos Cafeeiros

Em geral, a redução da luminosidade causa aumento da área foliar (LARRAMENDI e ABALLES, 1995, RODRÍGUEZ et al., 1999). De acordo com Matiello (1991), nas regiões com maior nebulosidade ou nas lavouras sombreadas, as folhas do cafeeiro seriam maiores e de coloração verde-escuro. Em lavouras a pleno sol, as folhas seriam menores e de coloração verde-claro. Segundo Huxley (1967) e Maestri e Gomes (1961), citados por RENA et al. (1994), o tamanho da folha de cafeeiro aumenta com sombreamento moderado, sendo reduzido sob níveis de baixa irradiação. Em estudos realizados por Botero (2003), foi observado que a área foliar máxima ocorre quando os cafeeiros foram submetidos à 48 e 32% de bloqueio da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA).

De um modo geral, os teores de clorofila nas folhas de cafezais aumentam com o sombreamento (FAHL e CARELLI, 1994; FREITAS, 2000; PAIVA, 2001). Maiores teores de clorofila a, clorofila b e clorofila total foram verificados em cafeeiros mantidos sob a copa de gréveleas (MATSUMOTO et al., 1999). Folhas de espécies adaptadas à sombra geralmente contêm mais clorofila, em base de peso, mas menos por área, pois geralmente são mais finas. O elevado teor de clorofila em folhas de plantas adaptadas ao sombreamento, aliada à redução da espessura da folha, pode tornar mais eficiente a utilização da luz (KOZLOWSKI et al., 1991).

De acordo com Wylie (1951) e Esau (1977), o aumento no nível da luminosidade proporciona aumentos na espessura, no desenvolvimento da epiderme e do parênquima, e no número total de células das folhas. Souza et al. (2000), avaliando a área foliar específica, observaram redução da espessura foliar em cafeeiros mantidos sob 70 e 50% de sombreamento. Entretanto, Paiva (2001) verificou que com redução da luminosidade ocorreu aumento na espessura das folhas de mudas de cafeeiro, considerando esta a principal adaptação morfológica.

Em estudo realizado em Viçosa, Minas Gerais, um maior número de folhas por ramo foi verificado sob 48% de bloqueio da RFA (BOTERO, 2003). Em cafeeiros arborizados na região do Sul de Minas Gerais, foi verificado maior número de folhas, não ocorrendo abscisão no período de estiagem. Tal comportamento não foi observado em cafeeiros mantidos a pleno sol (MATIELLO, 1991).

2.4. Relações Hídricas

Rena e Maestri (2000) relataram que os cafeeiros ao longo do seu ciclo vital estão sujeitos a sofrerem deficiência hídrica em maior ou menor grau. Se o suprimento de água por chuva ou irrigação não forem adequados, o crescimento e a produção serão afetados.

De acordo com Matiello e Coelho (1995), condições de déficit hídrico anual superior a 150-200 mm (áreas marginais) ou veranicos freqüentes condicionam prejuízos na formação de folhas, na frutificação e na granação dos cafeeiros. Para Cano e Cambraia (1993), o déficit hídrico é limitante tanto para o tamanho individual das folhas, como também ao número de folhas.

As folhas do cafeeiro mantêm elevado teor de água e, portanto, os sintomas visíveis de murcha são raros. A conservação da turgescência foliar tem sido explicada pelo eficiente fechamento dos estômatos e pela baixa taxa de transpiração, sob condições de deficiência hídrica. Outro fator determinante é a capacidade intrínseca de extração da água do solo devida a profundidade do sistema radicular. De acordo com Neves (2001), valores inferiores à umidade do solo verificada no ponto de murcha permanente foram observadas na profundidade de 0-10 cm do solo cultivado com cafeeiros sem que fosse constatada morte das plantas. A absorção de água pelos cafeeiros ocorreu devido ao desenvolvimento do sistema radicular em locais mais profundos do perfil do solo. Porém, à medida em que a disponibilidade hídrica é reduzida, a elevada capacidade de absorção de água dos cafeeiros pode não ser suficiente para manter a turgescência foliar, quando a transpiração não é substancialmente atenuada (RENA e MAESTRI, 2000).

De acordo com Da Matta et al.(1993), para os cafeeiros, a definição “espécie armazenadora de água” é mais adequada que “espécie tolerante à desidratação”. Em experimento realizado com quatro cultivares da espécie *Coffea arabica* L. e um cultivar da espécie *Coffea canephora* submetidas à restrição hídrica, estes autores verificaram que a contribuição de um efetivo controle estomático foi mais significativa que o ajustamento osmótico verificado nas folhas. Meguro e Magalhães (1983) verificaram decréscimos lineares da condutância estomática em relação ao módulo do potencial hídrico, com coeficientes de correlação variando entre 0,69 a 0,91. Em *C. arabica* L., o eficiente fechamento dos estômatos pode limitar a fotossíntese, mas permite a

manutenção de uma condição hídrica favorável por um maior período de tempo, essencial para a sobrevivência dos cafeeiros durante períodos prolongados de seca (DA MATTA, 2003).

Devido à falta de esclarecimentos sobre os mecanismos de respostas dos cafeeiros a condições de baixa umidade do ar e do solo, pesquisas sobre adequação de parâmetros fisiológicos relacionados ao comportamento das plantas sob restrição hídrica têm sido realizadas (CARR, 2001). Para Rena e Maestri (2000), a eficiência quântica da fotossíntese e os níveis de clorofila são estáveis, mesmo quando os cafeeiros são mantidos sob severa desidratação e, portanto, não podem ser avaliados como indicadores de tolerância à seca. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o estresse hídrico, está geralmente relacionado a um aumento das concentrações de compostos de baixo peso molecular, como açúcares solúveis (sacarose, glicose, frutose, etc) e aminoácidos. O aminoácido prolina, componente de proteínas (Lehninger, 1973, citado por ARDAY, 1975), eleva-se na forma livre em plantas submetidas a déficit hídrico quando comparado com outros aminoácidos livres (Kemble e Macpherson (1954), citados por ARDAY, 1975). Vários trabalhos indicam uma alta correlação entre o acúmulo de prolina e o aumento de tolerância à seca. Conforme Fumis e Pedras (2002), o aumento da osmolaridade celular, ocasionado pelo acúmulo de prolina, seria um mecanismo para evitar a perda de água. Entretanto, alguns estudos sugerem que o acúmulo de prolina é simplesmente um efeito do estresse (DELAUNEY e VERMA, 1993; MADAN et al., 1995).

Embora a elevação dos teores de prolina seja relacionada à outros tipos de estresse ambiental como alta e baixa temperatura, salinidade e poluição em diversas espécies vegetais (DELAUNEY e VERMA, 1993; MADAN et al., 1995; PALFI e JUHASZ, 1971; RENA e MASCIOTTI, 1976; SINGH et al., 1972, citados por RODRIGUES, 1988; ASPINALL e PALEG, 1981, citados por FERREIRA e ALBUQUERQUE, 1990; CANO e CAMBRAIA, 1993), essa é uma das avaliações mais utilizadas para quantificação do estresse hídrico (LEVITT, 1972; HSIAO, 1973).

No Brasil, Maestri et al. (1995) observaram que o acúmulo de prolina foi um importante componente no mecanismo de ajustamento osmótico em cafeeiros submetidos à restrição hídrica. Semelhantemente, no sul da África, Venkataramanan e Ramaiah (1983), citados por Carr (2001), verificaram que o acúmulo de prolina foi o principal fator relacionado ao ajustamento osmótico em cafeeiros jovens (*Coffea arabica* L.) submetidos a estresse hídrico.

Segundo Yamasaki e Dillenburg (1998), medidas de teor relativo de água (TRA) em folhas são parâmetros adequados para avaliar as condições hídricas de um vegetal. O TRA está relacionado à turgescência celular, que reflete o volume de água da célula (CAIRO, 1995). Cascardo et al. (1993) e Carelli et al. (1999) observaram que a deficiência hídrica no solo promoveu um decréscimo do TRA foliar. Perez e Moraes (1991) verificaram que decréscimos dos teores de umidade do solo na estação seca promoveram diminuições de TRA em espécies pertencentes ao estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo de cerrado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da Área

O experimento foi conduzido em um cafezal com aproximadamente 18 anos de idade situado no povoado Capinal, município de Vitória da Conquista – BA.

As plantas de café (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí Amarelo, dispostas em espaçamento de 1,5 x 4,0 m, foram recepadas em setembro de 1998 a 0,30 m do solo.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, típico, textura média e relevo plano (VIEIRA e AMORIM, 1995).

A distribuição pluviométrica mensal foi determinada por meio de leituras diárias de três pluviômetros instalados na área do experimento.

No início do estudo as grevileas foram submetidas a avaliação dendrométrica, tendo em média 19,7 m² de projeção da copa, 0,33 m de diâmetro do tronco e 13,3 m de altura.

3.2. Delineamento Experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos, definidos por distâncias entre cafeeiros e grevileas de zero, quatro, oito e doze metros, com seis repetições. A parcela experimental foi composta por sete plantas, sendo consideradas três úteis.

3.3. Características Avaliadas

3.3.1. Umidade do solo

Para avaliar a porcentagem de umidade do solo (US), foram coletadas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, na projeção da copa dos cafeeiros (USC) e nas entrelinhas dos cafeeiros (USR) de cada parcela. As amostras foram coletadas no período de agosto de 1999 a abril de 2000, em cinco épocas: agosto (EP1/99); outubro (EP2/99); dezembro (EP3/99); fevereiro (EP4/00) e abril (EP5/00). No período de julho de 2000 a maio de 2001, novas coletas foram realizadas em seis épocas: julho (EP1/00); setembro (EP2/00); novembro (EP3/00); janeiro (EP4/01); março (EP5/01) e maio (EP6/01). No período de julho de 2001 a maio de 2002, foram analisadas cinco épocas: julho (EP1/01); setembro (EP2/01); novembro (EP3/01); março (EP4/02) e maio (EP5/02). No campo, as amostras foram acondicionadas em recipientes de alumínio, devidamente identificadas, sendo em seguida levadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal, onde foram pesadas (amostra úmida). Em seguida, os recipientes foram colocados em estufa de ventilação forçada de ar a 105°C, até peso constante (amostra seca). A diferença entre os dois pesos referiu-se à perda de água, correspondente ao teor de umidade gravimétrica do solo, de acordo com a metodologia da Embrapa/CNPQ (1997).

A determinação da umidade da capacidade de campo e do ponto de murcha permanente foi feita em amostras de terra fina seca ao ar, submetidas a pressão de 0,3 bar (CC) e 15 bar (PMP) (EMBRAPA, 1979) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores correspondentes à capacidade de campo e ponto de murcha permanente em porcentagem, obtido nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm do solo.

	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
Capacidade de campo (%)	22,21342	21,30999	26,74117
Ponto de murcha permanente (%)	15,47594	15,6164	16,03231

3.3.2. Avaliações Fisiológicas dos Cafeeiros

As avaliações dos cafeeiros foram divididas em três anos. No primeiro ano (1999/2000), cinco épocas foram discriminadas: julho (EP1/99); outubro (EP2/99); dezembro (EP3/99); fevereiro (EP4/00) e abril (EP5/00). No segundo (2000/2001) e terceiro ano (2001/2002), foram avaliadas seis épocas: julho (EP1/00 e EP1/01); setembro (EP2/00 e EP2/01); novembro (EP3/00 e EP3/01); janeiro (EP4/01 e EP4/02); março (EP5/01 e EP05/02) e maio (EP6/01 e EP6/02).

a) Teor Relativo de Água Foliar

Para determinação do teor relativo de água (TRA), foi utilizada a metodologia descrita por Catsky (1960). Foram coletados o 3º ou 4º par de folhas na parte mediana de uma planta útil, sendo retirados 10 discos do limbo de cada folha, com 7 mm de diâmetro, totalizando 20 discos por parcela. Esses discos foram pesados em balança analítica para obtenção da massa fresca (MF), colocados em placas de Petri, submersos em água deionizada e levados para geladeira, onde permaneceram por um período de 24 horas. Em seguida, desses discos, foi retirada a umidade em excesso com papel toalha, para a determinação de massa túrgida (MT), pesados e levados para estufa de circulação forçada a 72º C por 48 horas visando a obtenção da massa seca (MS). A partir dos resultados de massa fresca, massa túrgida e massa seca obteve-se o TRA de acordo com a seguinte equação:

$$\text{TRA} = \{(MF - MS) / (MT - MS)\} \times 100$$

b) Área Foliar Específica

A área foliar específica (AFE) foi obtida por meio da relação entre a área dos 20 discos retirados para a determinação do TRA (AD) e a massa seca (MS) destes, de acordo com a equação:

$$\text{AFE} = \text{AD} / \text{MS}$$

c) Teores de Prolina Foliar

Para a avaliação dos teores de prolina, foram retirados o 3º ou 4º par de folhas, a partir do ápice do ramo, na parte mediana da planta, levadas à estufa de circulação forçada a 72º C por 48 horas. Posteriormente, as folhas secas foram moídas, retirando-se, em seguida, 100 mg do material para a determinação dos teores de prolina. Essa

avaliação foi realizada por meio da metodologia proposta por Bates (1973), sem a introdução do tolueno.

3.4. Análise Estatística

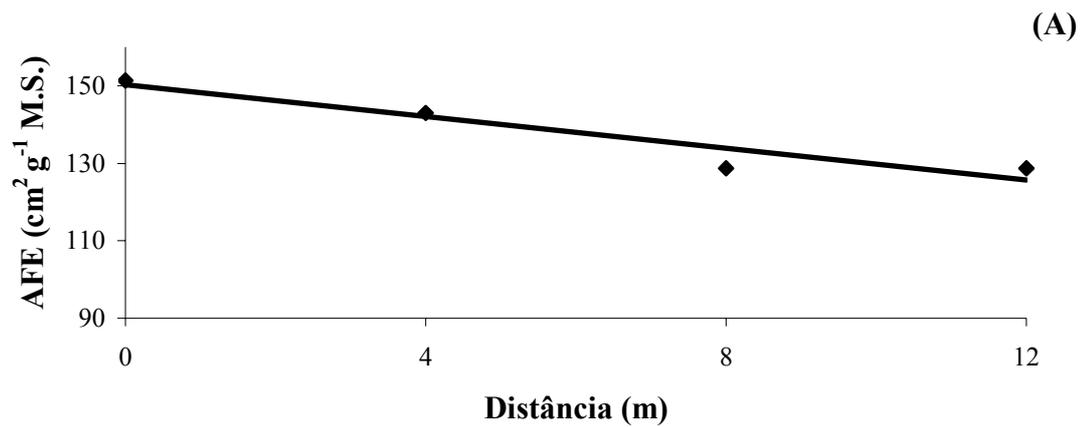
As análises estatísticas foram realizadas a partir do programa SAEG, versão 5.0, procedendo-se à análise de variância e de regressão.

Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância do teste “F”, adotando-se os níveis de 5 e 1%, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo.

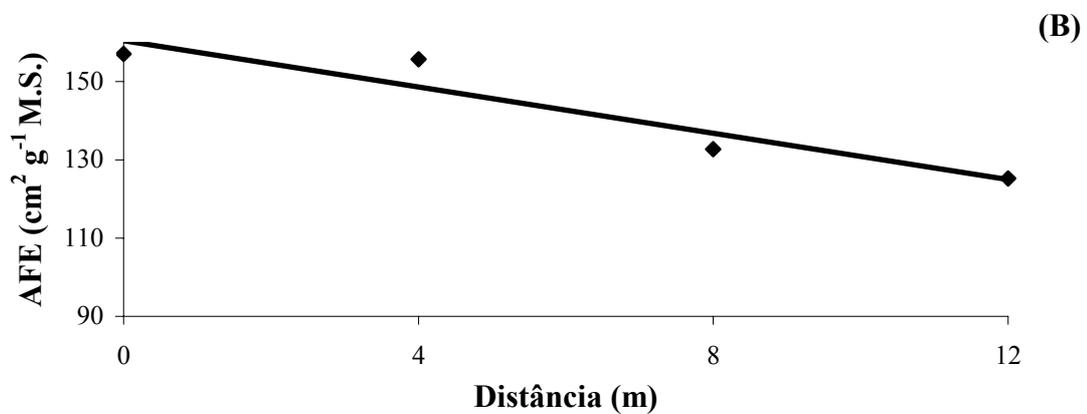
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Área Foliar Específica de Cafeeiros

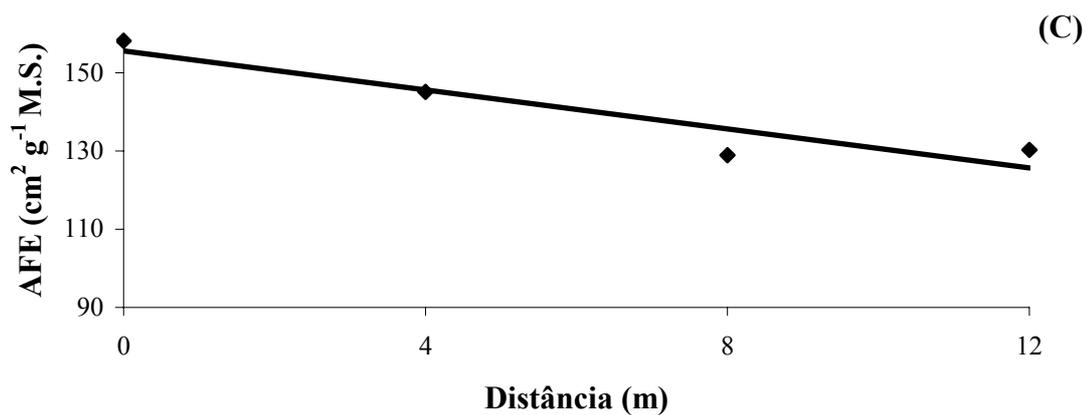
Para todas as épocas avaliadas nos três anos de estudo, ocorreu um comportamento homogêneo, caracterizado por diminuições lineares da área foliar específica (AFE), em função do aumento das distâncias entre cafeeiro e grevileas (D) (Figura 1). De acordo com Morais et al. (2003), a redução da incidência luminosa em cafeeiros a espécie *Coffea arabica* L., promovida pela proximidade dos cafeeiros às grevileas, pode alterar a anatomia foliar, reduzindo a espessura das folhas. Em ensaios de campo, Rodríguez et al. (1999) e Carneiro et al. (1999) verificaram maior AFE em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) próximos às árvores. Resultados semelhantes foram observados por Voltan et al. (1992) em cafeeiros sombreados, mantidos em casa de vegetação.



$$\hat{y} = 150,32 - 2,0576 X \quad r^2 = 0,90$$



$$\hat{y} = 160,56 - 2,9639 X \quad r^2 = 0,90$$

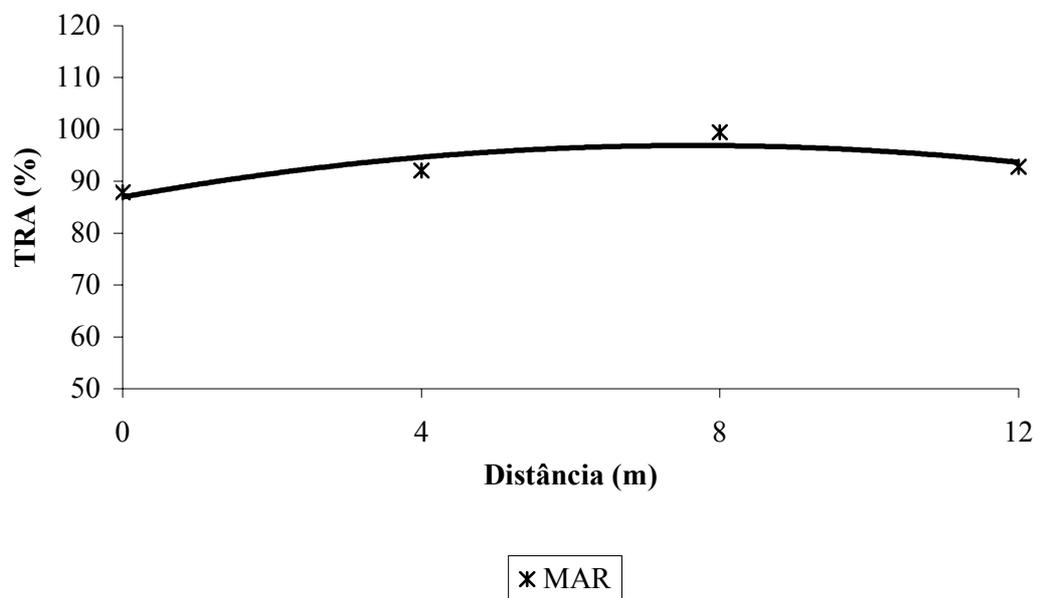


$$\hat{y} = 155,55 - 2,4984 X \quad r^2 = 0,87$$

Figura 1 - Estimativa da área foliar específica avaliada nos anos de 1999-2000 (A), 2000-2001 (B) e 2001-2002 (C) de plantas de café em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista- BA, 2004.

4.2. Teor Relativo de Água em Folhas de Cafeeiros

Não foi possível o ajustamento de modelos para o teor relativo de água (TRA) e D nos anos de 1999-2000 e 2001-2002. A ausência de uma relação entre TRA e D entre cafeeiros (*Coffea arabica* L., cv. Catuaí) e grevileas também foi constatada por MATSUMOTO et al. (2003). No período de 2000-2001, somente para o mês de março foi delineado o modelo quadrático, sendo verificada elevação de TRA com aumento de D até 7,64 m, onde foi obtido o valor máximo de 96,9058% de TRA (Figura 2). Em março, a umidade do solo (US) nas entrelinhas de cafeeiros foi mais elevada nos cafeeiros próximos ao renque de grevileas (Figura 5B). De acordo com Sanchez (1995) a serrapilheira acumulada pelas árvores é uma barreira inibidora da perda de água pelo solo. Portanto, a presença da arborização poderia manter a US nas áreas de alcance da copa de grevilea, estabelecendo uma relação direta entre US e TRA foliar, conforme observado por Perez e Moraes (1991). Entretanto, para a US, determinada na profundidade de 10-20 cm, na projeção da copa, comportamento contrário foi verificado no presente estudo. Lot et al. (1996) observaram que a absorção de água pelas raízes de grevileas é intensa num raio de 2m, a partir do tronco. Sob condições de baixa US, a competição entre cafeeiros e grevileas poderia estar envolvida na definição do modelo quadrático estabelecido para TRA e D. De acordo com Rena e Maestri (2000), as folhas de cafeeiro têm elevada capacidade de manutenção da turgescência, expressando sintomas de deficiência hídrica somente em condições de US extremamente baixas. Portanto, a folha coletada para a avaliação de TRA não foi um elemento representativo do estado hídrico da planta. Para a umidade do solo (US) na profundidade de 20-30 cm, avaliada na projeção da copa (Figura 7 B), foi verificado um modelo quadrático semelhante ao modelo ajustado para TRA, resultando em uma correlação de 0,20 a 1% de probabilidade, pelo teste t. Resultados semelhantes foram observados por Cascardo et al. (1993) e Carelli et al. (1999).



$$\text{MAR } \hat{y} = 86,961 + 2,6043 X - 0,1705 X^2 \quad R^2 = 0,78$$

Figura 2 - Estimativa do teor relativo de água avaliado no ano de 2000-2001 de plantas de café em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

4.3. Teores de Prolina em Plantas de Café

Para os três anos em estudo, foram verificados modelos lineares crescentes para os teores de prolina (PRO) em função das distâncias a partir do renque de grevileas (Figura 3). Entretanto, no período de 1999-2000 não houve interação entre D e épocas de avaliação (EP) (Figura 3A). Para os anos 2000-2001 e 2001-2002, houve interação entre D e EP, ocorrendo uma variação de 2,36 a 19,47 $\mu\text{M g}^{-1}\text{MS}$ de PRO (Figuras 3B e 3C). A tendência de maior acúmulo de PRO em cafeeiros (*Coffea arabica*, cv Catuaí Amarelo) mais distantes da grevilea também foi verificada em um experimento realizado por FARIA et al. (2000).

No ano de 2000-2001, verificou-se que, em julho, o modelo linear foi definido por valores mais elevados que nas demais épocas. No mês de julho também foi observada maior variação entre os teores de PRO em cafeeiros sob a copa de grevilea e os mais distantes. No período de 2001-2002, em julho, embora a relação entre teores de PRO e D tenha permanecido constante entre as épocas de avaliação, a maior inclinação da reta delineada indicou efeito marcante de D neste mês (Figura 3C). O reduzido índice pluviométrico observado nestes períodos foi um fator associado com esses resultados (Figura 4). Portanto, para que o acúmulo de PRO seja um indicador sensível à desidratação, condição de déficit hídrico limitante deve ocorrer (RODRIGUES, 1998).

A relação entre o efeito da luz no acúmulo de PRO em plantas submetidas a estresse hídrico foi verificada em trabalhos anteriores (JOYCE et al., 1992, HANSEN e TULLY, 1997). Martinez et al., 1997, em estudo realizado sobre flutuações diurnas de teores de prolina em folhas de híbridos de batata submetidos à restrição hídrica, verificaram que o acúmulo de PRO ocorreu concomitantemente ao aumento da incidência de radiação, permanecendo constante durante a noite. O efeito da luz no acúmulo de prolina foi atribuído à maior disponibilidade de substratos e energia da fotossíntese ou a algum processo induzido por luz.

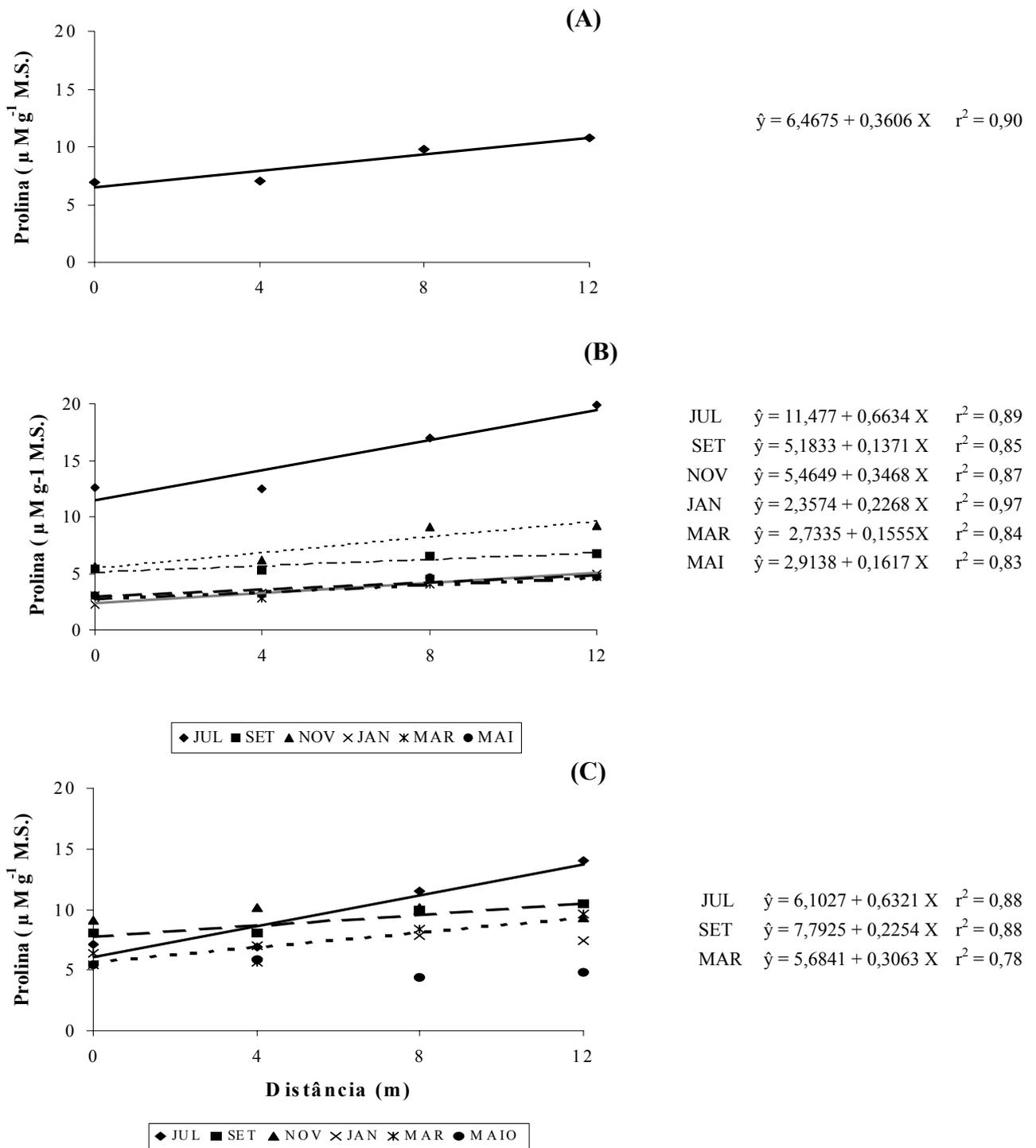
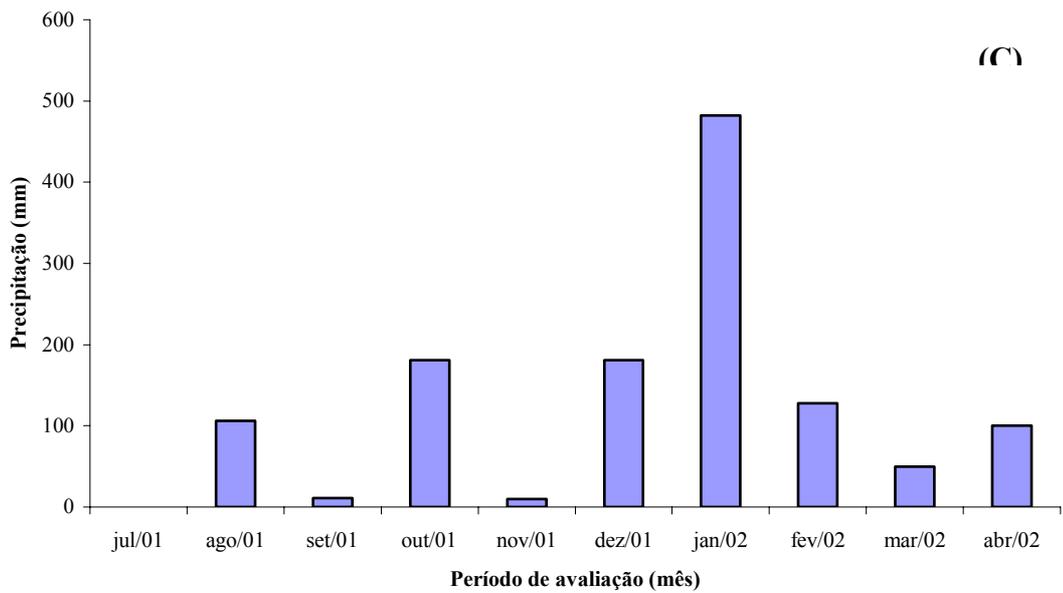
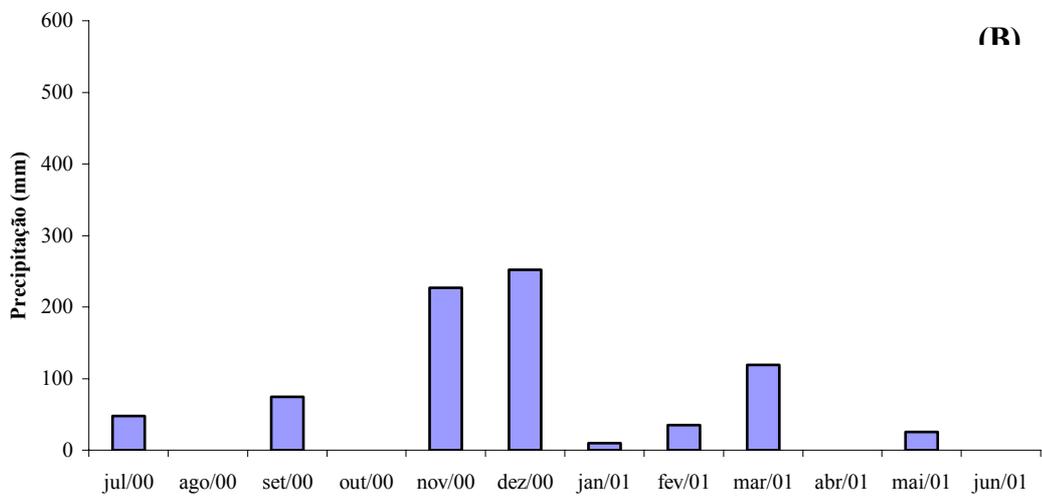
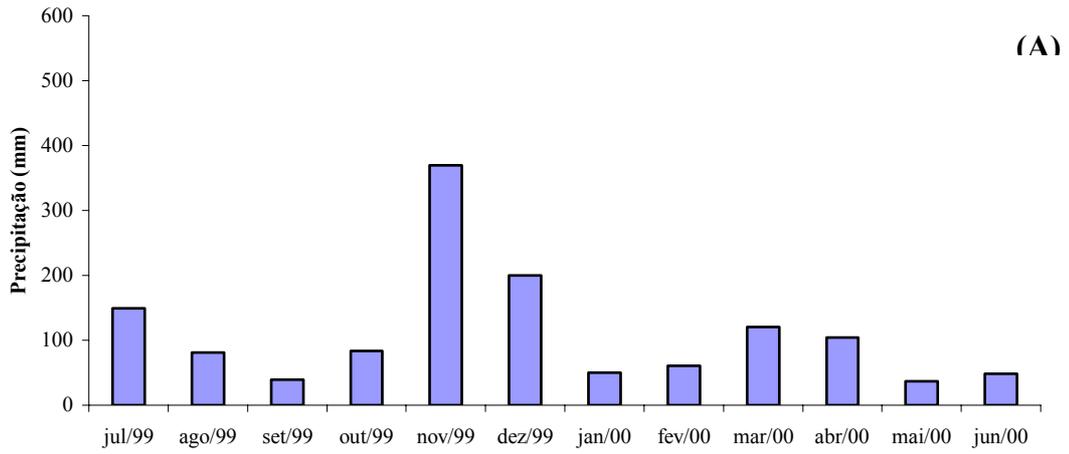


Figura 3 - Estimativa do teor de prolina foliar de cafeeiros avaliada nos anos de 1999-2000 (A), 2000-2001 (B) e 2001-2002 (C) em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista- BA, 2004.



4.4. Umidade do Solo

Em 1999-2000, na projeção da copa dos cafeeiros, na profundidade de 0-10 cm foi ajustado o modelo linear para US e D, não ocorrendo interação entre D e EP. O decréscimo da US foi observado nos cafeeiros mais distantes do renque de grevéleas (Figura 5A). Entretanto, nos períodos de 2000-2001 e 2001-2002, não foram ajustados modelos significativos para a US na profundidade de 0-10 cm na projeção da copa (Figuras 5B e 5C). Resultados semelhantes foram observados por Matsumoto et al. (2003) no município de Barra do Choça, BA.

Para as avaliações da US nas entrelinhas dos cafeeiros foi ajustado modelo quadrático para o período 1999-2000 e modelo linear decrescente para o período de 2001-2002, entretanto, não houve interação entre D e EP (Figuras 5A e 5C). No período de 2000-2001, houve interação entre D e EP (Figura 5B), sendo ajustados modelos lineares decrescentes para os meses de julho, setembro, março e maio. A partir da análise pluviométrica dos três anos avaliados, foi observada distinção do período de 2000-2001 em relação aos demais, devido à acentuada redução e irregularidade do regime de chuvas (Figura 4). Essa condição hídrica permitiu a diferenciação no posicionamento dos modelos lineares, sendo observados maiores níveis de US nos meses de julho e setembro, em relação aos meses de março e maio. No mês de maio valores inferiores a US do ponto de murcha permanente foram observados, entretanto, não ocorreu a morte das plantas devido, provavelmente, à capacidade de absorção de água pelas raízes em camadas mais profundas do solo, não avaliadas no presente estudo. Valores superiores a US determinada para capacidade de campo foram verificados em distâncias até 5,51m e 4,01m do renque de grevéleas, para os meses de julho e setembro, respectivamente. No mês de setembro, foi verificada maior declinação do modelo linear, indicando maior decréscimo de US em relação a D, nas entrelinhas dos cafeeiros, na profundidade de 0-10 cm (Figura 5B). Neves (2001) observou maior US nas entrelinhas dos cafeeiros, na profundidade de 0-10 cm em cafezais associados com árvores, no período seco, comparativamente a cafeeiros mantidos a pleno sol.

Nos três períodos avaliados, não foi encontrado nenhum modelo para US e D, na projeção da copa, à profundidade de 10-20 cm. Nas entrelinhas dos cafeeiros, nos três períodos avaliados, o valor máximo de US na profundidade de 10-20 cm foi de 23,796% e o valor mínimo foi 15,4306 %, com maior concentração de valores próximos a US da capacidade de campo (Figura 6). Somente para o mês de maio, em distâncias

superiores a 11,19 m foram verificados valores inferiores ao ponto de murcha permanente (Figura 6B). Decréscimos de US em relação à D foram verificados a partir de modelos lineares, na profundidade de 10-20cm, nas entrelinhas de cafeeiros (Figura 6). Em 1999-2000 e 2001-2002, não houve interação entre D e EP (Figuras 6A e 6C).

Interações entre D e EP não foram observadas nos três períodos em estudo, quando a US na projeção da copa foi avaliada na profundidade de 20-30 cm (Figura 7). Nos períodos de 1999-2000 e 2001-2002, na projeção da copa, na profundidade de 20-30 cm, foi ajustado o modelo linear para US e D (Figuras 7A e 7C). Acréscimos de valores em D foram relacionados a elevações de US, porém, pequenas variações entre 0 e 12 m de distância entre grevêas e cafeeiros foram observadas (Figura 7A e 7C). O modelo quadrático foi ajustado para o período de 2000-2001, não sendo observadas variações marcantes para as distâncias (Figura 7B).

Em 2001-2002, foram observados decréscimos de US, na profundidade de 20-30 cm, nas entrelinhas dos cafeeiros, ajustados segundo o modelo linear, não havendo interações entre D e EP (Figura 8C). Nos períodos de 1999-2000 e 2000-2001, interações entre D e EP foram verificadas (Figuras 8A e 8B). Para 1999-2000, foi verificado o modelo quadrático nos meses de setembro, novembro e maio e para o mês de julho, o modelo ajustado foi o linear, não sendo observadas diferenças marcantes de US entre D avaliadas. O maior índice pluviométrico mensal observado em novembro foi um fator determinante para elevação de US nesse mês em relação aos demais. A uniformidade de distribuição pluviométrica observada no período de 1999-2000 contribuiu para a similaridade de valores observados em julho, setembro e maio (Figuras 4 e 8 A). Nos períodos de 1999-2000 e 2000-2001 foram discriminados valores mínimos de US 19,7914% e 17,8394%, respectivamente, na profundidade de 20-30 cm. Ambos os valores foram superiores a US determinada no ponto de murcha permanente e, portanto, nesse período as condições hídricas do solo foram favoráveis em todas as distâncias avaliadas (Figuras 8A e 8B). Para US, na profundidade de 20-30 cm, nas entrelinhas dos cafeeiros, nos meses julho, setembro, novembro e março de 2000-2001, foi ajustado o modelo linear, com decréscimos da US em relação à D (Figura 8B).

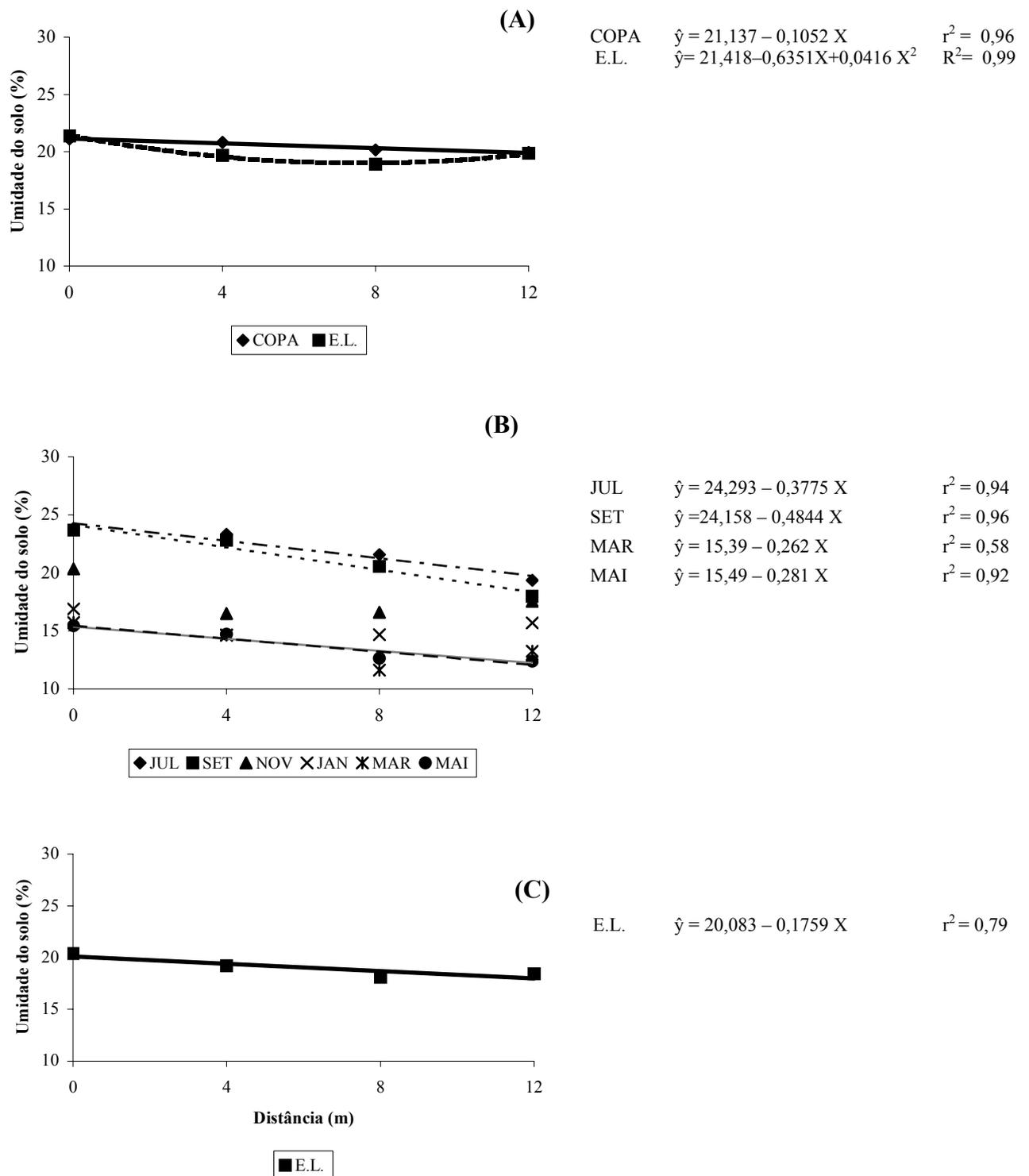


Figura 5 - Estimativa da umidade do solo na profundidade de 0-10 cm na projeção da copa e nas entrelinhas do cafeeiro, avaliada nos anos de 1999-2000 (A), 2000-2001 (B) e 2001-2002 (C) em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista - BA, 2004.

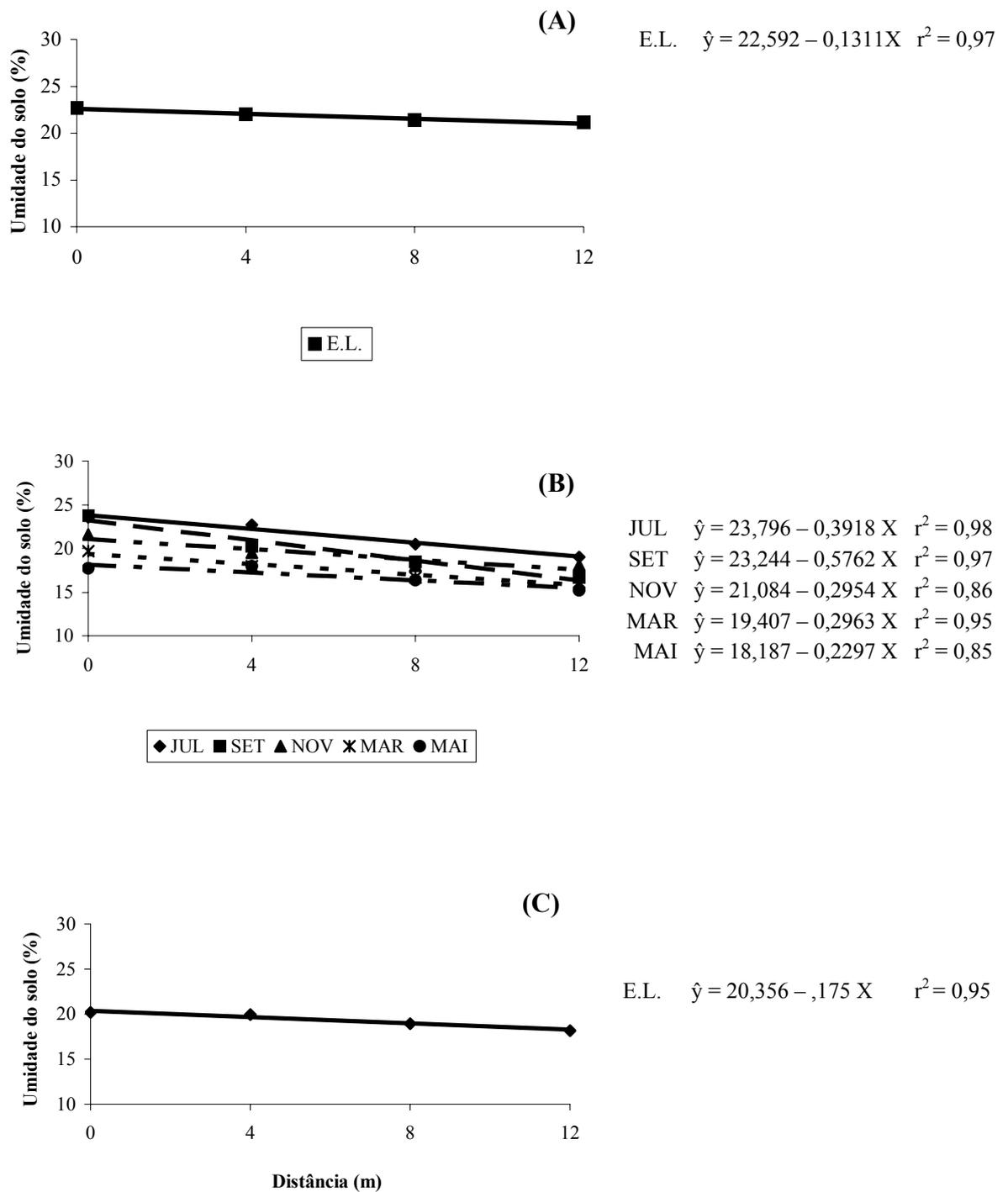


Figura 6 - Estimativa da umidade do solo na profundidade de 10-20 cm nas entrelinhas do cafeeiro, avaliada nos anos de 1999-2000 (A), 2000-2001 (B) e 2001-2002 (C) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista - BA, 2004.

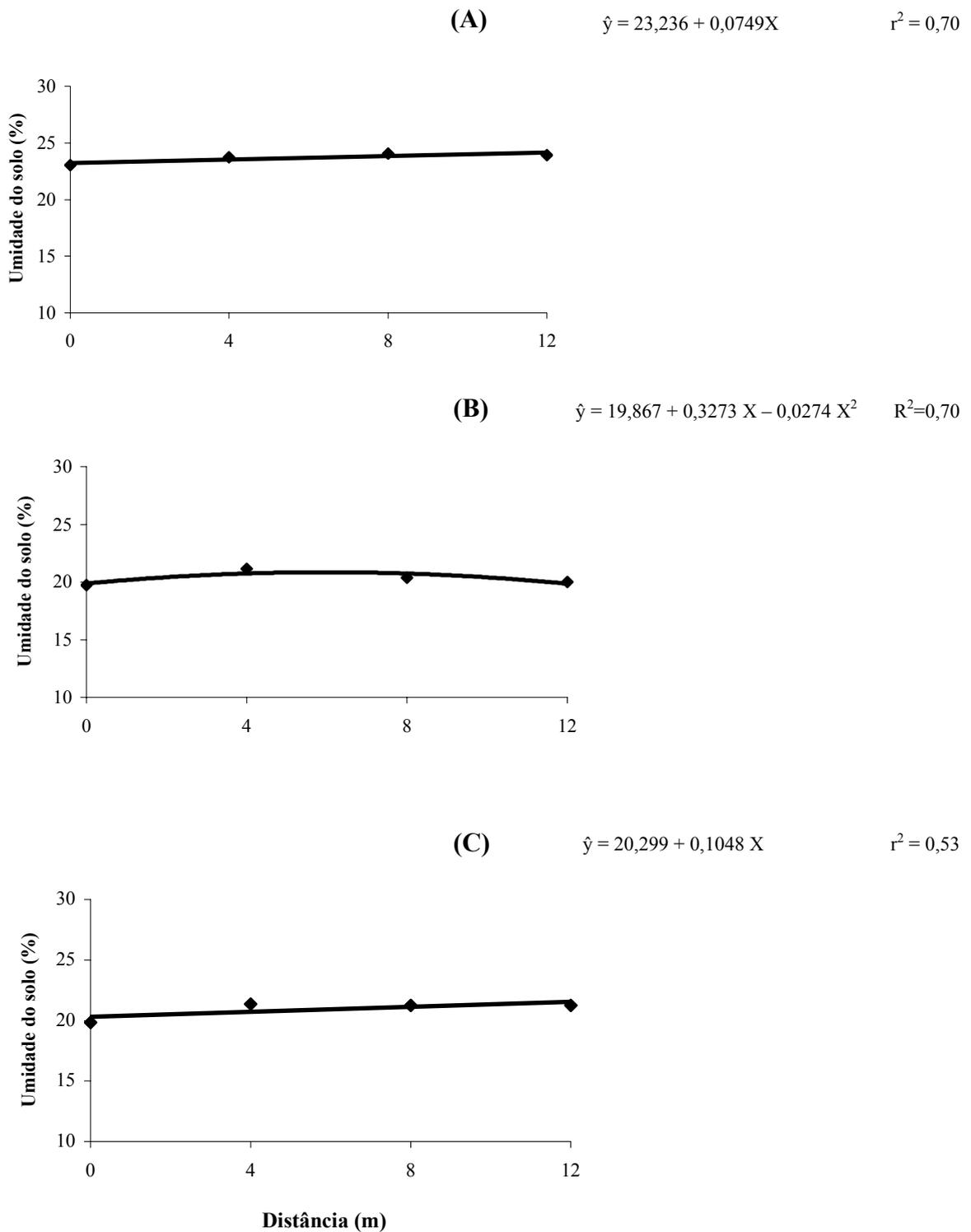


Figura 7 - Estimativa da umidade do solo na profundidade de 20-30 cm na projeção da copa, avaliada nos anos de 1999-2000 (A), 2000-2001 (B) e 2001-2002 (C) em função da distância de renques de grevêla. Vitória da Conquista - BA, 2004.

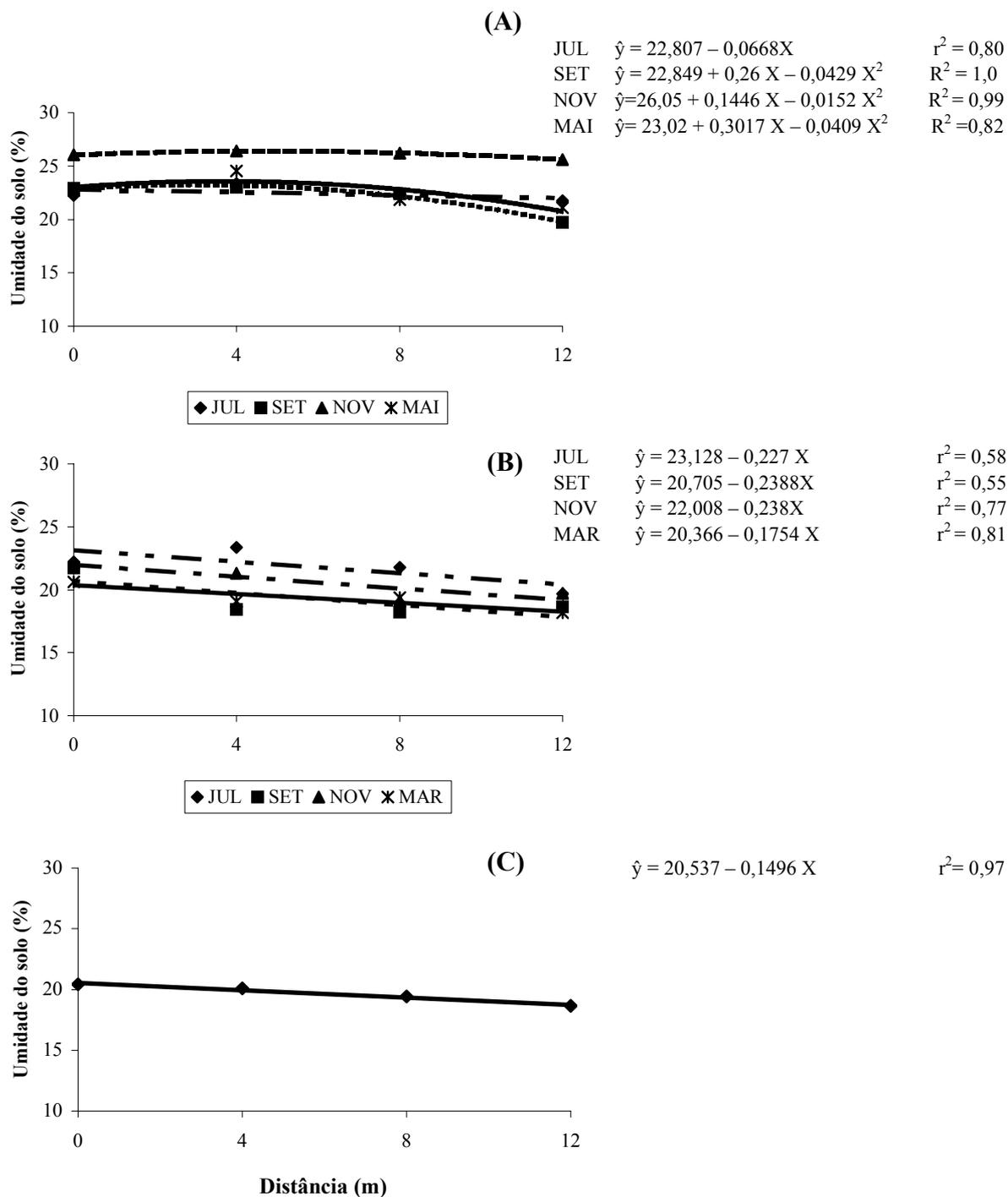


Figura 8 - Estimativa da umidade do solo na profundidade de 20-30 cm nas entrelinhas do cafeeiro, avaliada nos anos de 1999-2000 (A), 2000-2001 (B) e 2001-2002 (C) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista, 2004.

APÊNDICE

ANEXO A – Tabelas do resumo das Análises de Variância e da Análise de Variância da regressão, no período de 1999-2000.

Tabela 1A. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação das características área foliar específica (AFE), teor relativo de água (TRA) e prolina (PRO) avaliados em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		AFE	TRA	PRO
Blocos	5	765,3490	115,9356	13,3743*
Distâncias (D)	3	3760,2132**	169,0156	115,7313**
Resíduo (a)	15	365,7771	93,9487	4,0403
Épocas (EP)	4	21246,2863**	3234,0834**	126,0601**
D x EP	12	340,5168	75,6002	8,0397
Resíduo (b)	80	290,9885	136,6723	4,7427
C.V.%(a) parcelas		13,86	12,45	23,29
C.V.%(b) subparcelas		12,36	15,01	25,23

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2A. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação para característica umidade do solo nas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm), na projeção da copa e na rua dos cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM					
		COPA			RUA		
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
Blocos	5	22,0232**	14,9210*	7,9687	25,2147**	11,0788	7,4379
Distâncias (D)	3	9,1761	4,3843	6,3647	32,7748**	14,2008*	36,046 2**
Resíduo (a)	15	3,2778	3,6668	4,7284	5,4082	4,1749	4,3814
Épocas (EP)	4	151,9742**	40,8064**	57,6114**	188,1275**	80,0272**	73,0141**
D x EP	12	5,4894	2,6641	5,4709	5,7524	3,5577	6,2623*
Resíduo (b)	80	7,3437	5,6676	4,3471	7,5224	3,4871	2,7735
C.V.%(a) parcelas		8,83	8,42	9,18	11,66	9,37	9,11
C.V.%(b) subparcelas		13,22	10,47	8,80	13,76	8,56	7,25

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3A. Desdobramento da Interação distância (D) x épocas (EP) para característica umidade do solo na profundidade 20-30cm na rua dos cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
Distâncias / Época 1	3	14,3787**
Distâncias / Época 2	3	0,7048
Distâncias / Época 3	3	30,0164**
Distâncias / Época 4	3	13,2051**
Distâncias / Época 5	3	15,2725**
Épocas / Distância 1	4	13,7570**
Épocas / Distância 2	4	28,7881**
Épocas / Distância 3	4	33,9833**
Épocas / Distância 4	4	2,7903

** Significativo, a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4A. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica área foliar específica (AFE), teor relativo de água (TRA) e prolina (PRO) avaliados em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		AFE	TRA	PRO
Distâncias	3	3760,2132**	169,0156	115,7313**
Linear	1	10160,9100**	364,6533	312,1430**
Quadrático	1	514,9210	82,1945	6,2028
Cúbico	1	604,8102	60,2010	28,8478*
Resíduo (a) parcelas	15	365,7771	93,9487	4,0403

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 5A. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade (0-10 e 10-20 cm) na projeção da copa (USC) e na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM			
		0-10 cm		10-20 cm	
		USC	USR	USC	USR
Distâncias	3	9,1761	32,7748**	4,3843	14,2008*
Linear	1	26,5479*	44,0249*	0,2960	41,2154**
Quadrático	1	0,0624	53,2578**	12,7127	1,1348
Cúbico	1	0,9181	1,0418	0,1443	0,2521
Resíduo (a) parcelas	15	3,2778	5,4082	3,6668	4,1749

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6A. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 20-30 cm na projeção da copa dos cafeeiros (USC) em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		USC
Distâncias	3	6,3647
Linear	1	26,5479*
Quadrático	1	0,0624
Cúbico	1	0,9181
Resíduo (a) parcelas	15	4,7284

* Significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 7A. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para característica umidade do solo, na profundidade 20-30 cm na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias / Época 1	1	56,4588**	2,9732	10,7905
Distâncias / Época 2	1	0,5721	17,0096*	0,0526
Distâncias / Época 3	1	13,0457*	19,0040*	11,7572
Distâncias / Época 4	1	7,1012	2,2307	0,2320
Distâncias / Época 5	1	0,0839	21,3156*	4,7262
Resíduo (médio)	84	3,0951		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

ANEXO B - Tabelas do resumo das Análises de Variância e da Análise de Variância da regressão, no período de 2000 - 2001.

Tabela 1B. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação das características área foliar específica (AFE), teor relativo de água (TRA) e prolina (PRO) avaliados em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		AFE	TRA	PRO
Blocos	5	1502,9095	23,9782	2,2596
Distâncias (D)	3	9385,2099**	51,7505*	83,5422**
Resíduo (a)	15	896,6247	11,3956	3,2720
Épocas (EP)	4	10043,7813**	911,3260**	498,7439**
D x EP	15	776,4848	54,6135*	7,8017**
Resíduo (b)	100	549,4911	26,7157	1,5568
C.V. %(a) parcelas		20,97	3,91	26,95
C.V.%(b) subparcelas		16,42	5,99	18,59

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2B. Desdobramento da Interação distância (D) x épocas (EP) para características teor relativo de água (TRA) e prolina (PRO) em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM	
		TRA	PRO
Distâncias / Época 1	3	68,9386*	78,8551**
Distâncias / Época 2	3	34,8512	3,5200
Distâncias / Época 3	3	6,5658	22,0628**
Distâncias / Época 4	3	25,8135	8,4850**
Distâncias / Época 5	3	139,9792**	4,6174
Distâncias / Época 6	3	48,6695	5,0104*
Épocas / Distância 1	5	173,6572**	85,8978**
Épocas / Distância 2	5	201,5426**	79,6768**
Épocas / Distância 3	5	490,2694**	147,9257**
Épocas / Distância 4	5	209,6972**	208,6486**

e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3B. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação para característica umidade do solo nas profundidades (0-10, 10-20 e 20-30 cm), na projeção da copa e na rua dos cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM					
		COPA			RUA		
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
Blocos	5	41,5047**	41,1107**	49,9454**	13,5001	14,0640*	18,3867**
Distâncias (D)	3	2,5478	5,8576	13,2407*	83,5766**	93,8330**	32,3736**
Resíduo (a)	15	4,9464	2,8739	3,6656	7,9350	3,5404	3,8747
Épocas (EP)	5	281,7615**	98,4551**	60,9310**	315,9136**	73,5553**	44,5309**
D x EP	15	3,3289	2,5401	4,4285	7,7974**	5,8503*	4,7375*
Resíduo (b)	100	3,1403	3,9043	2,8925	3,4373	2,6354	2,6312
C.V. % (a) parcelas		11,63	8,42	9,43	16,23	10,04	10,04
C.V.% (b) subparcelas		9,27	9,82	8,38	10,68	8,66	8,27

e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4B. Desdobramento da Interação distância (D) x épocas (EP) para característica umidade do solo nas profundidades (0-10 , 10-20 e 20-30 cm) na rua dos cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
Distâncias / Época 1	3	24,3435**	25,1700**	14,1509**
Distâncias / Época 2	3	39,0630**	54,8693**	16,6087**
Distâncias / Época 3	3	19,4900**	16,2947**	11,7380**
Distâncias / Época 4	3	6,9260	2,0451	2,0002
Distâncias / Época 5	3	18,9477**	14,7394**	6,0765
Distâncias / Época 6	3	13,7935*	9,9662*	5,4867
Épocas / Distância 1	5	88,7646**	41,3391**	15,5048**
Épocas / Distância 2	5	104,0449**	23,4258**	23,5432**
Épocas / Distância 3	5	100,5853**	14,7454**	11,7039**
Épocas / Distância 4	5	45,9111**	11,5960**	7,9915*

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F

Tabela 5B. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica área foliar específica (AFE) avaliado em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		AFE
Distâncias	3	9385,2099**
Linear	1	25299,3200**
Quadrático	1	335,5768
Cúbico	1	2520,7310
Resíduo (a) parcelas	15	896,6247

** Significativo, 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6B. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para características teor relativo de água (TRA) avaliado em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias/ Época 1	1	77,6284	69,0339	60,1535
Distâncias /Época 2	1	0,2801	89,0363	15,2376
Distâncias /Época 3	1	12,0023	5,0111	2,6841
Distâncias /Época 4	1	23,1789	39,5292	14,7325
Distâncias /Época 5	1	149,8840*	178,5213**	91,5337
Distâncias /Época 6	1	2,7874	63,0531	80,1672
Resíduo (médio)	112	24,1623		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 7B. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para característica prolina (PRO) avaliado em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias /Época 1	1	211,2434**	12,9550**	12,3668*
Distâncias /Época 2	1	9,0173*	0,1060	1,4367
Distâncias /Época 3	1	57,7273**	0,3812	8,0801*
Distâncias /Época 4	1	24,6983**	0,3663	0,3899
Distâncias /Época 5	1	11,6091*	1,1492	1,0936
Distâncias /Época 6	1	12,5463*	0,0008	2,4842
Resíduo (médio)	92	1,8427		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 8B. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 0-10 cm na projeção da copa dos cafeeiros (USC) em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		USC
Distâncias	3	2,5478
Linear	1	7,1133
Quadrático	1	0,2734
Cúbico	1	0,2568
Resíduo (a) parcelas	15	4,9464

Tabela 9B. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para característica umidade do solo, na profundidade 0-10 cm na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias /Época 1	1	68,4125**	4,4008	0,2173
Distâncias /Época 2	1	112,6083**	4,2673	0,3136
Distâncias /Época 3	1	21,0432*	34,4851**	2,9382
Distâncias/Época 4	1	3,9414	16,3366	0,4998
Distâncias /Época 5	1	32,9508**	11,1542	12,7380
Distâncias /Época 6	1	37,8997**	0,3434	3,1375
Resíduo (médio)	88	4,1869		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 10B. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade (10-20 e 20-30 cm) na projeção da copa dos cafeeiros (USC) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM	
		10-20	20-30
		USC	USC
Distâncias	3	5,8576	13,2407*
Linear	1	1,6086	0,0065
Quadrático	1	9,6295	27,6779*
Cúbico	1	6,3348	12,0377
Resíduo (a) parcelas	15	2,8739	3,6656

Tabela 11B. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para característica umidade do solo, na profundidade 10-20 cm na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias /Época 1	1	73,6726**	0,6150	1,2224
Distâncias /Época 2	1	159,3809**	4,4692	0,7578
Distâncias /Época 3	1	41,8847**	6,7230	0,2765
Distâncias /Época 4	1	1,9998	3,5260	0,6094
Distâncias /Época 5	1	42,1371**	2,0470	0,0343
Distâncias /Época 6	1	25,3304**	2,9916	1,5767
Resíduo (médio)	108	2,7862		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 12B. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para característica umidade do solo, na profundidade 20-30 cm na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias /Época 1	1	24,7383**	16,2167*	1,4978
Distâncias /Época 2	1	27,3613**	20,7100**	1,7548
Distâncias /Época 3	1	27,1796**	2,9389	5,0956
Distâncias /Época 4	1	3,1252	2,8706	0,0048
Distâncias /Época 5	1	14,7714*	0,1837	3,2744
Distâncias /Época 6	1	9,2439	7,0491	0,1671
Resíduo (médio)	106	2,8385		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

ANEXO C - Tabelas do resumo das Análises de Variância e da Análise de Variância da regressão, no período de 2001 - 2002.

Tabela 1C. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação das características área foliar específica (AFE), teor relativo de água (TRA) e prolina (PRO) avaliados em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		AFE	TRA	PRO
Blocos	5	2043,6983	121,7870	8,8985
Distâncias (D)	3	6864,2281**	7,3852	45,0139**
Resíduo (a)	15	724,6393	43,9342	3,6476
Épocas (EP)	5	5722,9779**	848,4005**	82,7953**
D x EP	15	814,7483	34,7830	13,3957**
Resíduo (b)	100	525,4228	33,1484	4,7133
C.V. % (a) parcelas		19,15	8,81	23,72
C.V. % (b) subparcelas		16,31	7,65	26,96

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2C. Desdobramento da Interação distância (D) x épocas (EP) para característica prolina (PRO), em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
Distâncias / Época 1	3	72,4564**
Distâncias / Época 2	3	9,2781
Distâncias / Época 3	3	1,6585
Distâncias / Época 4	3	6,8714
Distâncias / Época 5	3	19,2413**
Distâncias / Época 6	3	2,4865
Épocas / Distância 1	5	13,2203*
Épocas / Distância 2	5	16,2522**
Épocas / Distância 3	5	36,8040**
Épocas / Distância 4	5	56,7059**

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3C. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação para característica umidade do solo nas profundidades (0-10 e 20-30cm), na projeção da copa dos cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM	
		0-10 cm	20-30 cm
Blocos	5	31,4952**	13,3227
Distâncias (D)	3	1,0087	16,4811*
Resíduo (a)	15	3,5031	4,8897
Épocas (EP)	4	159,8613**	35,7671**
D x EP	12	3,3827	8,1390
Resíduo (b)	80	4,8317	5,5129
C.V. % (a) parcela		9,45	10,57
C.V. % (b) subparcela		11,10	11,22

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4C. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação para característica umidade do solo na profundidade 10 – 20 cm, na projeção da copa dos cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		10-20 cm
Blocos	4	26,2371*
Distâncias (D)	3	6,5273
Resíduo (a)	12	5,9096
Épocas (EP)	4	44,7124**
D x EP	12	6,9860
Resíduo (b)	64	6,4724
C.V. % (a) parcelas		11,97
C.V.% (b) subparcelas		12,53

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 5C. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação para característica umidade do solo nas profundidades (0-10 e 10-20cm), na rua dos cafeeiros em função da distância de renques de grevilea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM	
		0-10 cm	10-20 cm
Blocos	5	35,1453**	21,8172*
Distâncias (D)	3	31,3022**	25,7185*
Resíduo (a)	15	2,1640	5,5038
Épocas (EP)	4	220,7669**	38,9630**
D x EP	12	4,5037	4,0670
Resíduo (b)	80	5,5933	4,2646
C.V. % (a) parcelas		7,73	12,15
C.V.% (b) subparcelas		12,43	10,70

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6C. Resumo da Análise de Variância e Coeficientes de Variação para característica umidade do solo na profundidade 20 – 30 cm, na rua dos cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		20-30 cm
Blocos	4	12,8539**
Distâncias (D)	3	15,3931**
Resíduo (a)	12	2,1830
Épocas (EP)	4	2,0257
D x EP	12	3,9333
Resíduo (b)	64	2,8187
C.V. % (a) parcelas		7,52
C.V.% (b) subparcelas		8,55

** Significativo, 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 7C. Resumo da Análise de Variância da regressão para características área foliar específica (AFE) e teor relativo de água (TRA) avaliados em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM	
		AFE	TRA
Distâncias	3	6864,2281**	7,3852
Linear	1	17976,2600**	15,5321
Quadrático	1	1878,0520	4,4749
Cúbico	1	738,3666	2,1489
Resíduo (a) parcelas	15	724,6393	43,9342

** Significativo, a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 8C. Desdobramento da Interação distâncias (D) x épocas (EP) para característica prolina (PRO) avaliado em folhas de cafeeiros em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM		
		Linear	Quadrático	Cúbico
Distâncias /Época 1	1	191,8130**	11,4989	14,0581
Distâncias /Época 2	1	24,3901*	0,4988	2,9453
Distâncias /Época 3	1	0,0665	4,8914	0,0177
Distâncias /Época 4	1	14,1919	6,3817	0,0408
Distâncias /Época 5	1	45,0207**	5,4048	7,2980
Distâncias /Época 6	1	3,2095	0,0047	4,2453
Resíduo (médio)	114	4,5357		

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 9C. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 0-10 cm na projeção da copa (USC) e na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM	
		USC	USR
Distâncias	3	1,0087	31,3022**
Linear	1	0,5150	74,4624**
Quadrático	1	0,2860	17,1183*
Cúbico	1	0,5721	2,8865
Resíduo (a) parcelas	15	3,5031	2,1640

* e ** Significativo, a 5 e a 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 10C. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 10-20 cm na projeção da copa (USC) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		USC
Distâncias	3	6,5273
Linear	1	12,5497
Quadrático	1	3,4381
Cúbico	1	3,5939
Resíduo (a) parcelas	12	5,9096

Tabela 11C. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 10-20 cm na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		USR
Distâncias	3	25,7185*
Linear	1	73,4951**
Quadrático	1	2,2429
Cúbico	1	1,4176
Resíduo (a) parcelas	15	5,5038

* e ** Significativo, a 5 e a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 12C. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 20-30 cm, na projeção da copa (USC) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		USC
Distâncias	3	16,4811*
Linear	1	26,3613*
Quadrático	1	18,1452
Cúbico	1	4,9368
Resíduo (a) parcelas	15	4,8897

* Significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 13C. Resumo da Análise de Variância da regressão para característica umidade do solo, na profundidade 20-30 cm, na projeção da copa (USC) e na rua dos cafeeiros (USR) em função da distância de renques de grevêlea. Vitória da Conquista – BA, 2004.

F.V.	gl	QM
		USR
Distâncias	3	15,3931**
Linear	1	44,7310**
Quadrático	1	1,3402
Cúbico	1	0,1080
Resíduo (a) parcelas	12	2,1830

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.