

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

**ASSOCIAÇÃO DE CAFEIROS COM RENQUES DE GREVÍLEAS
E SUAS REAÇÕES COM O AMBIENTE**

CARLOS HENRIQUES FARIAS AMORIM

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA
FEVEREIRO, 2004

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

**ASSOCIAÇÃO DE CAFEIROS COM ÁRVORES DE GREVÍLEAS
DISPOSTAS EM RENQUES NO MUNICÍPIO DE BARRA DO
CHOÇA – BA.**

CARLOS HENRIQUES FARIAS AMORIM

Orientadora: Prof^a. Sylvana Naomi Matsumoto

Co-orientador: Prof^o. 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

FEVEREIRO, 2004

A primeira turma do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia,
da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB,

Adriana Dias Cardoso

Augusto Jorge Cavalcanti Costa

Carlos Alberto Souza Torres

Carlos Henriques Farias Amorim

Gilsandra de Oliveira Faria

Herymá Giovane de Oliveira Silva

José Carlson Gusmão da Silva

Lázaro Gonçalves Siqueira

Maria do Socorro Mercês Alves Aguiar

Maria Laura Souza Silva

Nelson dos Santos Cardoso Júnior

Nilma Oliveira Dias

homenageia como NOME DA TURMA o

PROF. ANSELMO ELOY SILVEIRA VIANA

Saudade é a vontade que volte
Alguma coisa já passada
Uma vida, a hora, o tempo;
Delírio amargoso da vida
Atalaia do amor com arminho
Deleite de paz e carinho
Extrema vibração sentida

Dorival Leite

Ao meu Pai Dorival de Amorim Leite (*in memoriam*) pelo exemplo de Honestidade,
Dignidade e Humildade.

À minha mãe Melvina Brito, pela demonstração de Bondade, Devoção e Otimismo.

À minha companheira Rosana e aos meus filhos Ciro e Liz.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas vitórias realizadas.

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, pela oportunidade da realização do curso.

À professora Silvana Naomi Matsumoto, pela orientação, dedicação e consideração nesta jornada.

Ao professor Anselmo Eloy Viana, pela atenção e amizade.

Ao colega e amigo Nelson Cardoso Jr., pelo companheirismo.

Aos colegas do Laboratório de Solos, Célia, Edmundo e Ludmila.

Ao proprietário do imóvel Antonio Carlos Brito, pelo apoio.

Aos professores Anacleto Ranulfo dos Santos e Otoniel Magalhães Morais, pela colaboração.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Localização e caracterização da área	11
3.2. Avaliações referentes a serrapilheira, ambiente e planta	17
3.2.1. Serrapilheira e nutrientes	17
3.2.2. Umidade do solo	18
3.2.3. Avaliação da fertilidade do solo	18
3.2.4. Avaliação nutricional foliar	19
3.2.5. Radiação fotossinteticamente ativa	20
3.2.6. Área foliar, massa seca e valor SPAD dos cafeeiros	20
3.3. Análise estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Serrapilheira e teores de nutrientes	22

4.2. Umidade do solo	27
4.3. Fertilidade do solo	35
4.4. Nutrientes foliares	38
4.5. Área foliar, massa seca e valor SPAD dos cafeeiros	48
5. CONCLUSÕES	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

RESUMO

AMORIM, C. H. F. **Associação de Cafeeiros com Renques de Grevíleas e suas Relações com o Ambiente**. Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. 65 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Este trabalho foi conduzido em uma propriedade localizada no município de Barra do Choça-Ba., com o propósito de avaliar comparativamente três sistemas arborizados durante o ciclo da cultura do café (floração, frutificação, maturação e colheita). Os cafeeiros foram associados com árvores de grevíleas plantadas em renques espaçados com 28, 36 e 56 metros, denominados de sistema arborizado 01, 02 e 03, respectivamente. Foram designados três tratamentos para cada sistema: tratamento R01 e R02, referentes a cafeeiros sob a copa de dois renques consecutivos e tratamento ER, correspondente a área da linha central entre os renques de grevíleas. No sistema 01, foram observados o maior acúmulo e os maiores teores de nutrientes na serrapilheira. Nos três sistemas, os tratamentos ER apresentaram menores porcentagens de umidade em todas as fases da cultura, no veranico (abril/04) e na estiagem (dezembro/04). A redução do teor de água no solo de amostras coletadas durante o veranico, em abril/04, referentes às amostras da projeção da copa e rua do café dos três sistemas foi de 36,5% e 34,3%, em relação aos valores determinados na fase de frutificação. Foram encontrados elevados teores de nutrientes em todos os sistemas indicando boas condições de fertilidade do solo. Por meio da diagnose foliar foi verificado equilíbrio nutricional dos cafeeiros, com exceção do potássio e manganês, cujos valores foram ligeiramente abaixo dos teores adequados propostos por Malavolta *et al.* (1993); Raij *et al.* (1996) e Martinez *et al.* (1999). Maiores valores para área foliar e peso seco foram observados na maturação e os menores na fase da floração. Os tratamentos ER dos três sistemas apresentaram valores inferiores de área foliar, peso seco e clorofila, ocasionados pela elevada radiação fotossinteticamente ativa. Verificou-se comportamento semelhante na comparação das médias dos três sistemas arborizado

* Orientadora: Sylvana Naomi Matsumoto, D.Sc., UESB e Co-orientador: Anselmo Eloy Silveira Viana, D.Sc., UESB.

referentes à área foliar, peso seco, clorofila, irradiação sobre a copa das grevileas e irradiação sobre a copa das plantas de café.

Palavras-chave: café, grevilea, arborização, sistema agroflorestal

ABSTRACT

AMORIM, C. H. F. **The association of coffee plants planted between rows of *Grevilleas* and their relationship with the environment.** Vitória da Conquista-BA: UESB, 2004. 60 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia)*

This study was conducted on property located in the municipality of Barra do Choça, Bahia, Brazil, with the proposition of doing a comparative evaluation of three arbor systems during a complete cycle of coffee cultivation (flowering, fruiting, maturation and harvesting). The coffee plants were associated with *Grevillea* trees planted in rows, spaced at 28, 36 and 56 meters, and denominated as arbor systems 01, 02 and 03, respectively. Three treatments were designated for each system: treatments R01 and R02 refer to coffee plants under a canopy of two consecutive rows, and treatment ER corresponded to a central line area between the rows of *Grevilleas*. The greatest accumulation and the highest levels of nutrients in the ridge of humus were observed in system 01. Of the three systems, the ER treatments presented the lowest percentages of humidity during all phases of cultivation – during Indian summer (April 2004) and the dry season (December 2004). The reduction in the level of water in the soil in samples collected during Indian summer, in April 2004, referring to the samples from under the projection of the canopy and the coffee lanes of the three systems, and was 36.5% and

34.3%, respectively, in relation to the values determined during the fruiting phase. Elevated levels of nutrients were encountered in all systems, indicating good conditions of soil fertility. By means of a leaf diagnosis used to verify the nutritional equilibrium of the coffee plants, a good state of nutrition was verified, with the exception of potassium and manganese, whose values were found lying lower than the adequate levels proposed by Malavolta *et al.* (1993), Raj *et al.* (1996) and Martinez *et al.* (1999). Higher values for leaf area and dry matter weight were observed during maturation and lower values during the flowering phase. ER treatment of the three systems presented inferior values for leaf area, dry matter weight and chlorophyll, occasioned by elevated photosynthetically active irradiation. Similar behavior was verified when comparing the averages of the three arborized systems in relation to leaf area, dry matter weight and chlorophyll, irradiation under the *Grevillea* canopy, and irradiation under the coffee plant canopy.

KEY WORDS: coffee, *Grevillea*, arborization, agroflorestal system

*Adviser: Sylvana Naomi Matsumoto, *D.Sc.*, UESB and Co-adviser: Anselmo Eloy Silveira Viana, *D.Sc.*, UESB.

1. INTRODUÇÃO

A espécie do café (*Coffea arabica*, L.), pertencente à família Rubiácea, é originária de áreas florestais altas do Sul da Etiópia, em latitudes compreendidas entre 6º a 9º N (KRUG, 1959). O cultivo do café foi introduzido no Brasil em 1727 e atualmente assume papel de destaque na produção e exportação entre os países produtores de café.

No Brasil, aproximadamente dez milhões de pessoas se envolvem direta ou indireta com o café, desde a produção até a sua comercialização e industrialização. São pelo menos 1700 municípios cafeeiros, com 300 mil cafeicultores, 1300 indústrias de torrefação e moagem e 450 empresas de registro para a exportação (FREITAS, 2002).

Segundo Pedroso (2002), o comércio mundial de café gera recursos na ordem de 12 a 13 bilhões de dólares, anualmente, superado apenas pelo petróleo, em volume de recursos movimentado. No Brasil, a receita cambial gerada pela cafeicultura é de aproximadamente 2,5 bilhões de dólares por ano, envolvendo uma completa cadeia constituída de indústrias de insumos, produtores rurais, trabalhadores rurais, corretoras, cooperativas, associações de cafeicultores, indústrias de torrefação e moagem, varejistas e atacadistas, exportadores e consumidores finais.

A cafeicultura na Bahia foi implantada a partir do início da década de 70 e se intensificou no período seguinte, após a grande geada de 1975, que atingiu as lavouras cafeeiras no Sul do Brasil.

Atualmente, as principais regiões cafeeiras da Bahia com seus respectivos municípios produtores são: Região de Planalto (Vitória da Conquista, Barra do Choça, Planalto, Encruzilhada, Brejões, Morro do Chapéu, Bonito e Utinga, situados no sudoeste da Bahia); Região do Cerrado (Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e Cocos, situados no oeste da Bahia) e Região do Atlântico (Itamarajú, Itabela e Camacã, situados no Sul da Bahia) (Diagnóstico da Cafeicultura Baiana, 2000).

O Planalto de Conquista é um dos principais pólos cafeeiros do Estado da Bahia, contando com uma área cultivada de 35100 ha, com 1700 propriedades, ocupada por 63,2 milhões de cafeeiros. Em 1999, 1020000 sacas de café foram produzidas e cerca de 1400000 sacas de café foram beneficiadas no ano 2000. A principal espécie cultivada no Planalto é *Coffea arábica*, com 88% da variedade Catuaí. O clima é ameno, com temperatura média anual de 19° a 22° C e a altitude entre 700 e 1000 m. São áreas planas e onduladas, solos de baixa fertilidade, mecanizáveis, mas com boas características físicas. As chuvas de neblina concentram-se de março a agosto e no período de floração e frutificação, de outubro a janeiro, que há muitos anos são insuficientes, afetando assim a produtividade (Diagnóstico da Cafeicultura Baiana, 2000).

O cultivo do cafeeiro nesta região desenvolveu-se a pleno sol, o que expôs a cultura aos riscos climáticos, como picos de temperatura na estação de florescimento e ventos excessivos. Devido a tais características, a cafeicultura do Planalto de Conquista apresenta baixa produtividade e sustentabilidade. Sistemas de cultivo de cafeeiros sombreados podem contribuir para a manutenção dessas lavouras. (MATIELLO e ALMEIDA, 1991).

De acordo com Camargo (1985), o termo arborização é utilizado para indicar um sombreamento ralo que atinja apenas a terça até a sexta parte do terreno. Dessa forma, os cafeeiros receberão luz solar suficiente, as variações térmicas serão menores e os efeitos prejudiciais dos ventos dominantes serão reduzidos.

Para evitar a ação dos ventos frios e dominantes em cafezais situados em chapadas ou encostas elevadas e a ação dos ventos quentes e secos que poderiam intensificar o déficit de água nas plantas durante as estiagens, os cafeicultores começaram a introduzir grevíleas (*Grevillea robusta*) nas lavouras cafeeiras, seguindo recomendações do Instituto Brasileiro de Café (MATIELLO *et al*, 1979).

A experimentação sobre as espécies, as cultivares e os espaçamentos mais adequados para a arborização dos cafezais nas diferentes regiões está em fase inicial na Bahia. No entanto, é recomendado o emprego de quebra-ventos permanentes, pois são barreiras constituídas de renques de árvores ou arbustos dispostos em direção perpendicular aos ventos dominantes.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da arborização de renques de grevíleas, em cafezais, no município de Barra da Choça, Ba.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O cafeeiro é planta originária dos altiplanos da Etiópia, e cresce em ambiente de altitude e sombreamento típico de climas úmidos de floresta tropical. No Brasil, o manejo foi adaptado para produção ao pleno sol, com variedades mais vigorosas e produtivas e com melhor utilização dos insumos e tratos culturais. Porém, o sombreamento parcial em algumas regiões pode aumentar a diversificação e a produtividade da cultura.

De acordo com Fahl (2000), o cafeeiro pode ser classificado como espécie de sombra facultativa, ou seja, em regiões mais quentes, em altitude menor. A arborização é recomendada para reduzir variações bruscas de temperatura e diminuir o déficit de água.

A preocupação atual para os sistemas agrícolas é encontrar formas de uso e manejo mais eficientes dos recursos naturais, que sejam rentáveis e promovam a preservação do meio ambiente. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são alternativas de uso e manejo dos recursos naturais nos quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas em associação deliberado com culturas agrícolas e/ou animais na mesma área, de maneira simultânea ou em seqüência temporal, com interações ecológicas e/ou econômicas significativas entre os componentes (ICRAF, 1983, citado por APRÁ JUNIOR, 1996).

Segundo Santos *et al.* (2000), os SAFs caracterizam-se pela otimização no uso do solo, diversificação da propriedade, melhor aproveitamento de mão de obra e fixação do homem no campo. Os quebra-ventos de grevélias em cafezais são considerados SAFs, uma vez que aliam a cultura agrícola com espécies arbóreas, proporcionando todos os

benefícios esperados de um SAF. Tal sistema proporciona, ainda, a melhoria microclimática resultante do incremento da cobertura arbórea, especialmente em região desprovida de sua vegetação original.

Dessa forma, a associação de grevileas com café existente nas regiões cafeeiras podem ser considerados agroflorestais, uma vez que o sistema proporciona benefícios de ordem ecológica e econômica, com o uso mais eficiente dos recursos naturais e interação entre os componentes. Os SAFs são formas antigas de uso do solo, comumente praticado pelos agricultores de todas as partes do mundo. O objetivo principal dos SAFs é contribuir com a diversidade das espécies vegetais e a sustentabilidade por meio da ciclagem de nutrientes no solo (ALTIERE, 1984).

No SAF, o componente arbóreo possibilita a maior cobertura do solo, diminuindo o impacto da chuva sobre o solo, reduzindo as perdas por erosão hídrica e contribuindo com o maior acúmulo de material orgânico e ciclagem de nutrientes. Essa associação intercepta e aumenta a retenção e infiltração de água no solo, reduzindo as perdas por evaporação (FASBENDER, 1983). Os sistemas mantêm a temperatura mais constante evitando danos às folhas de café por excesso de calor (DANTAS *et al.*, 1988).

As características que uma árvore deve apresentar para sombrear o café são: adaptação às condições ecológicas da região; crescimento rápido; copa que permita filtração dos raios solares; sistema radicular profundo; não ser competitivo em água e nutrientes com cafeeiros; conservação das folhas no verão e resistência a podas rústicas. (FERNANDES, 1986, FELBER e FOLETTI, 1987).

Campanha (2001) avaliou sistemas de monocultivo (SOLT) e agroflorestal (SAF) de cafeeiros na zona da mata de Minas Gerais. Verificou que no SAF houve redução das seguintes características: temperaturas máximas do ar; o crescimento de ramos e emissão de folhas; a desfolha; o crescimento reprodutivo; a produção e a produtividade, e foram superiores: a área foliar; a incidência de doenças; a quantidade

de serrapilheiras; o teor de umidade na camada de 20-40 cm do solo e os valores de pH, Ca, K e %V, além dos cafeeiros florescerem mais cedo. O SOLT apresentou serrapilheira mais rica em nutrientes e, no solo, maiores teores de Al, valores m e CTC. O autor concluiu que as características do solo influenciaram o crescimento vegetativo e o estado nutricional do cafeeiro; o estado nutricional influenciou o crescimento vegetativo e reprodutivo do café, bem como sua produção.

A serrapilheira, resultado da deposição de material orgânico – folhas, frutos, sementes, resíduos animais (DIAS e OLIVEIRA FILHO, 1997) constitui um importante componente de um sistema agroflorestal na ciclagem de nutrientes, cobertura morta e manutenção da umidade do solo. A quantidade de nutrientes restituída a um ecossistema florestal varia com a espécie, idade e localidade (HAAG, 1985). No sistema agrícola convencional, os resíduos orgânicos são incorporados ao preparo do solo, mas, com a técnica do plantio direto, os resíduos são mantidos na superfície do solo contribuindo com a ciclagem dos nutrientes e à conservação do solo (LEANDRO *et al.*, 2000).

A Matéria Orgânica do Solo constitui um componente importante para a fertilidade do solo e exerce influência sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Apresenta grande superfície específica, que proporciona aos solos alta capacidade de retenção de cátions e dificulta a perda dos nutrientes por lixiviação. Trabalho realizado por Raij (1969) mostrou que a matéria orgânica teve a maior contribuição na capacidade de troca catiônica (CTC) para a camada superficial dos solos do Estado de São Paulo.

A partir da incorporação da matéria orgânica ao solo, ocorre elevação dos teores de carbono e nitrogênio, dois nutrientes essenciais que não existem no material de origem. Também o fósforo e o enxofre são encontrados em

importantes proporções. Além de ser fonte de nutrientes, confere ao solo arejamento, friabilidade e aumenta a retenção de água em solos (RAIJ, 1981).

Além da influência dos resíduos orgânicos sobre a temperatura e a umidade, estes protegem o solo da ação direta da chuva e da redução da infiltração de água. A intensidade da chuva parece ser a maior causa natural da erosão no Brasil, especialmente quando as gotas d'água encontram a superfície desprotegida. Em regiões onde os agentes climáticos atuam sobre a superfície dos solos, causando erosão, a cobertura do mesmo com plantas e a adição de resíduos vegetais constituem práticas conservacionistas na redução da intensidade destes agentes (MIELNICZUK, 1988).

A quantidade de água existente em um solo encharcado, depois de uma chuva forte ou uma irrigação forte e, em seguida, drenado (um a quatro dias), em condições de campo sem vegetação e evaporação é denominada de capacidade de campo (BOYER, 1985). Em geral, a drenagem é rápida para solos arenosos e lenta para os solos argilosos. À medida que ocorre a absorção da água capilar pelas plantas e a perda por evaporação através da temperatura elevada e ventos, o solo seca e as plantas perdem a turgidez devido ao solo atingir o limite inferior de umidade denominado Ponto de Murcha Permanente (PMP), (BRADY, 1989).

Os resíduos vegetais, ao se acumularem no solo sofrem o processo de mineralização, que corresponde à decomposição da matéria orgânica e os compostos resultantes são assimilados pelas plantas ou contribuem para aumentar o nível de fertilidade da superfície do solo (TOLEDO e SERRÃO, 1982, citados por TEIXEIRA *et al.*, 2001).

A utilização da técnica da coleta do solo é a prática mais eficaz para avaliar a sua fertilidade, pois possibilita a identificação dos fatores desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal, como a acidez do solo, presença de elementos tóxicos e deficiência de nutrientes. O pH do solo influencia a disponibilidade dos nutrientes e dificulta a assimilação pelas plantas. Com o aumento da acidez verifica-se a redução da maioria dos nutrientes essenciais e aumenta a disponibilidade dos elementos tóxicos, alumínio e manganês (ALCARDE e LOPES, 1988).

Acidez e baixa fertilidade do solo são fatores que simultaneamente afetam a grande maioria dos solos brasileiros, constituindo a causa mais comum da baixa produtividade dos sistemas de produção (GOEDERT e LOBATO 1988).

A análise química vegetal é um dos métodos utilizados para avaliar o estado nutricional das plantas. Alguns objetivos descritos por Bataglia e Duchon (1986) são as simples diagnoses de deficiência, toxidade ou desequilíbrio nutricional, correção de deficiência nas plantas, manutenção da fertilidade do solo, recomendações de fertilizantes e meio de previsão de safras.

O desequilíbrio nutricional das plantas é corrigido com a aplicação de fertilizantes e corretivos de solo. Miyazava *et al.* (1989), afirmam que a análise química da planta é utilizada para avaliar a qualidade dos alimentos e indica o manejo do solo

por rotação de culturas, adubação verde e cobertura morta solo para solucionar os problemas nutricionais das plantas cultivadas.

Na região de Barra da Choça, a grevílea foi introduzida nas lavouras cafeeiras situadas em chapadas ou encostas, com o objetivo de atenuar incidência dos ventos frios e dominantes, sob forma de barreira constituída de renques de árvores (Cultura do Café no Brasil, 1979).

A grevílea apresenta baixo nível de concorrência com as raízes do cafeeiro, por possuir um sistema radicular pivotante e bastante profundo, além de formato de copa que permite incidência luminosa adequada. Segundo Kalinganire (1985), a grevílea possui diversas vantagens na arborização, podendo ser usada como quebra ventos, produção de madeira, lenha e como planta ornamental.

Dantas *et al.* (1988), observaram três diferentes espaçamentos de plantio de grevíleas no meio do cafezal (8,0 x 8,0 m; 8,0 x 16,0 m e 16,0 x 16,0 m e sem arborização), com o objetivo de definir a conveniência de arborizar cafeeiros e o espaçamento ideal para a grevílea, nas regiões serranas de Pernambuco. Em três safras, foi observada maior produtividade nos tratamentos de 8,0 x 8,0m entre árvores. A arborização atenuou as variações climáticas, diminuindo a amplitude térmica, reduzindo a incidência de ventos e minimizando a evapotranspiração.

Matiello *et al.* (1989), relatam que a arborização é uma prática que pode reduzir os efeitos da estiagem no café. Em cafeeiros mantidos sob arborização com grevíleas, foi observado no município de Brejões – BA, maior enfolhamento, regularidade da produção anual de grãos e menor incidência de estresse mecânico nas folhas.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas sobre o comportamento do cafeeiro em condições de sombreamento e ao pleno sol. Fahl *et al.* (1994), estudando o efeito do sombreamento (30, 50 e 100% da luz solar), constataram que o sombreamento excessivo (30% da luz solar) reduziu o desenvolvimento das cultivares de *Coffea*

arabica, mas não alterou o desenvolvimento de *Coffea canephora*, em relação ao cultivo ao pleno sol. Nesse mesmo trabalho foi observado que os teores de clorofila aumentaram com o sombreamento em todas as cultivares.

Segundo Baggio *et al.* (1997), a densidade de 71 árvores de grevileas por hectare foi efetiva na proteção dos cafeeiros contra geadas, e a produtividade econômica do sistema café x grevilea foi superior para densidades populacionais entre 34 e 71 árvores por hectare, quando comparadas com cafeeiros ao pleno sol.

Paiva (2001) estudou o processo de formação de mudas de cafeeiro sob diferentes níveis de radiação e observou que as mudas em sombrite de 50% apresentaram crescimento mais vigoroso em relação às demais analisadas. Constatou-se que existe maior produção de clorofila “b” à medida que se aumenta o sombreamento e as maiores taxas de fotossíntese foram obtidas a 50% de sombreamento, devido a essa condição ter proporcionado maiores taxas de transpiração e condutância estomática.

O cafeeiro pode ser cultivado em sistemas sombreados, onde há predominância de baixa radiação, pois apresenta irradiância de saturação variando de 300 a 600 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (KUMAR e TIESZEN, 1980; FAHL *et al.*, 1994). Segundo Kumar e Tieszen (1980), as altas taxas fotossintéticas foram encontradas sob moderada irradiância e, com 1200-1300 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, não foram verificados danos no aparelho fotossintético. No entanto, níveis de radiação superior a 2200 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, comuns em dias ensolarados das regiões tropicais, podem induzir a fotoinibição (NUNES *et al.*, 1993).

Mesmo sendo o cafeeiro uma espécie adaptada à sombra, no Brasil a maioria das plantações é conduzida ao pleno sol. Rena e Maestri (1985), verificaram que as Folhas do cafeeiro sintetizaram ativamente mesmo a intensidade luminosa de 30 $\mu\text{E.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, e nas comparações das taxas fotossintéticas de cafeeiros crescidos à sombra e em plena

luz solar evidenciaram que a irradiação saturante foi de $300 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, nas plantas ao sol. Contudo, as taxas fotossintéticas das plantas sombreadas foram substancialmente maiores.

Em Cuba, onde os cafeeiros desenvolvem-se em condições sombreadas, encontrou-se melhor desenvolvimento no cultivo submetido a 70% de exposição da radiação solar (Cuba. Minagri, 1987 citado por Rodriguez *et al.*, 1999). Entretanto, Carelli *et al.* (1999), verificaram que não houve diferença no crescimento e na taxa de fotossíntese entre os cafeeiros da cultivar Catuaí cultivado a 50 e a 100% de luz solar.

A anatomia foliar das plantas é altamente especializada para absorção de luz, permitindo que esta atinja os cloroplastos em quantidade maior que no ambiente. Esse mecanismo ocorre em plantas que se desenvolvem em condições de baixa luminosidade (TAIZ e ZEIGER, 1998). O cafeeiro, quando cultivado em condições sombreadas, desenvolve folhas mais finas e maior área foliar, proporcionando maior interceptação da luz disponível (VOLTAN *et al.*, 1992; FAHL *et al.*, 1994). Segundo Chartzoulakis *et al.* (1993), o sombreamento excessivo reduz a atividade fotossintética. Antognozzi *et al.* (1992), citado por Rodrigues *et al.* (1999) afirmaram que a quantidade de radiação interceptada pela planta, durante a fase de crescimento, afeta a floração, a taxa de fotossíntese e a qualidade dos frutos.

Freitas *et al.* (2000), avaliaram a transpiração, a temperatura foliar, a condutância estomática, a concentração interna de carbono, a fluorescência e a produtividade em sistema consorciado de café e seringueiras, plantadas em fileiras duplas de 12 e 18m. Entre as fileiras duplas foram encontradas três e cinco fileiras de café no espaçamento de três metros; concluindo-se que o sistema de consórcio com cinco linhas o cafeeiro não sofreu influência negativa da seringueira, mostrando

produção igual ao monocultivo. Entretanto, o sistema intercalado com três linhas apresentou produção inferior.

Matsumoto *et al.*(2000), realizaram coletas de solo e folhas da espécie *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Amarelo, a cada dois meses, durante um ano, a fim de avaliar a umidade do solo (US) sob a copa do cafeeiro e na rua entre as linhas de plantio, teor de prolina nas folhas e área foliar específica (AFE), em trabalho sobre efeitos do sombreamento de grevêneas em cafezais. Verificou-se uma relação direta entre a US e AFE e uma relação inversa entre US e teor de prolina. Para o percentual de US e AFE, houve uma tendência de superioridade dos tratamentos mais próximos das grevêneas em relação aos mais distanciados. Verificou-se também maior acúmulo de prolina nos cafeeiros mais distanciados das grevêneas, indicando maior estresse hídrico em função da ausência de sombreamento.

Na Costa Rica, Ramirez Mora (1995) cita que o plantio de café ao pleno sol e em sombreamento tem sido tema de controvérsias. Visando obter esclarecimentos concretos o Ministério da Agricultura e o Instituto do Café daquele país desenvolveram pesquisas em diferentes zonas produtoras para estudar o comportamento do cafeeiro em plena luz solar e sob sombreamento com eritrina (*Erytrina. poeppigiana*), utilizando diferentes doses de fertilizantes químicos. A variedade estudada foi a Caturra, plantada com espaçamento de 1,9m entre sulcos e 0,84m entre plantas. Foi observado que a produção do café sombreado com níveis de fertilizante químico baixo e médio, foi superior aos similares sob pleno sol (1,7 e 2,5 t/ha/ano de café cereja, respectivamente).

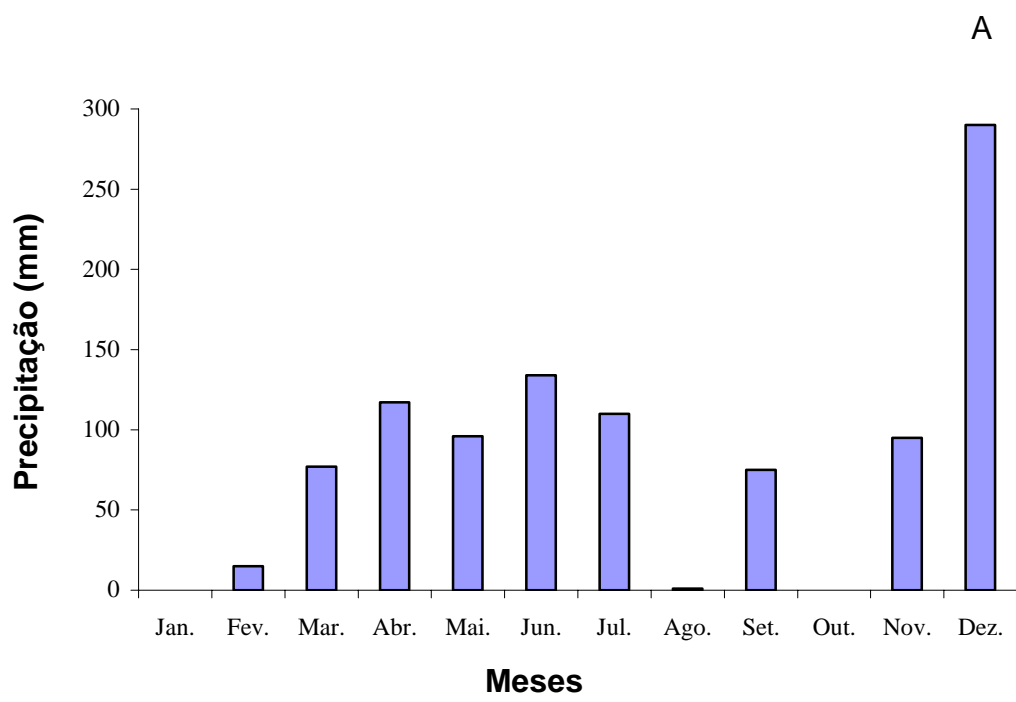
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área.

O experimento foi realizado em uma propriedade rural, no município de Barra do Choça-BA, situada a 940 m de altitude, 14° 49' 11'' de latitude Sul e 40° 28' 10'' de longitude Oeste. A precipitação média anual dos últimos anos é de aproximadamente 800 mm. Os valores referentes à distribuição pluvial foram coletados a partir de leituras diárias em pluviômetro localizado no local de estudo durante o período de janeiro/2002 à dezembro/2003 (Figura 01).

Para identificação da classe de solo na área experimental, procedeu-se a abertura de trincheira até a profundidade de dois metros e nesta realizou-se a descrição morfológica do perfil do solo e coleta de amostras, que foram acondicionadas e etiquetadas em sacos apropriados, de acordo com as normas estabelecidas pela SBCS (1984). Foram enviadas para o Laboratório de Análises de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para caracterização física e química, conforme metodologia da EMBRAPA (1979).

O solo da área experimental foi classificado por Vieira e Amorim (1995), como Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa, com relevo suave ondulado, bem drenados, onde a água é removida com facilidade, porém não rapidamente, muito profundos, espessura superior a dois metros. (Quadro 1 e 2).



	(cm)	s	o.	< 2 mm	grossa 2-0,2 mm	fina 0,2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	< 0,002 mm
		200-20 mm	20-2 mm					
Ap	0-15	0	0	100	139	130	94	637
BA	15-35	0	0	100	98	124	48	730
Bw1	35-70	0	0	100	86	114	20	780
Bw2	70-120	0	0	100	86	116	17	781
Bw3	120- 200	0	0	100	76	116	17	791

Quadro 02 - Análise química do perfil do solo. Laboratório UESB

Simb.	pH (H ² O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B	t	CTC	V	m
	--mg/dm ³										-----%	
Ap	6,0	23	0,16	10,5	3,5	0,1	4,4	14,2	14,3	18,7	76	1
BA	4,8	4	0,06	2,2	1,6	1,0	7,8	3,9	4,9	12,7	31	20
Bw1	4,6	1	0,06	0,8	0,6	1,8	6,2	1,5	3,3	9,5	16	55
Bw2	4,5	1	0,03	0,9	0,6	1,5	5,0	1,5	3,0	8,0	19	50
Bw3	4,5	1	0,02	0,5	0,4	1,3	4,0	0,9	2,2	6,2	15	59

SB: soma das bases trocáveis; t: capacidade de troca de cátions efetiva do solo; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V%: índice de saturação em bases trocáveis; m: índice de saturação do alumínio trocável.

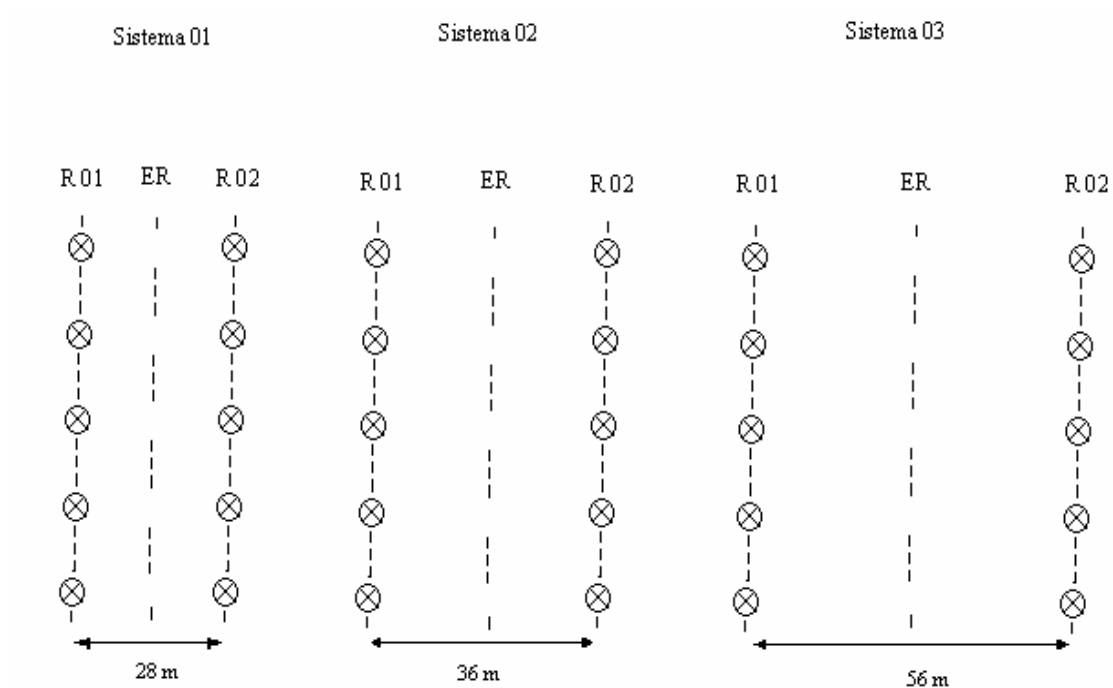
Os trabalhos foram realizados em uma lavoura cafeeira com aproximadamente 20 anos de idade, espécie *Coffea arabica*, variedade Catuaí Amarelo. As grevileas (*Greillea robusta*) foram introduzidas no cafezal em 1991, dispostas na direção perpendicular ao vento sudeste, em espaçamento de 4,0 metros na linha e variações de 28, 36 e 56 metros entre os renques, sendo denominados de Sistema 01, Sistema 02 e Sistema 03, respectivamente. As árvores apresentaram no início do experimento 12,0 metros de altura e diâmetro médio da copa de 10,0 metros.

Por ocasião da introdução das grevileas, os cafeeiros foram recepados após a colheita à altura de 40 cm do solo. Uma poda de decote foi realizada em outubro de 2001, sendo a parte superior eliminada à altura de 1,70 metros. Os cafeeiros foram mantidos em espaçamento de 4,0 metros entre linhas e 1,5 metros entre plantas de café.

O experimento foi implantado em junho de 2002, considerando três sistemas de disposição das grevileas para avaliações do microclima, do solo e das plantas dos cafeeiros mantidos sob a copa das grevileas e na área central entre os renques. Os dados referentes à umidade e fertilidade do solo, radiação fotossinteticamente ativa (RFA), desenvolvimento vegetativo dos cafeeiros e avaliação nutricional foliar foram coletados em quatro estágios de desenvolvimento da cultura: floração (novembro/2002); frutificação (janeiro/2003); maturação (maio/2003) e colheita (agosto/2003).

Os cafeeiros foram associados com árvores de grevileas plantadas em renques espaçados com 28, 36 e 56 metros, denominados de sistema arborizado 01, 02 e 03, respectivamente. Foram designados três tratamentos

para cada sistema: tratamento R01 e R02, referentes a cafeeiros sob a copa de dois renques consecutivos e tratamento ER, correspondente a área da linha central entre os renques de grevileas. Para cada tratamento, foram estabelecidas quatro repetições sendo a parcela experimental constituída pela área ocupada por três plantas consecutivas de cafeeiros, mantidas em uma mesma linha (Figura 02, 03 e 04).



⊗ Grevílea
| Café
R01 Renque de grevílea do lado esquerdo
ER Entre renques de grevíleas
R02 Renque de grevílea do lado direito

○ ← L

Figura 04 – Esquema representativo de três sistemas arborizados com grevíleas de uma propriedade de café no município de Barra do Choça – Ba.

Os critérios utilizados para escolha das plantas ocorreram no sentido de padronizar a idade, espaçamento, aspecto vegetativo e tratos culturais para os cafeeiros nas avaliações que foram realizadas. As formas de manejo dos sistemas foram os mesmos utilizados pelo produtor na condução dos cafeeiros.

A última calagem foi realizada no ano de 1998, usando-se de 800 gramas por planta e distribuída uniformemente sob a copa das plantas.

As adubações de cobertura para as plantas de café na fase adulta seguiram recomendações de técnicos da região, utilizando-se a quantidade de 200 g.planta⁻¹ de N, 300 g.planta⁻¹ de P₂O₅ e 100 g.planta⁻¹ de K₂O. Este manejo foi mantido até o ano agrícola de 1999/2000. Após esta safra ocorreu uma única adubação via solo (150 g.planta⁻¹ de uréia em abril de 2003) e segundo informações do produtor não tem sido feito na lavoura o controle de pragas e doenças nem adubação foliar há mais de treze anos.

Para controle do mato nas ruas de café utilizou-se a aplicação de herbicidas (1,0 L.ha⁻¹ de glifosato), quatro vezes ao ano. Desta forma, a presença da camada orgânica no solo foi constituída pela serrapilheira proveniente das árvores de grevileas e cafeeiros existentes nos sistemas e pela cobertura morta oriunda de aplicação do herbicida.

3.2. Avaliações referentes a serrapilheira, ambiente e planta.

3.2.1. Serrapilheira e nutrientes

Para avaliação do material orgânico acumulado sobre o solo, uma amostra por tratamento constituída de folhas, de ramos, e de frutos foram coletados em outubro de 2003, na rua de café, usando um quadro de madeira de 1,0 m². O material recolhido foi seco em estufa de circulação forçada de ar a

65° C até peso constante para determinação da matéria seca. Em seguida procedeu-se a análise dos nutrientes no Laboratório de Nutrição Mineral da Universidade Federal de Lavras. Foi determinada em cada sistema a quantidade de serrapilheira em quilogramas de matéria seca por hectare ($MS.ha^{-1}$), os teores dos macro e micro nutrientes presentes no material e o conteúdo expresso em Kg/ha.

3.2.2. Umidade do solo

As amostras foram coletadas nos estádios da floração, frutificação, maturação e colheita na profundidade de 0 – 20cm e 20 – 40cm, acondicionadas em latinhas de alumínio identificadas e levadas ao Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde foram pesadas em balança de precisão. Posteriormente foram colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 105° C, até peso constante, para determinação da porcentagem de umidade do solo, conforme metodologia de Uhland (1951).

Devido aos baixos índices de pluviosidade registrados no período de janeiro a março e outubro a dezembro de 2003, além dos estágios de avaliação, acima mencionados, amostras foram coletadas também em abril/2003 e dezembro/2003, para determinação do teor de umidade do solo

com fins comparativos com os valores obtidos na frutificação e colheita, respectivamente. Valores que caracterizaram a Capacidade de Campo (CC) (31,6%) e o Ponto de Murcha Permanente (PMP) (22,5%), foram determinados de acordo equação formulada por Arruda *et al.* (1987).

3.2.3. Avaliação da fertilidade do solo

Para cada sistema, foram coletadas amostras de solo dos três tratamentos, localizados na projeção da copa e na rua de café, na profundidade de 0 – 20 cm. O solo coletado foi seco ao ar e peneirado para obtenção de TFSA, e, posteriormente, analisados no Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para avaliação conforme metodologia da EMBRAPA (1997), dos seguintes parâmetros:

- pH em água – leitura em peagâmetro (1 : 2,5).
- Alumínio Trocável – Extração com KCl 1 N e titulação com NaOH 0,025 N.
- Cálcio + Magnésio Trocáveis – Extração com KCl 1 N e titulação com EDTA 0,025 N.
- Fósforo disponível – Extração HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N e leitura em Fotocolorímetro.

- Hidrogênio + Alumínio – Método SMP (Shoemaker, Mclean & Pratt)
- Potássio – Extração HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N e leitura em Fotômetro de Chamas.
- Soma das bases trocáveis (SB) : $SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$, expresso em cmolc/dm³.
- Capacidade de troca catiônica efetiva (CTCe ou t) : $t = SB + Al^{3+}$, expresso em cmolc/dm³.
- Capacidade de troca catiônica à pH 7,0 (CTC ou T) : $T = SB + H^{+} + Al^{3+}$, expresso em cmolc/dm³.
- Saturação por bases trocáveis (%V) : $V = SB \cdot 100 / T$
- Saturação por alumínio (%m) : $m = Al^{3+} \cdot 100 / t$
- Granulometria – Método da Pipeta.
- Umidade do Solo – Metodologia da Estufa 105° a 110° C .

3.2.4. Avaliação nutricional foliar

Para avaliação do estado nutricional dos cafeeiros, foram coletados em todas as plantas da parcela, constituindo uma amostra, o terceiro par de folhas, localizado no terço médio das plantas, a partir da extremidade dos ramos (MALAVOLTA *et al.*, 1989). Após as coletas, as folhas foram acondicionadas em saco de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 60 a 70° C, até peso constante. Em seguida, as plantas

passaram pelo processo de moagem e foram acondicionadas em sacos de papel, e posteriormente enviadas ao Laboratório de Nutrição Mineral da Universidade Federal de Lavras, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, e B, conforme metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1989).

3.2.5. Radiação Fotossinteticamente Ativa

A porcentagem de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) foi medida em cada uma das parcelas dos três sistemas, utilizando-se um ceptômetro de barra (EMS-1 PPSsystem, UK). O ceptômetro é constituído de um sensor com 0,80m de comprimento, composto por dez células fotossensíveis, que determina a porcentagem de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (comprimento de onda entre 400 a 700 nm). As avaliações foram realizadas no horário de 09:00 às 12:00h na rua dos cafeeiros e na copa da planta central das parcelas, inserindo-se o aparelho na altura de 1,50m, de modo perpendicular à haste principal.

3.2.6. Área foliar, massa seca e valor SPAD do cafeeiro

As avaliações dos parâmetros da parte aérea das plantas de café obedeceram aos mesmos critérios da coleta para análise foliar.

O teor de clorofila e área foliar foram avaliados, respectivamente, com auxílio de um clorofilômetro portátil, SPAD 502, Minolta, Japão, e de um integralizador de área foliar (LI - 3100, LICOR, Nebraska, USA), no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. As leituras SPAD foram realizadas na porção mediana das folhas, localizadas no terceiro par, no terço médio das plantas.

Para as determinações da massa seca, as folhas coletadas do cafeeiro foram colocadas em estufa a 65 a 70° C, até peso constante, sendo posteriormente mensuradas em balança de precisão.

3.3. Análise estatística

A análise estatística das características observadas, excetuando-se a serrapilheira foi realizada por meio do programa SAEG 8.0, procedendo-se à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos e dos sistemas pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Devido à coleta de apenas uma amostra de serrapilheira por tratamento, os dados foram apresentados na forma de histogramas e tabelas descritivas, sem a submissão a testes de médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Serrapilheira e teores de nutrientes

Apesar de não proceder à análise estatística da produção de resíduos orgânicos não decompostos, constatou-se diferenças entre os tratamentos: renque 01 (R01), entre renques (ER) e renque 02 (R02) dos três sistemas arborizados (Tabela 03). Foi verificado um incremento de 45% e 41% na serrapilheira do sistema arborizado 01 em relação aos sistemas arborizados 02 e 03. Nos três sistemas, menores valores de acúmulo de serrapilheira foram observados na linha central, entre renques de grevíleas (ER). A presença das plantas de grevíleas nos tratamentos R01 e R02 foi fator preponderante no acúmulo do resíduo vegetal sobre o solo.

A diferença de quantidade do material depositado entre R01 e R02 dos três sistemas pode ser devido à influência do vento. Na fileira de plantas de grevíleas com incidência aos ventos dominantes foi observada uma maior inclinação dos ramos em relação ao tronco. Os ramos apresentavam-se mais curtos e com menor número de folhas, enquanto que no lado contrário à ação do vento ocorriam ramos mais desenvolvidos e com disposição perpendicular ou acamada com relação ao tronco e com mais folhas. Desta forma, a quantidade de serrapilheira observada em R02 dos três sistemas foi superior a R01 e ER.

Tabela 03 – Serrapilheira acumulada sob os renques de grevéleas (R01 e R02) e na linha central (ER) dos Sistemas 01,02 e 03 (renques de grevéleas espaçadas com 28,0; 36,0 e 56,0 m, respectivamente).

Total	R01	ER	R02	Kg.MS.ha ⁻¹
Sistema 01	8.369,50	3.126,00	13.904,60	25.410,10
Sistema 02	5.000,88	1.711,50	10.813,70	17.526,08
Sistema 03	6.881,70	1.376,00	9.784,90	18.042,60

Durante a colheita, no período de maio a setembro, coincidindo com ventos frios, baixas temperaturas e/ou déficit hídrico, foi observada maior deposição do material orgânico oriundo das grevéleas. Resultado semelhante relativo à acúmulo de material vegetal na mesma época do ano em função do déficit hídrico foi encontrado por Campanha (2001), no estudo comparativo de cafeeiros no sistema agroflorestal com diversas espécies arbóreas. Toledo *et al.* (2002), verificaram que no inverno ocorreu a maior taxa de deposição de material decíduo em uma floresta secundária inicial.

No tratamento ER dos três sistemas, a serrapilheira foi constituída basicamente de folhas do cafeeiro, galhos, ervas daninhas e folhas de grevéleas. Quando comparados as quantidades dos resíduos orgânicos, verificou-se no Sistema 01 incremento de 83% e 127% em relação aos tratamentos ER dos Sistemas 02 e 03, respectivamente. Essa diferença ocorreu em função da menor distância entre fileiras de grevéleas, havendo contribuição para o deslocamento de folhas e sementes das árvores. A existência de grevéleas nos três sistemas, com comportamento fenológico próprio contribuiu para um maior volume de cobertura vegetal permanente sobre o solo.

Verificou-se maior acúmulo em matéria seca na serrapilheira no Sistema 01 (25.410,10 Kg.ha⁻¹) em relação aos Sistemas 02 e 03 (17.526,08 e 18.042,60 Kg.ha⁻¹), respectivamente.

Os teores de nutrientes analisados da serrapilheira dos tratamentos dos três sistemas arborizados (Tabela 04,05 e 06) não apresentaram diferenças, com exceção dos valores obtidos para o micronutriente Ferro.

Quando se considerou a quantidade de serrapilheira acumulada, foi observado que no tratamento R02 do Sistema 01 houve maior aporte de nutrientes (Tabela 04). Comportamento semelhante foi observado nos teores dos nutrientes dos Sistemas 02 e 03 (Tabela 5 e 6).

Tabela 04 – Teores e conteúdo de nutrientes acumulados na serrapilheira sobre o solo dos renques de grevéleas (R01 e R02) e na linha central (ER) do sistema 01 (espaçamento de 28,0 metros entre renques).

R02		R01	ER	
		_____kg.ha ⁻¹		
		8.369,50	3.126,00	13.904,60
		_____g.kg ⁻¹		
	N	13,00	13,20	11,80
P		0,51	0,55	0,48
K		1,77	1,77	1,77
Ca		10,29	11,61	9,30
Mg		1,26	1,35	1,28
S		1,19	1,23	1,23
		_____		mg.kg ⁻¹
	B	27,32	22,62	23,36
Cu		9,89	8,79	9,67
Fe		1.954,58	571,09	2.454,58
Mn		102,78	89,14	72,63
Zn		11,44	13,64	13,42

R02		R01	ER	
		_____		kg.ha ⁻¹
	N	108,80	41,26	164,07
P		4,27	1,72	6,67
K		14,81	5,53	24,61
Ca		86,12	36,29	129,31

Mg		10,54	4,22	17,80
S		9,96	3,84	17,10
				kg.ha ⁻¹
	B	0,23	0,07	0,32
Cu		0,08	0,03	0,13
Fe		16,16	1,79	34,13
Mn		0,86	0,28	1,01
Zn		0,10	0,04	0,19

Tabela 05 – Teores e conteúdo de nutrientes acumulados na serrapilheira sobre o solo dos renques de grevileas (R01 e R02) e na linha central (ER) do Sistema 02 (espaçamento de 36,0 metros entre renques).

		R01	ER	
R02				kg.ha ⁻¹
		5.000,88	1.711,50	10.813,70
				g.kg ⁻¹
	N	12,20	11,60	13,00
P		0,44	0,44	0,48
K		1,77	1,77	1,77
Ca		9,85	8,31	8,31
Mg		1,24	1,27	0,97
S		1,19	1,12	1,15
				mg.kg ⁻¹

	B	14,95	21,72	17,41
Cu		9,67	9,23	9,01
Fé		1.372,81	483,23	488,72
Mn		101,02	51,50	64,49
Zn		15,62	11,00	10,78

R02		R01		ER
				kg.ha ⁻¹
	N	61,01	19,85	140,58
P		2,20	0,75	5,19
K		8,85	3,03	19,14
Ca		49,26	14,22	89,86
Mg		6,20	2,17	10,49
S		5,95	1,92	12,44
				kg.ha ⁻¹
	B	0,07	0,04	0,19
Cu		0,05	0,016	0,10
Fe		6,87	0,83	5,28
Mn		0,51	0,09	0,70
Zn		0,08	0,02	0,12

Tabela 06 – Teores e conteúdo de nutrientes acumulados na serrapilheira sobre o solo dos renques de grevileas (R01 e R02) e na linha central (ER) do Sistema 03 (espaçamento de 56,0 metros entre renques).

R02	R01	ER
-----	-----	----

		kg.ha ⁻¹		
		6.881,70	1.376,00	9.784,90
		g.kg ⁻¹		
	N	12,20	14,80	15,60
P		0,55	0,69	0,77
K		2,05	1,77	1,77
Ca		8,76	9,81	11,61
Mg		1,53	1,68	1,61
S		1,12	1,47	1,68
mg.kg ⁻¹				
	B	16,58	22,62	26,35
Cu		11,86	12,63	12,19
Fe		1.070,79	13.453,52	7.358,52
Mn		44,02	56,78	44,24
Zn		12,54	18,82	19,48

		R01	ER	R02
		kg.ha ⁻¹		
	N	83,96	20,36	152,64
P		3,78	0,95	7,53
K		14,11	2,44	17,32
Ca		60,28	13,50	113,60
Mg		10,53	2,31	15,75
S		7,71	2,02	16,44
kg.ha ⁻¹				
	B	0,11	0,03	0,26
Cu		0,08	0,02	0,12
Fe		7,37	18,51	72,00
Mn		0,30	0,08	0,43
Zn		0,09	0,03	0,19

Foram observados incrementos nos valores de macronutrientes do sistema 01 com relação aos demais, respectivamente de 42 e 22 % de N; 78

e 17 % de P; 62 e 48 % de K; 87 e 53 % de Ca; 94 e 28 % de Mg e 70 e 32 % de S (Tabela 07). Resultados semelhantes foram encontrados para a maioria dos micronutrientes. Desta forma, foi observado que além dos sistemas arborizados serem recomendados como atenuante da ação dos ventos (Camargo, 1985), a deposição de material orgânico, que constitui a serrapilheira foi uma das principais formas de ciclagem de nutrientes nos agrossistemas (ALVARENGA *et al.*, 1998).

Tabela 07 – Teores e conteúdo de nutrientes acumulados na serrapilheira nos Sistemas 01, 02 e 03 (renques de grevêneas espaçadas com 28,0; 36,0 e 56,0 m, respectivamente).

Sistema 03	Sistema 01	Sistema 02	
			kg.ha ⁻¹
N	314,13	221,44	256,96
P	14,31	8,04	12,26
K	50,26	31,02	33,87
Ca	286,55	153,34	187,38
Mg	36,61	18,86	28,59
S	34,59	20,31	26,17
			kg.ha ⁻¹
B	0,55	0,30	0,40
Cu	0,26	0,17	0,22
Fé	53,79	13,81	97,88
Mn	2,42	1,30	0,81
Zn	0,37	0,22	0,31

4.2. Umidade do solo

Mesmo encontrando diferenças na umidade do solo (US) no sistema 03, na projeção da copa e no sistema 02, nas ruas de cafeeiros (Tabela 08), verificou-se que na floração a US manteve-se acima da capacidade de campo nos três sistemas arborizados. Comportamento semelhante ocorreu na frutificação, maturação e colheita (Tabelas 09,10 e 11) e para US dos tratamentos ER dos três sistemas arborizados (Tabela 12). Esses valores foram relacionados com a incidência de altos índices pluviométricos na ocasião das coletas.

Os menores valores de US nos tratamentos ER na projeção da copa e rua de café, na frutificação, maturação e colheita (Tabela 12), foi atribuída ao efeito da serrapilheira na evaporação da água do solo. Nesses tratamentos a quantidade de serrapilheira encontrada foi bem inferior aos tratamentos R01 e R02. A serrapilheira depositada no solo reduz o fluxo de água por evaporação (SANCHEZ, 1995). Com o intuito de diminuir a perda de água por evaporação, a superfície do solo pode ser coberta com material vegetal (REICHARDS, 1987). Na rua de café, nos tratamentos ER, a umidade foi inferior com relação ao mesmo tratamento na projeção da copa dos cafeeiros nos três sistemas arborizados.

As determinações da US na camada superficial do solo foram inferiores ao PMP em abril/2003 e dezembro/2003. Estes resultados foram atribuídos a escassez de chuvas, transpiração, evaporação e pela atuação da gravidade no volume de água no solo constantemente de cima para baixo proporcionando a drenagem do solo.

Tabela 08 – Umidade do solo na projeção da copa e rua de cafeeiros sob renques de grevileas (R01 e R02) e entre renques (ER), na profundidade de 0 – 20 cm, durante a floração.

Sistema	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
01		
R01	37,85 a	36,04 a
ER	33,64 a	34,03 a
R02	34,16 a	36,31 a

Sistema		
02		
R01	37,21 a	38,15 a
ER	38,16 a	32,44 b
R02	37,01 a	35,49 ab
Sistema		
03		
R01	36,15 ab	36,06 a
ER	39,04 a	35,34 a
R02	35,19 b	32,66 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 09 – Umidade do solo na projeção da copa e rua de cafeeiros sob renques de grevêneas (R01 e R02) e entre renques (ER), na profundidade de 0 – 20 cm, durante a frutificação.

	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
Sistema		
01		
R01	31,83 a	32,67 a
ER	30,99 a	26,98 b
R02	32,36 a	31,22 a
Sistema		
02		
R01	33,60 a	35,33 a
ER	39,64 b	28,98 b
R02	34,23 a	32,91 a
Sistema		
03		
R01	35,22 a	33,26 a
ER	29,98 b	28,52 b
R02	34,65 a	32,31 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 10 – Umidade do solo na projeção da copa e rua de cafeeiros sob renques de grevêilas (R01 e R02) e entre renques (ER), na profundidade de 0 – 20 cm, durante a maturação.

	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
Sistema 01		
R01	34,52 b	34,96 a
ER	33,02 b	27,97 b
R02	37,48 a	35,97 a
Sistema 02		
R01	40,19 a	39,56 a
ER	30,74 c	27,97 c
R02	36,47 b	32,24 b
Sistema 03		
R01	40,75 a	35,26 a
ER	36,83 b	30,96 b
R02	35,16 b	37,44 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 11 – Umidade do solo na projeção da copa e rua de cafeeiros sob renques de grevêilas (R01 e R02) e entre renques (ER), na profundidade de 0 – 20 cm, durante a colheita.

	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
Sistema 01		
R.01	35,27 a	34,30 a
E R	34,20 a	30,91 b
R.02	32,45 a	30,94 b
Sistema 02		
R.01	32,31 a	34,88 a
E R	30,35 a	30,31 a
R.02	32,17 a	33,82 a
Sistema 03		
R.01	33,47 a	33,07 a
E R	30,71 a	32,08 a
R.02	31,78 a	32,00 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 12– Umidade do solo dos cafeeiros entre renques de grevileas (ER) dos três sistemas arborizados, durante o ciclo da cultura.

	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
Floração		
Sist. 01	33,64 b	34,01 a
Sist. 02	38,16 ab	32,44 a
Sist. 03	39,04 a	35,35 a
Frutificação		
o		
Sist. 01	30,99 a	26,30 a
Sist. 02	29,64 a	28,98 a
Sist. 03	29,98 a	28,52 a
Maturação		
Sist. 01	33,02 ab	25,69 a
Sist. 02	30,74 b	27,97 a
Sist. 03	36,83 a	30,96 a
Colheita		
Sist. 01	34,20 a	30,91 a
Sist. 02	30,35 a	30,31 a
Sist. 03	30,71 a	32,08 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Apesar do comportamento da água no solo ser influenciada pela época de coleta, drenagem, material orgânico, textura do solo e potencial de transpiração do sistema, não houve diferenças na projeção da copa e nas ruas dos cafeeiros (Tabela 13). A US dos três Sistemas foi suficiente para manter o desenvolvimento dos cafeeiros.

Tabela 13 – Umidade do solo na projeção da copa e rua de cafeeiros sob profundidade de 0 – 20 cm, nos três sistemas arborizados.

	Umidade (%)
--	------------------

	Projeção da copa	Rua de café
Floração		
Sist. 01	35,22 a	35,46 a
Sist. 02	37,46 a	35,36 a
Sist. 03	36,79 a	34,68 a
Frutificação		
o		
Sist. 01	31,73 a	30,06 a
Sist. 02	32,49 a	32,41 a
Sist. 03	33,28 a	31,36 a
Maturação		
Sist. 01	35,06 a	32,21 a
Sist. 02	35,80 a	33,26 a
Sist. 03	37,58 a	34,55 a
Colheita		
Sist. 01	33,97 a	32,05 a
Sist. 02	31,61 a	33,01 a
Sist. 03	31,98 a	32,38 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Foram coletadas amostras no dia 05/04/2003, com a finalidade de verificar o teor de umidade do solo durante o veranico que sempre ocorre na região em estudo nos meses de janeiro a março. É importante destacar que as estiagens prolongadas nesta época acarretam diminuição da produção cafeeira proporcionando prejuízos significativos aos cafeicultores desta região (Tabelas 14 e 15).

Analisando a variação de US dos valores médios dos tratamentos ER da frutificação, na projeção da copa e na rua de café (Tabela 09), em relação aos valores médios obtidos no veranico para os mesmos tratamentos (Tabela 14), verificou-se uma queda de 48,0% e 47,6%. Quanto à variação de US dos valores médios dos três sistemas na frutificação e no veranico, a redução foi de 36,5% e 34,3%, respectivamente (Tabela 15). Na projeção da copa e rua de café, o sistema 01 mostrou-se melhor armazenador de umidade no solo que o sistema 02 e 03. Esta diferença pode ser atribuída a

serrapilheira sobre o solo, proveniente das grevéleas. Com exceção dos valores médios para o sistema 01, observou-se que a porcentagem de US no veranico foi menor que a porcentagem de US do PMP. Essa situação foi relacionada a disponibilidade de água para as plantas, resultando em estresse hídrico e afetando o crescimento e produção do cafeeiro. A adição de matéria orgânica e cobertura morta colocada na superfície do solo foram descritas como forma prática de atenuar as perdas de água por evaporação (REICHARDT, 1987).

Foi observado nos sistemas 02 e 03, que as plantas entre renques de grevéleas (ER) nesta data apresentaram início de amarelecimento devido à diminuição de água disponível no solo causada pela evapotranspiração do sistema. A tolerância dos cafeeiros a esta estiagem se deve a presença de matéria orgânica, serrapilheira e o teor de umidade na camada mais profunda do solo.

Tabela 14 – Umidade do solo, na projeção da copa e rua de cafeeiros, na profundidade de 0 – 20 cm, no tratamento ER dos sistemas arborizados no final do veranico em 05/04/03.

	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
Sist. 01	19,57 a	17,53 a
Sist. 02	16,06 b	16,50 a
Sist. 03	16,69 b	15,23 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 15 – Umidade do solo, na projeção da copa e rua de cafeeiros, na profundidade de arborizados, de amostras coletadas no final do veranico em 05/04/03.
0 – 20 cm, nos três sistemas.

	Umidade (%)	
	Projeção da copa	Rua de café
Sist. 01	23,57 a	22,57 a
Sist. 02	20,07 b	19,72 a
Sist. 03	20,36 b	19,49 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Os resultados apresentados nos Tabelas 16, 17 e 18 foram de amostras coletadas em 19/12/2003, no final de uma estiagem, com o objetivo de avaliar a variação de umidade no solo nas profundidades de 0 a 20cm e 20 a 40cm, na rua de café, em R01 e R02 e ER para comparação com os dados referentes à colheita.

Houve diferenças quantitativas entre a umidade na profundidade de 0 a 20cm, para os três sistemas arborizados (Tabela 16), quando se comparou o valor de R01 e R02 com os valores de ER. Verificou-se menor umidade nos cafeeiros de ER, que atingiram índices menores que o PMP.

Na profundidade de 20 a 40cm, os três sistemas arborizados apresentaram comportamento semelhante aos encontrados na profundidade de 0 a 20cm, na comparação de R01, R02 e ER. Na maior profundidade dos três sistemas arborizados ocorreu elevada porcentagem de umidade em relação à profundidade de 0 a 20cm. Assim, comprovou-se maior perda de água na camada mais superficial do solo. Esta diferença de acúmulo de umidade do solo entre os tratamentos ocorreu devido à presença das grevileas que protegeram os cafeeiros contra a incidência de raios solares e ventos, que reduziram a temperatura e a taxa de evaporação de água no solo. A quantidade de serrapilheira existente nos tratamentos R01 e R02 foi fator determinante para evitar queda de umidade do solo. Mesmo acontecendo estiagem prolongada os sistemas arborizados apresentaram umidade do solo elevada em maior profundidade (20 – 40cm), enquanto que a umidade na profundidade superficial (0 –20cm) manteve-se abaixo do PMP. Esta característica do sistema proporcionou às plantas maior tolerância a ocorrência da estiagem.

Tabela 16 – Umidade do solo na rua de cafeeiros, nas profundidades de 0-20 e 20-40cm sob os renques de grevileas (R01 e R02) e entre renques (ER), ao final da estiagem na região de Barra do Choça-Ba.

	Umidade (%)	
	Profundidade	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm
Sistema		
01		
R01	25,54 a	28,54 a
ER	21,08 b	24,34 b
R02	28,05 a	27,61 a
Sistema		

02		
R01	23,41 b	25,26 a
ER	20,82 b	24,76 a
R02	28,06 a	27,46 a
Sistema		
03		
R01	24,36 a	26,19 a
ER	19,83 b	24,07 a
R02	24,92 a	25,98 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Verificou-se que não houve diferenças de US para as duas profundidades nos tratamentos ER dos três sistemas arborizados (Tabela 17). Na camada mais profunda do solo foi verificada maior US. Esta diferença ocorreu devido à maior exposição à ação dos raios solares, proporcionando maior evaporação de US na superfície do solo.

Na comparação das médias dos resultados de umidade do solo obtidos nos tratamentos ER dos três sistemas arborizados, entre o período de agosto a dezembro de 2003, observou-se uma redução de aproximadamente 33,83% de US na profundidade de 0 – 20cm, na rua dos cafeeiros (Tabelas 11 e 17). Da mesma forma, comparando as médias dos resultados dos três sistemas arborizados (Tabelas 13 e 18), a redução de US foi de 25,15 %, confirmando assim que os sistemas arborizados influenciaram a variação de US.

Tabela 17 – Comparação de umidade no solo na rua de cafeeiros, nas profundidades de 0-20 e 20-40cm, entre renques de grevêilas (ER), ao final da estiagem.

	Umidade (%)	
	Profundidade	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm
Sistema 01	21,08 a	24,34 a
Sistema 02	20,82 a	24,76 a
Sistema 03	19,83 a	25,98 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 18 – Comparação de umidade no solo, nas profundidades de 0-20 e 20-40cm, na rua de café dos três sistemas arborizados, no final da estiagem em 19/12/04.

	Umidade (%)	
	Profundidade	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm
Sistema 01	24,89 a	26,83 a
Sistema 02	25,00 a	25,83 a
Sistema 03	23,04 a	25,41 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

4.3. Fertilidade do solo

A partir da análise química do perfil do solo, verificou-se que a camada superficial do solo apresentou maior CTC que as camadas mais profundas, com efeito, direto no aumento da MOS (Tabela 02).

A serrapilheira, que é o material orgânico de origem vegetal e animal não decomposto, presentes na superfície do solo, foi excluída da amostragem do solo para fins de avaliação da fertilidade do solo devido não fazer parte da composição da MOS.

Os valores encontrados para MOS na projeção da planta e na rua de café foram considerados elevados para os três sistemas arborizados (Tabelas 19, 20 e 21). Em solos minerais bem drenados, o teor de MOS, varia de 2 a 6% do seu peso (BRADY, 1989), sendo que a maioria dos solos apresenta uma composição de MOS menor que 5% (SILVA *et al.*, 2000).

Os maiores teores de MOS foram encontrados nas amostras coletadas na rua de café. A biomassa microbiana foi favorecida, devido à todos os sistemas arborizados terem produzido e acumulado maior quantidade de serrapilheira na camada superficial do solo.

A quantidade de cátions que um solo pode adsorver em sua superfície é denominada de CTC e esta se encontra com valores alto no solo em estudo. A CTC total é influenciada pelo tipo e quantidade de argila e matéria orgânica. Como as argilas predominantes em latossolos distróficos são as de óxido e hidróxido de ferro e alumínio caulinita, considerada de baixa atividade, CTC entre 2 a 5 meq/100g e 3 a 15 meq/110g, respectivamente, e a matéria orgânica humificada situada entre 100 e 250 meq/100g (LOPES *et al.*, 1992), concluiu-se que a MOS contribuiu de modo significativo na CTC total do solo dos sistemas arborizados avaliados.

Os valores de pH, alumínio, cálcio, magnésio e matéria orgânica dos três sistemas arborizados foram considerados como de acidez média, baixo, alto e alto, respectivamente de acordo com o manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia, 1989.

Tabela 19 – Características químicas do solo do Sistema 01, na profundidade de 0 a 20cm, obtidos na projeção da copa e na rua de café durante o ciclo da cultura. Média de quatro repetições.

	pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B	t	CTC	V	m	M.O
	--mg/dm ³		-----cmol _c /dm ³				-----%---		g/dm ³				
Proj.da copa	5,4	23	0,60	8,0	2,4	0,3	6,8	11,0	11,3	18,1	61	3	52
Rua de café	5,5	22	0,22	9,7	3,1	0,3	6,0	13,0	13,3	19,3	67	2	56
média	5,45	22,5	0,41	8,9	2,8	0,3	6,4	12,0	12,3	18,7	64	2,4	54

SB: soma das bases trocáveis; t: capacidade de troca de cátions efetiva do solo; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V%: índice de saturação em bases trocáveis; m: índice de saturação do alumínio trocável; M.O: matéria orgânica.

Tabela 20 – Características químicas do solo do Sistema 02, na profundidade de 0 a 20cm, obtidos na projeção da copa e na rua de café durante o ciclo da cultura. Média de quatro repetições.

	pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B	t	CTC	V	m	M.O
	--mg/dm ³		-----cmol _c /dm ³				-----%---		g/dm ³				
Proj.da copa	5,5	27	0,70	8,5	2,4	0,3	6,0	11,6	11,9	17,9	65	2	51
Rua de café	5,6	26	0,28	9,9	3,0	0,2	5,2	13,2	13,4	18,6	71	1	57
média	5,55	26,5	0,49	9,2	2,7	0,3	5,6	12,4	12,7	18,3	68	2	54

SB: soma das bases trocáveis; t: capacidade de troca de cátions efetiva do solo; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V%: índice de saturação em bases trocáveis; m: índice de saturação do alumínio trocável; M.O: matéria orgânica.

Tabela 21 – Características químicas do solo do Sistema 03, na profundidade de 0 a 20cm, obtidos na projeção da copa e na rua de café durante o ciclo da cultura. Média de quatro repetições.

	pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B	t	CTC	V	m	M.O
	--mg/dm ³		-----cmol _c /dm ³				-----%---		g/dm ³				
Proj.da copa	5,4	27	0,74	7,7	2,3	0,3	6,7	10,7	11,0	17,7	61	3	51
Rua de café	5,7	21	0,30	9,7	2,5	0,1	5,1	12,5	12,6	17,7	71	1	55
média	5,55	24	0,52	8,7	2,4	0,2	5,9	11,6	11,8	17,7	66	2	53

SB: soma das bases trocáveis; t: capacidade de troca de cátions efetiva do solo; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V%: índice de saturação em bases trocáveis; m: índice de saturação do alumínio trocável; M.O: matéria orgânica.

Por meio de um levantamento de fertilidade do solo do município de Barra do Choça-Ba, de amostras coletadas na profundidade de 0 – 20cm realizado no Laboratório de Solos da UESB, Dutra (1999) verificou que 79% das amostras analisadas apresentaram $\text{pH} < 5,5$; 47% do $\text{Ca} < 2,0 \text{ cmoc.dm}^{-3}$; 35% do $\text{Al} > 1,0 \text{ cmoc.dm}^{-3}$, 66 % do $\text{P} < 7 \text{ mg.dm}^{-3}$ e 44% do $\text{K} < 0,20 \text{ cmoc.dm}^{-3}$. Em outro estudo realizado por Amorim (1999), foram encontrados índices de 85, 68 e 79% para valores de $\text{pH} < 5,1$, $\text{Al} > 1,0 \text{ cmoc.dm}^{-3}$ $\text{Ca} < 2,0 \text{ cmoc.dm}^{-3}$, respectivamente, em coletas de amostras na profundidade de 20 – 40 cm.

Por meio do estudo do complexo adsorvente encontrou-se as seguintes concentrações dos elementos com relação a CTC a $\text{pH} 7,0$: % $\text{Ca} = 47,3, 50,4, 49,1$; % $\text{Mg} = 14,7; 14,8; 13,5$; % $\text{K} = 2,2, 2,7, 2,9$; % $\text{H} = 34,2, 30,7, 33,3$ % $\text{Al} = 1,6, 1,4, 1,1$, respectivamente para os teores médios do sistema arborizado 01, 02 e 03. Segundo Malavolta (1989), a concentração ideal dos elementos no complexo deve ser para o $\text{Ca} = 50$ a 60%; $\text{Mg} = 10$ a 15%; $\text{K} = 3$ a 5%. A partir da análise de solo, foram observados um equilíbrio dos teores de cálcio e magnésio e desequilíbrio de potássio com relação a CTC do solo. Os valores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ atingiram valores acima do equilíbrio, mas essa diferença não afetou o desenvolvimento vegetal, pois o cafeeiro apresentou bom comportamento em meio levemente ácido. Com relação ao potássio, observou-se que, embora os teores encontrados fossem altos pela classificação dos elementos no solo, constatou-se que o nutriente está em desequilíbrio em relação aos valores adequados no complexo de troca.

Nos três sistemas foi verificado grande acúmulo de resíduos orgânicos no solo, e esta adição poderia estar relacionada aos valores encontrados para o pH , pois os resíduos poderiam afetar a acidificação do solo. Foi verificado valores de V superiores a 60 %, não ocorrendo acentuação de toxidez de alumínio pela acidificação devido a complexação de substâncias orgânicas formadas no processo de decomposição do material vegetal, diminuindo assim a atividade do alumínio na solução do solo (BOHNEN *et al.*, 2000).

A aplicação do calcário juntamente com a MOS existente no solo contribuiu para elevação de teor de cálcio e magnésio e pela redução do alumínio tóxico. Verificou-se que os valores SB , t , T e V foram considerados altos e adequados para a cultura do café.

O teor de fósforo e potássio nos solos, para todos os sistemas, foram elevados promovendo disponibilidade para o desenvolvimento e produção dos cafeeiros. Apesar da exportação de nutrientes do solo e da ausência de adubação nos últimos três anos, nos três sistemas ocorreu ciclagem e retenção dos nutrientes relacionados à serrapilheira acumulada e a MOS, que contribuíram de forma efetiva para a fertilidade do solo.

4.4. Nutrientes foliares

Os três sistemas avaliados foram semelhantes quanto a diagnose nutricional foliar. Quando comparados aos valores adequados propostos por Malavolta *et al.* (1993); Raij *et al.* (1996) e Martinez *et al.* (1999); verificou-se teores de o potássio abaixo dos teores adequados de referência. Tal índice foi relacionado ao desequilíbrio da concentração de K com relação CTC total do solo e devido à elevada exigência desse nutriente pelo cafeeiro (Tabelas 22, 23, 24 e 25).

Os teores de N, P, Mg e S de todos os sistemas arborizados mantiveram-se dentro da faixa adequada descrita por Malavolta *et al.* (1993); Raij *et al.* (1996) e Martinez *et al.* (1999). O teor de Ca manteve-se dentro da faixa adequada proposta por Raij *et al.* (1996) e Martinez *et al.* (1999). No critério de Malavolta *et al.* (1993), quantidades um pouco inferiores de Ca foram verificados na fase da floração, frutificação e maturação dos três sistemas.

Através da diagnose visual das folhas durante o experimento foi verificado um elevado vigor vegetativo, com exceção do mês de março, que devido à ação do veranico foi observado estágio inicial de amarelecimento de folhas de café entre renques de grevêlas (ER) do sistema 03 (renques de grevêlas espaçadas com 56 metros).

Nos cafeeiros dos tratamentos ER, dos três sistemas avaliados, na fase de maturação verificou-se teores de N inferiores aos valores propostos como adequados pelos autores (Tabela 25). Menor aporte de serrapilheira também foi verificado nos tratamentos ER. A MOS, é em essência, a maior fonte de nitrogênio (BRADY, 1989). Após a adição de N no solo sob a forma de uréia na quantidade de 150 gramas por planta; em abril de 2003, verificou-se a recuperação do teor de N nas folhas, na fase da

colheita nos três sistemas arborizados. Portanto, tal diferenciação no teor de N nas folhas foi relacionada com capacidade de absorção dos nutrientes que varia de acordo com o ambiente e o estágio de desenvolvimento (PERES, 2003).

Tabela 22– Teores adequados e macronutrientes da folha de cafeeiros arborizados com renques de grevêneas, distanciados de 28 m (Sistema 01), em diversos estádios de desenvolvimento.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g.kg ⁻¹)					
Floração						
R. 01	29,92 a	1,67 a	13,64 b	9,94 a	3,75 a	1,60 a
E R	29,25 a	1,80 a	16,06 a	11,90 a	3,93 a	1,67 a
R.03	30,95 a	1,95 a	17,60 a	11,24 a	4,36 a	1,48 a
Frutificação						
R.01	28,31 a	1,68 a	16,87 a	11,98 a	5,54 a	1,73 a
E R	30,00 a	1,67 a	16,76 a	11,45 a	4,92 b	1,74 a
R.03	29,17 a	1,67 a	17,60 a	8,76 b	4,38 b	1,42 b
Maturação						
R.01	29,15 a	1,77 a	15,38 a	9,54 b	4,20 a	1,42 a
E R	24,25 b	1,82 a	14,28 a	11,89 a	4,44 a	1,74 a
R.03	28,95 a	1,73 a	15,84 a	9,70 b	4,25 a	1,06 b
Colheita						
R.01	30,03 a	1,50 a	13,02 a	12,21 b	4,62 a	1,77 a
E R	29,90 a	1,57 a	11,92 a	16,06 a	5,24 a	1,86 a
R.03	31,50 a	1,58 a	13,69 a	12,27 b	4,95 a	1,94 a
Teores adequados						
Malavolta et al (1993)	29 – 32	1,6 – 1,9	22 – 25	13 – 15	4,0 – 4,5	1,5 – 2,0
Raij et al (1995)	26 – 32	1,2 – 2,0	18 – 25	10 – 15	3,0 – 5,0	1,5 – 2,0
Martinez et al (1999)	29 – 32	1,2 – 1,6	18 – 22	10 – 13	3,1 – 4,5	1,5 – 2,0

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 23 – Teores adequados e macronutrientes da folha de cafeeiros arborizados com renques de grevileas, distanciados de 36 m (Sistema 02), em diversos estádios de desenvolvimento.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g.kg ⁻¹)					
Floração						
R.01	29,40 a	2,18 ab	15,40 a	12,09 a	4,17 a	1,78 a
E R	29,35 a	1,97 b	13,86 a	12,60 a	4,68 a	1,72 a
R.02	30,10 a	2,31 a	14,52 a	12,85 a	4,65 a	1,50 a
Frutificação						
R.01	27,67 a	1,83 a	15,98 a	11,05 ab	5,39 ab	1,49 a
E R	29,00 a	1,51 b	13,22 b	12,16 a	5,80 a	1,56 a
R.02	28,32 a	1,51 b	14,96 ab	9,85 b	4,94 b	1,38 a
Maturação						
R.01	29,30 a	1,85 a	18,73 a	10,40 a	4,03 b	1,60 a
E R	26,00 a	1,57 a	12,94 b	12,36 a	5,87 a	1,63 a
R.02	27,70 a	1,78 a	13,83 b	12,34 a	5,01 ab	1,62 a
Colheita						
R.01	30,00 ab	1,66 a	15,68 a	10,98 b	3,79 b	1,58 b
E R	31,30 a	1,67 a	12,36 b	17,67 a	5,66 a	2,02 a
R.02	28,10 b	1,77 a	13,02 b	13,35 a	5,05 a	1,71 ab
Teores adequados						
Malavolta et al (1993)	29 – 32	1,6 – 1,9	22 – 25	13 – 15	4,0 – 4,5	1,5 – 2,0
Raij et al (1996)	26 – 32	1,2 – 2,0	18 – 25	10 – 15	3,0 – 5,0	1,5 – 2,0
Martinez et al (1999)	29 – 32	1,2 – 1,6	18 – 22	10 – 13	3,1 – 4,5	1,5 – 2,0

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 24– Teores adequados e macronutrientes da folha de cafeeiros arborizados com renques de grevêneas, distanciados de 56 m (Sistema 03), em diversos estádios de desenvolvimento.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g.kg ⁻¹)					
Floração						
R. 01	30,60 a	1,83 a	15,40 a	11,93 a	3,83 a	1,61 a
E R	28,30 b	2,11 a	15,55 a	13,44 a	4,46 a	1,83 a
R.03	30,20 a	2,08 a	17,16 a	10,00 a	3,91 a	1,70 a
Frutificação						
R.01	29,30 a	1,36 b	15,09 a	10,18 a	4,67 a	1,54 ab
E R	29,60 a	1,67 a	14,10 a	12,00 a	5,09 a	1,79 a
R.03	30,12 a	1,51 a	14,96 a	12,22 a	4,70 a	1,47 b
Maturação						
R.01	29,65 a	1,38 b	18,29 a	10,80 b	3,73 b	1,28 b
E R	28,10 a	1,86 a	14,05 b	12,63 a	4,43 ab	2,16 a
R.03	28,60 a	1,73 a	15,61 a	12,48 ab	4,86 a	1,71 a
Colheita						
R.01	30,90 a	1,33 b	13,25 a	12,93 b	4,30 b	1,17 b
E R	29,50 a	1,90 a	10,82 a	18,05 a	6,20 a	1,60 a
R.03	30,00 a	1,78 a	13,91 a	14,63 ab	4,96 ab	1,83 a
Teores adequados						
Malavolta et al (1993)	29 – 32	1,6 – 1,9	22 – 25	13 – 15	4,0 – 4,5	1,5 – 2,0
Raij et al (1996)	26 – 32	1,2 – 2,0	18 – 25	10 – 15	3,0 – 5,0	1,5 – 2,0
Martinez et al (1999)	29 – 32	1,2 – 1,6	18 – 22	10 – 13	3,1 – 4,5	1,5 – 2,0

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 25 – Teores adequados e macronutrientes da folha de cafeeiros dos sistemas arborizados (R01+R02+ER).

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g.kg ⁻¹)					
Floração						
Sist. 01	30,04 a	1,80 b	15,77 ab	11,03 b	4,02 b	1,58 a
Sist. 02	29,62 a	2,15 a	14,59 b	12,51 a	4,50 a	1,67 a
Sist. 03	29,70 a	2,00 ab	15,98 a	11,79 ab	4,07 b	1,71 a
Frutificação						
Sist. 01	29,16 a	1,67 a	17,08 a	10,73 a	4,94 ab	1,63 a
Sist. 02	28,33 a	1,62 ab	14,62 b	11,02 a	5,37 a	1,47 a
Sist. 03	29,63 a	1,51 b	14,72 b	11,47 a	4,82 b	1,60 a
Maturação						
Sist. 01	27,45 a	1,77 a	15,16 a	10,37 a	4,30 a	1,41 a
Sist. 02	27,67 a	1,73 a	15,28 a	11,69 ab	4,97 a	1,61 a
Sist. 03	28,78 a	1,65 a	15,98 a	11,97 a	4,34 a	1,72 a
Colheita						
Sist. 01	30,46 a	1,54 a	12,87 a	13,51 a	4,93 a	1,86 a
Sist. 02	29,80 a	1,69 a	13,68 a	13,99 a	4,83 a	1,77 ab
Sist. 03	30,13 a	1,67 a	12,66 a	15,20 a	5,15 a	1,53 b
Teores adequados						
Malavolta et al (1993)	29 – 32	1,6 – 1,9	22 – 25	13 – 15	4,0 – 4,5	1,5 – 2,0
Raij et al (1996)	26 – 32	1,2 – 2,0	18 – 25	10 – 15	3,0 – 5,0	1,5 – 2,0
Martinez et al (1999)	29 – 32	1,2 – 1,6	18 – 22	10 – 13	3,1 – 4,5	1,5 – 2,0

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Na comparação dos resultados da análise foliar para verificação do equilíbrio nutricional dos micronutrientes, somente o B permaneceu dentro da faixa adequada dos autores (Tabelas 26, 27 e 28). Na fase da floração, frutificação e colheita o nutriente Cu manteve-se abaixo dos valores adequados e na fase da maturação elevou-se, atingindo valores adequados. O Fe foi considerado deficiente por Malavolta *et al* (1993) e adequado por Raij *et al* (1996) e Alvarez *et al* (1999). Com o Zn a diferença nos teores aconteceu na fase da colheita em todos os critérios e somente na fase da maturação estava adequado. O Mn pelas quantidades apresentadas foi considerado deficiente nos sistemas arborizados durante todo o ciclo da cultura. Variações de macro e micronutrientes em cafezais foram encontrados por Malavolta *et al.* (1993).

Com relação à comparação dos valores médios dos micronutrientes, foi verificado um comportamento semelhante aos três sistemas arborizados analisados separadamente (Tabela 29). Malavolta *et al.* (1993), encontraram resultados em que ocorre variação durante o ano agrícola nos teores foliares de macro e micronutrientes em cafezais.

Por meio da média dos teores dos nutrientes dos sistemas em cada fase da cultura estabeleceram-se as relações entre os teores foliares considerados adequados por Malavolta (1993): N/P=16-18; N/S=16-18; N/K=1,3-1,4; K/Ca=1,7-2,1; K/Mg=6,1-6,6; B/Zn=5,0-7,3; Cu/Zn=1,0; Mn/Fe=0,73-0,85.

Observou-se que os pares N/P e N/S estavam adequados. Devido ao baixo teor de K fez com que as relações K/Ca e K/Mg foram inferiores e o par N/K altos.

O par B/Zn estava ajustado na fase de floração e frutificação. Como o Cu e Mn apresentavam-se abaixo dos níveis adequados nas folhas, as relações Cu/Zn e Mn/Fe também foram abaixo da faixa adequada.

Devido a existência de várias referências de valores de nutrientes adequados para a cultura do café, recomenda-se trabalhos de diagnose foliar regional, objetivando um melhor ajustamento dos teores foliares na interpretação e avaliação do estado nutricional do cafeeiro com os aspectos vegetativos e produtivos.

Tabela 26 – Teores adequados e micronutrientes avaliados em cafeeiros mantidos sob os renques de grevêlea (R01 e R02) e na linha central (ER), no Sistema 01, em diversas fases de desenvolvimento.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg.kg ⁻¹)				
Floração					
R.01	52,54 a	7,23 a	72,88 a	27,16 a	9,51 a
E R	59,61 a	7,08 a	62,55 b	22,70 b	9,60 a
R.02	55,91 a	7,06 a	68,15 ab	19,35 b	9,07 a
Frutificação					
R.01	69,53 a	6,70 a	47,97 b	19,99 a	10,65 a
E R	60,41 a	7,24 a	54,47 a	16,93 b	10,71 a
R.02	54,19 a	6,58 a	50,52 b	13,63 c	10,51 a
Maturação					
R.01	56,30 a	12,08 b	94,34 a	17,11 b	16,74 a
E R	65,08 a	14,98 a	91,74 a	26,42 a	16,64 a
R.02	57,36 a	11,69 b	69,65 b	30,00 a	14,21 b
Colheita					
R.01	57,04 a	6,59 ab	54,20 a	25,53 a	6,82 a
E R	56,58 a	7,53 a	57,22 a	19,32 a	6,88 a
R.02	58,87 a	5,93 b	52,04 a	17,72 a	6,38 a
Teores adequados					
Malavolta et al (1993)	50 – 60	11 – 14	100 – 130	80 – 100	15 – 20
Raij et al (1996)	50 – 80	10 – 20	50 – 200	50 – 200	10 – 20
Martinez et al (1999)	40 – 80	8 – 16	70 – 180	50 – 200	10 – 20

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 27 – Valores adequados e micronutrientes avaliados em cafeeiros mantidos sob os renques de grevilea (R01 e R02) e na linha central (ER), no Sistema 02, em diversas fases de desenvolvimento.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg.kg ⁻¹)				
Floração					
R.01	60,55 a	7,51 a	71,44 a	14,40 b	9,02 a
E R	63,92 a	8,67 a	66,72 a	25,94 a	9,39 a
R.02	57,51 a	5,98 a	68,65 a	21,00 ab	9,97 a
Frutificação					
R.01	71,40 a	8,26 a	54,57 a	15,10 b	10,44 a
E R	55,61 a	7,24 ab	56,21 a	22,20 a	15,21 a
R.02	55,54 a	5,70 b	47,11 b	23,90 a	9,50 a
Maturação					
R.01	57,34 a	15,80 a	88,61 a	16,60 b	18,09 a
E R	62,97 a	15,48 a	90,42 a	23,84 a	16,97 a
R.02	60,21 a	12,78 a	84,76 a	17,58 ab	15,70 a
Colheita					
R.01	46,61 b	6,10 b	57,33 a	14,20 a	6,77 a
E R	57,74 a	8,46 a	51,73 a	22,90 a	6,66 a
R.02	52,57 ab	5,44 b	50,63 a	14,92 a	7,21 a
Teores adequados					
Malavolta et al (1993)	50 – 60	11 – 14	100 – 130	80 – 100	15 – 20
Raij et al (1996)	50 – 80	10 – 20	50 – 200	50 – 200	10 – 20
Martinez et al (1999)	40 – 80	8 – 16	70 – 180	50 – 200	10 – 20

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 28 – Teores adequados e micronutrientes avaliados em cafeeiros mantidos sob os renques de grevilea (R01 e R02) e na linha central (ER), no Sistema 03, em diversas fases de desenvolvimento.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg.kg ⁻¹)				
Floração					
R.01	59,07 a	4,50 b	79,52 a	31,17 a	8,39 a
E R	50,33 b	6,64 a	62,66 b	28,03 a	9,84 a
R.02	74,64 a	9,16 a	61,39 b	15,28 b	10,24 a
Frutificação					
R.01	69,53 a	4,02 b	65,02 a	30,87 a	8,74 b
E R	69,09 a	8,56 a	51,84 b	17,15 b	10,29 a
R.02	58,64 a	6,14 ab	65,95 a	29,61 a	9,07 ab
Maturação					
R.01	51,95 b	11,58 b	73,28 a	33,84 a	16,26 a
E R	84,10 a	19,31 a	85,75 a	19,34 b	19,36 a
R.02	51,48 b	13,40 b	81,70 a	34,55 a	17,53 a
Colheita					
R.01	59,62 b	5,27 c	61,29 a	23,44 a	8,03 a
E R	85,32 a	8,30 a	51,29 a	10,07 b	7,04 a
R.02	70,81 ab	6,04 b	58,26 a	28,01 a	6,99 a
Teores adequados					
Malavolta et al (1993)	50 – 60	11 – 14	100 – 130	80 – 100	15 – 20
Raij et al (1996)	50 – 80	10 – 20	50 – 200	50 – 200	10 – 20
Martinez et al (1999)	40 – 80	8 – 16	70 – 180	50 – 200	10 – 20

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 29 – Teores adequados e micronutrientes da folha de cafeeiros dos sistemas arborizados (R01+R02+ER).

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg.kg ⁻¹)				
Floração					
Sist. 01	56,02 a	7,13 a	67,86 a	23,07 a	9,39 a
Sist. 02	60,66 a	7,39 a	68,93 a	20,44 a	9,46 a
Sist. 03	61,34 a	6,76 a	67,85 a	20,82 a	9,32 a
Frutificação					
Sist. 01	61,37 a	6,84 a	50,98 b	16,85 b	10,62 a
Sist. 02	60,85 a	7,07 a	52,63 b	20,40 ab	11,71 ab
Sist. 03	65,76 a	6,24 a	60,93 a	9,37 b	9,37 b
Maturação					
Sist. 01	59,58 a	12,92 a	85,24 a	15,86 b	15,86 b
Sist. 02	60,17 a	14,69 a	87,93 a	16,92 ab	16,92 ab
Sist. 03	62,51 a	14,76 a	80,20 a	17,71 a	17,71 a
Colheita					
Sist. 01	57,50 b	6,68 a	54,49 a	6,70 a	6,70 a
Sist. 02	52,30 b	6,66 a	53,23 a	6,87 a	6,87 a
Sist. 03	71,92 a	6,53 a	56,94 a	7,36 a	7,36 a
Teores adequados					
Malavolta et al (1993)	50 – 60	11 – 14	100 – 130	80 – 100	15 – 20
Van Raij et al (1996)	50 – 80	10 – 20	50 – 200	50 – 200	10 – 20
Martinez et al (1999)	40 – 80	8 – 16	70 – 180	50 – 200	10 – 20

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

4.5. Área foliar, massa seca e valor SPAD do cafeeiro

Na fase de floração (Tabela 30), embora não tenham sido observadas diferenças significativas para área foliar, massa seca e teor de clorofila nas folhas do cafeeiro, foi constatada maiores valores nos tratamentos R01 e R02 em relação à ER com o aumento do nível de sombreamento. Voltan *et al.* (1992) observaram que os cafeeiros cultivados em condições sombreadas apresentaram folhas mais finas e maior área foliar. O

sombreamento também aumentou a área e massa foliar, o comprimento dos internódios e o diâmetro da copa das plantas no crescimento do cafeeiro (CARELLI, 2002).

Tabela 30 – Valores médios de área foliar, massa seca (MS), radiação fotossinteticamente ativa da rua (RFAR), da copa (RFAC) e valor SPAD, em cafeeiros mantidos sob os renques de grevéleas (R01 e R02) e na linha central entre renques nos três sistemas arborizados, durante a floração.

	Área foliar (cm ²)	MS (g)	RFAR %	RFAC %	SPAD
Sistema 01					
R01	424,02 a	3,56 a	34,00 b	6,75 a	67,80 a
ER	402,29 a	3,41 a	99,75 a	2,93 a	66,28 a
R03	433,79 a	4,05 a	64,80 ab	9,00 a	68,35 a
Sistema 02					
R01	446,65 a	3,96 ab	72,33 a	16,93 a	67,13 a
ER	390,99 a	3,76 b	98,10 a	4,38 a	67,05 a
R03	465,24 a	4,30 a	60,70 b	7,30 a	69,38 a
Sistema 03					
R01	454,10 a	4,04 a	64,45 b	8,75 a	70,83 a
ER	389,55 a	3,52 a	99,75 a	4,13 a	63,98 b
R03	448,11 a	3,81 a	25,18 c	6,18 a	66,53 ab

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Na frutificação, maturação e colheita (Tabelas 31, 32 e 33), ocorreram diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados, com exceção dos valores de clorofila no Sistema 01. Foram verificados menores valores para teores de clorofila e maiores taxas de radiação nos tratamentos entre renques de grevéleas (ER) nas fases da cultura.

No estágio da frutificação a radiação luminosa foi superior entre renques de grevéleas (ER) quando comparados com R01 e R02 (renques de grevéleas do lado esquerdo e direito). Da mesma forma que na floração, a alta taxa de radiação foi

relacionada com menor área foliar, massa seca e teor de clorofila indicando que as médias para área foliar foram maiores nos tratamentos dos renques de grevileas (R01 e R02). Trabalho realizado por Fahl *et al.* (1984), mostraram que os teores de clorofila aumentaram com o sombreamento dos cafeeiros.

Constatou-se nos sistemas arborizados estudados que os maiores valores de área foliar e massa seca foram encontrados na fase da maturação, no início do mês de abril e os menores valores na época da floração, em novembro. Resultados semelhantes foram observados por Campanha (2001).

Na fase da colheita e floração ocorreu maior radiação luminosa sob a copa dos cafeeiros nos três sistemas (Tabela 35). Essa elevação ocorreu devido ao desfolhamento verificado nas grevileas nestas épocas que coincidiu com baixas temperaturas e neblinas.

Tabela 31 – Valores médios de área foliar, massa seca (MS), radiação fotossinteticamente ativa da rua (RFAR), da copa (RFAC) e valor SPAD, em cafeeiros mantidos sob os renques de grevileas (R01 e R02) e na linha central entre renques nos três sistemas arborizados, durante a frutificação.

	Área foliar (cm ²)	MS (g)	RFAR %	RFAC %	SPAD
Sistema 01					
R01	599,25 b	4,43 b	7,78 b	1,30 c	62,24 a
ER	418,56 c	3,34 c	99,43 a	32,15 a	59,90 a
R03	619,56 a	4,58 a	23,65 b	5,60 b	58,91 a
Sistema 02					
R01	536,14 b	3,95 b	15,25 a	3,60 ab	62,84 a
ER	367,38 c	2,95 b	94,68 a	14,80 a	56,46 b
R03	568,57 a	4,64 a	9,15 a	0,70 b	64,64 a
Sistema 03					
R01	556,70 b	4,05 b	9,28 c	1,80 b	61,19 ab
ER	355,60 c	3,05 c	96,20 a	18,33 a	53,86 b

R03	654,62 a	4,38 a	23,70 b	2,43 b	62,35 a
-----	----------	--------	---------	--------	---------

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 32 – Valores médios de área foliar, massa seca (MS), radiação fotossinteticamente ativa da rua (RFAR), da copa (RFAC) e valor SPAD, em cafeeiros mantidos sob os renques de grevileas (R01 e R02) e na linha central entre renques nos três sistemas arborizados, durante a maturação.

	Área foliar (cm ²)	MS (g)	RFAR %	RFAC %	SPAD
Sistema 01					
R01	631,56 a	4,68 a	14,45 b	1,00 ab	59,48 b
ER	460,82 b	3,46 b	99,08 a	1,58 a	50,23 c
R03	720,64 a	5,64 a	20,10 b	0,70 b	63,76 a
Sistema 02					
R01	743,68 a	5,13 a	16,65 b	4,18 a	60,13 a
ER	490,89 b	3,81 b	97,85 a	5,88 a	50,74 b
R03	722,11 a	5,29 a	26,93 b	1,78 a	57,18 b
Sistema 03					
R01	647,98 a	4,68 a	14,95 c	0,90 b	62,02 a
ER	390,66 b	2,92 b	96,15 a	5,13 ab	49,41 b
R03	650,19 a	4,85 a	42,78 b	6,13 a	60,36 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 33 – Valores médios de área foliar, massa seca (MS), radiação fotossinteticamente ativa da rua (RFAR), da copa (RFAC) e valor SPAD, de cafeeiros mantidos sob os renques de grevéleas (R01 e R02) e na linha central entre renques nos três sistemas arborizados, durante a colheita.

	Área foliar	MS	RFAR	RFAC	SPAD
	(cm ²)	(g)	%	%	
Sistema 01					
R01	579,00 a	5,48 a	62,38 b	8,23 a	66,29 a
ER	392,00 b	3,51 b	94,83 a	27,73 a	62,60 b
R03	553,15 a	4,98 a	65,15 b	10,58 a	66,06 ab
Sistema 02					
R01	515,10 a	4,53 a	65,67 b	7,15 a	66,30 a
ER	382,18 b	3,23 b	99,55 a	14,43 a	62,63 b
R03	555,55 a	4,91 a	58,71 b	7,65 a	66,08 ab
Sistema 03					
R01	583,00 a	5,06 a	58,43 b	8,80 a	68,08 a
ER	373,75 b	3,30 b	95,10 a	12,45 a	59,05 b
R03	535,43 a	4,67 a	51,85 b	11,25 a	68,28 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Na comparação dos valores médios dos mesmos parâmetros dos cafeeiros entre renques de grevéleas (ER), houve tendência a um comportamento uniforme e singular, sendo verificados valores altos de radiação sobre a rua de cafeeiros. Portanto, nas fases

avaliadas a alta radiação foi relacionada à menores valores para área e massa seca das folhas do cafeeiro (Tabela 34).

Comparando os valores de área foliar, massa seca, radiância e SPAD dos três sistemas arborizados, não foram verificadas diferenças, indicando semelhança dos sistemas. Na fase da colheita os sistemas apresentaram maiores valores para radiação na copa das plantas, indicando que nesta fase ocorreu processo de desfolhamento das grevêilas. (Tabela 35).

Tabela 34 – Comparação dos valores médios de área foliar, massa seca (MS), radiação fotossinteticamente ativa da rua (RFAR), da copa (RFAC) e valor SPAD dos cafeeiros entre renques de grevêilas (ER) dos três sistemas arborizados, durante o ciclo da cultura.

	Área foliar (cm ²)	MS (g)	RFAR %	RFAC %	SPAD
Floração					
Sist. 01	402,29 a	3,41 a	99,85 a	2,93 a	66,28 b
Sist. 02	390,98 a	3,76 a	98,00 a	4,38 a	69,38 a
Sist. 03	389,55 a	3,52 a	99,75 a	4,13 a	66,53 a
Frutificação					
Sist. 01	418,56 a	3,34 a	99,75 a	32,15 a	59,90 a
Sist. 02	367,38 a	2,95 b	94,68 a	14,80 b	56,46 a
Sist. 03	355,60 a	3,05 a	96,20 a	18,33 ab	53,86 a
Maturação					
Sist. 01	460,82 ab	3,46 ab	99,07 a	1,58 a	50,23 a
Sist. 02	490,88 a	3,81 a	97,85 a	5,87 a	50,74 a
Sist. 03	390,66 b	2,92 b	96,15 a	5,13 a	49,41 a
Colheita					
Sist. 01	392,00 a	3,51 a	94,83 a	27,73 a	62,60 a
Sist. 02	382,18 a	3,23 a	99,55 a	14,43 a	62,63 a
Sist. 03	373,75 a	3,30 a	95,10 a	12,45 a	59,05 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 35 – Comparação dos valores médios de área foliar, peso seco (PS), radiação fotossinteticamente ativa da rua (RFAR) e da copa (RFAC) e SPAD dos cafeeiros dos três sistemas arborizados durante o ciclo da cultura.

	Área foliar (cm ²)	PS (g)	RFAR %	RFAC %	SPAD
Floração					
Sist. 01	420,04 a	3,67 a	66,18 a	6,22 a	67,48 a
Sist. 02	434,29 a	4,01 a	77,04 a	9,53 a	67,85 a
Sist. 03	430,59 a	3,79 a	63,13 a	6,36 a	67,11 a
Frutificação					
Sist. 01	544,76 a	4,13 a	43,62a	13,02 a	60,35 a
Sist. 02	490,70 a	3,85 a	39,69 a	6,37 a	61,31 a
Sist. 03	522,77 a	3,83 a	43,06 a	7,52 a	59,13 a
Maturação					
Sist. 01	604,34 a	4,59 a	44,54 a	1,09 a	57,82 a
Sist. 02	652,22 a	4,74 a	47,14 a	3,94 a	56,01 a
Sist. 03	562,94 a	4,15 a	51,29 a	4,05 a	57,26 a
Colheita					
Sist. 01	508,05 a	4,65 a	74,12 a	15,51 a	64,98 a
Sist. 02	484,27 a	4,22 a	77,98 a	9,74 a	65,00 a
Sist. 03	493,39 a	4,34 a	68,46 a	10,83 a	65,13 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.