



**INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NA FISIOLOGIA DE  
FOLHAS DE CAFEIEIRO, NA INFESTAÇÃO POR *Leucoptera  
coffeella* (GUÉRIN-MÈNEVILLE E PERROTET, 1842)  
(LEPIDOPTERA: LYONETIIDAE) E NAS INTERAÇÕES  
TRITRÓFICAS**

**JESSÉ MOREIRA LIMA**

**2010**

**JESSÉ MOREIRA LIMA**

**INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NA FISILOGIA DE  
FOLHAS DE CAFEEIRO, NA INFESTAÇÃO POR *Leucoptera  
coffeella* (GUÉRIN-MÈNEVILLE E PERROTET, 1842)  
(LEPIDOPTERA: LYONETIIDAE) E NAS INTERAÇÕES  
TRITRÓFICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora:  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Castellani

Co-orientadora:  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sylvana Naomi Matsumoto

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
2010

**A Deus, primeiramente, pelo dom da vida,  
À minha Querida mãe Creusa, pela dedicação,**

**Dedico,**

**Aos meus irmãos e  
e todos aqueles que acreditam no meu potencial,**

**Ofereço**

## **AGRADECIMENTOS**

**A Deus, por iluminar meu caminho e por todas as bênçãos derramadas não só durante essa caminhada;**

**À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade de realização do curso de graduação e mestrado;**

**Às Professoras Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Castellani e Dr<sup>a</sup> Sylvana Naomi Matsumoto, pela orientação nos trabalhos e por toda paciência, incentivos, dedicação, desprendimentos na concepção e realização deste projeto;**

**Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, por oferecer as condições para a realização deste curso;**

**Ao “Seu Jésus”, por ter cedido sua propriedade para a realização da pesquisa;**

**À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Aldenise Alves Moreira, pela oportunidade do estágio em Ensino, pelos conhecimentos repassados e pela alegria contagiante;**

**Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo;**

**À minha mãe Creusa, pelo auxílio incondicional, pelo exemplo de determinação, por todo amor e carinho, e aos meus irmãos, Cássia e Joelson, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos;**

**Aos colegas e amigos do Laboratório de Entomologia: Jacqueline, Celina, Juliana Macedo, Juliana Figueira, Cíntia, Talitta, Ana Elizabete, Selminha, Helena Bispo, Fabiano, Rafael e a todos aqueles que, além do companheirismo, de forma direta ou indiretamente, ajudaram na realização dos trabalhos.**

**Aos amigos do Laboratório de Fisiologia: Joice, Fábio Ricardo, Jackson, Fábio Lúcio, Aldo e Jerfson, pelo companheirismo;**

**À amiga Aline Aguiar, em especial, por todo companheirismo e cumplicidade durante todo o período da pós-graduação;**

**Aos colegas do Curso de Pós-Graduação: Juliano, Fernando, Gabriel, Paulinha Porto, Alan, Adeline Ferraz, Wilma, Tatiane, Emanuel, Suzy, Clayton, pelos grupos de estudos e pelos momentos de muita diversão;**

**À Ninha e Fatinha, que além de zelarem com muita dedicação do nosso ambiente de trabalho, não nos deixaram faltar alegria, mesmo nos dias mais exaustivos;**

**Aos professores dos Cursos de Graduação e Pós-Graduação, pelo enriquecimento profissional;**

**Aos professores Mauro Pereira de Figueiredo, por ter cedido o laboratório para realização de análises;**

**Aos secretários do mestrado, Vera e ao dedicado Bruno, pela colaboração durante o curso;**

**À DICAP, na pessoa de Maurício, pelos serviços prestados;**

**Ao setor de Transporte, especialmente aos motoristas José Almeida, Alceste, Bruno e Dalvan, por além de nos transportar, sempre estiveram dispostos a colaborarem nas coletas de dados;**

**A todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.**

**“Direi do SENHOR: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.” Salmo 91:2.**

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência do sistema agroflorestal, café x grevileas, na fisiologia de folhas de cafeeiro, na infestação pelo bicho-mineiro e na predação e parasitismo da praga, bem como a interação dos fatores. Os estudos foram desenvolvidos em cafeeiros localizados na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, e em plantio comercial no município de Barra do Choça, BA, durante o período de setembro de 2009 a janeiro de 2010, denominados de Área 1 e Área 2, respectivamente. A Área 1 é composta por um campo de observação de cafeeiro da variedade Catuaí Vermelho (IAC 144) com seis tratamentos, variando-se o espaçamento das plantas de grevilea associadas ao café, (grevileas ha<sup>-1</sup>): Tratamento 1: 277; Tratamento 2: 139; Tratamento 3: 69; Tratamento 4: 123; Tratamento 5: 62; Tratamento 6: 31. A Área 2 compreende 16 ha de cafeeiros da mesma variedade, composto por três campos de observação com os seguintes espaçamentos das plantas (grevileas ha<sup>-1</sup>): Campo 1: 329 e café 3,8m x 0,70m; Campo 2: 164 e café 3,8m x 0,70m; Campo 3: Café a pleno sol 3,8m x 1,0m. Foram avaliadas as variáveis fisiológicas: a) trocas gasosas das folhas: fotossíntese líquida potencial, condutância estomática, transpiração foliar, concentração interna de CO<sub>2</sub> e temperatura foliar, com fonte de luz dicróica incidente acoplada à câmara, com densidade de fótons de 1.500 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. As avaliações foram realizadas para os tratamentos 1 e 6, sendo utilizada uma folha com mina de bicho-mineiro e outra sem mina, no terço médio de cada lado no sentido leste e oeste da planta, totalizando quatro folhas por planta; b) teor relativo de clorofila, por meio do clorofilômetro; e c) teor do aminoácido prolina. Para amostragem do bicho-mineiro, foram observados dois ramos de cada planta de cafeeiro do estrato superior, sendo um do lado oeste e outro do lado leste. Os ramos foram marcados após contagem e registro do número de folhas, de folhas com minas, de minas por folha, de minas com lagartas vivas, minas predadas e parasitadas. Na Área 1, para variáveis fisiológicas, bem como a estimativa da infestação do bicho-mineiro em função dos níveis de arborização, foram feitas análises de regressão. Para a Área 2, as comparações foram feitas por meio da correção de “Bonferroni”. As relações entre as variáveis foram estimadas pela correlação de Pearson, por meio dos programas SAEG 9.1 e Sisvar 5.1. Os resultados demonstraram que as trocas gasosas entre a planta e o ambiente são sensíveis às alterações do movimento estomático, em particular, à fotossíntese líquida potencial, à transpiração e concentração interna de CO<sub>2</sub>. Para Área de Vitória da Conquista, a maior densidade de árvores elevou os índices fotossíntese líquida potencial dos cafeeiros em relação à condição de menor densidade. Para a Área de Barra do Choça, a arborização não propiciou maior fotossíntese líquida potencial aos

cafeeiros arborizados em relação aos cafeeiros a pleno sol. O teor relativo de clorofila e o teor de prolina foram parâmetros de elevada sensibilidade dos cafeeiros às variações do ambiente. O sistema agroflorestal influenciou negativamente a infestação pelo bicho-mineiro, porém, densidades elevadas de grevíleas favorecem a infestação da praga. A taxa de predação foi influenciada pela arborização, seguindo a mesma tendência da infestação. O teor relativo de clorofila influenciou as variáveis biológicas, merecendo futuras investigações.

Palavras – chave: Bicho-mineiro, Cafeeiro, Grevílea, Trocas gasosas, Spad

## ABSTRACT

The purpose of this research was to study the influence of agroforestry [coffee x grevilea] in infestation of coffee leaf miner and the predation and parasitism of the pest, as well as the interplay of factors based on the physiology of leaves of coffee. The studies were conducted on the Campus da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia - Brazil, and commercial cultivation of coffee in Barra do Choça, Bahia - Brazil during the September to January/2009-2010. The sites were named Area 1 and Area 2, respectively. In Area 1 were evaluated six treatments of coffee Red Catuaí (IAC 144) as the variation of spacing of shading of Grevillea in coffee cultivation (Grevillea ha<sup>-1</sup>): T1: 277; T2: 139; T3: 69; T4: 123, T5: 62 and T6: 31. Already in Area 2, characterized by 16 ha of coffee trees of the same variety, were evaluated three sites with a spacing of plants following (Grevillea ha<sup>-1</sup>/ coffee spacing, m): Field 1: 329/3.8x0.70; Field 2: 164/3.8x0.70; and Field 3: coffee in full sun - 0/3.8x1.0. The physiological variables were evaluated: a) Gas exchange of leaves [potential net photosynthesis, stomatal conductance, leaf transpiration, internal concentration of CO<sub>2</sub> and leaf temperature - with dichroic incident light source coupled to the camera, with a photon density of 1,500 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. The evaluations were conducted in T1 and T6, and used a leaf with coffee leaf miner and other leaf without mine, in the middle third of each side towards the east and west of the plant, totaling four leaves per plant]; b) Content relative chlorophyll [used a chlorophyll, repeating the sampling previous]; and c) the content of the amino acid proline. The coffee leaf miner was evaluated in two branches of each plant in the upper portion, one on the west side and one on the east. The branches were marked after counting the number of leaves, leaves with mines, mines per leaf, larval mines, mines parasitized and predated. In Area 1 the physiological variables and the estimation of coffee leaf miner infestation according to the level of shade were analyzed by regression. Already in Area 2 comparisons were made through "Bonferroni". Relationships between variables were estimated by Pearson correlation. The statistical procedures were performed through SAEG 9.1 and SISVAR 5.1. Gas exchange between plant and environment were sensitive to changes in stomatal movement, particularly the potential net photosynthesis, transpiration and internal concentration of CO<sub>2</sub>. The highest density of trees found in Vitoria da Conquista increased rates of net photosynthesis potential trees when compared to lower density. In Barra do Choça the shade didn't provide greater net photosynthesis potential to coffee shaded in relation to coffee trees in full sun. The relative chlorophyll and proline parameters were highly sensitive to changing environmental conditions. The agroforestry system had a negative influence on the infestation of coffee leaf miner, but high densities of Grevillea trees conducive to pest infestation. The predation rate was influenced by afforestation, following the same trend of the

infestation. The relative chlorophyll content affects biological variables, indicating trends in future investigations.

Keywords: coffee leaf miner, Coffee, Grevillea, gas exchange, spad

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, nos meses de novembro de 2009 e janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.....52
- Tabela 2-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....53
- Tabela 3-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.....54
- Tabela 4-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição Leste e Oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010..... 55
- Tabela 5-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.....56
- Tabela 6-** Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de dezembro de 2009 e

janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	81
<b>Tabela 7</b> -Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO <sub>2</sub> de folhas de ramos localizados nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	82
<b>Tabela 8</b> -Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO <sub>2</sub> de folhas em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	83
<b>Tabela 9</b> -Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO <sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2009.....	84
<b>Tabela 10</b> -Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO <sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	85
<b>Tabela 11</b> -Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno entre os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	88
<b>Tabela 12</b> -Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea entre os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	89

<b>Tabela 13-</b> Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas com e sem a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	90
<b>Tabela 14-</b> Média do teor de Prolina em folhas com e sem a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	92
<b>Tabela 15-</b> Média do teor de Prolina em folhas de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	92
<b>Tabela 16-</b> Média do teor de Prolina em folhas de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	93
<b>Tabela 17-</b> Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2009.....	96
<b>Tabela 18-</b> Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M) e Intensidade de Infestação (M/F) em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	97
<b>Tabela 19-</b> Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	98
<b>Tabela 20-</b> Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em	

	cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	99
<b>Tabela 21-</b>	Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F) em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	100
<b>Tabela 22-</b>	Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	101
<b>Tabela 23-</b>	Média do Índice de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	102
<b>Tabela 24-</b>	Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M) e Intensidade de Infestação (M/F) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	103
<b>Tabela 25-</b>	Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	104
<b>Tabela 26-</b>	Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	105
<b>Tabela 27-</b>	Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de	

	grevílea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	106
<b>Tabela 28-</b>	Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M) e Intensidade de Infestação (M/F) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevílea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....	107
<b>Tabela 29-</b>	Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevílea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	108
<b>Tabela 30-</b>	Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevílea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	109
<b>Tabela 31-</b>	Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevílea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....	110
<b>Tabela 32-</b>	Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila em folhas com e sem a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevílea, no mês de setembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	114
<b>Tabela 33-</b>	Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila em folhas com e sem a presença de minas e teor de prolina de folhas com e sem a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevílea, no mês de outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	115

- Tabela 34**-Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila e folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* e fisiológicas, Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....116
- Tabela 35**-Correlações entre as variáveis Índice de infestação, total de Minas, intensidade da infestação, mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila e folhas com a presença de minas, e teor relativo de clorofila em folhas sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de dezembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....117
- Tabela 36**-Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila e folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* e fisiológicas, teor de prolina de folhas com e sem a presença de minas, Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.....118
- Tabela 37**-Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e teor relativo de clorofila em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....121

- Tabela 38-**Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila em folhas com e sem a presença de minas e teor de Prolina em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....122
- Tabela 39-**Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e teor relativo de clorofila em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....123
- Tabela 40-**Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila e folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* e fisiológicas, Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.....124
- Tabela 41-**Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila e folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* e fisiológicas, Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.....125

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de setembro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010..... 59
- Figura 2-** Estimativa do teor relativo de clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de outubro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010..... 60
- Figura 3-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de novembro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010..... 60
- Figura 4-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella*, em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de dezembro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010.....61
- Figura 5-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de janeiro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010.....61
- Figura 6-** Estimativa do teor de prolina de folhas com a presença de minas de *Leucoptera coffeella* (◆) e sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste; teor de prolina de folhas com a

	presença de minas (▲) e sem a presença de minas (●) em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de outubro de 2009, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.....	64
<b>Figura 7-</b>	Estimativa do teor de Prolina de folhas com a presença de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> (◆) e sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste; teor de Prolina de folhas com a presença de minas (▲) e sem a presença de minas (●) em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de janeiro de 2010, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.....	64
<b>Figura 8-</b>	Estimativa do Índice de Infestação (A), total de minas (B) e Total de minas com larva viva (C) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de setembro, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.....	66
<b>Figura 9-</b>	Estimativa de minas de <i>Leucoptera coffeella</i> parasitadas (A) em ramos localizados na posição leste e predadas (B) em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de setembro de 2009, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.....	67
<b>Figura 10-</b>	Estimativa do Índice de Infestação (A), Intensidade de Infestação (B) e Total de Minas(C) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, em outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	68
<b>Figura 11-</b>	Estimativa de minas com larva viva (A) e de minas predadas (B) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	69
<b>Figura 12-</b>	Estimativa do total de minas (A) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	69
<b>Figura 13-</b>	Estimativa do total de minas parasitadas (A) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	70
<b>Figura 14-</b>	Estimativa do total de minas (A) e minas parasitadas (B) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	72

<b>Figura 15-</b> Dados de Precipitação (mm), Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) durante o período amostral.....	72
<b>Figura 16-</b> Estimativa do índice de Infestação (A) e Total de Minas (B) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de dezembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	73
<b>Figura 17-</b> Estimativa do índice de Infestação (A), Intensidade da Infestação (B), Total de Minas (C) e minas Predadas (D) de <i>Leucoptera coffeella</i> em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.....	73

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	21
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1 Aspectos gerais sobre arborização em cafezais.....	24
2.2 Influência da arborização no cultivo do cafeeiro.....	27
2.3 Bicho-mineiro do cafeeiro (BMC).....	32
2.3.1 Importância econômica do bicho-mineiro.....	32
2.3.2 Fatores que afetam a população do bicho-mineiro.....	35
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1 Locais e períodos experimentais.....	43
3.2 Caracterização das áreas experimentais.....	43
3.3 Amostragem.....	44
3.3.1 Características fisiológicas dos cafeeiros.....	45
3.3.2 Variáveis biológicas do bicho-mineiro.....	46
3.4 Dados meteorológicos.....	47
3.5 Procedimentos estatísticos.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1 Área experimental 1.....	49
4.1.1 Variáveis fisiológicas.....	49
4.1.2 Variáveis biológicas.....	65
4.2 Área experimental 2.....	78
4.2.1 Variáveis fisiológicas.....	78
4.2.2 Variáveis biológicas.....	94
4.3 Interações tritróficas.....	111
5. CONCLUSÕES.....	126
5. REFERÊNCIAS.....	127
6. APÊNDICE.....	141

## 1. INTRODUÇÃO

O café é uma importante fonte de renda para a economia brasileira pela sua participação na receita cambial, pela transferência de renda aos outros setores da economia, pela contribuição à formação de capital no setor agrícola do país, além da expressiva capacidade de absorção de mão-de-obra. O desenvolvimento da cafeicultura no Planalto de Conquista em 1970 gerou empregos e renda. Atualmente, o cultivo de café ainda tem uma participação importante na economia, proporcionando 50 mil empregos diretos e 100 mil indiretos (DUTRA NETO, 2001).

O cafeeiro é produzido no Brasil em diversas regiões onde nem sempre se encontram condições edafo-climáticas ideais para o bom desenvolvimento da cultura. Regiões caracterizadas pelo déficit hídrico, frequente no período de granação, determinam má formação e queda de frutos, fatores que levam aos baixos rendimentos do cafeeiro.

A utilização de componentes arbóreos é feita nos cafezais do Brasil, porém, com finalidade de quebra ventos, tendo essa prática sua eficácia consolidada no manejo das lavouras (BAGGIO e outros, 1997a). No entanto, a arborização de cafezais é uma prática comum e antiga em países tropicais com o objetivo de minimizar os efeitos das condições climáticas desfavoráveis em determinadas épocas do ano (JARAMILLO-BOTERO e outros, 2006).

Na grande maioria das regiões do Brasil, o café é cultivado economicamente a pleno sol, resultando em surtos do bicho-mineiro-do-cafeeiro (BMC) (*Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), principal praga da cultura, que chega a causar prejuízos superiores a 50% na produtividade.

Variações na flutuação populacional do bicho-mineiro, bem como nas taxas de parasitismo e predação da praga, ocorrem dentro de uma mesma propriedade, entre propriedades de uma região e entre regiões produtoras, ocasionadas por diversos fatores, como manejo da água (CUSTÓDIO e outros, 2009; FERNANDES e outros, 2009), déficit hídrico (MEIRELES e outros, 2001), nutrição e vigor de mudas (CAIXETA e outros, 2004), distúrbios fisiológicos nos insetos (PEREIRA e outros, 2007), artrópodes competidores (TEODORO, 2007; TEODORO e outros, 2009), condições de temperatura, umidade relativa e precipitação (MELO, 2005; PEREIRA e outros, 2007; GHINI e outros, 2008; LOMELÍ-FLORES e outros, 2010), período estacional e altitude (TUELHER e outros, 2003, LOMELÍ-FLORES e outros, 2010), compostos secundários das plantas (GUERREIRO FILHO e MAZZAFERA, 2000; MAGALHÃES e outros, 2008), teor de nitrogênio nas folhas (LOMELÍ-FLORES, 2007), aspectos anatômicos (RAMIRO e outros, 2004 LOMELÍ-FLORES, 2007) e fisiológicos das folhas (NEVES, 2004), dentre outros.

Cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal têm sido encontrados na Região Sudoeste da Bahia como forma de amenizar os efeitos dos períodos prolongados de estiagem, com utilização de associações de cafeeiros com grevilea, abacateiro e ingazeiro, principalmente. No entanto, os cafeeiros nesse sistema de cultivo têm sido implantados sem subsídios científicos que possam orientar o produtor quanto à viabilidade técnica e econômica da arborização. Estudos neste sentido foram iniciados na Região Sudoeste da Bahia em 2001, com a caracterização dos sistemas agroflorestais que ocorrem na região e estudos das características fisiológicas relacionadas aos níveis de sombreamento (MATSUMOTO, 2004).

Os avanços científicos já obtidos para as condições edafo-climáticas do Sudoeste da Bahia, nesta área, poderão, em curto prazo, subsidiar recomendações práticas aos cafeicultores. No entanto, lacunas de conhecimento

ainda existem em relação aos aspectos fitossanitários, especialmente quanto às pragas chave da cultura, a exemplo do bicho-mineiro.

Alguns estudos têm demonstrado que a arborização em cafezais determina mudanças na produtividade (BEER e outros, 1998; MIRANDA e outros, 1999), no microclima dos agroecossistemas, bem como alterações na morfofisiologia das folhas do cafeeiro (GOMES e outros, 2008). A partir destas constatações, pode-se levantar a hipótese de que a ocorrência do bicho-mineiro e das taxas de mortalidade natural da praga podem ser influenciadas pelo sistema agroflorestal, como já evidenciaram alguns autores (CAMPANHA e outros, 2004a; RESENDE e outros, 2007). Matiello (1995) afirma que, no sistema de produção arborizado, os cafeeiros são mais verdes e com baixo ataque de bicho-mineiro.

No entanto, na maioria dos trabalhos disponíveis na literatura não há informações sobre os níveis de sombreamento estudados e, ou, sobre a densidade das plantas utilizadas para arborização nas áreas experimentais, tornando-se difícil estabelecer uma compreensão geral sobre o assunto.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência do sistema agroflorestal, composto por café e grevileas, nas características fisiológicas de folhas de cafeeiro, na infestação pelo bicho-mineiro e na predação e parasitismo da praga, bem como a interação dos fatores em plantios e café com densidades conhecidas de grevilea.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais sobre arborização em cafezais

A espécie *Coffea arabica* L. é oriunda da Etiópia, onde é cultivada em locais predominantemente sombreados, nas regiões montanhosas ocidentais, entre 1.000 e 2.500m de altitude, sendo a espécie de maior expressão econômica, por produzir um café de excelente qualidade (MIRANDA e outros, 1999).

Os primeiros cafezais eram sombreados, numa tentativa de reproduzirem-se, dentro certos limites, nas lavouras às condições ecológicas presumivelmente mais adequadas à espécie (DA MATTA, 2004). Entretanto, o cafeeiro pode ser perfeitamente cultivado em pleno sol, sendo capaz de desenvolver características fisiológicas e anatômicas que permitem sua fotoaclimatação sob altos níveis de irradiância (RAMALHO e outros, 1997). Apesar de o cafeeiro poder ser conduzido a pleno sol, nos países da América Latina é comum seu cultivo em associação com diversas espécies arbóreas, que, além de fornecerem sombra à cultura, têm outras finalidades, tais como o aumento da biodiversidade, a conservação do solo, a adubação verde, a produção de madeira, de lenha, de frutos e de outros produtos (LUNZ, 2006).

Segundo Beer e outros (1998), os principais benefícios microclimáticos que a introdução das árvores promovem para o cafezal podem ser agrupados em duas categorias principais, ambas associadas com a redução do estresse da planta:

- 1) Melhoria das condições climáticas e do local por meio de (i) redução dos extremos de temperatura do ar e calor no solo (em altitudes mais baixas e frio nas maiores elevações), (ii) redução da velocidade do vento, (iii) disponibilidade de umidade do solo, e (iv) melhoria ou manutenção da fertilidade do solo, incluindo a redução da erosão.

2) Redução na quantidade e qualidade da luz transmitida reduzindo desequilíbrios nutricionais e perecimento da planta.

A proposta de cultivos consorciados busca, por meio do sombreamento moderado, atenuar as ocorrências climáticas extremas e proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas (PEZZOPANE, 2004). Nesse contexto, acrescenta-se, ainda, a agregação de uma fonte de renda extra para os cafeicultores e melhor aproveitamento da mão-de-obra durante o ano, benefício de grande importância para o pequeno agricultor. Diante dessa análise, é possível verificar o grande potencial para a utilização da técnica de consorciação, principalmente, em áreas de pequena extensão, visando auxiliar na melhoria da produtividade e sustentabilidade da produção.

Baixa de preços do café, a elevação dos preços de insumos e os problemas ambientais têm levantado questões sobre a sustentabilidade das plantações a pleno sol, reascendendo o interesse no uso de árvores de sombra (BEER e outros, 1998).

A grande divergência de opinião entre os cafeicultores decorre da falta de esclarecimentos sobre os conceitos de sombreamento e da arborização. Segundo Camargo e Gonçalves (2004), por sombreamento entende-se sombrear uma cultura com árvores e arbustos, não considerando nenhum tipo de método ou controle da intensidade de área sombreada na cultura coberta. Já a arborização é uma prática agrônômica, a qual por meio da introdução controlada de componentes arbóreos pode-se adequar ao microclima, mantendo a incidência solar necessária aos cafeeiros para otimização da atividade fotossintética. A amplitude térmica também pode ser amenizada pela associação de árvores aos cafezais, constituindo-se em um importante meio para atenuar o aquecimento global. De acordo com Camargo (2007), foi verificado que a arborização pode reduzir a temperatura média diária de 23°C para 21°C, possibilitando condições adequadas à cultura do cafeeiro arábica.

Sistemas agroflorestais (SAF) é um termo recente, empregado para designar um conjunto de práticas e sistemas de uso da terra já tradicionais, principalmente, em regiões tropicais e subtropicais. A presença de um componente arbóreo, a diversidade de espécies e o grande acúmulo de biomassa favorecem a ciclagem de nutrientes entre a vegetação e o solo, aumentando sua sustentabilidade (LUNZ, 2006). Os sistemas agroflorestais buscam aumentar os efeitos benéficos das interações entre as espécies lenhosas e culturas e, ou, animais. Utilizando os ecossistemas naturais como modelo e aplicando suas características ecológicas aos sistemas agrícolas, espera-se que sua produtividade possa ser mantida em longo prazo sem a degradação da terra. Esse fato é de particular importância, considerando-se a atual aplicação dos SAF's em áreas marginais à agricultura e a pouca disponibilidade de insumos (FARRELL e ALTIERI, 2002).

O emprego de tecnologias de processo e não mais de tecnologias de produtos, tão incentivadas pela revolução verde e difundidas pelos pacotes tecnológicos das instituições de extensão brasileira na época da expansão da cafeicultura na década de 70, é essencial para a sustentabilidade da cafeicultura. O pequeno agricultor necessita reduzir a utilização de insumos industrializados que faz com que seu custo de produção seja elevado e a sua atividade economicamente inviável, além de diminuir o impacto ambiental causado pelo atual manejo convencional na cafeicultura tradicional. Segundo Pezzopane (2004), em sistemas arborizados e policultivos, em função da natureza heterogênea de seus componentes, com diferentes organismos compartilhando o mesmo espaço, o ambiente físico afeta e interage de modo complexo, modificando as características microclimáticas e promovendo alterações no balanço de energia.

Na cafeicultura implantada no município de Barra do Choça, localizado na Região Sudoeste da Bahia, e maior produtor de café do Nordeste, dentre os

pequenos agricultores, predomina o sistema arborizado (88% dos cafezais) como forma de amenizar os efeitos dos períodos prolongados de estiagem, por meio de associações de cafeeiros com bananeira, grevilea, abacateiro e ingazeiro, principalmente (MOREIRA e outros, 2003; MATSUMOTO e VIANA, 2004). Especificamente nos municípios da Região da Chapada Diamantina, BA, Martins Neto (2009) verificou que cafezais arborizados variam de 20% (Barra da Estiva) a 60% (Bonito), com a utilização de árvores nativas (22,9%), grevilea (20,8%), jaqueira (20,8%), bananeira (18,8%), abacateiro (8,3%), dentre outros vegetais (8,3%). Segundo o autor, a arborização contribui para a sustentabilidade dos sistemas de produção, influenciando, principalmente, a vegetação espontânea, a cobertura do solo, a atividade biológica e a matéria orgânica do solo.

## **2.2 Influência da arborização no cultivo do cafeeiro**

No Norte da América Latina encontra-se uma extensa área de café arábica sombreado, que compreende o México, a América Central, o Caribe e a Colômbia, totalizando aproximadamente 2,8 milhões de hectares de café, dos quais 60 % são produzidos sob sombra de florestas nativas ou árvores exóticas (BACON, 2005).

Dentro dos sistemas modernos se encontram as lavouras sob sombra tecnificada, nas quais as árvores sombreadoras são de uma única espécie e manejadas com poda intensiva pelo menos uma vez por ano (DONALD, 2004).

Segundo Jaramillo-Botero (2006), a maior parte das áreas de café arborizado na região equatorial se encontra em altitudes consideradas marginais para a cultura a pleno sol, o que pelas condições climáticas dessas regiões é considerado indispensável para a produção, assemelhando-se com as condições

encontradas no Brasil. Porém, ainda segundo Jaramillo-Botero (2006), se comparados com os sistemas tradicionais no Norte da América Latina, o café arborizado no Brasil apresenta baixa diversidade de espécies arbóreas. As espécies sombreadoras mais frequentes são grevilea (*Grevillea robusta* A. Cunn) e seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss. Mull. Arg.), embora outras espécies venham sendo estudadas também.

A grevilea é utilizada por agricultores da região de Vitória da Conquista (BA) pelo efeito protetor contra ventos secos (MATSUMOTO & VIANA, 2004). Nestas condições, o espaçamento mais indicado para o plantio das grevileas é de 6 x 12m (139 grevileas.ha<sup>-1</sup>); maiores espaçamentos causam queda na produção dos cafeeiros pela eliminação do efeito positivo das árvores.

A grevilea apresenta baixo nível de competição com o cafeeiro, por possuir um sistema radicular pivotante e bastante profundo, além de formato de copa que permite a passagem de luz direta, essencial para a produção de café. A madeira produzida por essa espécie possui excelentes qualidades para utilização em serrarias, com potencial para aproveitamento na indústria moveleira. A sua exploração poderia, portanto, compensar eventuais perdas de produção provocadas pela competição com os cafeeiros (CARAMORI, 2004.).

Segundo Baggio e outros (1997b), não ocorre queda da produtividade de cafeeiros associados à grevilea, até uma densidade de 71 árvores por hectare. A produtividade econômica total foi maior no SAF com grevilea, nas densidades de 34 a 71 árvores por hectare.

No México, Soto-Pinto e outros (2000) observaram queda na produção com sombreamento maior que 50%, resultado similar ao observado na Colômbia por Farfán e Mestre (2004), onde a maior produção dos cafeeiros foi atingida sob 45% de sombreamento. As maiores produtividades dos cafeeiros sombreados nestas pesquisas variaram entre 2.216kg.ha<sup>-1</sup> (Colômbia) e 2.916kg.ha<sup>-1</sup> (Costa Rica) de café beneficiado.

Em condições ambientais adequadas e com a utilização intensiva de insumos, plantios a pleno sol normalmente produzem mais do que os arborizados. Todavia, alguns trabalhos mostram que em regiões marginais, ou seja, onde as condições de solo e de clima não são plenamente favoráveis à cultura, a prática de sombreamento pode beneficiar o cafeeiro, aumentando sua produtividade (BEER e outros, 1998; MUSCHLER, 2001).

Matiello (1995) cita como vantagens do sistema de arborização: (a) diminuição da desfolha, mantendo os cafeeiros mais verdes e com baixo ataque de bicho-mineiro; (b) safras ligeiramente menores, porém sem os extremos de altas e baixas produtividades; (c) maturação dos frutos mais lenta com possibilidade de maior porcentagem de frutos a serem descascados e despolidos; (d) atenuação das temperaturas máximas do ambiente, favorecendo o plantio do café arábica em condições de temperaturas superiores às ideais (19°C – 21°C); (e) aumento das temperaturas mínimas do ambiente, possibilitando uma boa proteção contra geadas; (f) proporciona renda adicional ao agricultor, e (g) redução da infestação de mato na lavoura.

Outros aspectos positivos do sistema arborizado, segundo Rodrigues e outros (2001), são: ciclagem de nutrientes; diminuição da taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, resultado da redução da temperatura do solo; presença de controladores naturais de pragas e doenças e possibilidade de melhorar a utilização da mão-de-obra na entressafra.

Segundo Beer e outros (1998), os maiores benefícios fisiológicos que o cafeeiro recebe das árvores de sombra estão associados com a redução do estresse da planta, pela melhoria do microclima e do solo. Essas modificações microclimáticas interferem no comportamento da planta de cafeeiro, alterando as trocas gasosas, a anatomia, a morfologia, o crescimento e o desenvolvimento reprodutivo, refletindo, conseqüentemente, em sua produtividade. Cafeeiros

sombreados apresentam plantas mais altas, suas folhas são maiores e mais finas, permitindo uma melhor captação da energia solar disponível (BEER, 1987).

Os níveis de radiação e temperatura sobre os cafeeiros, bem como a água e nutrientes disponíveis para a planta, são fatores importantes na regulação da atividade fotossintética (MORAIS e outros, 2003).

A baixa disponibilidade de água no solo, associada a uma maior demanda evaporativa da atmosfera, limita a fotossíntese do cafeeiro, quando há elevada disponibilidade de radiação, principalmente, devido ao fechamento estomático (GOMES e outros, 2008). Resultados obtidos por Silva e outros (2004) evidenciam que a fotossíntese do cafeeiro é amplamente controlada pela abertura estomática. Quando há maior disponibilidade de água (estação chuvosa), a condutância estomática é maior, conseqüentemente, observaram-se maiores valores de taxa fotossintética. Reduções na assimilação de CO<sub>2</sub> observadas em folhas de cafeeiros sob alta radiação têm sido associadas com temperaturas foliares entre 25°C e 35°C, as quais provocam decréscimo na condutância do mesófilo (KUMAR e TIESZEN, 1980). Segundo Neves (2004), existe uma correlação negativa entre fotossíntese e área foliar lesionada pelo bicho-mineiro, ou seja, quanto maior a área foliar lesionada, menor a fotossíntese; e o ponto de inflexão negativo da curva, no qual um pequeno aumento na área foliar lesionada pode levar a uma grande perda fotossintética, é tomado como referência de nível de dano, sendo que o nível de controle destas pragas está abaixo destes valores.

A manutenção de valores de Déficit de Pressão de Vapor (DPV), ao longo do ano, em cultivo de cafeeiros arborizados, já foi observada por vários autores. Em estudo realizado por Campanha e outros (2004b), a manutenção do microclima é apontada como uma das principais vantagens da arborização da lavoura de café, pois o abrigo das árvores evita altos valores de DPV, extremos

de temperatura e excesso de radiação, que podem causar fotoinibição e fotooxidação.

As plantas de café possuem plasticidade morfofisiológica, apresentando aumento nos teores de clorofila, queda na atividade da RUBISCO (ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase), redução na taxa fotossintética líquida e incremento na área foliar específica, quando em ambientes com baixa disponibilidade de radiação (NIINEMETS e outros 1998; MORAIS e outros 2004).

Ricci e outros (2006) verificaram tendência de teores mais elevados de nitrogênio, fósforo e magnésio em folhas de cafeeiros sombreados, em relação aos mantidos em pleno sol. Entretanto, a restrição da luminosidade deve ser considerada como um fator preponderante na alteração da coloração das folhas, resultante de um mecanismo de adaptação a tal condição. Segundo Voltan e outros (1992), a diminuição da intensidade luminosa está relacionada positivamente com o teor de clorofila.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), muitos cultivos agrícolas são submetidos a situações de déficit hídrico, ocasionando impactos negativos no crescimento e desenvolvimento das plantas, gerados pelo conflito entre a conservação de água pela planta e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> para produção de carboidratos. Esta situação pode resultar em aumento da concentração passiva de solutos como resposta ao déficit hídrico. Neste sentido, Castro e outros (2007) demonstraram que plantas com deficiência hídrica apresentam elevação dos níveis de prolina e de carboidratos solúveis totais, com aumento da ordem de 220,53% nos teores de prolina. Matsumoto e outros (2006) verificaram, para as condições do Distrito de Capinal, município de Vitória da Conquista, BA, que a arborização de cafeeiros com renques de grevilea determinam diminuições da área foliar específica e da umidade do solo em função das distâncias entre cafeeiros e grevileas, enquanto que o teor de prolina aumenta em função das distâncias, a

partir do renque de árvores de grevilea. A afirmação de que a prolina é um indicador da condição de estresse hídrico é sustentada por vários autores (RODRIGUES, 1988; MARTINEZ e outros, 1995; MATSUMOTO e outros, 2006).

Cultivos a pleno sol, com alto nível de radiação, altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e períodos de veranico (MELO, 2005; BACCA e outros, 2006; VEGA e outros, 2006) ou na condição de estresse hídrico (MEIRELES e outros, 2001), favorecem a ocorrência do bicho-mineiro, podendo-se levantar a hipótese de que a prolina poderia, também, ser um indicador da ocorrência da praga.

Além da prolina, considerando-se os princípios do manejo integrado de pragas, alguns autores têm enfatizado o uso de outras variáveis fisiológicas para determinação do nível de dano de pragas, tais como fotossíntese, condutância estomática, temperatura e transpiração foliar e concentração interna de CO<sub>2</sub> (NEVES, 2004; NEVES e outros 2006).

## **2.3 Bicho – mineiro do cafeeiro (BMC)**

### **2.3.1 Importância econômica do bicho-mineiro**

Insetos minadores de folhas compreendem um grupo taxonômico de espécies adaptadas a tipos particulares de habitats. Nas espécies minadoras, a larva vive e se alimenta entre as camadas epidérmicas da folha. Na Ordem Lepidoptera (Hexapoda: Insecta), cerca de 400 espécies distribuídas em 20 famílias apresentam o hábito minador, dentre as quais Lyonetiidae, à qual pertence *L. coffeella* (BYERS, 2010).

Nessas interações, algumas relações entre insetos e plantas ocorrem por acaso, em pequena escala temporal e espacial, enquanto outras são bem sucedidas e permanecem por longos períodos, tornando-se especializadas

(MOPPER e outros, 2000; citados por ISHINO e outros, 2010), como é o caso do bicho-mineiro do cafeeiro, que é praga específica do gênero *Coffea*, e todas as cultivares de *C. arabica* são suscetíveis ao inseto.

Os adultos do bicho-mineiro são microlepidópteros de hábito crepuscular noturno e coloração geral prateada. As fêmeas fazem a postura na face superior da folha. Os ovos são achatados, brancos brilhantes com dimensões de 0,30 mm de comprimento e 0,25 mm de largura. Decorrido o período de incubação, que dura em média de 5 a 21 dias, eclode a lagarta (9 a 40 dias) que penetra diretamente na folha e começa a se alimentar do tecido paliçádico. As lagartas na folha por meio da epiderme, dirigindo-se ao parênquima paliçádico, não havendo mais contato com o meio externo (SOUZA e outros, 1998; SOUZA e REIS, 2000; GALLO e outros, 2002; RAMIRO e outros, 2004). Após a fase de lagarta, deixa de se alimentar, abandona a lesão, desce para a “saia” do cafeeiro onde irá passar para a fase de crisálida e permanecer por 4 a 26 dias para depois emergir o adulto. Seu ciclo evolutivo pode variar de 19 a 87 dias, de acordo com as condições climáticas, principalmente temperatura, umidade relativa do ar e precipitação (SOUZA e outros, 1998; GALLO e outros, 2002; PEREIRA e outros, 2002).

No mesófilo, as minas provocadas pelo inseto estão exclusivamente no parênquima paliçádico (RAMIRO e outros, 2004). As minas construídas pelo inseto possuem bordas irregulares, com coloração inicial amarelo-pálido e, posteriormente, com o desenvolvimento do inseto, tornam-se pardas com o centro escuro, em consequência do depósito de dejetos (CONCEIÇÃO, 2005).

Ishino e outros (2010) descrevem detalhadamente a morfologia de minas foliares causadas por herbívoros em plantas do gênero *Erythroxylum* (Erythroxylaceae), de grande representatividade nos cerrados brasileiros. As minas são galerias feitas pelas larvas no mesófilo, resultantes do consumo do

conteúdo celular da folha. As larvas são prognatas e alimentam-se de tecido parenquimático e vasos de fino calibre.

Assim, devido às lesões (minas) ocasionadas, o ataque do bicho-mineiro provoca a redução da área fotossintética e senescência precoce das folhas, sobretudo, antes que as plantas passem pela renovação de suas folhas (MATIELLO, 1991; REIS e SOUZA 1996a), determinando prejuízos diretos e indiretos à cafeicultura.

Com a expansão das plantações de café no Brasil, devido às mudanças nas práticas culturais, e, sobretudo climáticas, a importância econômica de *L. coffeella* tem aumentado, sendo, atualmente, a principal praga do café no País (SOUZA e outros, 1998; FRAGOSO e outros, 2002; 2003). As perdas de rendimento causadas por *L. coffeella* atingem em média 40% anualmente, mas podem chegar até 80% em altas densidades populacionais da praga e se táticas de controle não forem empregadas (REIS e SOUZA, 1996b).

Reis e Souza (1983) constataram diminuição significativa na produção, quando o nível de desfolha ultrapassou 50%. Os danos nas folhas causam diminuição da área foliar, queda de folhas e, conseqüentemente, diminuição da fotossíntese, resultando em queda de produção, além disso, tem-se a queda do rendimento do café produzido, de modo que, no beneficiamento, será gasto muito mais café em coco para cada saca de café beneficiado (REIS e SOUZA, 1998). Ainda, segundo os mesmos autores, desfolhas drásticas resultam em seca de ramos dos cafeeiros pelos raios solares e, conseqüentemente, queima e seca de frutos “chumbinhos”, sendo que lavouras severamente desfolhadas levam dois anos para se recuperarem, principalmente, se a desfolha ocorrer num ano de grande produção de café.

Em consequência da desfolha, ocorre, também, redução na longevidade dos cafeeiros, pois estas plantas serão muito mais exigidas para repor a sua parte aérea (SOUZA e REIS, 2000).

### **2.3.2 Fatores que afetam a população do bicho-mineiro**

Considerando-se a filosofia do Manejo Integrado de Pragas, há necessidade de se conhecer os fatores ecológicos que interferem nas populações dos insetos, destacando-se aqueles relacionados aos fatores físicos do tempo, ao controle biológico natural e às características da planta hospedeira (LEMOS e outros, 2006).

Segundo Vega e outros (2006), o inseto se desenvolve melhor em condições de seca e altas temperaturas e pode ter 07 a 12 gerações por ano. Parra (1981) constatou que, independentemente da alimentação, a longevidade decresce com o aumento da temperatura; que a temperatura de 27°C foi a ideal para postura e para o desenvolvimento do inseto, sendo a 35°C limitante ao mesmo, com a taxa líquida de reprodução e a razão finita de aumento maiores a 27°C; e que a variação na umidade relativa do ar não afetou a duração do ciclo do inseto. A constante térmica do bicho-mineiro foi de 303,82 graus-dia, e o autor considerou que, em regiões com isotermas anuais de 17 a 23°C, podem ocorrer de 4,4 a mais de 12,2 gerações anuais do bicho-mineiro. Em laboratório, mantido a 27°C, pode-se obter 17 gerações por ano do inseto (PARRA e outros, 1995).

Quanto ao comportamento reprodutivo do bicho-mineiro, Michereff (2000) verificou que as fêmeas preferem ovipositar em folhas isentas de ovos a folhas previamente ovipositadas ou minadas. Segundo a autora, a preferência por folhas “limpas” sugere a existência de mecanismos que minimizam a competição intra-específica e otimizam a seleção de hospedeiros com melhor qualidade nutricional para a prole.

Correlações entre variáveis climáticas e flutuações da densidade populacional do bicho-mineiro têm sido observadas (BACCA e outros, 2006) e

aquelas exercem influência direta ou indireta à população e à intensidade de infestação da praga. Dentre as ações diretas, a influência da temperatura na infestação é grande, apresentando correlação positiva, já a precipitação pluvial e a umidade relativa do ar apresentam uma correlação negativa, havendo assim uma necessidade de um período longo de seca para que haja um aumento no número de lesões nas folhas (VILLACORTA,1980; SOUZA e outros, 1998). Além disso, segundo SOUZA e outros (1998), a face de exposição e o espaçamento adotado também interferem nas populações da praga, sendo que espaçamentos maiores proporcionam maior arejamento às plantas e favorecem as infestações.

Meireles e outros (2001), avaliando a infestação do bicho-mineiro submetido a diferentes níveis de déficit hídrico em casa-de-vegetação na cultura do cafeeiro, observaram que há maiores infestações da praga em plantas mantidas com maior déficit hídrico. O menor período de molhamento foliar pode ser determinado pelo maior tempo de exposição das folhas ao sol. Assim sendo, observa-se que, para a latitude de 33°S, mais próxima à realidade de Lavras, MG, ocorre maior exposição da radiação solar voltada ao hemisfério norte (VIANELLO e ALVES, 1991). Esse fato pode contribuir para a maior incidência do inseto-praga em plantas voltadas para a face norte. Zambolim e outros (2007) citam que o BMC é mais severo em regiões onde há períodos de seca, entretanto, em áreas onde se pratica a irrigação, como no cerrado mineiro e no oeste baiano, é comum ocorrer alta incidência de insetos-pragas, em razão das altas temperaturas predominantes.

Na Bahia, MELO (2005) constatou que o inseto ocorre durante todo o ano em duas regiões cafeeiras, Sudoeste e Oeste do Estado. Para as condições de Vitória da Conquista (Sudoeste), no período de junho de 2002 a fevereiro de 2003 ocorreram as maiores médias de lesões, com picos principais em novembro e dezembro de 2002. A partir de março de 2003, a ocorrência de minas

praticamente se estabiliza. Para as duas regiões estudadas, os períodos de maior ocorrência de minas foram precedidos por longos períodos de estiagem ou de baixa precipitação e elevação das temperaturas máxima e mínima.

Santinato e outros (2007), também em lavoura de café sob pivô central no oeste baiano, relatam a ocorrência de variações da infestação do BMC no decorrer do ano, concluindo que os fatores ambientais exerceram grande influência nos níveis populacionais, mas que outros fatores devam ser levados em consideração, como a adubação e inimigos naturais.

A queda de temperatura, associada com a precipitação em regiões tropicais, pode provocar assincronia de emergência de adultos, levando a um atraso no acasalamento, que é conhecida por reduzir a oviposição e a viabilidade de ovos de *L. coffeella* (MICHEREFF e outros, 2004). Neste sentido, Pereira e outros (2007) citam que, além de afetar a mortalidade natural, as condições climáticas podem estar afetando o seu potencial reprodutivo, desempenhando, assim, um papel importante na dinâmica populacional do bicho-mineiro do café.

Apesar do hábito minador fornecer proteção contra inimigos naturais, predadores e parasitoides adaptaram-se e se constituem, atualmente, em importantes agentes de controle biológico natural da praga.

Dentre os predadores, destacam-se ácaros, formigas, trips, crisopídeos e vespas. De modo geral, a maneira com que a predação tem sido avaliada é por meio dos sinais de dilaceração que os predadores (vespas) deixam nas folhas no momento de ataque às lagartas (PERIOTO, 2004), enquanto que o parasitoide é encontrado na forma de pupa e o entomopatógeno é detectado na lagarta morta, ambos no interior da lesão (GRAVENA, 1984).

Larvas de terceiro ínstar de *C. externa* podem exercer papel regulador da população do bicho-mineiro. Ecolé e outros (2002) demonstraram, em condições de laboratório, predação nas fases de pré-pupa e pupa do bicho-mineiro; contudo, na fase de larva, *L. coffeella* desenvolveu mecanismos eficientes de

escape do predador. Estudos faunísticos de crisopídeos na Região Sudoeste da Bahia, realizados por Ribeiro (2005), em cafeeiros cultivados a pleno sol e sombreados com grevilea, possibilitou a coleta de dez espécies em cada cultivo. A espécie *Chrysoperla externa* foi predominante em cafeeiro a pleno sol, ou seja, mais frequente, constante e dominante, enquanto *Ceraeochrysa dislepis* e *Leucochrysa rodriguezii* foram dominantes.

No entanto, dentre os predadores do bicho-mineiro, as vespas (Hymenoptera: Vespidae) têm merecido maior atenção por parte dos pesquisadores. Guimarães (1983) constatou variação no número de lesões predadas por vespas de 0,00 a 59,00, com média 11,97, com porcentagem média de predação de 31,30%, sendo 10,04% pela face inferior da lesão e 21,26% pela face superior, portanto, duas vezes maior. Por outro lado, Avilés (1991) constatou maior predação pela página inferior da folha e que as vespas que possuem este hábito deixam lagartas vivas do bicho-mineiro nas minas dilaceradas. Estudos realizados por Souza (1979) e Souza e outros (1980), indicaram porcentagens de lesões do bicho-mineiro dilaceradas por vespas variáveis de 56% a 81%, com média de 69%. Estudos conduzidos por D'Antônio e outros (1978) indicaram que os predadores foram mais eficientes quando a porcentagem de folhas atacadas pela praga aumentou, e levantaram a hipótese que o bicho-mineiro é um alimento alternativo para as vespas. De modo geral, quando 30 a 40% das folhas minadas foram predadas, a infestação da praga se manteve constante.

Dentre os vespídeos que ocorrem em Minas Gerais, associados à predação do bicho-mineiro, Reis e outros (1984) relacionaram as seguintes espécies: *Protonectarian sylveirae* (De Saussure, 1854), *Brachygastra lecheguana* (Latreille, 1824), *Synoeca surinama cyanea* (Fabricius, 1775), *Polybia scutellaris* (White, 1841) e *Eumenes* sp. Segundo Souza (1979), das espécies de vespídeos, *Protonectarina silveirai* e *Brachygastra lecheguana* são

as espécies mais importantes. Outras espécies de vespídeos predadores são *Polybia paulista* Ihering, *Protopolybia exigua* e *Apoica pallens* Fab. (GONTIJO e outros, 2000).

Os himenópteros parasitoides são elementos importantes da fauna neotropical por seu papel no controle da população de outros insetos que interferem, direta ou indiretamente, e de forma ainda não bem quantificada, nas cadeias tróficas de grande parte dos agroecossistemas. Devido à sua capacidade de regular populações de insetos considerados pragas agrícolas, muitas espécies de himenópteros parasitoides são utilizadas com sucesso em programas de controle biológico de pragas (PERIOTO, 2004).

Melo e outros (2007) registraram as seguintes espécies para as condições de Vitória da Conquista e Luis Eduardo Magalhães, BA: *Cirrospilus neotropicus* Diez & Fidalgo, 2003, *Closteroscerus coffeellae* Ihering 1913, *Horismenus aeneicollis* Ashmead, *Neochrysocharis coffeae* Ihering, *Stiropius* sp.1 e *Stiropius* sp 2. As espécies *Horismenus aeneicollis*, *Closteroscerus coffeellae*, *Neochrysocharis coffeae* e *Stiropius* sp.1 são predominantes para as condições de Vitória da Conquista, enquanto que a espécie *Neochrysocharis coffeae* é predominante em Luiz Eduardo Magalhães.

Com relação à planta hospedeira, segundo Medina-Filho e outros (1977), citados por Ramiro e outros (2004), todas as cultivares de *C. arabica* são susceptíveis ao bicho-mineiro, sendo a espécie *C. racemosa* utilizada como doadora de genes de resistência ao inseto para *C. arabica*.

Considerando que a arborização de cafezais pode interferir na espessura do limbo foliar, pode-se levantar a hipótese de que este fator interfere na ocorrência e/ou, intensidade de ataque. No entanto, Ramiro e outros (2004) avaliaram a anatomia foliar e das minas produzidas pelas lagartas, bem como em folhas de plantas das parietais *C. arabica* e *C. racemosa*. Os autores verificaram diferenças na espessura dos tecidos foliares entre plantas híbridas resistentes e

suscetíveis, sugerindo que as características avaliadas não estão relacionadas ao mecanismo de resistência à praga. Os autores sugeriram que o crescimento reduzido dos insetos em plantas resistentes, verificado pelo menor tamanho das lesões, se deve à presença de substâncias químicas no parênquima paliçádico. Da mesma forma, outros autores consideram que as causas da resistência parecem estar relacionadas à antibiose, conferida por compostos secundários presentes nas plantas, sintetizados em menor quantidade em tecidos velhos, o que explicaria o menor grau de resistência ao ataque do bicho-mineiro em folhas velhas. Inclusive, as formas das minas são distintas em materiais suscetíveis e resistentes, parâmetro utilizado para seleção de progênies de *C. arabica* x *C. racemosa*, resistentes ao bicho-mineiro (BOTELHO, 2003).

A cafeína é o principal alcaloide presente em plantas de café, podendo exercer uma função de resistência ao ataque de insetos. Numa série de experimentos realizados por Guerreiro Filho e Mazzafera (2000), não foi estabelecida correlação significativa entre redução do dano na folha pelo bicho-mineiro e conteúdo de cafeína no tecido foliar, levando os autores a sugerir que a praga está bem adaptada à planta de café, tendo desenvolvido mecanismos para tolerar o efeito potencialmente tóxico da cafeína. No entanto, posteriormente, Magalhães e outros (2008) comprovaram que a cafeína presente nas folhas do cafeeiro estimula a oviposição pelas fêmeas do bicho-mineiro.

Avilés e outros (1985), avaliando o efeito do déficit hídrico em mudas de café, no ataque do bicho-mineiro, concluíram que, em condições de estiagem, as larvas do bicho-mineiro desenvolvem uma atividade mais intensa, ocorrendo o inverso em condições de suprimento abundante de água. As minas das mudas que não receberam irrigação apresentaram um desenvolvimento 92% maior que as minas nas mudas irrigadas. Da mesma forma, o número de crisálidas obtido foi quase o dobro nas mudas sem irrigação.

A irrigação representa hoje uma tecnologia indispensável à produção agrícola, profissional e competitiva, exigida pelo mercado (JULIATTI e outros, 2001). O pivô central é um sistema de irrigação por aspersão com alto grau de automatização, necessitando de baixo uso de mão-de-obra; é de fácil manuseio operacional; e possibilita alta uniformidade de irrigação em grandes áreas (PICANÇO e outros, 2001).

Outros estudos têm demonstrado uma relação entre estresse hídrico e a concentração do aminoácido prolina, podendo-se levantar a hipótese de que o sombreamento afeta o nível de estresse da planta e, conseqüentemente, o teor de prolina. Segundo Grisi (2006), a suspensão da irrigação foi suficiente para causar um aumento no teor de prolina nas folhas de mudas de cafeeiro. A autora destaca a função da prolina em aumentar o potencial osmótico com o objetivo de manter a turgescência foliar, mesmo em potenciais hídricos muito baixos.

Segundo Vega e outros (2006), o manejo adequado de sombra e adubação, diminuição do uso de inseticidas, e a conservação dos inimigos naturais, são fatores importantes para reduzir focos de bicho-mineiro nas plantações de café

Pesquisadores trabalhando com bicho-mineiro relataram que cafeeiros com disponibilidade de radiação de 45% e com 80 a 95% apresentaram o mesmo comportamento, com níveis de infestação de, aproximadamente, 130 folhas lesionadas por planta, demonstrando estarem em locais ótimos ao desenvolvimento da praga nos meses de maior ocorrência. Os cafeeiros com disponibilidade de radiação de 25 a 40 % e os com 100% também puderam ser agrupados pelo seu comportamento em relação às infestações, apresentando elevação da infestação, porém, atingindo um patamar inferior, com níveis de, aproximadamente, 85 folhas lesionadas por planta. Com o início do mês de setembro, quando foi observado aumento na temperatura do ar, os padrões de infestação diminuíram (BERNARDES, 2004).

Teodoro (2007), estudando café em diversos tipos de sistema agroflorestal de café, encontrou uma maior densidade populacional de bicho-mineiro entre dezembro e fevereiro, tendo um maior pico em janeiro, além disso, havendo uma forte interação entre a época e o tipo de sistema agroflorestal, sendo as maiores populações encontradas em agroflorestas de menor diversidade de plantas em detrimento dos de maior diversidade e de cafés abandonados. Ainda, segundo o mesmo autor, os sistemas agroflorestais influenciaram na temperatura, umidade relativa do ar, na copa das árvores, cujas variáveis ambientais, por sua vez, influenciaram diversos parâmetros das populações de artrópodes, por exemplo, nos estágios de desenvolvimento do inseto praga.

Segundo Rojas (1990), a queda de folhas causada pelo bicho-mineiro é menor em cafeeiros sombreados e altos níveis de ataque da praga ocorrem em plantas deficientes de nitrogênio. Dados semelhantes foram obtidos por Caixeta e outros (2004), em estudos sobre efeitos da disponibilidade de N e K sobre o vigor e ataque de bicho-mineiro a mudas de cafeeiro, cultivar Catuaí Vermelho IAC 99. O teor de proteína na matéria seca apresentou correlação positiva, enquanto que os teores de lignina, amido e açúcares solúveis totais apresentaram correlações negativas com o ataque do inseto. Os cafeeiros mais vigorosos e com nutrição nitrogenada adequada foram mais atacados pela praga.

Não se conhece, no entanto, as relações entre estresse provocado pelo ambiente e outras variáveis fisiológicas, a exemplo do teor de prolina, na infestação pelo bicho-mineiro e nas taxas de predação e parasitismo da praga, em condições de diferentes níveis de arborização para cultivos implantados na Região Sudoeste da Bahia.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Locais e Períodos Experimentais**

Os estudos foram desenvolvidos em cultivo de cafeeiro localizados no Campo Agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, e em plantio comercial no município de Barra do Choça, BA, durante o período de setembro de 2009 a janeiro de 2010, denominados neste trabalho de Área experimental 1 e Área experimental 2, respectivamente.

#### **3.2 Caracterização das Áreas Experimentais**

A Área experimental 1 foi instalada em abril de 2002 no Campo Agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, BA, localizada a 14° 53' latitude sul e 40° 48' longitude oeste, a uma altitude de 960 metros. O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo, distrófico, A moderado, textura média e relevo plano. Segundo a classificação de Köopen, o clima da região de abrangência do município de Vitória da Conquista é do tipo Am, tropical úmido, com chuvas do tipo monções, estação de seca de pequena duração com precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm; e Aw, clima quente com estação seca bem acentuada, coincidindo com o inverno, com precipitação inferior a 60 mm em pelo menos um mês; com temperatura do mês mais frio abaixo dos 18° C e precipitação anual média acima de 900 mm (SEI, 1999).

A Área 1 compreende 3,2ha plantados com cafeeiro da variedade Catuai Vermelho (IAC 144) no espaçamento 3,0m x 1,0m, usando a *Grevillea robusta* como planta de sombra.

O experimento foi composto por um campo de observação com seis tratamentos, variando-se o espaçamento das plantas de grevilea associadas ao café da seguinte forma: **Tratamento 1** – 6,0m x 6,0m = 277 grevileas ha<sup>-1</sup>; **Tratamento 2** – 6,0m x 12m = 139 grevileas ha<sup>-1</sup>; **Tratamento 3** - 12m x 12m = 69 grevileas ha<sup>-1</sup>; **Tratamento 4** - 9m x 9m = 123 grevileas ha<sup>-1</sup>; **Tratamento 5**- 9m x 18m = 62 grevileas ha<sup>-1</sup>; **Tratamento 6** -18 m x 18 m = 31 grevileas ha<sup>-1</sup>.

A Área experimental 2 localiza-se no município de Barra do Choça, BA, situada a 14°52' latitude sul e 40°34' oeste com altitude local de 892m. O clima predominante na região é do tipo subúmido, com precipitação pluvial anual de 932 mm e temperatura média de 21°C. Compreende 16 ha cultivados com cafeeiros da variedade Catuai Vermelho (IAC 144) de três anos de idade, tendo a grevilea como planta de sombra. O experimento foi composto por três campos de observação com os seguintes espaçamentos das plantas: **Campo 1** – grevilea 4m x 7,6m (329 grevileas ha<sup>-1</sup>) e café 3,8m x 0,70m; **Campo 2** - grevilea 4m x 15,2m (164 grevileas ha<sup>-1</sup>) e café 3,8m x 0,70m; **Campo 3** – Café a pleno sol 3,8m x 1,0m.

### 3.3 Amostragem

Nas duas áreas experimentais, foram avaliadas variáveis fisiológicas e biológicas, no período de setembro de 2009 a janeiro de 2010, por meio de amostras tomadas da seguinte forma:

Área experimental 1: devido ao arranjo espacial das grevilea variou-se o número de plantas amostradas por repetição em cada tratamento, sendo quatro plantas

no tratamento 1 e 2, cinco plantas nos tratamentos 4 e 5 e seis plantas nos tratamentos 3 e 6. Uma grevilea sempre foi mantida na posição central da parcela, sendo as avaliações realizadas em três parcelas por campo de observação. Cada grupo de cafeeiro contendo uma grevilea ao centro foi considerado uma repetição, totalizando três por tratamento.

Área experimental 2: da mesma forma, foram utilizadas quatro plantas por repetição no campo 1 e cinco plantas nos campos 2 e 3. Cada grupo de cafeeiro contendo uma grevilea ao centro foi considerado uma repetição, totalizando, neste caso, quatro por tratamento.

### **3.3.1 Características fisiológicas dos cafeeiros**

Para a avaliação da fisiologia dos cafeeiros, foram observadas e quantificadas as seguintes características:

- a) Trocas gasosas das folhas: foi realizada por meio de um analisador infravermelho de gases (IRGA LI-6400, LI-COR®, Nebraska/USA), em sistema aberto, com utilização de uma câmara foliar de 6,25 cm<sup>2</sup>. Avaliações referentes à fotossíntese líquida potencial, condutância estomática, transpiração foliar, concentração interna de CO<sub>2</sub> e temperatura foliar foram feitas com fonte de luz dicróica incidente acoplada à câmara, com densidade de fótons de 1.500 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. As avaliações das trocas gasosas foliares foram realizadas para o tratamento 1 e o 6, sendo utilizada uma folha com mina de bicho-mineiro e outra sem mina, no terço médio de cada lado, no sentido leste e oeste da planta, totalizando quatro folhas por planta.
- b) Teor relativo de clorofila: da mesma forma, repetiu-se a amostragem feita para variável anterior, sendo as folhas acondicionadas em sacos de

papel, devidamente identificados, colocadas em isopor e transportadas ao laboratório de Entomologia da UESB para a avaliação, por meio do clorofilômetro portátil SPAD 502 (Soil Plant Analysis Development), Minoura, Japão.

- c) Teor do aminoácido prolina: avaliado para as mesmas folhas de cafeeiro usadas na determinação do teor relativo de clorofila, após secagem em estufa a temperatura de 65° C por 48 horas, adotando-se os protocolos descritos por Bates (1973).

### **3.3.2 Variáveis biológicas do bicho-mineiro**

Para amostragem do bicho-mineiro, foram observados dois ramos de cada planta de cafeeiro do estrato superior, sendo um ramo do lado oeste e outro do lado leste. Os ramos foram marcados após contagem e registro do número de folhas.

No campo, as folhas de cada ramo foram examinadas com o auxílio de um estilete para quantificação das seguintes variáveis: número de folhas com minas, número de minas por folha, número de minas com lagartas vivas, minas predadas e minas parasitadas. Para contagem das lagartas vivas, as minas foram abertas, com o máximo de cuidado, com o intuito de não danificar possíveis lagartas presentes. Segundo procedimentos descritos por Melo (2005), foram consideradas minas predadas aquelas que apresentavam uma de suas faces dilaceradas e como minas parasitadas aquelas que continham pequeno orifício circular, característico da saída de adultos, bem como aquelas contendo pupas de parasitoides no seu interior. Foram estimados os índices de infestação calculando-se a porcentagem de folhas com minas em relação ao total de folhas

nos ramos, e a intensidade de infestação, dividindo-se o número total de minas pelo número de folhas minadas.

### **3.4 Dados Meteorológicos**

Os dados pluviométricos, de temperatura média e umidade relativa do ar, foram obtidos do Instituto de Meteorologia (INMET, 2010) a partir de dados da Estação Meteorológica localizada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, Bahia, única existente e em funcionamento na região do Planalto de Vitória da Conquista.

Os dados meteorológicos não foram utilizados para fins de procedimentos estatísticos.

### **3.5 Procedimentos Estatísticos**

Para variáveis fisiológicas, bem como a estimativa da infestação do bicho-mineiro em função dos níveis de sombreamento, foram feitas análises de regressão na Área 1, onde devido à quantidade de tratamentos foi possível montar uma linha com seis pontos. Para a Área 2, todas as comparações foram feitas por meio da correção de “Bonferroni”. Para estudar as relações entre as variáveis, foram feitas correlações de Pearson. Todos os dados das variáveis biológicas foram transformados pela função  $\sqrt{x + 0,5}$  para obtenção da normalidade dos dados.

Os procedimentos estatísticos foram realizados através dos programas SAEG 9.1 (SAEG, 2007) e Sisvar 5.1. (FERREIRA, 2008).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Área Experimental 1

#### 4.1.1 Variáveis Fisiológicas

Na Tabela 1 são apresentados os dados gerais sobre fotossíntese líquida potencial ( $A_{pot}$ ), temperatura foliar ( $T_f$ ), transpiração foliar ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ), obtidos em novembro de 2009 e janeiro de 2010. Observa-se que os valores  $A_{pot}$  e  $g_s$ ,  $C_i$  foram superiores nos cafeeiros associados às maiores densidades de grevileas ( $277$  grevileas.ha<sup>-1</sup>). Os dados do presente trabalho concordam com aqueles obtidos por Kumar e Tieszen (1980), que encontraram menores valores de fotossíntese em cafeeiros expostos a plena luz solar, quando comparados a cafeeiros sombreados artificialmente. Entretanto, Morais e outros (2003), estudando características fisiológicas de cafeeiros sombreados com guandu no estado do Paraná, encontraram valores superiores de fotossíntese em cafeeiros a pleno sol.

Os maiores valores de  $C_i$  observados nas áreas de alta densidade de grevileas foram associados a valores elevados  $g_s$  verificada nesta condição (Tabela 1). O mecanismo de fechamento dos estômatos está vinculado ao acúmulo de ácido abscísico, que, por sua vez, é induzido pela restrição de disponibilidade hídrica. Esta situação foi vinculada à observação de maiores valores de  $T_f$  nos tratamentos com arborização menos adensada, corroborando a ocorrência de condição de maior nível de estresse hídrico. Apesar da maior capacidade de sorção de  $CO_2$ , por meio da fotossíntese, o favorecimento da abertura estomática pela condição de arborização resultou em maior  $C_i$ . Freitas e outros (2003), estudando o efeito de intensidades luminosas (30, 50, 70 e 100%

de irradiância) no comportamento ecofisiológico de mudas de quatro cultivares de cafeeiro, relataram maiores taxas de  $g_s$  e  $E$  a 70% de sombreamento e menores a pleno sol. Segundo Da Matta (2004), a menor eficiência de assimilação do carbono a pleno sol deve-se, principalmente, ao fechamento estomático. Campanha e outros (2004b) sugerem que, em condições de cafeeiros expostos a maior intensidade luminosa e que apresentaram menor assimilação de  $CO_2$ , pode haver uma foto inibição, pois estas características estão intimamente associadas às taxas fotossintéticas das plantas, o que pode ter ocorrido no presente trabalho.

Os valores mais elevados de  $T_f$  ocorreram nos cafeeiros sob menor densidade de árvores, em consequência da maior exposição ao sol. Comportamento semelhante foi verificado por Moraes e outros (2003), em café arborizado com guandu no estado do Paraná. Freitas e outros (2000) também encontraram menores valores de  $T_f$  em cafeeiros com 70% de arborização na região de Patrocínio-MG, porém, Carelli e outros (1999) encontraram maiores valores de temperatura em plantas de café cultivadas em vasos, em condições naturais sob três regimes de irradiância a pleno sol, com 50% e 80% de sombreamento.

Para o mês de novembro, foi verificada semelhança entre os valores de  $E$  entre os tratamentos de diferentes densidades (Tabela 1). Entretanto, no mês de janeiro, cafeeiros associados à maior densidade de árvores apresentaram taxas mais elevadas de  $E$ . A restrição hídrica ocorrente no mês de janeiro reduziu a capacidade da planta em disponibilizar água para ativar mecanismos de termoregulação, por meio da transpiração. Os resultados apresentados concordam com Righi e outros (2008) que encontraram maiores valores de transpiração em cafeeiros arborizados com seringueiras. Os mesmos autores sugerem que tal fato está relacionado à maior sensibilidade estomatal dos cafeeiros sob condições de maior iluminação, o que faz com que plantas a pleno sol apresentem eficiência

de uso da água mais elevada. Morais e outros (2003) relataram que altas temperaturas em plantas de café a pleno sol estão associadas a maiores valores de transpiração, cumprindo esse papel termo-regulador. Resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho foram encontrados por Freitas e outros (2003), sendo observado que a transpiração dos cafeeiros aumentou concomitantemente com nível de sombreamento.

Para o mês de novembro, observa-se que os resultados se assemelham aos do mês de janeiro e que, independentemente do lado da planta e da característica da folha (com ou sem mina), as variáveis estudadas diferiram entre os tratamentos T1 (277 grevileas.ha<sup>-1</sup>) e T6 (31 grevileas.ha<sup>-1</sup>) (Tabela 2 e 3). Sandy (2009) e Garcia (2006) não encontraram diferenças no pegamento de flores e produção de café, quando diferentes posições nos ramos foram avaliadas.

Neste trabalho,  $A_{pot}$  e demais variáveis não diferiram entre folhas com minas e sem minas (Tabelas 4 e 5). As medidas de todas as variáveis foram tomadas em áreas verdes de folhas com e sem minas e, provavelmente, os danos no sistema fotossintético não tenham se estendido além das minas, conforme foi comprovado por Raimondo e outros (2003) em estudos sobre o impacto do minador de folhas *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) em plantas de castanha-da-índia (*Aesculus hippocastanum*).

Por outro lado, Neves (2004) constatou correlação negativa entre fotossíntese e área foliar lesionada pelo bicho-mineiro, verificando, também, relações decrescentes de fotossíntese\concentração interna de CO<sub>2</sub> e fotossíntese\condutância estomática. Segundo o autor, este fato demonstra queda na eficiência instantânea de carboxilação da rubisco e redução da eficiência intrínseca do uso da água em função da área foliar lesionada, sugerindo que o bicho-mineiro afeta, em primeiro plano, o fotossistema II (PS II). Ainda, segundo Neves (2004), a técnica da leitura da fotossíntese mostrou-

se adequada para correlação com área foliar lesionada, determinando a faixa de 25 a 30% de área foliar lesionada como nível de dano do bicho-mineiro. Reis e outros (2009) também verificaram reduções nas taxas de fotossíntese potencial de plantas de café da ordem de 32,7% a 50,1% com infestações de 15 e 120 ácaros *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) por folha de café Catuaí, respectivamente.

**Tabela 1**-Média da Fotossíntese ( $A_{pot}$ ), Temperatura Foliar (Tf), Transpiração Foliar (E), Condutância Estomática (gs) e Concentração Interna de  $CO_2$  (Ci) de folhas de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea nos meses de novembro de 2009 e janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Meses	Tratamento (grev.ha <sup>-1</sup> )	$A_{pot}$ ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Tf (°C)	E ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	gs ( $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Ci (vpm)
novembro	277	5,69 ± 0,36 a	30,20 ± 0,21 b	0,73 ± 0,03 a	0,09 ± 0,00 a	309,03 ± 12,99 a
	31	3,34 ± 0,14 b	33,27 ± 0,28 a	0,83 ± 0,07 a	0,06 ± 0,00 b	274,18 ± 8,46 b
janeiro	277	2,32 ± 0,12 a	31,42 ± 0,31 b	0,99 ± 0,06 a	0,05 ± 0,00 a	259,81 ± 6,70 a
	31	1,28 ± 0,09 b	34,78 ± 0,10 a	0,60 ± 0,03 b	0,02 ± 0,01 b	237,73 ± 8,46 b

<sup>1</sup>Médias ( $\pm$  EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para o mesmo mês, não diferem estatisticamente pelo teste “t” ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 2**-Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas em ramos, localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (grev.ha-1)	A <sub>pot</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Tf(°c)		E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
277	5,90 ± 0,34 Aa	5,48 ± 0,67 Aa	30,24 ± 0,31 Aa	30,17 ± 0,31 Aa	0,73 ± 0,03 Aa	0,72 ± 0,05 Aa

Tratamento (Grev. há <sup>-1</sup> )	gs (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Ci (vpm)	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste
277	0,09 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	318,75 ± 18,54 Aa	299,32 ± 19,01 Aa
31	0,06 ± 0,01 Ba	0,06 ± 0,01 Ba	272,07 ± 0,46 Ba	276,28 ± 17,09 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna do mesmo lado entre tratamentos e minúsculas entre os lados do mesmo tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste “t” (P<0,05).

**Tabela 3-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas em ramos, localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (grev.ha <sup>-1</sup> )	A <sub>pot</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		T <sub>f</sub> (°c)		E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
277	2,25 ± 0,09 Aa	2,39 ± 0,22 Aa	31,34 ± 0,47 Aa	31,50 ± 0,44 Aa	0,94 ± 0,05 Aa	1,04 ± 0,08 Aa

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	gs (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Ci (vpm)	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste
277	0,05 ± 0,00 Aa	0,05 ± 0,01 Aa	258,21 ± 9,00 Aa	261,42 ± 10,75 Aa
31	0,02 ± 0,00 Ba	0,02 ± 0,00 Ba	242,21 ± 6,22 Aa	233,25 ± 4,63 Ba

<sup>1</sup>Médias ( $\pm$  EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

<b>Tratamento (grev.ha-1)</b>	<b>Lado</b>	<b>mina</b>	<b>A<sub>pot</sub> (<math>\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}</math>)</b>	<b>Tf (°C)</b>	<b>E (<math>\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}</math>)</b>	<b>gs (<math>\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}</math>)</b>	<b>Ci (vpm)</b>
<b>277</b>	Leste	c/ mina	5,83 ± 0,64 a	30,20 ± 0,48 a	0,77 ± 0,03 a	0,10 ± 0,00 a	317,73 ± 18,83a
		s/ mina	5,97 ± 0,41 a	30,28 ± 0,49 a	0,70 ± 0,06 a	0,08 ± 0,01 a	319,77 ± 36,92a
	Oeste	c/ mina	5,20 ± 0,85 a	30,16 ± 0,49 a	0,67 ± 0,03 a	0,08 ± 0,01 a	295,93 ± 38,71a
		s/ mina	5,77 ± 1,20 a	30,17 ± 0,49 a	0,77 ± 0,09 a	0,09 ± 0,01 a	302,70 ± 17,20a
<b>31</b>	Leste	c/ mina	3,43 ± 0,38 a	33,77 ± 0,63 a	0,87 ± 0,15 a	0,07 ± 0,01 a	273,13 ± 9,18a
		s/ mina	3,17 ± 0,37 a	33,50 ± 0,64 a	0,83 ± 0,19 a	0,05 ± 0,00 a	271,00 ± 4,29a
	Oeste	c/ mina	3,53 ± 0,33 a	32,93 ± 0,46 a	0,80 ± 0,17 a	0,05 ± 0,01 a	269,83 ± 27,22a
		s/ mina	3,23 ± 0,15 a	32,87 ± 0,62 a	0,83 ± 0,13 a	0,07 ± 0,01 a	282,73 ± 26,03a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” (P<0,05).

**Tabela 5**-Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	mina	A <sub>pot</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Tf (°C)	E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	gs (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Ci (vpm)
277	Leste	c/ mina	2,28 ± 0,11 a	31,32 ± 0,75 a	0,96 ± 0,07 a	0,05 ± 0,01 a	261,75 ± 111,48 a
		s/ mina	2,21 ± 0,17 a	31,37 ± 0,73 a	0,92 ± 0,08 a	0,05 ± 0,01 a	255,17 ± 16,24 a
	Oeste	c/ mina	2,02 ± 0,24 b	31,47 ± 0,70 a	0,97 ± 0,12 a	0,05 ± 0,01 a	266,25 ± 17,91 a
		s/ mina	2,76 ± 0,23 a	31,53 ± 0,69 a	1,11 ± 0,11 a	0,06 ± 0,01 a	256,58 ± 15,30 a
31	Leste	c/ mina	1,07 ± 0,28 a	34,81 ± 0,25 a	0,57 ± 0,09 a	0,02 ± 0,00 a	251,17 ± 10,39 a
		s/ mina	1,42 ± 0,18 a	34,81 ± 0,22 a	0,65 ± 0,05 a	0,02 ± 0,00 a	233,25 ± 2,27 a
	Oeste	c/ mina	1,19 ± 0,08 a	34,79 ± 0,22 a	0,57 ± 0,02 a	0,02 ± 0,00 a	241,33 ± 3,58 a
		s/ mina	1,42 ± 0,00 a	34,72 ± 0,22 a	0,62 ± 0,04 a	0,02 ± 0,00 a	225,17 ± 5,41 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” (P<0,05).



Para as avaliações realizadas nos meses de setembro, novembro, dezembro e janeiro, as variações do teor relativo de clorofila, determinado em ramos na posição leste e oeste, em função da densidade de grevileas, foram definidos modelos semelhantes, sendo caracterizados pela equação polinomial de segunda ordem (Figuras 1 e 2).

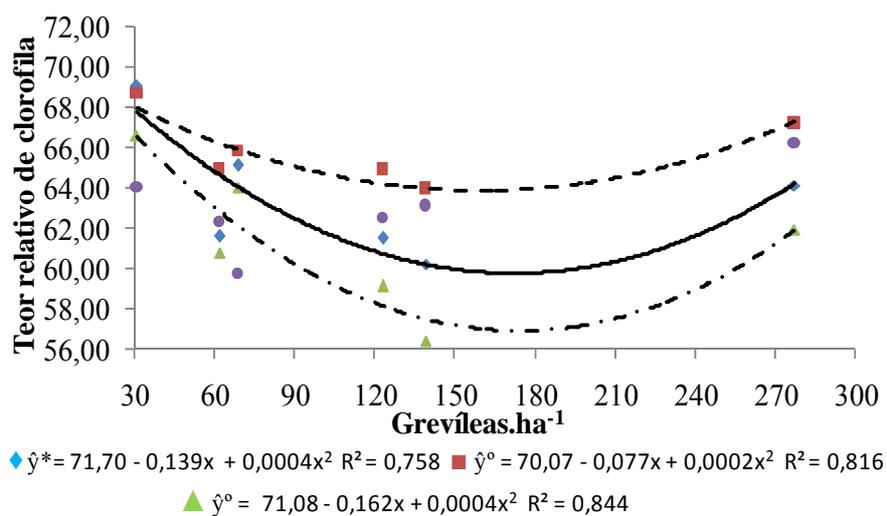
No mês de setembro, para o lado leste da planta, decréscimos foram mantidos até os valores de 59,67, 62,55, para folhas com minas e sem minas, respectivamente. Para folhas com minas, do lado oeste os decréscimos se mantiveram até o valor de 50,83, não sendo possível delinear modelo para folhas sem minas. A partir de densidades de 173, 194 e 162 grevileas.ha<sup>-1</sup>, foram observados acréscimos nos valores da referida variável. No mês de janeiro, em folhas com minas para o lado leste, o comportamento da curva foi semelhante a setembro, ocorrendo decréscimos de valores até a ordem de 77,70 na densidade de 181 grevileas.ha<sup>-1</sup>. Para folhas sem minas do lado leste e para as folhas situadas no lado oeste com minas e sem minas, não foi possível definir um modelo para a relação entre índice spad das folhas de cafeeiros em relação à densidade de árvores. Segundo Fahl e Carelli (1994), os teores de clorofila nas folhas de cafezais aumentam com o sombreamento de uma maneira geral. Bonfim e outros (2010) encontraram maior teor de clorofila nas folhas de cafeeiros arborizados tanto na época seca quanto chuvosa para a mesma região deste presente estudo. Entretanto, a capacidade de resposta das plantas ao sombreamento é afetada por diversos fatores de estresse, como seca, inundações, nutrientes, herbivoria, até um mínimo de restrição de luz tolerado que pode variar de espécie para espécie em diferentes ecossistemas e condições experimentais. (VALLADARES e NIINEMETS, 2008). Um fator a ser considerado refere-se ao efeito do autossombreamento. Em plantas mantidas sob maior exposição à radiação solar, devido à maior área foliar total, a restrição de luz imposta pela copa dos cafeeiros é intensa. Este efeito é paulatinamente

reduzido quando ocorre associação a uma maior densidade de árvores. Portanto, o efeito do sombreamento imposto pela presença das grevileas é grandemente atenuado pela redução do autossombreamento. Para o mês de setembro e janeiro, devido à baixa precipitação, a condição de restrição hídrica pode ter afetado a capacidade de alongamento celular, ocorrendo uma situação de acúmulo de clorofila nos tecidos foliares. A diminuição da restrição hídrica, proporcionada pela elevação da densidade de árvores, pode ter favorecido o alongamento celular, resultando no efeito “diluição” deste pigmento. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o efeito mais imediato e intenso da restrição hídrica está relacionado à limitação do alongamento celular. Portanto, mediante a situação de ocorrência simultânea de restrição de incidência luminosa e hídrica, os efeitos do estresse por água foram sobrepujantes até o limite inferior do modelo delineado. Segundo Kozlowski e outros (1991), folhas de espécies adaptadas à sombra, geralmente, contêm mais clorofila, em base de peso, mas menos por área, pois comumente são mais finas, porém, tal fato, aliado ao elevado teor de clorofila em folhas de plantas adaptadas à sombra, pode tornar mais eficiente a utilização da luz. A partir destas densidades de grevileas, o teor de clorofila das folhas dos cafeeiros se elevou em função do conseqüente aumento do sombreamento, sendo este efeito associado ao menor nível de estresse hídrico, possibilitando a expressão clássica de resposta das plantas à restrição de luz. A quantificação dos efeitos da restrição da disponibilidade hídrica foi comprovada pela variação dos teores de prolina, conforme será discutido posteriormente (Figura 6 e 7).

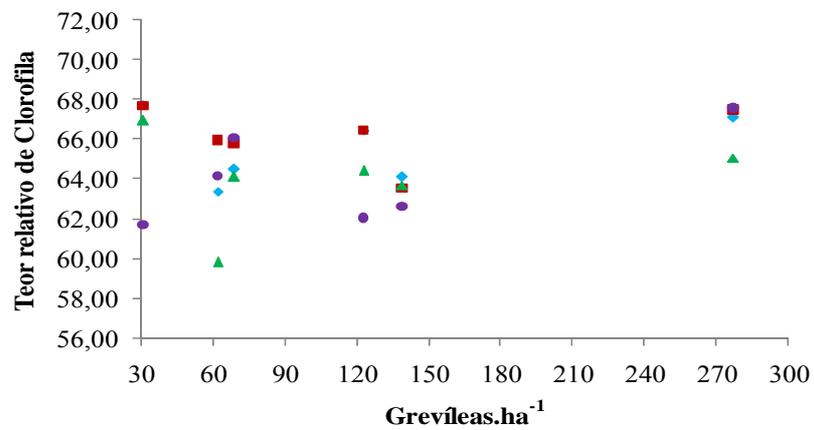
Segundo Lemos (2008), em condições de seca acentuada, foi observada redução significativa no teor de clorofila, sendo relacionada à desintegração da membrana por estresse oxidativo.

Apesar do comportamento semelhante entre os modelos definidos para folhas com minas e sem minas, percebeu-se uma diferenciação nos valores de SPAD com o aumento da densidade de grevileas, sendo inferiores em folhas

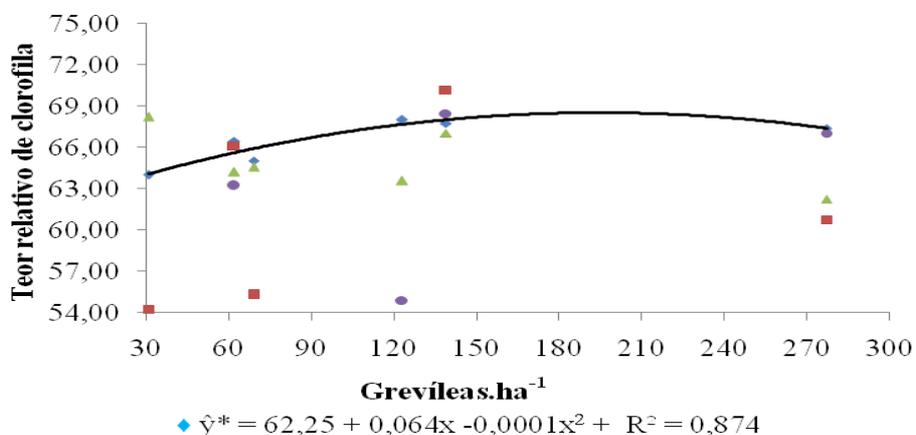
com minas. BI e Felton (1995) observaram que os danos promovidos pela herbivoria por *Helcoiverpa zea* reduziu os teores de ácido ascórbico e carotenoides em folhas de soja, reduzindo, deste modo, a proteção aos efeitos oxidativos à clorofila. Segundo Neves (2004), a redução da interceptação da radiação solar pela planta atacada, em razão da destruição, necrose, morte ou pela queda precoce dos tecidos fotossintetizantes da planta, é o principal resultado do ataque das pragas na redução da capacidade fotossintética da planta.



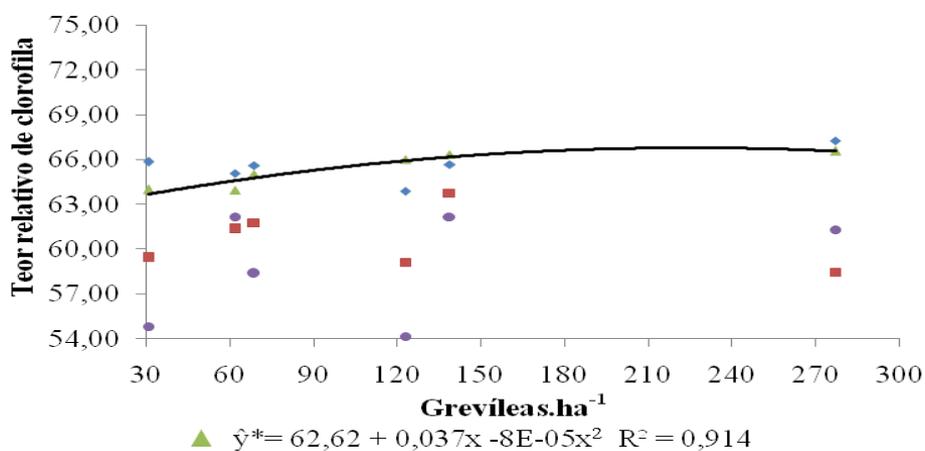
**Figura 1-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella*, em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de setembro, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.



**Figura 2-** Estimativa do teor relativo de clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella*, em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de outubro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010.

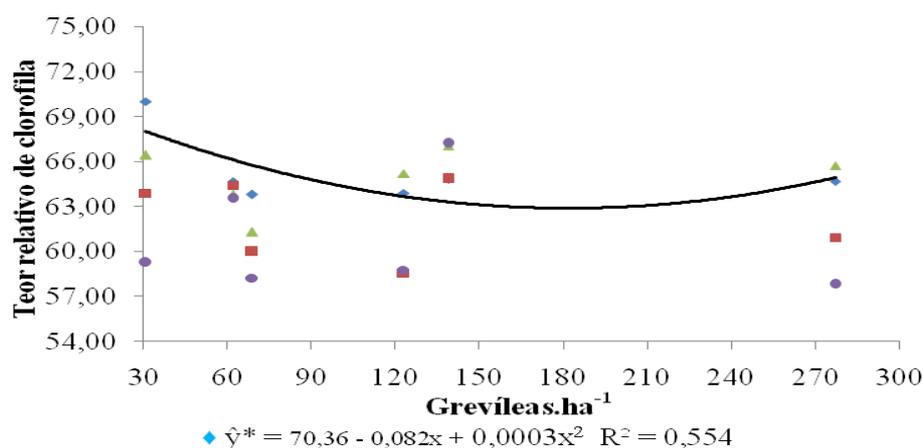


**Figura 3-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de novembro, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.



**Figura 4-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (◆), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera*

*cofeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de dezembro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010.



**Figura 5-** Estimativa do teor Relativo de Clorofila de folhas com a presença de minas (♦), sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste, com a presença de minas (▲), sem a presença de minas (●) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de janeiro, no município de Vitória da Conquista,BA, 2010.

Para os meses de novembro e dezembro, observou-se uma inversão nos modelos definidos, ocorrendo acréscimos do teor relativo de clorofila até um valor máximo de 68,44 e 66,80, correspondentes às densidades de 193 e 225 grevileas.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Nos meses de novembro e dezembro ocorreram condições hídricas favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Tais condições proporcionaram o comportamento clássico referente à elevada plasticidade morfofisiológica das folhas de cafeeiros em resposta à restrição luminosa, resultando em elevação dos níveis de clorofila.

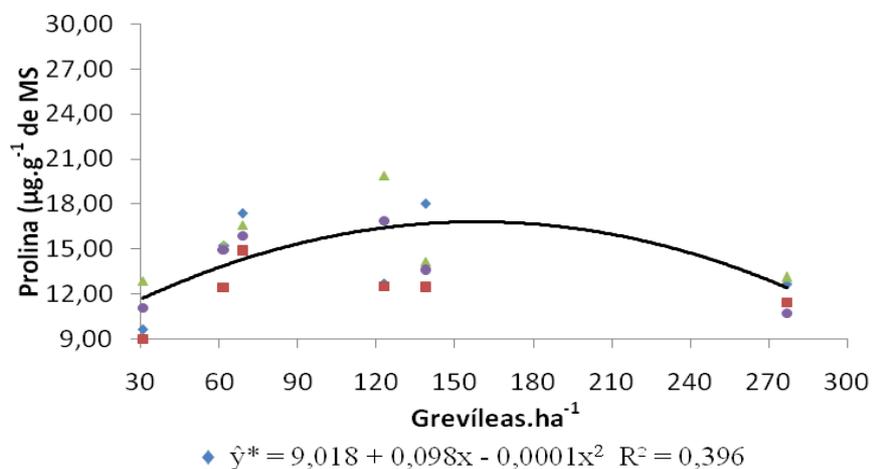
Os suaves decréscimos verificados a partir dos valores máximos acima descritos foram relacionados à restrição da incidência luz para a biossíntese de clorofilas, devendo ser ressaltada a existência de um limite para a capacidade de acúmulo de clorofilas nos tecidos foliares em função da restrição de luz. A presença de luz ativa a enzima protoclorofilida oxidoredutase que determina a ocorrência de uma das fases finais da biossíntese de clorofila (BUCHANAN e outros, 2000)

Nas Figuras 6 e 7 são apresentados os resultados da análise do teor de prolina nos meses de outubro e janeiro. Para o mês de outubro, foi possível determinar modelo apenas para o lado leste em folhas com a presença de minas de bicho-mineiro. A ausência da definição da relação entre teores de prolina foliar e níveis de densidade de grevileas foi relacionada às condições fisiológicas e hídricas da cultura nesse momento. Percebe-se que os níveis de acúmulo de prolina em outubro (valor máximo: 19,91) foram menores que no mês de janeiro (valor máximo: 34,55). A prolina é um indicador cumulativo de estresse, que envolve diversos fatores ambientais, não apenas o déficit hídrico, mas também alterações térmicas e da umidade do ar. O acúmulo prolina, diferentemente do potencial hídrico, não é um processo que ocorre de forma instantânea com variações num curto espaço de tempo, portanto, apesar da elevação dos índices pluviométricos que antecederam o mês de janeiro, estes foram inferiores ao que pode se considerar um mês úmido, que é de 200 mm. Outro fator a considerar-se é a elevação da temperatura e do déficit de pressão de vapor, condicionando a planta a uma situação maior de estresse.

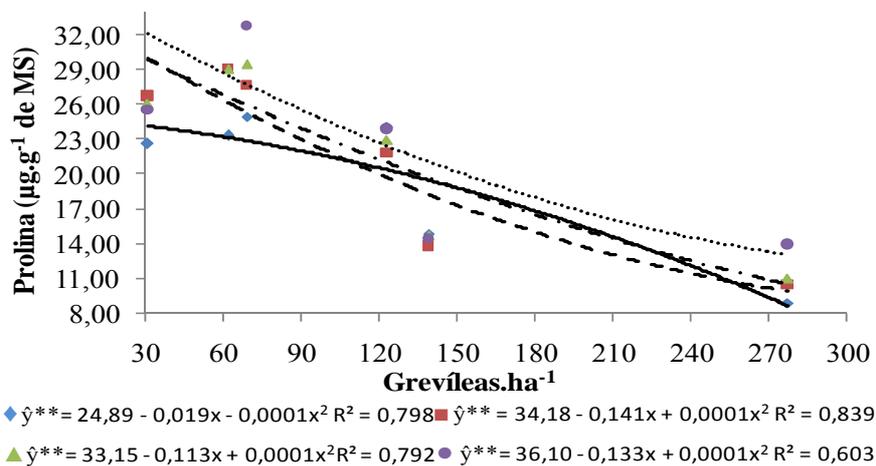
Com relação ao comportamento da curva, percebe-se uma inversão ao do modelo do teor relativo de clorofila, podendo se inferir que os fatores anteriormente discutidos para tal comportamento fundamentam os teores de prolina foliar encontrados, ou seja, o limiar tênue entre os efeitos do autossombreamento e da arborização determinaram os variações do nível de

estresse da planta em função das densidades de grevilea. Na presença de déficit hídrico, as plantas podem utilizar mecanismos de tolerância, como o ajuste osmótico, para que a célula absorva água e mantenha o potencial de pressão em níveis adequados (CASTRO, 2007).

Para o mês de janeiro, foi possível determinar modelos de regressão em todos os lados e posições avaliados, mostrando uma relação inversamente proporcional entre o teor de prolina e a densidade de grevileas, ou seja, quanto maior a densidade das árvores, menor o teor de prolina nas folhas de café. Este parâmetro é comumente utilizado para determinar níveis de estresses nas plantas, sendo quanto maior o nível de estresse, maior o acúmulo do aminoácido prolina. Os dados do presente trabalho concordam com aqueles apresentados por Matsumoto e outros (2006), nesta mesma região, onde foram verificados modelos lineares crescentes para os teores de prolina em função das distâncias, a partir do renque de grevileas. Em estudo realizado sobre teores de prolina em folhas de híbridos de batata submetidos à restrição hídrica, Martinez e outros (1995) verificaram que tal acúmulo ocorreu simultaneamente ao aumento da incidência de radiação. 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 6-** Estimativa do teor de prolina de folhas com a presença de minas de *Leucoptera coffeella* (◆) e sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste; teor de prolina de folhas com a presença de minas (▲) e sem a presença de minas (●) em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de outubro de 2009, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.



**Figura 7-** Estimativa do teor de Prolina de folhas com a presença de minas de *Leucoptera coffeella* (♦) e sem a presença de minas (■) em ramos localizados na posição leste; teor de Prolina de folhas com a presença de minas (▲) e sem a presença de minas (●) em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de janeiro de 2010, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.

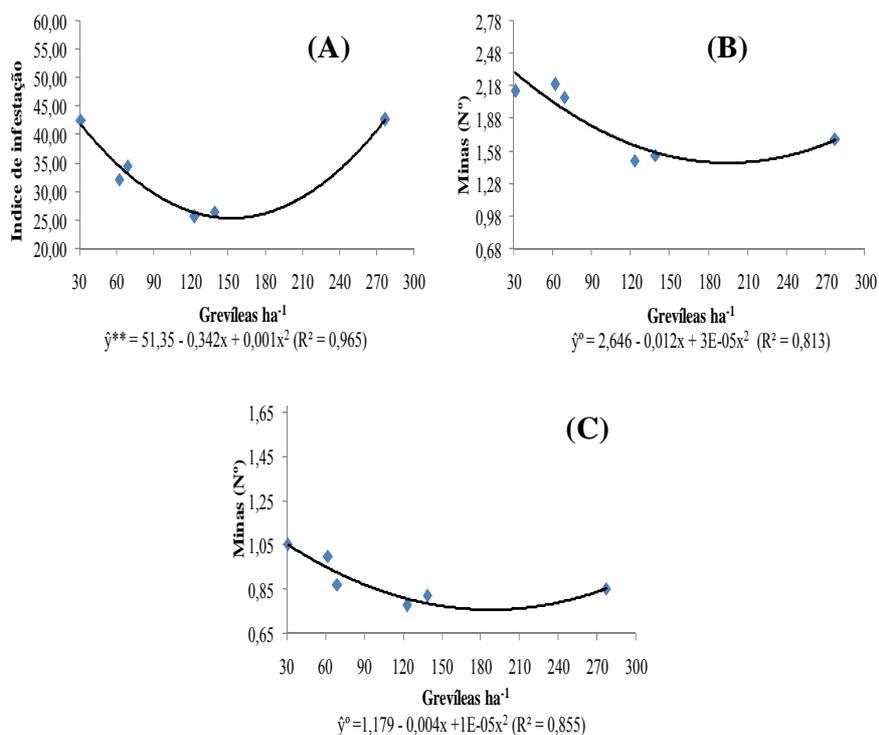
#### 4.1.2 Variáveis Biológicas

Os resultados obtidos referentes aos índices e intensidades de infestação pelo bicho-mineiro, total de minas, minas com larva viva, predadas e parasitadas, em função dos meses de amostragem e lado da planta, são apresentadas no Apêndice A.

As análises de regressão indicaram efeitos significativos para as variáveis em função dos meses de coleta. Assim, em setembro, para o lado oeste dos cafeeiros, efeitos significativos foram observados para índice de infestação, total de minas e minas com larva viva (Figura 5), com comportamento semelhante das curvas, ocorrendo decréscimo nos valores até 26,82, 1,46 e 0,70, correspondentes às densidades de 154, 195 e 187 grevíleas.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Acréscimos ocorreram a partir destes pontos, sendo mais acentuados para índice de infestação. Ainda para setembro, o comportamento da curva de predação acompanhou aquele da infestação para o lado oeste (1,09 e 156 grevíleas.ha<sup>-1</sup>), indicando uma provável relação de dependência de densidade entre a praga e predadores; enquanto que para parasitismo, efeitos significativos foram observados apenas para o lado leste (Figura 6), sendo os valores inferiores aos de predação (0,76 e 187 grevíleas.ha<sup>-1</sup>)

Na avaliação seguinte (outubro), no lado oeste das plantas, o índice de infestação foi inversamente proporcional à densidade de grevíleas (Figura 7), porém, com aumento do número de minas por folha (intensidade) e do número

total de minas. Ainda no lado oeste, as curvas apresentaram mesma tendência para minas com larva viva e minas predadas (Figura 8). No lado leste, o número total de minas seguiu o mesmo comportamento apresentado no lado oeste (Figura 9). Segundo Souza e outros (1998), há ocorrência de lesões o ano todo, sendo notados dois picos de infestação nos meses de abril e maio, e outro ainda maior em setembro. Esses resultados podem ser explicados devido ao longo período de estiagem nesse período (REIS e SOUZA, 1994).

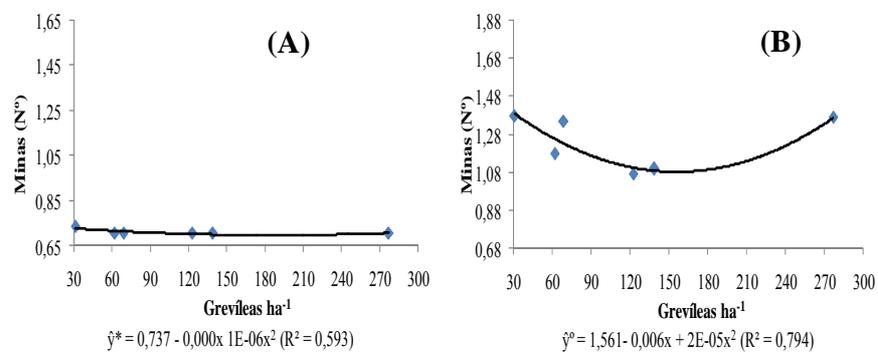


**Figura 8-** Estimativa do Índice de Infestação (A), total de minas (B) e Total de minas com larva viva (C) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na

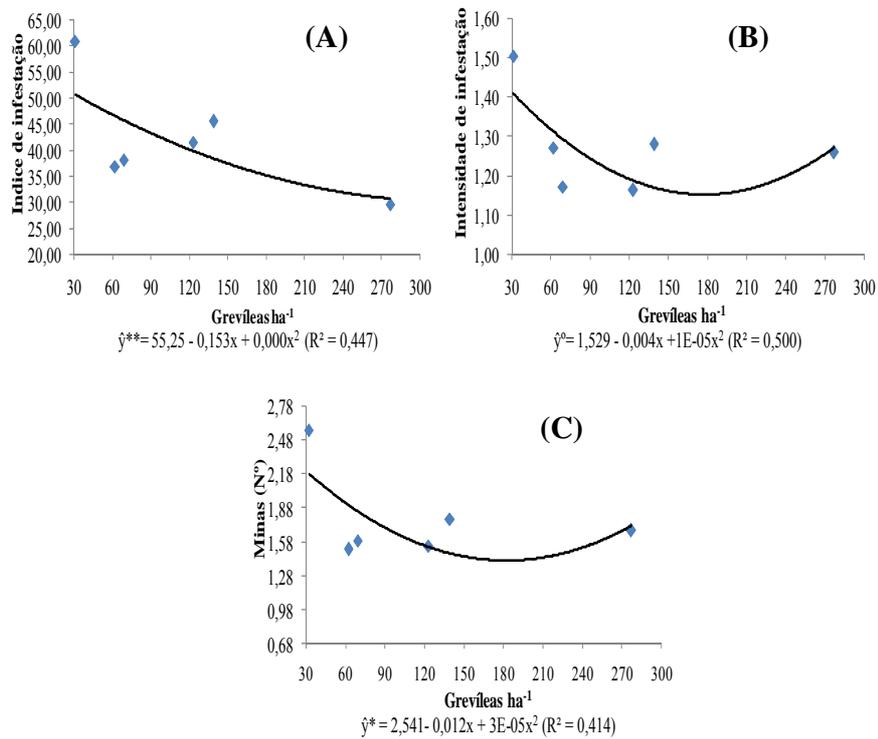
posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de setembro, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.

Segundo Conceição (2005), no sul de Minas também se observa elevação de infestação nos meses de setembro e outubro.

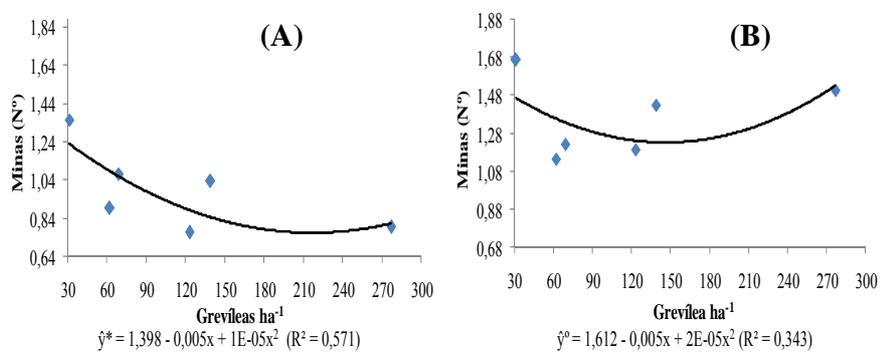
Para o lado oeste, no mês de novembro, apenas o parasitismo apresentou relação significativa com a densidade de grevíleas, com ligeiro acréscimo do número de minas parasitadas com aumento do nível de arborização (Figura 10).



**Figura 9-** Estimativa de minas de *Leucoptera coffeella* parasitadas (A) em ramos localizados na posição leste e predadas (B) em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de setembro de 2009, no município de Vitória da Conquista, BA, 2010.

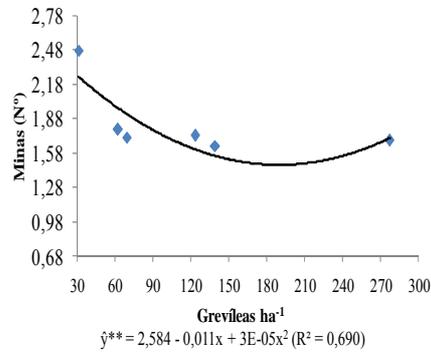


**Figura 10-** Estimativa do Índice de Infestação (A), Intensidade de Infestação (B) e Total de Minas(C) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, em outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

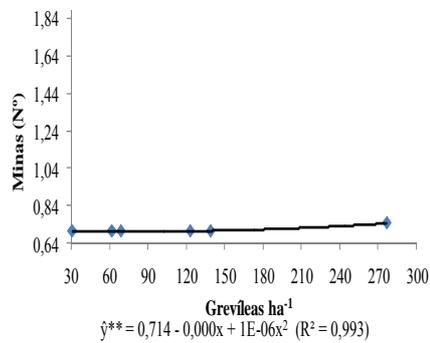


**Figura 11-** Estimativa de minas com larva viva (A) e de minas predadas (B) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevéleas, no mês de outubro de 2009.

Vitória da Conquista, BA, 2010.



**Figura 12-** Estimativa do total de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.



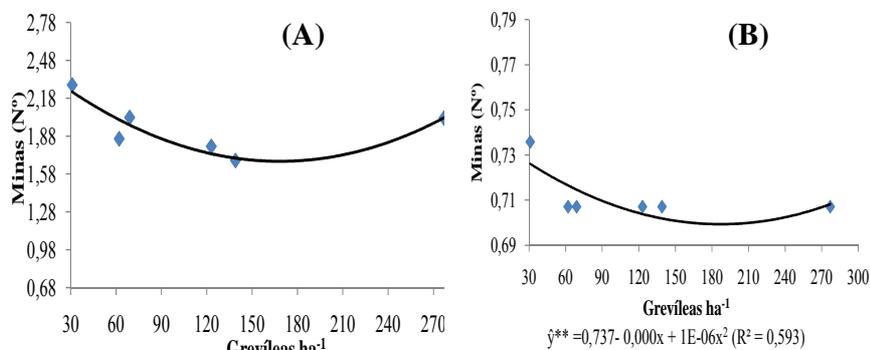
**Figura 13-** Estimativa do total de minas parasitadas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição oeste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevileas, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

No lado leste dos cafeeiros, no mês de novembro, o total de minas e o parasitismo seguiram tendências semelhantes àquelas verificadas em setembro (Figura 11).

Em dezembro e janeiro, a infestação pelo bicho-mineiro decresceu em relação aos demais meses estudados, provavelmente, devido à alta precipitação ocorrida em novembro, ultrapassando 120 mm (Figura 15). Esses dados estão de acordo com as observações feitas por Souza e outros (1998), para as condições de Minas Gerais, onde a partir de novembro, a quantidade de lesões nas folhas diminui rapidamente, devido ao início das primeiras chuvas. Trabalhando em duas regiões cafeeiras da Bahia, bem distintas quanto aos aspectos edafoclimáticos e de tecnologia e manejo dos cultivos, Melo (2005) verificou para cafeeiros a pleno sol e sem irrigação em Vitória da Conquista e a pleno sol irrigado com pivô central em Luis Eduardo Magalhães, que os períodos de maior ocorrência de minas foram precedidos por longos períodos de estiagem ou de baixa precipitação e elevação das temperaturas máxima e mínima.

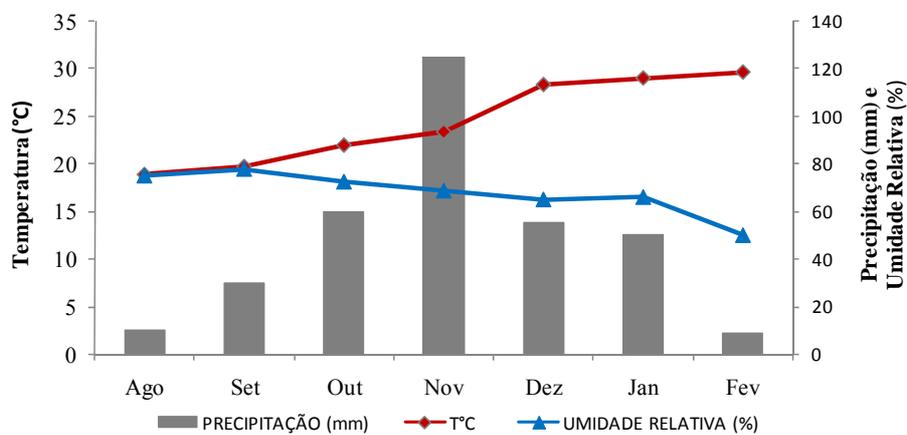
Os efeitos do sombreamento nas variáveis índice de infestação e total de minas foram verificados em dezembro do lado leste das plantas, com comportamentos similares das curvas (Figura 13). Em janeiro, também foi no lado leste que ocorreram correlações significativas, especificamente, para índice e intensidade de infestação, total de minas e minas predadas (Figura 14), com comportamentos similares entre si e àqueles observados nos meses anteriores. Segundo Melo (2005), nas condições de Vitória da Conquista e Luiz Eduardo Magalhães, BA, em experimento realizado no ano de 2002 para ambas as regiões, os picos de infestação ocorreram em dezembro, sendo precedido por longos períodos de estiagem ou de baixa precipitação e elevação das temperaturas máxima e mínima.

De modo geral, os resultados obtidos para índice de infestação, número total de minas e intensidade de infestação até os pontos de inflexão das curvas eram esperados, ou seja, uma redução destas variáveis em função da maior arborização e, conseqüentemente, do maior sombreamento (MATIELLO, 1995; REZENDE e outros, 2007; FERNANDES e outros, 2009), bem como em condição de maior déficit hídrico, normalmente, verificada em cafeeiros a pleno sol (MEIRELES e outros, 2001; CUSTÓDIO e outros, 2009). Vega e outros (2006) verificaram que o inseto se desenvolve melhor em condições de seca e de altas temperaturas, sendo que o aumento de lesões por folha (intensidade de ataque) é favorecido por período longo de seca (VILLACORTA, 1980; SOUZA e outros, 1998). Inclusive, estudos sobre a influência do espaçamento de plantio de cafeeiros a respeito da infestação do bicho-mineiro para as condições de Barra do Choça, BA, também demonstraram que maiores espaçamentos favorecem a praga (AGUIAR, 2010), enquanto que adensamento e superadensamento de plantio reduziram significativamente a infestação.

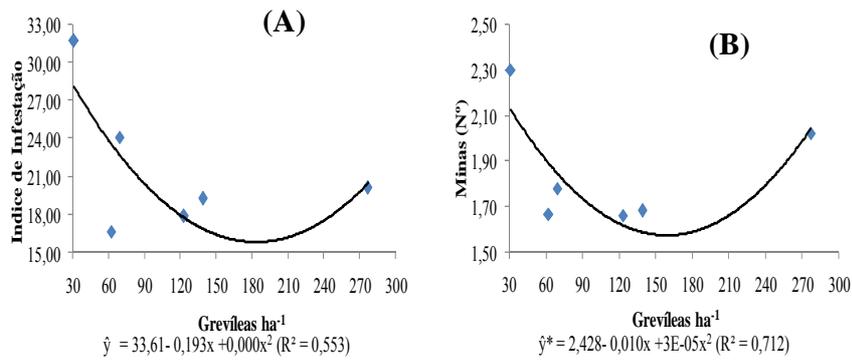


**Figura 14-** Estimativa do total de minas (A) e minas parasitadas (B) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de novembro de 2009.

Vitória da Conquista, BA, 2010.

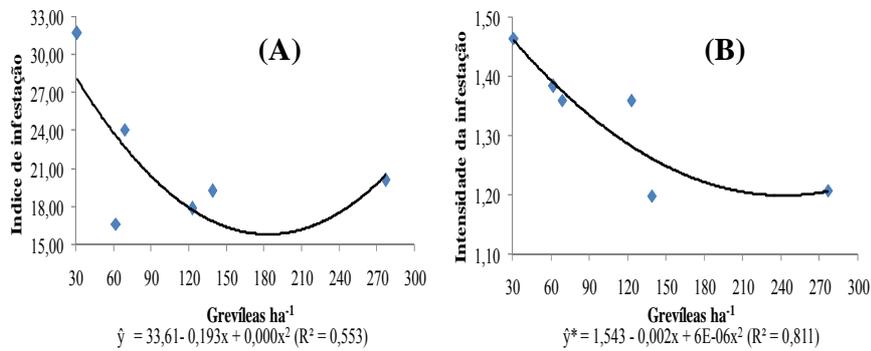


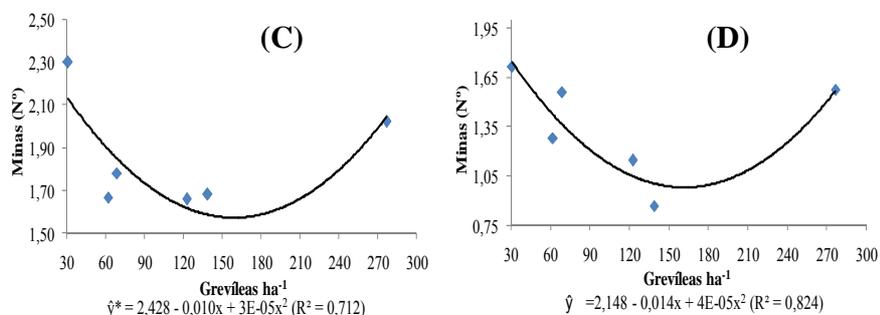
**Figura 15 -** Dados de Precipitação (mm), Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) durante o período amostral.



**Figura 16-** Estimativa do Índice de Infestação (A) e Total de Minas (B) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de dezembro de 2009.

Vitória da Conquista, BA, 2010.





**Figura 17** – Estimativa do Índice de Infestação (A), Intensidade da Infestação (B), Total de Minas (C) e minas Predadas (D) de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste da copa de cafeeiros associados a diferentes densidades de grevíleas, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.

No entanto, os acréscimos verificados a partir dos pontos de inflexão das curvas, indicando que maiores densidades de grevília favorecem a praga, não eram esperados. Já está demonstrado que a arborização afeta aspectos morfofisiológicos das folhas dos cafeeiros, mas a influência dessas mudanças no comportamento e biologia do bicho-mineiro não está bem estabelecida na literatura disponível.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar tal fato. Considerando que o sombreamento altera a morfologia das folhas do cafeeiro levando à produção de folhas com maior área (MATSUMOTO e outros, 2004; CAMPANHA e outros, 2004; RICCI e outros, 2006) e menor espessura do limbo (VOLTAN e outros, 1992; MORAIS, 2004; RICCI e outros, 2006), poderia se inferir que maiores densidades de grevília promoveriam vantagens para alimentação das lagartas do bicho-mineiro, devido à presença de tecidos mais tenros, proporcionando aumento na densidade populacional da praga. Por outro lado, em estudos de caracterização anatômica de folhas de cafeeiros

resistentes e susceptíveis ao bicho-mineiro, Ramiro e outros (2004) verificaram que há diferenças de espessura entre espécies de café (*C. arabica* e *C. racemosa*), mas que diferenças não foram encontradas entre plantas híbridas e suscetíveis ao bicho-mineiro, tanto é que todas as variedades de arábica são consideradas suscetíveis à praga. No entanto, a variedade Siriema tem sido considerada tolerante à seca e ao bicho-mineiro. Grisi e outros (2008), analisando a anatomia foliar, comprovaram a tolerância à seca no Siriema em relação ao Catuaí, sendo uma das diferenças a maior espessura do limbo foliar. Contudo, os autores não relacionaram esta característica ao ataque do bicho-mineiro.

Outra hipótese refere-se às alterações na composição química, (nutrientes e/ou compostos secundários) das folhas de cafeeiros sombreados que favoreceriam o crescimento populacional do bicho-mineiro. Neste sentido, Silva (2003) constatou que os ácidos cafeico e clorogênico, presentes nas folhas do cafeeiro, parecem agir como caimônios para o bicho-mineiro e que períodos de temperaturas menos elevadas, de maior umidade do ar e menos ensolarados favoreceram o aumento dos ácidos citados. Caixeta e outros (2004) verificaram correlações positivas entre teor de proteína e negativas entre teores de lignina, amido e açúcares solúveis com o ataque do bicho-mineiro em mudas de Catuaí Vermelho IAC 99. Os autores consideraram que mudas mais vigorosas e com nutrição nitrogenada adequada foram mais acatadas. Já Ricci e outros (2006) comprovaram que, após três anos de arborização com bananeira e *Erythrina verna*, houve aumento da área foliar do cafeeiro, redução do teor de potássio no solo e aumento dos teores foliares de nitrogênio e magnésio. Lemos (2008) constatou diferenças significativas entre nitrogênio total em folhas de cafeeiros arborizados com abacateiros e ingazeiros e a pleno sol, com valores significativamente maiores naqueles sombreados para os meses de janeiro de 2007, para os dois estratos estudados (mediano e superior), e apenas no mediano

para o mês de março do mesmo ano. As mudanças nos teores de nitrogênio, nos tratamentos mais arborizados, poderiam estar favorecendo o aumento populacional da praga.

Considerando, também, que os teores relativos de clorofila apresentam correlação positiva com os teores de nitrogênio foliar (ARGENTA, 2001; REIS e outros, 2006; WOLF e FLOSS, 2008; VILLAS BOAS, 2010), e que os valores de clorofila obtidos no presente trabalho nos meses de setembro (Figura 1) e janeiro (Figura 2C) seguem as mesmas tendências das curvas dos índices de infestação, pode-se inferir que, provavelmente, a partir de uma determinada densidade de grevileas ocorra um aumento do teor de nitrogênio, favorecendo o bicho-mineiro.

Ainda, com relação à hipótese dos compostos químicos, é interessante destacar a questão da cafeína, um composto secundário das plantas ao qual era atribuída apenas a função de defesa química contra a herbivoria e que teve sua função biológica recentemente esclarecida com relação ao bicho-mineiro. Guerreiro Filho e Mazzafera (2000) verificaram que a cafeína não protege o cafeeiro do ataque do bicho-mineiro, sugerindo que a praga está bem adaptada ao café e que esta adaptação envolve um mecanismo de tolerância aos efeitos potencialmente tóxicos da cafeína. Mais recentemente, Magalhães e outros (2008), ao estudarem efeitos dos ácidos clorogênicos e cafeico e da cafeína, bem como de alguns de seus derivados, presentes em folhas de café, comprovaram que o aumento dos níveis de cafeína nas folhas favorece a oviposição do bicho-mineiro, havendo uma significativa relação entre a concentração de cafeína em folhas do híbrido UFV 557-04 e a resposta das fêmeas. Não foram encontradas na literatura disponível relações diretas entre os teores de cafeína em café e arborização, e/ou sombreamento, contudo, Coelho e outros (2007) demonstraram que em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) ocorre um aumento significativo do conteúdo de cafeína na condição de extremo

sombreamento estudado (somente 5% de luz do sol), com incremento de 2.5 vezes em relação ao pleno sol. Neste trabalho, a maior densidade de grevilea, corresponde a aproximadamente 85% de área sombreada, podendo-se levantar a hipótese de maior teor de cafeína nas plantas com maiores níveis de sombreamento.

Os insetos restringem suas atividades a certos períodos do dia, respondendo a um ritmo circadiano que determina o momento em que as atividades ocorrerão, sendo que as atividades rítmicas estão sob controle de vários fatores endógenos, especialmente, temperatura e fotoperíodo (HICKEL; VILELA, 1991). Pode-se considerar que ambientes bastante sombreados poderiam alterar o ritmo circadiano reprodutivo do bicho-mineiro, ampliando o período de oviposição das fêmeas, pois Michereff (2000) verificou que a captura de machos no campo ocorrem predominantemente na fotofase e que, no crepúsculo, a atividade de voo no campo estava relacionada à oviposição. A mesma autora verificou que as fêmeas preferem ovipositar em folhas isentas de ovos a folhas previamente ovipositadas ou minadas. Segundo a autora, a preferência por folhas “limpas” sugere a existência de mecanismos que minimizam a competição intra-específica e otimizam a seleção de hospedeiros com melhor qualidade nutricional para a prole.

Finalmente, Teodoro (2007) demonstrou para a região cafeeira de Japijaba, Equador, que as densidades do bicho-mineiro não são afetadas pelo tipo de sistema agroflorestal, embora os valores tendam a ser mais altos em sistemas simplificados. Segundo o autor, os resultados encontrados levaram o autor a concluir que o ácaro rajado e a broca-do-café seguem a hipótese que prediz baixa florestal e densidades em agroecossistemas mais complexos, não sendo esta hipótese verdadeira para o bicho-mineiro.

## **4.2 Área Experimental 2**

### **4.2.1 Variáveis Fisiológicas**

Os dados das variáveis fisiológicas apresentados nas Tabelas de 6 a 10 demonstram maiores valores de fotossíntese no tratamento a pleno sol, não apresentando diferenças significativas em função dos lados de exposição dos ramos ou mesmo da presença ou ausência de minas de bicho mineiro. Os dados aqui apresentados confirmam a hipótese discutida anteriormente e referendada por diversos autores na literatura: A fotossíntese é um processo estritamente ligado ao movimento estomático. Para o mês de dezembro (Tabela 06), porém, observando os valores de CO<sub>2</sub> da câmara sub estomática, percebe-se que o fator limitante neste caso foi a capacidade de absorção do CO<sub>2</sub> via fotossíntese e não a redução de estrada do mesmo por meio do fechamento dos estômatos. No mês de janeiro (Tabelas 6), o comportamento se manteve, assim como em dezembro, sendo os maiores valores de fotossíntese, condutância estomática e transpiração em plantas a pleno sol. No entanto, para esse mês, maiores valores de concentração interna de CO<sub>2</sub> também foram verificados nos cafeeiros a pleno sol, levando-se a crer que, neste caso, este tenha sido o fator limitante para a fotossíntese nos cafeeiros associados a grevileas. Os dados concordam com Morais e outros (2003) que encontraram maiores valores de fotossíntese em cafés a pleno sol, cujo fato está relacionado à alta intensidade luminosa e condutância estomática, já que no tratamento arborizado as folhas de café desenvolvem adaptações morfofisiológicas ao ambiente com baixa radiação (VOLTAN e outros 1992; MORAIS, 2003). Quando submetidas a ambientes com baixa disponibilidade de radiação, as plantas de café possuem plasticidade morfofisiológica, apresentando aumento nos teores de clorofila, redução na taxa fotossintética líquida e incremento na área foliar específica (NIINEMETS e outros 1998; MORAIS e outros 2004).

Maiores valores de temperatura foram relacionados aos cafeeiros associados a grevileas, o que pode estar relacionado com a tendência de elevados valores de E nos cafeeiros a pleno sol, atuando como termo-regulador.

Estes dados concordam com os obtidos por Carelli e outros (1999) que constataram a mesma tendência em experimento comparando a assimilação de CO<sub>2</sub> em *C. arabica* e *C. canephora* e foi explicado por Voltan e outros (1992) como consequência de um maior número de estômatos por unidade de área foliar nas plantas a pleno sol.

Comparando-se a E entre os meses amostrados, percebe-se que os maiores valores ocorreram no mês de dezembro em relação a janeiro, que é caracteristicamente um mês mais seco. A planta sob déficit hídrico aumenta o teor de ácido abscísico nas células, fazendo com que os estômatos se fechem, limitando, assim, dentre outros parâmetros, a transpiração foliar.

Diversos trabalhos demonstram que cafeeiros a pleno sol apresentam maior espessura do limbo foliar em relação aos cafeeiros sombreados, causando redução da área foliar específica e, conseqüentemente, maior capacidade fotossintética por unidade de área foliar das plantas a pleno sol, em comparação com folhas de sombra (NIINEMETS e outros, 1998; OGUCHI e outros, 2005).

Observando-se as duas épocas amostradas, constatou-se uma redução significativa da taxa fotossintética em janeiro. Relacionando tal fato com as condições climáticas, pode-se sugerir que o baixo índice pluviométrico (Figura 15), associado a uma maior demanda evaporativa da atmosfera, pode ter limitado a fotossíntese do cafeeiro, principalmente, devido ao fechamento estomático, como pode ser verificado observando os valores de condutância estomática (Tabela 06). Estes dados estão de acordo aos encontrados por Gomes e outros (2008), em estudos comparativos de cafeeiros arborizados com *Acácia mangium* nas épocas seca e chuvosa. Segundo Silva e outros (2004), a fotossíntese do cafeeiro é amplamente controlada pela abertura estomática. No

mês de novembro, quando se teve períodos anteriores de altos índices pluviométricos, a condutância estomática é maior e observaram-se maiores valores de taxa fotossintética (Tabela 6).

**Tabela 6**-Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de dezembro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Meses	Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	A <sub>pot</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	T <sub>f</sub> (°c)	E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	G <sub>s</sub> (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	C <sub>i</sub> (vpm)
<b>Dezembro</b>	<b>164</b>	5,52 ± 0,27 b	35,40 ± 0,44 a	2,63 ± 0,11 a	0,10 ± 0,01 b	240,42 ± 3,42 a
	<b>0</b>	7,23 ± 0,27 a	34,30 ± 0,25 b	2,77 ± 0,09 a	0,13 ± 0,01 a	231,43 ± 3,78 b
<b>Janeiro</b>	<b>164</b>	1,50 ± 0,05 b	37,72 ± 0,27 a	0,73 ± 0,04 b	0,02 ± 0,00 b	211,53 ± 1,82 b
	<b>0</b>	4,88 ± 0,31 a	32,81 ± 0,25 b	1,63 ± 0,13 a	0,08 ± 0,01 a	239,38 ± 2,71 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para o mesmo mês, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 7**-Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas de ramos localizados nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	A <sub>pot</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Tf (°c)		E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
164	5,36 ± 0,43 Ba	5,69 ± 0,35 Ba	35,49 ± 0,73 Aa	35,30 ± 0,55 Aa	2,61 ± 0,17 Aa	2,65 ± 0,15 Aa

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	gs (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Ci(vpm)	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste
164	0,10 ± 0,01Aa	0,11 ± 0,01 Ba	0,10 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,01 Ba
0	0,12 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,01 Aa

<sup>1</sup>Médias ( $\pm$  EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna no mesmo lado entre tratamentos e minúsculas entre os lados do mesmo tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 8-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>1</sup> )	A <sub>pot</sub> ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		Tf (°c)		E ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
164	1,58 $\pm$ 0,07Ba	1,43 $\pm$ 0,07Ba	37,66 $\pm$ 0,47Aa	37,78 $\pm$ 0,32Aa	0,78 $\pm$ 0,06Ba	0,68 $\pm$ 0,04Ba

Tratamento (Grev.ha <sup>1</sup> )	gs ( $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		Ci (vpm)	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste
164	0,02 $\pm$ 0,00B a	0,02 $\pm$ 0,00 Ba	209,23 $\pm$ 2,64 Ba	213,83 $\pm$ 2,39 Ba

---



---

<b>0</b>	0,09±0,01 Aa	0,07±0,01 Ab	239,38±3,68 Aa	239,38±4,25 Aa
----------	--------------	--------------	----------------	----------------

---

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna no mesmo lado entre tratamentos e minúsculas entre os lados do mesmo tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 9-**Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2009.

<b>Tratamento (Grev.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Lado</b>	<b>mina</b>	<b>A<sub>pot</sub> (μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Tf (°c)</b>	<b>E (mmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)</b>	<b>gs (mol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ci (vpm)</b>
<b>164</b>	Leste	c/ mina	4,92 ± 0,54a	35,44 ± 1,14a	2,47 ± 0,18a	0,09 ± 0,02a	242,75 ± 9,27a
		s/ mina	5,79 ± 0,67a	35,54 ± 1,08a	2,75 ± 0,29a	0,11 ± 0,02a	237,81 ± 4,88a
	Oeste	c/ mina	5,23 ± 0,50a	35,26 ± 0,76a	2,49 ± 0,29a	0,10 ± 0,02a	243,75 ± 4,66a
		s/ mina	6,14 ± 0,45a	35,34 ± 0,91a	2,81 ± 0,10a	0,12 ± 0,02a	237,38 ± 9,60a
<b>0</b>	Leste	c/ mina	7,04 ± 0,85a	33,84 ± 0,56a	2,63 ± 0,26a	0,12 ± 0,02a	236,42 ± 3,20a
		s/ mina	7,13 ± 0,35a	33,96 ± 0,52a	2,50 ± 0,10a	0,11 ± 0,01a	225,40 ± 4,59a
	Oeste	c/ mina	6,84 ± 0,31a	34,72 ± 0,44a	2,87 ± 0,12a	0,13 ± 0,01a	233,25 ± 13,98a
		s/ mina	7,91 ± 0,58a	34,69 ± 0,49a	3,08 ± 0,12a	0,14 ± 0,02a	230,67 ± 6,09a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 10**-Média da Fotossíntese, Temperatura Foliar, Transpiração Foliar, Condutância Estomática e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamentos (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	mina	A <sub>pot</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	T <sub>f</sub> (°c)	E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	gs (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Ci (vpm)
164	Leste	c/ mina	1,65 ± 0,06 a	37,76 ± 0,53 a	0,85 ± 0,09 a	0,02 ± 0,00 a	215,30 ± 0,29 a
		s/ mina	1,50 ± 0,12 a	37,56 ± 0,86 a	0,70 ± 0,06 a	0,03 ± 0,00 a	203,15 ± 2,80 a
	Oeste	c/ mina	1,25 ± 0,03 a	37,83 ± 0,51 a	0,60 ± 0,06 a	0,02 ± 0,00 a	210,90 ± 0,92 a
		s/ mina	1,60 ± 0,00 a	37,73 ± 0,46 a	0,75 ± 0,03 a	0,02 ± 0,00 a	216,75 ± 4,47 a
0	Leste	c/ mina	5,00 ± 0,71 a	33,00 ± 0,41 a	1,75 ± 0,25 a	0,09 ± 0,01 a	241,50 ± 4,73 a
		s/ mina	5,50 ± 0,65 a	32,75 ± 0,48 a	1,75 ± 0,25 a	0,10 ± 0,01 a	237,25 ± 6,14 a
	Oeste	c/ mina	4,25 ± 0,63 a	32,75 ± 0,63 a	1,25 ± 0,25 a	0,07 ± 0,01 a	239,75 ± 5,94 a
		s/ mina	4,75 ± 0,63 a	32,75 ± 0,63 a	1,75 ± 0,25 a	0,08 ± 0,01 a	230,00 ± 6,00 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

Avaliando dados dos teores de clorofila apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13, observa-se que esta variável sofre influência apenas dos tratamentos, não apresentando diferenças em função dos lados de exposição dos ramos nem da presença ou ausência de minas de bicho mineiro nas folhas. Mesmo entre os tratamentos, não foi verificada diferenças entre as médias nos meses de setembro e outubro. Diferenças significativas só foram verificadas a partir das coletas realizadas no mês de novembro, observadas também nos meses de dezembro de 2009 e janeiro de 2010, cujos valores mais altos estavam associados à densidade de 164 grevileas.ha<sup>-1</sup>. Em outros estudos desenvolvidos com arborização de cafezais em Barra do Choça e Vitória da Conquista, Grisi e Matsumoto (2002) e Bebé e outros (2003), nos mesmos meses do ano, em todas as avaliações observaram uma tendência de maiores valores de SPAD nos cafeeiros arborizados ou mais próximos aos renques de grevileas. O maior teor de clorofila foi verificado nas folhas de cafeeiros arborizados na região de Vitória da Conquista por Bonfim e outros (2010), na ocasião em que estudou associação com fungos arbusculares em cafeeiros. Segundo os mesmos autores, a restrição da luminosidade deve ser considerada como fator preponderante na alteração da coloração das folhas de cafeeiros, resultante de um mecanismo de adaptação a tal condição. Entretanto, segundo Moraes e outros (2003), alterações anatômicas das folhas, resultantes do sombreamento, também foram relacionadas à menor rusticidade, caracterizada por redução de tecidos protetores e pequeno espessamento cuticular. Com relação à tendência de menor teor de clorofila nas maiores densidades de grevilea, para algumas épocas de coletas (Tabela 16), deve-se considerar que, a partir de novembro, o cafeeiro estava em plena frutificação, ocorrendo intenso transporte de nutrientes das folhas para os frutos, resultando em menores índices de clorofila nas folhas (BONFIM e outros, 2010). De acordo com Guimarães e Mendes (1998), o nitrogênio é altamente

exigido pelo cafeeiro para produção de carboidratos durante a formação e o crescimento dos frutos.

**Tabela 11**-Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, entre os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	SPAD				
	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
<b>329</b>	64,24 ± 1,66 a	65,22 ± 0,70 a	68,25 ± 1,60 a	64,00 ± 1,15 b	58,15 ± 0,84 ab
<b>164</b>	68,44 ± 0,68 a	66,25 ± 1,20 a	69,13 ± 0,72 a	69,14 ± 1,31 a	59,79 ± 1,07 a
<b>0</b>	66,00 ± 1,37 a	62,87 ± 0,86 a	58,99 ± 0,73 b	65,62 ± 1,33 ab	54,90 ± 1,09 b

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 12**-Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, entre os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

MESES	LADO	TRATAMENTOS (Grev.ha <sup>-1</sup> )		
		329	164	0
SETEMBRO	LESTE	63,44 ± 2,47 Aa	67,88 ± 1,27 Aa	68,27 ± 2,11 Aa
	OESTE	65,04 ± 2,37 Aa	69,01 ± 0,55 Aa	63,73 ± 1,44 Aa
OUTUBRO	LESTE	65,07 ± 1,03 Aa	66,59 ± 0,83 Aa	64,36 ± 1,09 Aa
	OESTE	65,37 ± 1,02 Aa	65,91 ± 2,34 Aa	61,38 ± 1,15 Aa
NOVEMBRO	LESTE	69,69 ± 2,08 Aa	68,01 ± 0,88 Aa	60,33 ± 1,07 Ba
	OESTE	66,82 ± 2,46 Aa	70,25 ± 1,03 Aa	57,65 ± 0,80 Ba
DEZEMBRO	LESTE	66,15 ± 1,56 Aa	69,41 ± 1,93 Aa	66,30 ± 1,97 Aa
	OESTE	61,84 ± 1,36 Ba	68,86 ± 1,90 Aa	64,94 ± 1,88 ABa
JANEIRO	LESTE	58,31 ± 1,05 Aa	59,45 ± 1,73 Aa	55,64 ± 1,52 Aa
	OESTE	58,00 ± 1,37 ABa	60,14 ± 1,38 Aa	54,17 ± 1,62 Ba

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na linha para os tratamentos e minúsculas na coluna para o mesmo mês, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 13-**Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

MÊS	LADO	mina	SPAD		
			TRATAMENTOS (Grev.ha <sup>-1</sup> )		
			329	164	0
SETEMBRO	LESTE	c/ mina	68,40 ± 0,80 a	67,59 ± 2,22 a	66,71 ± 2,80 a
		s/ mina	58,48 ± 3,37 b	68,18 ± 1,59 a	69,83 ± 3,36 a
	OESTE	c/ mina	69,61 ± 1,88 a	68,86 ± 0,90 a	63,19 ± 1,77 a
		s/ mina	60,47 ± 2,94 b	69,15 ± 0,77 a	64,27 ± 2,52 a
OUTUBRO	LESTE	c/ mina	66,71 ± 0,98 a	66,43 ± 0,88 a	64,49 ± 1,76 a
		s/ mina	63,42 ± 1,49 a	66,75 ± 1,55 a	64,23 ± 1,56 a
	OESTE	c/ mina	67,42 ± 0,82 a	63,84 ± 4,40 a	62,77 ± 1,78 a
		s/ mina	63,32 ± 1,17 a	67,98 ± 1,85 a	60,00 ± 1,31 a
NOVEMBRO	LESTE	c/ mina	70,90 ± 2,63 a	66,62 ± 0,91 a	60,32 ± 1,95 a
		s/ mina	68,48 ± 3,50 a	69,40 ± 1,24 a	60,34 ± 1,25 a
	OESTE	c/ mina	68,04 ± 4,59 a	68,34 ± 1,30 a	57,63 ± 1,40 a
		s/ mina	65,59 ± 2,50 a	72,16 ± 0,90 a	57,67 ± 1,01 a
DEZEMBRO	LESTE	c/ mina	68,24 ± 2,82 a	69,88 ± 2,22 a	68,52 ± 3,46 a

<b>JANEIRO</b>	OESTE	s/ mina	64,06 ± 0,71 a	68,95 ± 3,51 a	64,09 ± 1,71 a
		c/ mina	63,42 ± 0,74 a	67,90 ± 3,13 a	64,88 ± 1,85 a
	LESTE	s/ mina	60,26 ± 2,54 a	69,83 ± 2,52 a	64,99 ± 3,62 a
		c/ mina	59,86 ± 1,01 a	62,82 ± 1,33 a	55,95 ± 3,04 a
	OESTE	s/ mina	56,76 ± 1,60 a	56,08 ± 2,14 b	55,33 ± 1,20 a
		c/ mina	59,14 ± 2,65 a	62,01 ± 2,35 a	52,62 ± 2,09 a
	OESTE	s/ mina	56,85 ± 0,96 a	58,26 ± 0,99 a	55,73 ± 2,50 a
		c/ mina			

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna para o mesmo lado de cada tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

As Tabelas 14, 15 e 16 contêm os dados dos teores de prolina nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Observa-se que, independentemente da densidade de grevilea, do lado de exposição dos ramos e da presença ou não de minas de bicho-mineiro, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Vale ressaltar que, analisando os dados, percebe-se que os valores dos teores de prolina para ambos os meses são muito inferiores aos observados nos mesmos meses para a Área Experimental 1, o que poderia indicar um baixo nível de estresse das plantas, insuficiente para apresentar diferenças significativas em função das variáveis estudadas. Castro e outros (2007) relataram aumento no teor de prolina em folhas de *Tectona grandis* submetidas a déficit hídrico. Matsumoto e outros (2006) definiram modelos lineares no teor de prolina em folhas de café em função da distância do renque de grevileas, na região Sudoeste da Bahia.

**Tabela 14**-Média do teor de Prolina em folhas de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

<b>Tratamento (Grev.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>PROLINA (µg. g<sup>-1</sup> de MS)</b>	
	<b>OUTUBRO</b>	<b>JANEIRO</b>
<b>329</b>	10,59 ± 0,62 a	8,61 ± 0,54 a
<b>164</b>	12,19 ± 0,90 a	8,57 ± 0,45 a
<b>0</b>	12,45 ± 1,24 a	7,83 ± 0,97 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 15**-Média do teor de Prolina em folhas de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010

MÊS	LADO	PROLINA ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de MS)		
		TRATAMENTOS (Grev.ha <sup>-1</sup> )		
		329	164	0
OUTUBRO	LESTE	11,14 ± 1,00 Aa	10,57 ± 0,85 Aa	11,53 ± 1,60 Aa
	OESTE	10,04 ± 0,74 Aa	13,81 ± 1,41 Aa	13,36 ± 1,95 Aa
JANEIRO	LESTE	8,18 ± 0,51 Aa	8,13 ± 0,61 Aa	7,26 ± 0,40 Aa
	OESTE	9,03 ± 0,96 Aa	9,00 ± 0,66 Aa	8,40 ± 1,94 Aa

<sup>1</sup>Médias ( $\pm$  EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para o mesmo mês e maiúscula na linha para os tratamentos, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 16**-Média do teor de Prolina em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* de ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

MESES	LADO	mina	PROLINA ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de MS)		
			TRATAMENTOS (Grev.ha <sup>-1</sup> )		
			329	164	0
OUTUBRO	LESTE	c/ mina	12,69 $\pm$ 1,60 a	10,82 $\pm$ 0,81 a	10,16 $\pm$ 2,27 a
		s/ mina	9,59 $\pm$ 0,74 a	10,32 $\pm$ 1,64 a	12,90 $\pm$ 2,34 a
	OESTE	c/ mina	10,80 $\pm$ 1,42 a	14,31 $\pm$ 2,74 a	13,67 $\pm$ 3,48 a
		s/ mina	9,27 $\pm$ 0,37 a	13,32 $\pm$ 1,26 a	13,05 $\pm$ 2,37 a
JANEIRO	LESTE	c/ mina	7,84 $\pm$ 0,81 a	8,84 $\pm$ 1,12 a	8,07 $\pm$ 0,55 a
		s/ mina	8,53 $\pm$ 0,70 a	7,43 $\pm$ 0,41 a	6,44 $\pm$ 0,14 a
	OESTE	c/ mina	8,57 $\pm$ 1,76 a	9,01 $\pm$ 1,07 a	10,37 $\pm$ 3,83 a
		s/ mina	9,48 $\pm$ 1,02 a	8,99 $\pm$ 0,94 a	6,42 $\pm$ 0,59 a

<sup>1</sup>Médias ( $\pm$  EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra minúscula na coluna do mesmo lado para o mesmo mês, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

#### **4.2.2 Variáveis Biológicas**

Os resultados obtidos para as variáveis relacionadas ao bicho-mineiro, em função dos meses de amostragem, são apresentados nas Tabelas de 17 a 31.

No mês de setembro, sem levar em conta a posição do ramo, os índices de infestação, número total de minas e número de minas predadas foram significativamente maiores no tratamento 1, enquanto que a intensidade de infestação (M/F) e número de larvas vivas foram menores no tratamento 2; e para parasitismo não foram verificadas diferenças significativas (Tabela 17). Ainda para o mesmo mês, constata-se que a posição do ramo na planta não influenciou as variáveis estudadas, exceto para minas vivas no tratamento 3, cujo valor foi significativamente maior no lado oeste (Tabelas 18 e 19). Em outubro, foram constatados resultados semelhantes àqueles observados em setembro, sendo que, em nenhuma das variáveis, foi constatada diferença entre os lados da planta amostrados (Tabelas 20, 21 e 22). Em novembro, o índice de infestação continuou significativamente superior no tratamento com maior densidade de grevilea, enquanto que o número total de minas e de minas predadas diferiu entre os cultivos arborizados, mas não do cultivo a pleno sol (Tabela 23). Para as demais variáveis, não foram observadas diferenças significativas. Observa-se, também, que não houve influência da posição dos ramos nas variáveis estudadas (Tabelas 24 e 25). Em dezembro, o índice de infestação também foi superior no tratamento mais arborizado, porém, com número total de minas diferindo apenas entre os tratamentos com grevilea. Para as demais variáveis, não foram observadas diferenças significativas, exceto para minas com larva viva, cuja maior média foi obtida no tratamento a pleno sol (Tabela 26). Neste mês, maior infestação foi obtida no lado oeste das plantas, com aproximadamente 12% a mais de folhas minadas (Tabela 27), sendo esta a

única vez que se detectou influência da posição das folhas na incidência da praga (Tabelas 27 e 28).

Em janeiro, as diferenças significativas ocorreram apenas para índice de infestação e total de minas, porém, com tais variáveis se igualando para os tratamentos mais extremos, ou seja, mais arborizado (329 grevilea.ha<sup>-1</sup>) e a pleno sol, indicando que ambas as condições favoreceram a praga (Tabela 29). Assim, como nos demais meses de estudo, não foi verificado efeito da posição da folha na planta sobre as variáveis biológicas estudadas.

De modo geral, esses resultados não eram esperados, ou seja, presumiam-se maiores infestações no cafeeiro a pleno sol. No entanto, estão condizentes com os resultados obtidos na área experimental de Vitória da Conquista (item 4.1.2), onde as estimativas de infestação indicaram acréscimos a partir de determinadas densidades de grevilea. Em Barra do Choça, as áreas arborizadas apresentam densidades de grevilea superiores à maior densidade da área de Vitória da Conquista, indicando que altos níveis de arborização podem favorecer o bicho-mineiro. As hipóteses levantadas no item 4.1.2 podem ser utilizadas, também, neste caso, para explicar os resultados obtidos.

**Tabela 17**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	IF	M	M/F	Mina		
				LV	PARA	PREDA
<b>329</b>	71,96 ± 3,10 a	3,96 ± 0,23 a	1,69 ± 0,05 a	1,88 ± 0,15 a	0,72 ± 0,02 a	2,31 ± 0,31 a
<b>164</b>	30,64 ± 3,05 b	2,15 ± 0,09 b	1,26 ± 0,09 b	1,07 ± 0,06 b	0,71 ± 0,00 a	1,29 ± 0,09 b
<b>0</b>	41,13 ± 2,87 b	2,45 ± 0,09 b	1,55 ± 0,15 ab	1,55 ± 0,14 a	0,75 ± 0,02 a	1,41 ± 0,11 b

<sup>1</sup>Médias (±EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 18-**Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M) e Intensidade de Infestação (M/F), em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Mina <sup>1</sup>					
	IF		M		M/F	
	Leste	Oeste	Leste	Leste	Leste	Oeste
<b>329</b>	67,46 ± 2,81 Aa	76,47 ± 4,86 Aa	3,75 ± 0,17 Aa	4,17 ± 0,42 Aa	1,67 ± 0,09 Aa	1,71 ± 0,06 Aa
<b>164</b>	31,49 ± 6,27 Ba	29,80 ± 1,90 Ba	2,15 ± 0,19 Ba	2,15 ± 0,06 Ba	1,36 ± 0,05 Aa	1,17 ± 0,16 Aa
<b>0</b>	39,78 ± 5,25 Ba	42,48 ± 3,10 Ba	2,30 ± 0,09 Aa	2,61 ± 0,11 Aa	1,46 ± 0,12 Aa	1,64 ± 0,28 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 19**-Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	LV		PARA		PREDA	
	Leste	Oeste	Leste	Leste	Leste	Oeste
<b>329</b>	1,98 ± 0,16Aa	1,79 ± 0,26Aa	2,15 ± 0,42Aa	2,15 ± 0,42Aa	2,15 ± 0,42Aa	2,47 ± 0,51 Aa
<b>164</b>	1,02 ± 0,07Ba	1,13 ± 0,11Ba	1,28 ± 0,18Aa	1,28 ± 0,18Aa	1,28 ± 0,18Aa	1,30 ± 0,08 Ba
<b>0</b>	1,31 ± 0,21Bb	1,80 ± 0,05Aa	1,37 ± 0,16Aa	1,37 ± 0,16Aa	1,37 ± 0,16Aa	1,45 ± 0,16ABa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 20**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	IF	M	M/F	Mina		
				LV	PARA	PREDA
<b>329</b>	70,01 ± 3,37a	1,71 ± 0,17a	3,33 ± 0,07a	1,54 ± 0,16a	0,71 ± 0,00a	1,98 ± 0,20a
<b>164</b>	29,21 ± 2,68b	1,30 ± 0,16b	1,96 ± 0,07b	1,03 ± 0,08b	0,71 ± 0,00a	1,11 ± 0,11b
<b>0</b>	30,30 ± 2,34b	1,55 ± 0,06b	2,26 ± 0,06a	1,06 ± 0,07b	0,71 ± 0,00a	1,39 ± 0,13ab

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 21-**Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F) em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Mina <sup>1</sup>					
	IF		M		M/F	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
<b>329</b>	69,25 ± 5,96 Aa	70,76 ± 4,16 Aa	3,39 ± 0,17 Aa	3,26 ± 0,32 Aa	1,67 ± 0,08Aa	1,75 ± 0,13 Aa
<b>164</b>	33,56 ± 3,94 Ba	24,86 ± 2,32 Ba	2,18 ± 0,22 Ba	1,73 ± 0,18 Ba	1,41 ± 0,08Aa	1,20 ± 0,09 Ba
<b>0</b>	27,64 ± 3,80 Ba	32,97 ± 2,51 Ba	2,24 ± 0,08 Ba	2,29 ± 0,11 Ba	1,58 ± 0,08Aa	1,52 ± 0,09 ABa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 22-**Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA), em ramos localizados na posição leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	LV		PARA		PREDA	
	Leste	Oeste	Leste	Leste	Leste	Oeste
<b>329</b>	1,75 ± 0,24 Aa	1,33 ± 0,18 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	2,00 ± 0,12 Aa	1,95 ± 0,42 Aa
<b>164</b>	1,04 ± 0,12 Ba	1,02 ± 0,13 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	1,14 ± 0,19 Aa	1,08 ± 0,13 Aa
<b>0</b>	1,09 ± 0,13 Ba	1,04 ± 0,09 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	1,41 ± 0,13 Aa	1,38 ± 0,26 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 23**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	IF	M	M/F	Mina <sup>1</sup>		
				LV	PARA	PREDA
<b>329</b>	51,56 ± 3,20 a	2,75 ± 0,22 a	1,32 ± 0,15 a	0,94 ± 0,11 a	0,75 ± 0,03 a	1,83 ± 0,16 a
<b>164</b>	29,21 ± 2,68 b	1,96 ± 0,16 b	1,38 ± 0,13 a	1,03 ± 0,08 a	0,71 ± 0,00 a	1,11 ± 0,11 b
<b>0</b>	30,30 ± 2,34 b	2,26 ± 0,06 ab	1,50 ± 0,06 a	1,06 ± 0,07 a	0,71 ± 0,00 a	1,39 ± 0,13 ab

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 24**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M) e Intensidade de Infestação (M/F) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Mina <sup>1</sup>					
	IF		M		M/F	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
<b>329</b>	48,34 ± 4,43 Aa	54,77 ± 4,63Aa	2,65 ± 0,17 Aa	2,84 ± 0,43 Aa	1,31 ± 0,22 Aa	1,33 ± 0,24 Aa
<b>164</b>	33,56 ± 3,94 Ba	24,86 ± 2,32Ba	2,18 ± 0,22 Aa	1,73 ± 0,18 Ba	1,49 ± 0,11 Aa	1,27 ± 0,24 Aa
<b>0</b>	27,6 ± 43,80 Ba	32,97 ± 2,51Ba	2,24 ± 0,08 Aa	2,29 ± 0,11 ABa	1,44 ± 0,09 Aa	1,56 ± 0,09 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 25**-Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA), em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	LV		PARA		PREDA	
	Leste	Oeste	Leste	Leste	Leste	Oeste
<b>329</b>	0,77 ± 0,06 Aa	1,11 ± 0,17 Aa	0,76 ± 0,05 Aa	0,74 ± 0,03 Aa	1,84 ± 0,23 Aa	1,82 ± 0,27 Aa
<b>164</b>	1,04 ± 0,12 Aa	1,02 ± 0,13 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	1,14 ± 0,19 Aa	1,08 ± 0,13 Ba
<b>0</b>	1,09 ± 0,13 Aa	1,04 ± 0,09 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	1,41 ± 0,13 Aa	1,38 ± 0,26 ABa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 26-**Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	IF	M	M/F	Mina <sup>1</sup>		
				LV	PARA	PREDA
<b>329</b>	46,64 ± 4,27 a	2,71 ± 0,23 a	1,53 ± 0,07 a	0,97 ± 0,11 b	0,76 ± 0,03 a	1,46 ± 0,23 a
<b>164</b>	26,02 ± 1,30 b	1,97 ± 0,12 b	1,25 ± 0,15 a	0,85 ± 0,06 b	0,73 ± 0,02 a	1,12 ± 0,19 a
<b>0</b>	32,30 ± 2,54 b	2,40 ± 0,10 ab	1,45 ± 0,13 a	1,33 ± 0,09 a	0,72 ± 0,01 a	1,63 ± 0,18 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 27**-Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	LV		PARA		PREDA	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
<b>329</b>	0,86 ± 0,06 ABa	1,09 ± 0,20 ABa	0,77 ± 0,06 Aa	0,74 ± 0,03 Aa	1,50 ± 0,32 Aa	1,43 ± 0,39 Aa
<b>164</b>	0,80 ± 0,07 Ba	0,89 ± 0,10 Ba	0,73 ± 0,03 Aa	0,73 ± 0,03 Aa	1,41 ± 0,30 Aa	0,84 ± 0,13 Aa
<b>0</b>	1,24 ± 0,13 Aa	1,42 ± 0,13 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,73 ± 0,03 Aa	1,50 ± 0,29 Aa	1,76 ± 0,24 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 28**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M) e Intensidade de Infestação (M/F) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Mina <sup>1</sup>					
	IF		M		M/F	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
<b>329</b>	40,91 ± 4,13 Ab	52,37 ± 6,81Aa	2,59 ± 0,25 Aa	2,84 ± 0,41 Aa	1,49 ± 0,11 Aa	1,57 ± 0,11 Aa
<b>164</b>	25,41 ± 2,75 Ba	26,63 ± 0,23Ba	1,95 ± 0,17 Aa	1,99 ± 0,20 Aa	1,31 ± 0,22 Aa	1,20 ± 0,23 Aa
<b>0</b>	28,77 ± 2,86 ABa	35,83 ± 3,68Ba	2,34 ± 0,08 Aa	2,47 ± 0,19 Aa	1,30 ± 0,20 Aa	1,59 ± 0,14 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 29**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	IF	M	M/F	Mina <sup>1</sup>		
				LV	PARA	PREDA
<b>329</b>	43,53 ± 4,30 a	2,35 ± 0,24 a	1,46 ± 0,14 a	0,87 ± 0,08 a	0,71 ± 0,00 a	1,47 ± 0,33 a
<b>164</b>	18,37 ± 1,87 b	1,48 ± 0,16 b	1,14 ± 0,17 a	0,77 ± 0,04 a	0,71 ± 0,00 a	0,86 ± 0,05 a
<b>0</b>	31,72 ± 3,79 a	2,30 ± 0,13 a	1,47 ± 0,05 a	0,82 ± 0,05 a	0,73 ± 0,02 a	1,13 ± 0,22 a

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 30**-Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F) em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Mina <sup>1</sup>					
	IF		M		M/F	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
<b>329</b>	44,12 ± 4,78 Aa	42,94 ± 7,95 Aa	2,22 ± 0,16 Aa	2,49 ± 0,47Aa	1,36 ± 0,22 Aa	1,56 ± 0,19Aa
<b>164</b>	15,27 ± 2,52 Ba	21,47 ± 1,89 Ba	1,30 ± 0,19Aa	1,66 ± 0,26Aa	1,02 ± 0,24Aa	1,27 ± 0,27Aa
<b>0</b>	31,72 ± 5,80 ABa	31,72 ± 5,80 ABa	2,30 ± 0,21Aa	2,30 ± 0,21 Aa	1,38 ± 0,08Aa	1,57 ± 0,03 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

**Tabela 31**-Média de mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA), em ramos de cafeeiros nas posições leste e oeste de cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	LV		PARA		PREDA	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
<b>329</b>	0,95 ± 0,13 Aa	0,79 ± 0,09 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	1,38 ± 0,31 Aa	1,56 ± 0,63 Aa
<b>164</b>	0,73 ± 0,03 Aa	0,81 ± 0,07 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,71 ± 0,00 Aa	0,82 ± 0,07 Aa	0,90 ± 0,09 Aa
<b>0</b>	0,82 ± 0,08 Aa	0,82 ± 0,08 Aa	0,73 ± 0,03 Aa	0,73 ± 0,03 Aa	1,13 ± 0,34 Aa	1,13 ± 0,34 Aa

<sup>1</sup>Médias (± EP) das variáveis avaliadas, seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste “t” de Bonferroni (P<0,05).

### 4.3 Interações tritróficas

Estudos sobre interações entre plantas, herbívoros e inimigos naturais são importantes para o entendimento da dinâmica populacional das espécies em teias alimentares, bem como para o sucesso do controle de pragas por inimigos naturais (VENZON e outros, 2001).

As interações entre as variáveis da planta de café do bicho-mineiro (praga), da predação e do parasitismo foram analisadas por meio de correlações de Pearson, para cada área experimental e tempo de amostragem.

Para Área experimental de Vitória da Conquista, os dados são apresentados nas Tabelas de 31 a 35, para os meses de setembro/09 a janeiro/10, respectivamente. Em todos os meses de estudo foram constatadas correlações significativas positivas entre as variáveis da praga entre si (IF, M, MF, Viva) e entre predação, indicando uma provável relação de dependência de densidade entre a praga e as vespas predadoras. No entanto, Melo (2005), trabalhando com cafeeiros a pleno sol, não constatou correlações significativas entre o número total de minas e o número de minas predadas e entre o número de lagartas vivas e minas predadas para os dados as regiões cafeeiras de Vitória da Conquista (Distrito de Capinal) e do oeste baiano. Por outro lado, os dados do presente trabalho concordam com afirmações de Parra e outros (1981) a respeito de que a predação por vespas apresenta o mesmo padrão que a infestação do bicho-mineiro, sendo maior quando há maior ataque. Já para Avilés (1991), a predação por vespas diminui quando aumenta o número de minas disponíveis (temperatura mais elevada) e que vespas que apresentam o hábito de dilacerar as minas pela página inferior da folha deixam lagartas vivas nas minas dilaceradas. A teoria da Proto-Cooperação foi citada para explicar que vespas “prudentes” deixam cerca de 30% ou mais de lagartas vivas em minas predadas (AVILÉS, 1991; REIS JÚNIOR, 1999).

Quanto ao parasitismo, correlações positivas foram constatadas com minas e intensidade de infestação para o mês de setembro e negativa com intensidade de infestação em janeiro de 2010, tornando-se difícil estabelecer uma compreensão geral sobre as relações dos hymenópteros parasitoides com a praga. No entanto, no trabalho de Melo (2005), foram constatadas correlações positivas significativas entre número de minas e número de minas parasitadas.

Não foram observadas relações entre predação e parasitismo neste trabalho. No entanto, alguns autores têm constatado relação inversa entre as variáveis, ou seja, quando a predação aumenta, o parasitismo diminui e vice-versa. Este fato foi comprovado para as condições de Vitória da Conquista (MELO, 2005). Da mesma forma, Reis Júnior (1999) verificou que a ação das vespas é inversamente proporcional à ação de parasitoides. Segundo o autor, este fato demonstra haver uma competição reverso compartilhado entre vespas e parasitoides. No trabalho de Reis Júnior, ficou comprovado que os parasitoides tendem a explorar minas contendo lagartas novas e os predadores tendem a explorar o recurso, posteriormente, à exploração dos parasitoides, caracterizando as vespas como potenciais predadoras dos destes. Assim, a noção de que a eficiência dos inimigos naturais no controle do bicho-mineiro é um somatório da ação de vespas e de parasitoides parece não ser verdadeira (REIS JÚNIOR, 1999). No presente trabalho, relações positivas entre predação e parasitismo foram constatadas para Barra do Choça, indicando que a arborização com alta densidade de grevileas pode interferir nas relações bitróficas.

Dentre as variáveis fisiológicas, o Teor Relativo de Clorofila foi o que apresentou maior número de correlações significativas com variáveis biológicas: a) Setembro: positiva entre SPADM e IF e negativa entre SPADS e PARAS; b) Outubro: positivas entre SAPDM e IF, M, MF e PREDA; negativa entre SPADS e IF; c) Novembro: negativa entre SPADM e PARA e positiva entre SPADS e LV; d) Dezembro: positiva entre SPADM e LV e negativa entre SPADS e

PREDA; e) Janeiro: positiva entre SPADM e M. Esses dados indicam que o teor relativo de clorofila afetou a praga, direta e indiretamente. De forma direta, os dados sugerem que quanto maior o teor relativo de clorofila, maiores os valores das variáveis relacionadas à infestação pela praga, tais como índice de infestação, número médio de minas, intensidade de infestação e minas com larvas vivas. De forma indireta, afetando seus inimigos naturais, conforme foi observado em setembro, novembro e dezembro, quando correlações negativas foram constatadas entre teor de clorofila e minas predadas e/ou parasitadas.

A hipótese levantada neste trabalho de que o teor de prolina poderia ser um indicador da ocorrência do bicho-mineiro, não foi confirmada para a área experimental de Vitória da Conquista. A única correlação significativa observada foi no mês de setembro, sendo negativa entre PROS (teor de prolina em folha sem mina) e M (total de minas), não se constatando relações similares para os outros meses.

Foram constatadas correlações negativas entre concentração interna de CO<sub>2</sub> em folha minada e sem mina com minas predadas e total de minas, respectivamente, no mês de novembro. No entanto, tais interações não se mantiveram em janeiro.

Com relação à condutância estomática, correlações negativas significativas ocorreram com total de minas e minas predadas em novembro e apenas com minas predadas em janeiro. Esta variável influencia indiretamente outras variáveis como fotossíntese, concentração interna de CO<sub>2</sub>, transpiração, cujo conjunto de efeitos desfavorece a praga, e, conseqüentemente, a predação, na qual a relação é de provável dependência de densidade.

As variáveis temperatura e transpiração foliar estão relacionadas entre si, uma vez que em altas temperaturas a transpiração pode atuar como agente regulador da temperatura, sendo que ambas (TEMPS e TRANSM) se correlacionaram positivamente com total de minas no mês de novembro. Em

janeiro, as interações se mantiveram, porém, sendo negativas entre TRANSS e total de minas.

**Tabela 32-**Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS) em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de setembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

	M	MF	LV	PARAS	PREDA	SPADM	SPDAS
IF	0,6351**	0,4960**	0,3451*		0,4216**	0,3573*	
M		0,6776**		0,3460*	0,4999**		
MF			0,3128*	0,2893*	0,3204*		
PARAS							-0,2790*

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 33-**Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA), teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS) e teor de prolina (PROS) de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

	<b>M</b>	<b>MF</b>	<b>LV</b>	<b>PREDA</b>	<b>SPADM</b>	<b>SPDAS</b>	<b>PROS</b>
<b>IF</b>	0,7510**	0,5702**	0,4557**	0,5401**	0,3000*	-0,2920*	
<b>M</b>		0,7345**	0,6581**	0,7924**	0,4668**		-0,3289*
<b>MF</b>			0,3129*	0,3015**	0,3291*		
<b>LV</b>				0,3490*			
<b>PREDA</b>					0,4592**		

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 34-**Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e fisiológicas, teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS), Fotossíntese (FOTOM) (FOTOS), Temperatura Foliar (TEMPM) (TEMPS), Condutância Estomática (CES) e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>M) (CO<sub>2</sub>S) com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

	M	MF	LV	PREDA	SPADM	SPDAS	CO <sub>2</sub> M	TRANSM	CES	CO <sub>2</sub> S	TEMPS
<b>IF</b>	0,8478**	0,7625**	0,3585*	0,8301**							
<b>M</b>		0,8270**	0,3276*	0,8884				0,5716*	-0,5347*	-0,5153*	0,5125*
<b>MF</b>			0,3897**	0,7364**							
<b>LV</b>						0,5019**					
<b>PARA</b>					-0,4132**						
<b>PREDA</b>							-0,5194*		-0,6054*		

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 35-**Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS) em folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de dezembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

	<b>M</b>	<b>MF</b>	<b>LV</b>	<b>PREDA</b>	<b>SPADM</b>	<b>SPDAS</b>
<b>IF</b>	0,6495**	0,4004**		0,6767**		
<b>M</b>		0,8091**	0,5954**	0,4646**		
<b>MF</b>			0,4768	0,3601*		
<b>LV</b>					0,3301*	
<b>PREDA</b>						-0,3164*

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 36-**Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e fisiológicas, teor relativo de clorofila (SPADM), Fotossíntese (FOTOM) (FOTOS), Temperatura Foliar (TEMPM) (TEMPS), Condutância Estomática (CEM) (CES) com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.

	M	MF	LV	PARAS	PREDA	SPADM	TEMPM	CES	TRANSS
<b>IF</b>	0,6495**	0,5283**			0,6767**				
<b>M</b>		0,4825**	0,5954**		0,4646**	0,2930**			-0,5061*
<b>MF</b>			0,2801*	-0,3014*	0,4299**		0,5017*		
<b>PREDA</b>								-0,5794*	

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Para as condições experimentais de Barra do Choça, os resultados são apresentados nas Tabelas de 39 a 43 para os meses de setembro/09 a janeiro/10, respectivamente.

Da mesma forma como ocorreu para a Área 1, em todos os meses de estudo foram constatadas correlações significativas positivas entre as variáveis da praga entre si (IF, M, MF, LV) e entre predação, reforçando a relação de dependência de densidade entre a praga e as vespas predadoras. Em novembro e janeiro, foram constatadas correlações positivas entre predação e parasitismo, resultado que discorda daqueles apresentados por outros autores (MELO, 2005) que encontraram relações inversas entre as duas formas de controle natural da população do bicho-mineiro.

Também para Barra do Choça, dentre as variáveis fisiológicas estudadas, o Teor Relativo de Clorofila foi o que apresentou maior número de correlações significativas com variáveis biológicas. Em setembro, as correlações entre SPADS e IF, M, LV e PREDA foram negativas; em outubro as interações foram positivas entre SPADM e M e PREDA, e negativa para SPADS e M; em novembro foi negativa para SPADS e M; em dezembro foram negativas para SPADM e MF, e para SPADS e IF, M e PREDA; em janeiro todas as correlações foram negativas (SPADM com MF, PARA, PREDA; e SPADS com MF e PARA).

As interações entre o teor de prolina em folhas sem minas e as variáveis da praga foram negativas e ocorreram apenas no mês de outubro.

Em dezembro, merecem destaque as interações significativas positivas verificadas entre fotossíntese líquida com praticamente todas as variáveis biológicas (FOTOM com IF, M e LV e FOTOS com IF, M, LV e PARA), algumas delas se repetindo em janeiro (FOTOM e FOTOS com M). Em janeiro,

destacam-se as relações positivas entre CO<sub>2</sub>S e todas as variáveis biológicas, exceto intensidade de infestação (MF).

Com relação à condutância estomática, as interações se revelaram positivas com IF, LV, PARA e PRED. Outras interações significativas foram observadas entre temperatura e transpiração foliar e algumas variáveis biológicas. Neves (2004) verificou que a condutância estomática, a transpiração foliar, a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a temperatura foliar não demonstram uma correlação definida com a intensidade de danos do bicho-mineiro do cafeeiro e da cochonilha *O. proelonga* em limão, e que a técnica da leitura da fotossíntese mostrou-se adequada para a determinação do nível de controle dessas pragas no campo. O autor demonstrou uma relação negativa entre área foliar lesionada e fotossíntese. Ressalta-se que os estudos de Neves (2004) foram realizados estimando-se a área foliar lesionada pelos insetos fitófagos.



**Tabela 37**-Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (IF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS) de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de setembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

	<b>M</b>	<b>MF</b>	<b>LV</b>	<b>PREDA</b>	<b>SPDAS</b>
<b>IF</b>	0,928**	0,5004**	0,7606**	0,6659**	-0,5289**
<b>M</b>		0,4733**	0,7543**	0,7142**	-0,5020**
<b>MF</b>			0,4375*		
<b>LV</b>				0,3521*	-0,4113*
<b>PREDA</b>					-0,5043**

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 38-**Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS) de folhas com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de outubro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

	<b>M</b>	<b>MF</b>	<b>VIVA</b>	<b>PREDA</b>	<b>SPADM</b>	<b>SPADS</b>	<b>PROS</b>
<b>IF</b>	0,9181**	0,5515**	0,6124**	0,6989**			-0,3928*
<b>M</b>		0,4569*	0,5633**	0,8607**	0,3501*	-0,3574*	-0,3533*
<b>MF</b>			0,4181*				-0,3574*
<b>PREDA</b>					0,3724*		

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 39**-Correlações entre as variáveis Índice de infestação (IF), total de Minas (M), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e teor relativo de clorofila em folhas sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com duas densidades de grevilea e a pleno sol, no mês de novembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

---

M

PREDA

SPDAS

<b>IF</b>	0,7664**	0,5184**	
<b>M</b>		0,4541*	-0,3422*
<b>PARAS</b>		0,4715**	

---

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 40-**Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e fisiológicas, teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS), Fotossíntese (FOTOM) (FOTOS), Temperatura Foliar (TEMPM) (TEMPS), Transpiração Foliar (TRANM) (TRANS) e Condutância Estomática (CEM) (CES) com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de dezembro de 2009. Barra do Choça, BA, 2010.

	M	MF	LV	PREDA	SPADM	SPADS	FOTOM	CEM	TEMPM	TRANM	FOTOS	CES	TEMPS	TRANS
<b>IF</b>	0,8144**	0,3890*				-0,5414**	0,4550*	0,5096*			0,4588*			
<b>M</b>			0,4817**	0,3954*		-0,4440*	0,4273*			0,4566*	0,5222*			
<b>MF</b>					-0,3712*				-0,4708*				-0,4428*	
<b>LV</b>							0,4405*				0,6370**	0,4318*		
<b>PARA</b>											0,2850*	0,6390**		0,5927**
<b>PREDA</b>						-0,4536*		0,4587*						

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 41-**Correlações entre as variáveis biológicas Índice de infestação (IF), total de Minas (M), Intensidade da infestação (MF), mina com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA), mina Predada (PREDA) e fisiológicas, teor relativo de clorofila (SPADM) (SPADS), Teor de prolina Fotossíntese (FOTOM) (FOTOS), Temperatura Foliar (TEMPM) (TEMPS), Transpiração Foliar (TRANM) (TRANS), Condutância Estomática (CEM) (CES) e Concentração Interna de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>M) (CO<sub>2</sub>S) com e sem a presença de minas de *Leucoptera coffeella* de folhas com e sem a presença de minas em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea, no mês de janeiro de 2010. Barra do Choça, BA, 2010.

	M	MF	LV	PREDA	SPADM	SPADS	FOTOM	CEM	CO <sub>2</sub> M	TEMPM	TRANM	FOTOS	CES	CO <sub>2</sub> S	TEMPS	TRANS
<b>IF</b>	0,6601**		0,3862*	0,7137**					0,5318*	-0,4540*				0,6664**	-0,4622*	
<b>M</b>		0,3570*	0,5046**	0,4587*			0,6494**	0,6769**	0,7242**	-0,6590**	0,6610**	0,6920**	0,6925**	0,7530**	-0,6159**	0,6347**
<b>MF</b>				0,3917*	-0,3745*	-0,3605*				-0,5358*						-0,5484*

<b>PARA</b>	0,4455*	-0,5986**	-0,58090**	0,4707*	0,6024**
<b>PRED</b>		-0,4007*			0,5176*

---

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

As trocas gasosas entre a planta e o ambiente são extremamente sensíveis às alterações do movimento estomático, em particular a fotossíntese líquida potencial, a transpiração e concentração interna de CO<sub>2</sub>.

Para as condições de Vitória da Conquista, a maior densidade de árvores elevou os índices de fotossíntese líquida potencial dos cafeeiros em relação à condição de menor densidade.

Para as condições de Barra do Choça, a arborização não propiciou maior fotossíntese líquida potencial aos cafeeiros arborizados em relação aos cafeeiros a pleno sol.

O teor relativo de clorofila e o teor de prolina foram parâmetros de elevada sensibilidade dos cafeeiros à arborização.

O Sistema agroflorestal influenciou negativamente a infestação pelo bicho-mineiro, porém, densidades muito elevadas de grevileas favorecem a infestação da praga.

A taxa de predação foi influenciada pela arborização, seguindo a mesma tendência da infestação em ambos os experimentos.

## 6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.G. **Aspectos fitossanitários em cafeeiro no Sudoeste da Bahia: influência do Genótipo e do espaçamento de plantio**. 2009. 150p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.

ARAÚJO, W. L. et al. Metabolismo do carbono e limitações bioquímicas da fotossíntese em folhas de diferentes posições da copa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2007.

AVILÉS, D.P.; MATIELO, M.R.; GUIMARÃES, P.M. Ocorrência de microhimenópteros parasitas de bicho-mineiro na região norte do estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, CAXAMBÚ, MG, 1985. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1985. 1-2

AVILÉS, D.P. **Avaliação das populações do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonitiidae) e de seus parasitóides e predadores: metodologia de estudo e flutuação populacional**. 1991. 126p. (Dissertação - mestrado) – Universidade Federal de Viçosa: UFV, Viçosa.

BACCA, T. e t al. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 119, p.39–45, 2006.

BACON, C. Confronting the coffee crisis: can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern

Nicaragua? **World Development**, Quebec, v. 33, n. 3, p. 497-511, march, 2005.

BAGGIO, A. J. et al. **Efeitos de diferentes espaçamentos de grevilea em consórcio com cafeeiros**. Londrina, Pr, 1997a; 24 p. (IAPAR, Boletim Técnico, 56).

BAGGIO, A.J. e t al. Productivity of southern Brazilian coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.37, p. 111-120, 1997b.

BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short Communication. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 39, n. 1, 205-207, 1973.

BEBÉ, F. V. et. al. Influência da arborização com grevileas na disponibilidade de luz e comportamento fisiológico de cafezais In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde, (3: 2003: Porto Seguro). **Anais**. Brasília, DF : Embrapa Café, 2003. (447p.), p. 299-300

BEER, J.W. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 5, p. 3- 3, 1987.

BEER, J.W. et al. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 38, p. 139-164, 1998.

BERNARDES, M.S.; CAMPOE O.C.; RIGHI, C.A. Influência do sombreamento sobre a infestação de bicho-mineiro em cafeeiros cultivados em um sistema agroflorestal e em monocultivo. In: CONGRESSOS BRASILEIROS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS. **Resumos...** Curitiba, 2004.

BI, J. L. e FELTON, G. W.. Foliar oxidative stress and insect herbivory: Primary compounds, secondary metabolites, and reactive oxygen species as components of induced resistance. **Journal Chemical Ecology**. v. 21 n.15 p 11–1527, 1995

BONFIM, J. A. et al. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.201-206, 2010.

BOTELHO, C. E. **Seleção de progênies de cafeeiro** (*Coffea arabica* x *Coffea racemosa*) **resistentes ao bicho-mineiro** *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842). 2003. 40 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras: UFLA, Lavras.

BUCHANAN, B. B., GRUISSSEN, W., JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. American Society of Plant Biologists, Maryland. 2000. 1368p.

BYERS, J.A. Leaf-mining insects. Disponível em: <http://www.chemical-ecology.net/insects/leafmine.htm>. Acesso em: 07/07/2010.

CAIXETA, S.L. et al. Nutrição e vigor de mudas de cafeeiro e infestação por bicho mineiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1429-1435, set-out, 2004.

CAMARGO. A.P.; GONÇALVES. P.S.. Arborização de Cafezal com Seringueiras. Informações Técnicas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 56, n.2, 2004.

CAMARGO. A.P.. Arborização de Cafezais. Informações Técnicas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n.1, 2007.

CAMPANHA, M.M. et al. Incidência de pragas e doenças em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n. 295, p.391-396, 2004a.

CAMPANHA, M.M. et al. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, Baltimore, v.63, n.1, p.75-82, 2004b.

CARAMORI, P.H. et al. (2004) Indicadores biofísicos de sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **Resumos**. Curitiba: Embrapa Florestas, 1 CD-ROM.

CASTRO, D. da S. et al. Concentrações de Prolina e Carboidratos Solúveis Totais em Folhas Teca (*Tectona grandis*) L. f) Submetida ao Estresse Hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.921-923, jul. 2007.

CARELLI et al. Carbon isotope discrimination and gas exchange in *Coffea* species grown under different irradiance regimes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 11, n.2, p. 63-68, 1999.

COELHO, G.C. et. al. Effect of light intensity on methylxanthine contents of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. **Biochemical Systematics and Ecology**, Amsterdam, V 35, p. 75-80, 2007.

CONCEIÇÃO, C. H. C. **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica**. . Campinas, SP, 2005, 86 fls. : 30 il.

CUSTÓDIO, A.A. de P. et al. Incidência do bicho-mineiro do cafeeiro em lavoura irrigada sob pivô central. **Coffee Science**, Lavras, v.4, n. 1, p.16-26, jan.-jun., 2009.

D'ANTONIO, A.M.; PAULA, V.; COELHO, A.J.E. Dados preliminares sobre a eficiência de predadores do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guer.Men., 1842), no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6, Ribeirão Preto, SP, 1978. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1978, p.167-68.

DA MATTA, F. M. Fisiologia do cafeeiro em sistemas arborizados In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2004, cap. 3, p. 85-119.

DONALD, P. F. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. **Conservation Biology**, Santa Barbara, v. 18, n. 1, p. 17-37, February, 2004.

DUTRA NETO, C. **Cafeicultura do Planalto de Vitória da Conquista: perspectivas para um desenvolvimento sustentável**. 2001. 105 f. Tese (Mestrado em Políticas Públicas e Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

ECOLE, C.C. et. al. Predação de ovos, Larvas e Pupas do Bicho-mineiro-do-Cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) Por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.318-324, mar.-abr., 2002

ESKES, A.B. The effect of light intensity on incomplete resistance of coffee to *Hemileia vastatrix*. **Neth J. Plant Path**, Netherlands, v. 88, p. 191–202, 1982.

FAHL, J.L., et. al. Alterations in leaf anatomy and physiology caused by the red mite (*Oligonychus ilici*) in plants of *Coffea arabica*. **Brazilian journal Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, n. 19 v. 1 p. 61-68, 2007

FARFAN, V.F.; MESTRE, M. M. Resposta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes. **Cenicafé**, Colômbia, v. 55, n. 2, p. 161-174, 2004.

FARRELL, J.G.; ALTIERI, M.A. Sistemas agroflorestais. In: ALTIERI, M.A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p.413-439.

FERNANDES, F.L. et al. Efeitos de variáveis ambientais, irrigação e vespas predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no cafeeiro. **Neotropical Entomology**, Viçosa, v.38, n.3, p.410-417, Marc.-abr., 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FRAGOSO, D.B. et al. Insecticide use and organophosphate resistance in the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cardiff, v. 92, p.203–212. 2002.

FRAGOSO, D.B.; GUEDES, R.N.C.; LADEIRA, J.A. Seleção na evolução de resistência a organofosforados em *Leucoptera coffeella* (Guérin-Meneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Neotropical Entomology**, Viçosa, v. 32, p.329–334. 2003.

FRANCO, R.A. et. al. Influência da Infestação de *Oligonychus ilicis* (Mcgregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) sobre a taxa de fotossíntese potencial de folhas de cafeeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 205-210, abr.-jun, 2009.

FREITAS, R. B. de. **Avaliações ecofisiológicas de cafeeiros (*Caflea arahica* L) e seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell Arg) em diferentes**

**sistemas de cultivo.** 2000. 57p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia). – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FREITAS, R. B. et. al. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.4, p.804-810, jul-ago., 2003

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO; CARVALHO, R.P.L.; e outros. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba; FEALQ, 2002. 920p.

GARCIA, A. L. A.; PADILHA, L.; FAGUNDES, A. V. Índice de abortamento ao longo da frutificação influenciado pela face de exposição ao sol das plantas de *C. arábica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 32., 2006, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas, 2006. p. 67. CD-ROM.

GHINI, R. et al. Risk analysis of climate change on coffee nematodes and leaf miner in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.43, n. 2, p. 187-194, fev., 2008.

GOMES, I.A.C. et al. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. “Oeira” sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Wild. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.109-115, jan-fev., 2008.

GONTIJO, L.M., PICANÇO, M., GUSMÃO, M.R., GONRING, H.R. & MOURA, M.F. Seletividade fisiológica de inseticidas à *Apoica pallens* (Hymenoptera; vespidae), predador do bicho-mineiro do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Poços de Caldas, 2000. **Resumos...** Poços de Caldas, 2000, p. 1228-30.

GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mêneville, 1842): I. dinâmica populacional e inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 12, p. 61-71, 1989.

GRISI, F.A.; MATSUMOTO, S.N. Arborização com renques de grevileas em cafezais no município de Barra do Choça, Bahia. (2002). In: Seminário de Iniciação Científica: Integração, Ensino, Pesquisa e Extensão, 6., 2002, Vitória da Conquista. **Anais... Vitória da Conquista: UESB, 2002. p. 24-31.**

GRISI, F. A. **Relações hídricas, bioquímicas e anatômicas de mudas de café (*Coffea arabica* L.) Catuaí e Siriema submetidas a déficit hídrico.** 2006. 59 F. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GRISI, F. A. et. al. Avaliações anatômicas foliares em mudas de café 'catuaí' e 'siriema' submetidas ao estresse hídrico. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1730-1736, nov-dez., 2008

GUERREIRO FILHO, O.; MAZZAFERA, P. Caffeine does not protect coffee against the leaf miner *Perileucoptera coffeella*. **Journal of Chemical Ecology**, Netherlands, v.26, n.6, p. 1447-1464, 2000.

GUIMARÃES, P.M. Flutuação populacional (*Perileucoptera coffeella*, Guérin-Mêneville, 1842), parasitos e predadores (Hymenoptera) em duas regiões do Paraná. In CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, MG, 1983. **Resumos...**, Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1983, p. 238-45.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Nutrição mineral do cafeeiro.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.70p.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/> Acesso em: 10/06/2010.

ISHINO, M.N.; ROSSI, M.N.; YANAGIZAWA, Y.A.N. Características da herbivoria de um minador foliar em *Erythroxylum totuosum* Mart.

Disponível em:

< <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/902a.pdf>. Acesso em: 22/07/2010.

JARAMILLO-BOTERO, C. et al. Características do café (*Coffea arabica* L.) sombreado no Norte da América Latina e no Brasil: Análise Comparativa. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 94-102, jul.-dez. 2006

JARAMILLO BOTERO, C. **Resposta de cafeeiros ao sombreamento e à dinâmica de serrapilheira em condições de sistema agroflorestal**. 2007. 87 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais

JULIATTI, F.C.; SILVA, S.A. Problemas fitossanitários em culturas sob pivô central no triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado – fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa, 2001, p: 205-256.

KUMAR, D.; TIESZEN, L. L. Photosynthesis in *Coffea arabica*: effects of light and temperature. **Experimental Agriculture**, New York, v. 16, n. 1, p. 13-19, 1980.

LEMOS, C. L. **Características morfo - fisiológicas e assimilação de nitrogênio em cafeeiros em sistema a pleno sol e associados com abacateiro (*Persea americana*) e ingazeiro (*Inga edulis*) em Barra do Choça, Bahia.**, 2008. 94 f. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de

Concentração em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.

LEMOS, R.N. S. et al. Manejo integrado de pragas. In: MOURA, E.G. (org.) **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil, atributos, interações uso na produção familiar**. 2. ed. São Luís: UEMA, 2006, p.223-256.

LOMELÍ-FLORES, J. R. Natural Enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mémèville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, México. 2007. 216 f. (Tesis Doctor of Philosophy). Texas A & M University.

LOMELÍ-FLORES, J. R.; BARRERA, J.F.; BERNAL, J.S. Impacts of weather, shade cover and elevation on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics and natural enemies. **Crop. Protection**, p.1-10, 2010. (no prelo)

LUNZ, A.M.P. **Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol**. 2006. 94 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MAGALHÃES, S.T.V. et al. Effect of coffee alkaloids and phenolics on egg-laying by the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, Cardiff, v.98, p.483-489, 2008.

MARTINEZ, C. A.; GUERRERO, C.; MORENO, U. Diurnal fluctuations of carbon exchange rate, proline content and osmotic potential in two water-stressed potato hybrids. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 7, p. 27-33, 1995.

MARTINS NETO, F. L. **Caracterização e avaliação da sustentabilidade da cafeicultura na Chapada Diamantina, BA**. 2009. 214f. Dissertação

(Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

MATIELLO, J. B. et al. Nível de sombreamento em cafezal na região Serrana de Pernambuco - Parte III. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRAS. **Resumos**, 15, 1989.

MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p. 127 Diagnóstico da cafeicultura baiana. Salvador: SEAGRI, 2000. 24p

MATIELLO, J.B. **Sistemas de Produção na Cafeicultura Moderna, Tecnologias de plantio adensado, renque mecanizado, arborização e recuperação de cafezais**. 1 ed. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995.102p.

MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A.E.S. Arborização de cafezais na região Nordeste. In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2004, cap. 5, p. 169-195.

MATSUMOTO, S. N. et al. Water relations in a coffee grove planted with grevilleas in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n.1, p. 71-83, 2006.

MEIRELES, D.F.; CARVALHO, J.A.; MORAES, J.C. Avaliação da infestação do bicho-mineiro e do crescimento do cafeeiro submetido a diferentes níveis de déficit hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.371-374, mar.- abr., 2001.

MELO, T. L. **Flutuação populacional, predação e parasitismo do bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrotet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), em duas regiões cafeeiras do Estado da Bahia.**, 2005. 134 f. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de

Concentração em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.

MELO, T.L. et al. Comunidades de parasitóides de *Leucoptera Coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em cafeeiros nas Regiões Oeste e Sudoeste da Bahia. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 966-972, jul.-ago., 2007

MICHEREFF, M.F.F. **Comportamento reprodutivo do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. 2000. 46 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Curso de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MICHEREFF, M.F.F. et al. Effects of delayed mating and male mating history on the reproductive potential of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Royal, v. 6, n.3, p.241-247, Jul., 2004

MIRANDA, E.M.; PEREIRA, R.C.A.; BERGO, C.L. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica* L.) em condições de sombreamento e a pleno sol no estado do Acre, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.62-69, 1999.

MORA, A. LIVINGSTON, G.; PHILPOTT, S.M. Arboreal Ant Abundance and Leaf Miner Damage in Coffee Agroecosystems in México. **Biotropica**. v.40 n. 6. p. 742-746, 2008.

MORAIS, H. et al. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.10, p.1131-1137, out. 2003.

MORAIS, H. et al. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.6, p.863-871, 2004.

MOREIRA, M.A. et al. Caracterização da arborização em cafeeiros de pequenos produtores no município de Barra do Choça – Bahia. In: III SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2003, Porto Seguro. **Resumos**. Brasília: Embrapa Café, 2003. p.282.

MUSCHLER, R.G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee zone of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.85, p. 131-139, 2001.

NEVES, A. D. **Estimativa do nível de dano de *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 e de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) por variáveis fisiológicas vegetais**. 2004 76 p (Dissertação Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - - Piracicaba, São Paulo.

NEVES, A. D., OLIVEIRA, R. F. e PARRA, J. R.P.. A new concept for insect damage evaluation based on plant physiological variables. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio de Janeiro, v. 78 n. 4, p. 821–835. 2006.

NIINEMETS, U. et al. An analysis of light effects on foliar morphology, physiology, and light interception in temperate deciduous woody species of contrasting shade tolerance. **Tree Physiology**, Canadá, v.18, n.10, p.681-696, 1998.

OGUCHI, R. et al. Leaf anatomy as a constraint for photosynthetic acclimation: differential responses in leaf anatomy to increasing growth irradiance among three deciduous trees. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.28, n.7, p.916-927, 2005.

PANDEY, S.; KUSHWAHA, R. Leaf anatomy and photosynthetic acclimation in *Valeriana jatamansi* L. grown under high and low irradiance. **Photosynthetica**, Praga, v.43, n.1, p.85-90, 2005.

PARRA, J.R.P. **Biologia comparada de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera:Lyonetiidae)**. 1981. 96p. Tese (livre-docente) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”: USP, Piracicaba. São Paulo.

PARRA, J.R.P.; HADDAD, M. De L.; SILVEIRA NETO, S. Tabela de vida de fertilidade de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em três temperaturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 125-129, 1995.

PEREIRA, E.J.G.; et al. Controle natural do bicho-mineiro do cafeeiro no início do período seco. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3, Porto Seguro, 2002. **Resumos...**Brasília, 2002, p. 330

PEREIRA, E.J.G. et al. Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, Cardiff , v.97, p.421-432, 2007.

PERIOTO, N.W. et al. Himenopters parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, n.1, p.41-44, 2004.

PEZZOPANE, J.R.M. **Avaliações microclimáticas, fenológicas e agronômicas em Café Arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana “prata Anã”**. 2004. 136 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PICANÇO, M.C.; MARQUINI, F.; GALVAN, T;L. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado – fitossanidade**: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa, 2001, p: 427-480.

RAIMONDO, F. et. al.. Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on photosynthesis water relations and hydraulics of *Aesculus hippocastanum* leaves. **Trees**. Berlin. [v. 17, n. 4 jul. 2003](#).

RAMALHO, J.C. et al. Photosynthetic responses of *Coffea arabica* leaves to a short-term high light exposure in relation to N availability. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, n.1, p.229-239, 1997.

RAMIRO, D.A. et al. Caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 363-372, 2004.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Controle biológico do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 104, p. 16-20, 1983.

REIS, P.R., SOUZA, J.C. MELLES, C.C.A. Pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, p. 3-57, 1984.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Manejo integrado do bicho-mineiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e seu reflexo na produção de café. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 77-82, 1996a.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 17-25, 1998.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Manejo Integrado do bicho mineiro das folhas do cafeeiro e seu reflexo na produção de café. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, p.77–82. 1996b.

RESENDE, A.L.S. et al. Ocorrência de parasitóides do bicho mineiro infestando seis cultivares de café arábica em sistemas orgânico com e sem arborização. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Londrina, v. 2, n.2, 2007.

RIBEIRO, A.E.L. **Análise faunística e ocorrência sazonal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em agroecossistemas da região Sudoeste da Bahia**. 2005. 112 f (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.

RICCI, M.S.F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p. 569-575. Abr. 2006.

RIGUI, C. A. et. al.. Coffee water use in agroforestry system with Rubber trees. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 781-792, 2008.

RODRIGUES, O. **Efeito da deficiência hídrica na fotossíntese, na resistência estomática, na atividade de redutase do nitrato e no acúmulo de prolina livre em *Coffea arabica* L.** 1988. 52 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RODRIGUES, V.G.S. et al. Arborização em lavouras de café conilon – experiência de agricultores em Rondônia – Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, 2002. v. 3, p. 1245-1248.

ROJAS, A.C. **Efeito de práticas culturais sobre a infestação do bicho-mineiro, *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Méneville) em cafeeiro, *Coffea***

*arabica* L. 1990. 32 f. Tese (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa: UFV, Viçosa.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANDY, E. C. et al. Produção de frutos de cafeeiros (*coffea arabica* L.) em diferentes posições e orientações de ramos plagiotrópicos. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 35-40, jan.-jun. 2009

SANTINATO, R. et al. Flutuação populacional do Bicho Mineiro (*Leucoptera coffeella*) na região oeste da Bahia nas safras de 2005 e 2006. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 33., 2007, Lavras, MG. **Resumos...** Lavras: MAPA/ PROCAFÉ, 2007. p. 342-343.

SILVA, E.A. et al. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arábica coffee trees. **Fields Crops Research**, Phoenix, v.89, n.2-3, p.349-357, 2004.

SILVA, F.M. da. **Fitoquímicos como potenciais mediadores da flutuação sazonal de *Leucoptera coffeella* e de seus inimigos naturais**. 2003, 39 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOTO-PINTO, L. et al. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 80,n. 1-2, p. 61-69, 2000.

SOUZA, J.C. de. **Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do “bicho-mineiro” das folhas do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Estado de Minas Gerais**. 1979. 90p. Dissertação (mestrado) – Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, J.C.; BERTI FILHO, E.; REIS, P.R. **Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do “bicho-mineiro” das folhas do cafeeiro, *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no estado de Minas Gerais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. **Resumos...**Rio de Janeiro, IBC/GEARC, 1980, p. 121-22.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, R L. **O bicho mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p. (Boletim Técnico, 54)

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. **Pragas do cafeeiro - reconhecimento e controle.** Viçosa: CTP, 2000. 154p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Balanço Hídrico do Estado da Bahia. **Série Estudos e Pesquisas, Salvador:** SEI. n. 45, 1999. 250p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TEODORO, A.V. **Agroforestry Management, seasonal changes, biodiversity and multitrophic interactions of coffee arthropods.** 2007. 88 f. Dissertation. Faculty of Agricultural Sciences, Georg-August-University Göttingen, Germany.

TEODORO, A.V.; TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A.M. From the laboratory to the field: contrasting effects of multi-trophic interactions and agroforestry management on coffee pest densities. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.131, p.121-129, 2009.

TUELHER, E.S. et al. Ocorrência de bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) influenciada pelo período estacional e pela altitude. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p. 119-124, 2003.

VEGA, F.E.; POSADA, F.; INFANTE, F. Coffee Insects: Ecology and Control. **Encyclopedia of Pest Management**. 2006.

VENZON, M.; PALLINI, A.; JANSSEN, A. Interaction Mediated by Predators in Arthropod Food Webs. **Neotropical Entomology**, Piracicaba. v. 30 n. 1, p. 1-9. 2001.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449 p.

VILLACORTA, A. Alguns fatores que afetam a população estacional de *Perileucoptera coffella* ((Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Norte do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, V. 9 n.1, p.23-32, 1980.

VOLTAN, R. B. Q.; FAHL, J. J.; CARELLI, M. L. C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, V. 4 n. 2 p.99-105, 1992.

ZAMBOLIM, L.; SOUZA, A. F.; MANTOVANI, E. C. Influência da irrigação no progresso de doenças e pragas do cafeeiro. **ITEM - Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 73, p. 67-76, 2007.



## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A.** Dados das variáveis biológicas cujo análises estatística não apresentaram diferenças significativas.

**Tabela 1A-**Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea no mês de setembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	IF	M	M/F	Mina		
					LV	PARAS	PREDA
277	Leste	32,7772	1,8491	1,3857	0,9201	0,7071	1,3632
	Oeste	41,6351	1,6966	1,2289	0,8528	0,7071	1,3719
139	Leste	28,8905	1,4298	1,0757	0,8231	0,7071	1,0792
	Oeste	26,4000	1,5469	1,1872	0,8231	0,7071	1,0997
123	Leste	44,3993	2,3681	1,3889	1,0069	0,7071	1,2393
	Oeste	25,5809	1,4984	1,1265	0,7761	0,7071	1,0737
69	Leste	39,4044	1,9647	1,2687	0,8707	0,7071	1,5088
	Oeste	34,5268	2,0805	1,3287	0,8707	0,7071	1,3500
62	Leste	42,4172	2,4423	1,3361	1,0652	0,7071	1,2816
	Oeste	32,0419	2,1963	1,3626	1,0003	0,7416	1,1833
31	Leste	40,8104	2,2878	1,2646	0,7844	0,7359	1,1624
	Oeste	42,5854	2,1363	1,3162	1,0523	0,7071	1,3801

**Tabela 2A-** Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea no mês de outubro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	IF	M	M/F	Mina		
					LV	PARAS	PREDAS
277	Leste	33,6845	1,6903	1,2591	0,9335	0,7071	1,3470
	Oeste	29,5767	1,6779	1,2582	0,7934	0,7071	1,5081
139	Leste	38,9054	1,6415	1,2397	1,1788	0,7071	1,1464
	Oeste	45,5601	1,7839	1,2792	1,0324	0,7071	1,4297
123	Leste	43,9564	1,7337	1,4504	0,7761	0,7071	1,3763
	Oeste	45,5601	1,7839	1,2792	1,0324	0,7071	1,4297
69	Leste	42,2661	1,7177	1,2089	1,1559	0,7071	1,3244
	Oeste	38,0365	1,5910	1,1719	1,0733	0,7071	1,2223
62	Leste	32,5928	1,7842	1,3245	1,1484	0,7071	1,1960
	Oeste	36,8889	1,5132	1,2713	0,8927	0,7071	1,1469
31	Leste	51,7051	2,4767	1,4795	1,1625	0,7071	1,5754
	Oeste	60,9322	2,5741	1,5046	1,3526	0,7071	1,6670

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	IF	M	M/F	Mina		
					LV	PARAS	PREDAS
277	Leste	30,7151	2,0224	1,3730	0,8472	0,7071	1,5559
	Oeste	31,7844	2,0865	1,3391	0,9632	0,7502	1,6212
139	Leste	21,0979	1,6874	1,1709	1,0550	0,7071	1,3613
	Oeste	26,3951	1,7664	1,2186	1,0657	0,7071	1,3644
123	Leste	27,2711	1,7996	1,4297	0,9402	0,7071	1,5345
	Oeste	26,3951	1,7664	1,2186	1,0657	0,7071	1,3644

<b>69</b>	Leste	30,0344	2,0279	1,4537	0,9103	0,7071	1,6384
	Oeste	27,4743	1,9017	1,3015	0,8293	0,7071	1,6287
<b>62</b>	Leste	20,9452	1,8590	1,4896	1,0070	0,7071	1,4021
	Oeste	15,3698	1,3346	1,1705	0,9465	0,7071	1,0085
<b>31</b>	Leste	33,3836	2,2865	1,3829	0,8293	0,7359	1,8180
	Oeste	27,7708	2,2848	1,3931	0,8797	0,7071	1,5323

**Tabela 3A-** Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea no mês de novembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

**Tabela 4A -** Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea no mês de dezembro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	VR	MINAS	MF	Larva		
					VIVA	PARAS	PREDADA
<b>277</b>	Leste	20,1317	2,0221	1,5040	0,9228	0,7071	1,5769
	Oeste	31,4021	1,9475	1,3410	0,9093	0,7071	1,5328
<b>139</b>	Leste	19,2547	1,6810	1,2859	0,9956	0,7071	0,8662
	Oeste	19,2228	1,7965	1,2258	0,9390	0,7071	0,8472
<b>123</b>	Leste	17,8864	1,6588	1,3948	0,8775	0,7416	1,1443
	Oeste	19,2228	1,7965	1,2258	0,9390	0,7071	0,8472

<b>69</b>	Leste	24,1054	1,7809	1,3941	0,9354	0,7071	1,5624
	Oeste	24,8699	1,8263	1,3011	0,9839	0,7071	1,3514
<b>62</b>	Leste	16,6648	1,6647	1,2484	0,9034	0,7071	1,2780
	Oeste	10,2150	1,2669	1,0924	0,7761	0,7071	0,9242
<b>31</b>	Leste	31,7370	2,3001	1,3831	0,9911	0,7071	1,7160
	Oeste	25,9664	2,4092	1,4296	1,1940	0,7071	1,6351

**Tabela 5A** - Média do Índice de Infestação (IF), número total de Minas (M), Intensidade de Infestação (M/F), minas com Larva Viva (LV), mina Parasitada (PARA) e mina Predada (PREDA) em cafeeiros arborizados com diferentes

densidades de grevilea no mês de janeiro de 2009. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	IF	M	M/F	Mina		
					LV	PARAS	PREDAS
277	Leste	20,1317	2,0221	1,2081	0,9228	0,7071	1,5769
	Oeste	31,4021	1,9475	1,346	0,9093	0,7071	1,5328
139	Leste	19,2547	1,681	1,1983	0,9956	0,7071	0,8662
	Oeste	19,2228	1,7965	1,1114	0,939	0,7071	0,8472
123	Leste	17,8864	1,6588	1,3607	0,8775	0,7416	1,1443
	Oeste	19,2228	1,7965	1,1114	0,939	0,7071	0,8472
69	Leste	24,1054	1,7809	1,3605	0,9354	0,7071	1,5624
	Oeste	24,8699	1,8263	1,3453	0,9839	0,7071	1,3514
62	Leste	16,6648	1,6647	1,3837	0,9034	0,7071	1,278
	Oeste	10,215	1,2669	1,1307	0,7761	0,7071	0,9242
31	Leste	31,737	2,3001	1,4653	0,9911	0,7071	1,716
	Oeste	25,9664	2,4092	1,4422	1,194	0,7071	1,6351

**APÊNDICE B** – Dados das variáveis fisiológicas cujo análises estatística não apresentaram diferenças significativas.

**Tabela 1B** - Média do teor Relativo de Clorofila (SPAD) em folhas de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea entre os meses de setembro de 2009 a janeiro de 2010. Vitória da Conquista, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	Mina	SPAD					
			Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	
<b>277</b>	Leste	c/ mina	64,1000	67,0750	67,3667	67,2583	64,7000	
		s/ mina	67,1833	67,4750	60,7333	58,4667	60,9250	
	Oeste	c/ mina	61,9250	65,0500	62,2583	66,5583	65,7167	
		s/ mina	66,2000	67,5417	67,0417	61,3167	57,8167	
	<b>139</b>	Leste	c/ mina	60,2250	64,1000	67,7417	65,6917	64,8083
			s/ mina	63,9583	63,5250	70,1750	63,7417	64,8333
Oeste		c/ mina	56,4333	63,6500	67,0083	66,3167	67,0417	
		s/ mina	63,1000	62,5833	68,4417	62,1667	67,2056	
<b>123</b>	Leste	c/ mina	65,1167	66,4133	67,9867	63,8733	63,8667	
		s/ mina	65,8333	66,4133	52,6533	59,1267	58,5667	
	Oeste	c/ mina	64,0222	64,3867	63,5667	66,0000	65,1933	
		s/ mina	59,7334	62,0333	54,8800	54,1600	58,7533	
<b>69</b>	Leste	c/	61,5467	64,4722	65,0444	65,5944	63,7722	

		mina					
		s/	64,9000	65,7945	55,2667	61,7556	59,9667
		mina					
		c/	59,1200	64,1000	64,5778	65,0167	61,3000
	Oeste	mina					
		s/	62,4667	66,0722	48,1611	58,3667	58,2333
		mina					
		c/	61,5800	63,3533	66,4400	65,0933	64,6667
	Leste	mina					
		s/	64,9000	65,9267	66,0933	61,3400	64,4000
		mina					
<b>62</b>		c/	60,7600	59,8067	64,2200	63,9533	63,7867
	Oeste	mina					
		s/	62,3133	64,1147	63,2067	62,1600	63,5200
		mina					
		c/	69,0238	67,7444	63,9945	65,8389	69,9556
	Leste	mina					
		s/	68,6953	67,6722	54,2278	59,4111	63,8778
		mina					
<b>31</b>		c/	66,5952	66,9389	68,1989	63,9778	66,4278
	Oeste	mina					
		s/	64,0143	61,6889	51,0278	54,8111	59,2444
		mina					

**Tabela 2B-** Média do teor de Prolina em folhas de cafeeiros arborizados com diferentes densidades de grevilea nos meses de outubro de 2009 e janeiro de 2010 Vitória da conquista, BA, 2010.

Tratamento (Grev.ha <sup>-1</sup> )	Lado	Mina	PROLINA (µg.g <sup>-1</sup> de MS)	
			OUTUBRO	JANEIRO
277	Leste	c/ mina	12,6441	8,9158

		s/ mina	11,4744	10,4584
	Oeste	c/ mina	13,1357	11,0433
		s/ mina	10,7285	13,9506
<b>139</b>	Leste	c/ mina	18,0149	14,8109
		s/ mina	12,4334	13,7896
	Oeste	c/ mina	14,1710	14,6880
		s/ mina	13,5776	14,3914
<b>123</b>	Leste	c/ mina	12,7555	24,0530
		s/ mina	12,5266	21,8323
	Oeste	c/ mina	19,9094	22,9850
		s/ mina	16,8918	23,9005
<b>69</b>	Leste	c/ mina	17,3750	24,9345
		s/ mina	14,8576	27,6130
	Oeste	c/ mina	16,6376	29,4608
		s/ mina	15,9171	32,7666
<b>62</b>	Leste	c/ mina	15,2390	23,3071
		s/ mina	12,4757	29,0370
	Oeste	c/ mina	15,2305	29,1048
		s/ mina	14,9847	34,5466
	Leste	c/ mina	9,6362	22,6121
		s/ mina	9,0175	26,7485
	Oeste	c/ mina	12,8826	26,0534
		s/ mina	11,1026	25,5449