

AVALIAÇÃO DE CAFEZEIROS RECÉM-PLANTADOS SUBMETIDOS À COBERTURA PARA PROTEÇÃO CONTRA GEADA

Heverly Morais¹; Fabio Suano de Souza²; Giselly Aparecida Andrade³; Geovana Cristina Zaro⁴; Paulo Henrique Caramori¹ e Cristiane de Conti Medina⁵

¹ Pesquisador(a), D. Sc. Instituto Agronômico do Paraná, Londrina – PR, heverly@iapar.br, caramori@iapar.br

² Pesquisador visitante, D. SC. Instituto Agronômico do Paraná, Londrina – PR, fssouza@iapar.br

³ Estudante de Doutorado em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, giselly@iapar.br

⁴ Bióloga colaboradora, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina – PR, geoczaro@gmail.com

⁵ Professora, D. Sc. Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, medina@uel.br

RESUMO: A geada é um importante fator de risco para a cultura cafeeira. Medidas para minimizar os efeitos prejudiciais causados por esse fenômeno vêm sendo estudadas e as recomendações variam de acordo com a idade das plantas. Para lavouras com até seis meses após o plantio recomenda-se o enterrio total na véspera da geada. O objetivo deste trabalho foi avaliar o microclima, fisiologia e danos em cafeeiros recém plantados, submetidos à técnica de enterrio com diferentes durações, a fim de identificar o tempo máximo que as plantas podem permanecer enterradas sem comprometer seu desenvolvimento posterior. O experimento foi conduzido em uma lavoura cafeeira localizada no Norte do Paraná. Os tratamentos consistiram no enterrio total, enterrio sob bambus e plantas sem coberturas, com dois meses após o plantio. Os tratamentos cobertos foram submetidos a períodos de enterrio de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias. Durante a avaliação experimental não houve episódios de geadas, mas foi possível identificar que os tratamentos cobertos evitaram a queda acentuada da temperatura mínima. Nas plantas submetidas ao enterrio, houve diminuição na taxa fotossintética em relação às plantas sem cobertura. O teor de clorofila foi menor nas plantas cobertas. A desfolha das plantas enterradas após os 35 dias foi mais acentuada nos tratamentos cobertos. O número de plantas totalmente desfolhadas aumentou cerca de 30 dias após a cobertura, tornando mais elevada após os 40 dias. Mudanças vigorosas e bem estabelecidas no campo podem permanecer cobertas por um período de 20 a 30 dias, com grande possibilidade de recuperação.

Palavras-chave: Café – plantio - microclima – fotossíntese – cobertura com terra – cobertura com bambu

EVALUATION OF RECENTLY PLANTED COFFEE SUBMITTED TO COVERING FOR PROTECTION AGAINST FROST

ABSTRACT: Frost is a major risk factor for the coffee crop in Brazil. Measures to minimize the adverse effects caused by this phenomenon are being studied and recommendation varies according to plant age. For crops up to six months after planting is recommended complete covering with a soil layer the day before the frost. The objective of this study was to evaluate the microclimate, physiology and damage to newly planted coffee, submitted to the soil covering technique with different durations, to identify the maximum time that the plants may remain covered without compromising their development. The experiment was conducted in a coffee plantation with two months after planting located in northern Paraná. The treatments consisted in complete covering with a soil layer of 15-20cm, covering with bamboo culms cut in halves plus a soil layer, and a control without covering. The treatments were covered for periods of 7, 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days. During the experimental evaluation there were no episodes of frost, but it was possible to identify that the covered treatments prevented the sharp drop in minimum temperature. In plants subjected to covering, there was a decrease in the photosynthetic rate compared to the plants without coverage. The chlorophyll content was lower in plants covered. The defoliation of plants covered was more pronounced after 35 days. The number of completely defoliated plants increased by about 30 days after covering, and became very high after 40 days. Vigorous and well-established coffee plants in the field can remain covered for a period of 20 to 30 days, with great possibility of recovering.

Key words: Coffee – planting – microclimate – photosynthesis – soil banking – covering with bamboo

INTRODUÇÃO

A ocorrência de geadas constitui um fator de risco no cultivo de cafeeiros nas regiões sul e sudeste o qual, dependendo da intensidade, localização das lavouras na bacia e condição fisiológica das plantas, pode causar prejuízos de grandes proporções. O período de ocorrência de geadas nas regiões cafeeiras do Paraná é de maio a setembro, com maior intensidade em junho e julho. As geadas ocorrem devido à entrada de massas de ar polares com baixa temperatura e umidade. Não há uma frequência regular de episódios na entrada dessas massas, elas podem ocorrer sucessivamente, ou uma massa pode permanecer durante vários dias atuando no mesmo local. Sua intensidade também é variável, podendo provocar geadas fracas a severas.

Existem vários métodos de proteção de cafeeiros contra geadas, dependendo da idade das plantas. Em cafeeiros com seis meses até dois anos após o plantio no campo, quando a copa da planta ainda não está totalmente formada, temperaturas do ar a partir de -2°C são suficientes para causar danos no caule (Geada de Canela), devido ao acúmulo do ar frio próximo ao solo. Neste caso, recomenda-se que seja feito no início de maio o “chegamento de terra” junto ao tronco do cafeeiro, devendo permanecer coberto até setembro. Caso ocorra geada, a terra protege as gemas ortotrópicas e mesmo que as folhas e ramos plagiotrópicos sejam afetados, haverá rebrota. No caso de cafeeiros recém implantados (até seis meses), não é possível realizar o “chegamento de terra”, uma vez que as mudas têm o porte baixo e o tronco flexível. Sendo assim, na ocorrência de geadas, recomenda-se a cobertura total da muda.

A arborização dos cafezais é um método que também vem sendo utilizado para minimizar danos provocados pelas geadas. As árvores implantadas no meio dos cafezais exercem proteção, reduzindo a perda de radiação de ondas longas, que é interceptada pelas suas copas. Este método protege cafeeiros de qualquer idade. O Estado do Paraná e outras regiões produtoras vêm adotando o sistema adensado de cultivo, como forma de atenuar os danos causados pelas geadas (Androcioli Filho, 1996). O Sistema “Alerta Geadas”, desenvolvido e executado pelo IAPAR e SIMEPAR, é outro trabalho essencial à proteção dos cafeeiros, o qual fornece suporte de previsão de geadas e métodos de proteção de lavouras aos cafeicultores (Caramori et al., 2001).

Existem ainda outros métodos eficazes para a proteção de cafezais recém-implantados, como a cobertura com resíduos vegetais e outros materiais. Morais et al. (2002) estudaram a viabilidade e eficiência de cobertura das plantas com sacos de papel, sacos plásticos, bambu, saco plástico bolha, PVC, palha de arroz e feijão, enterrio parcial e total das mudas. Dentre todos, o enterrio total e a cobertura com palhas apresentaram melhor proteção às plantas. Segundo os autores, a cobertura de lavouras extensas com resíduos vegetais é limitada pela quantidade de material disponível na propriedade. Já o método de enterrio das plantas, embora eficiente, foi apontado como causador de morte das plantas, devido ao estresse sofrido pelas mudas durante o período coberto. Tais condições podem se agravar quando as plantas têm baixo vigor vegetativo ou permanecem enterradas em períodos chuvosos.

Sendo a técnica do enterrio eficiente e muito utilizada pelos cafeicultores na proteção de plantas jovens contra geadas, estudos de longevidade e desenvolvimento das mudas submetidas a tal método, são importantes para determinar o tempo máximo que as plantas podem ficar enterradas sem que ocorram mortes, danos graves ou comprometimento na recuperação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o microclima, fisiologia e danos aos cafeeiros recém plantados, submetidos à técnica de enterrio em diferentes períodos, a fim de identificar o tempo máximo que as plantas podem permanecer enterradas sem comprometer seu desenvolvimento posterior.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Pilar, município de Cornélio Procópio (Lat $23^{\circ}10'52''$, Long $50^{\circ}38'48''$), em uma lavoura de cafeeiros com dois meses de idade. Os tratamentos consistiram no enterrio total, cobertura com bambu gigante cortado ao meio mais uma camada de terra, e plantas sem cobertura. O enterrio das mudas foi feito dobrando as plantas com os pés e colocando uma camada de 15 a 20cm de terra sobre essas, com o auxílio de enxada. No tratamento de cobertura com bambu, utilizou-se a espécie *Bambusa tuloides*, conhecida vulgarmente como bambu gigante, com diâmetro de 10 a 12 cm. As hastes foram cortadas em pedaços contendo dois nós, no comprimento de 30 a 40 cm e repartidas longitudinalmente ao meio, ficando com o formato de uma "telha" fechada dos lados. As telhas foram colocadas horizontalmente sobre as mudas dobradas e adicionou-se uma camada de terra sobre o bambu.

O delineamento estatístico utilizado foi o de parcelas subdivididas com cinco repetições. Os tratamentos cobertos foram submetidos a um período de enterrio de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias. Cada sub-parcela continha 10 plantas, que foram enterradas no dia 06/08/2007. Semanalmente uma sub-parcela era desenterrada e eram coletadas três plantas para a quantificação de clorofila pelo método de Arnom (1949). As sete plantas restantes foram utilizadas para avaliações posteriores. As leituras de fotossíntese foram feitas utilizando-se uma câmara LICOR modelo LI6200, uma semana após o desenterrio, esse período foi necessário para que as plantas expressassem sua condição após o estresse sofrido pelo enterrio.

Monitorou-se a temperatura de folha de duas plantas de cada tratamento selecionadas ao acaso, utilizando-se sensores de termopar cobre-constatã, em contato com a face inferior das folhas. Os sensores foram conectados a um coletor de dados (micrologger), armazenando dados médios de temperatura a cada 15 minutos, além das temperaturas máximas e mínimas diárias.

Foi utilizado para comparação das médias, o Teste de Tukey a 5% de probabilidade, análise de regressão para teores e taxas medidas (dados quantitativos), porcentagem (estatística descritiva) para análise da taxa de sobrevivência e gráficos para demonstração dos dados microclimáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere ao microclima, observa-se na Figura 1A, que as temperaturas máximas foram mais elevadas no tratamento sem cobertura, devido à exposição direta à radiação solar. Comparando as coberturas, as plantas cobertas somente com terra tiveram as temperaturas máximas menores que as cobertas com bambu e terra, com diferenças de 7 a

10°C no mês mais quente (setembro). Em eventos de geadas, apesar das temperaturas críticas ocorrerem durante a noite, no período diurno pode ocorrer temperaturas máximas elevadas que comprometam a sobrevivência das mudas enterradas, principalmente se o período de enterrio for longo, pois o bloqueio da radiação solar afeta as trocas gasosas causando danos irreversíveis no metabolismo, fisiologia e bioquímica das plantas. Assim, é desejável que a temperatura máxima das plantas cobertas seja a menor possível. Não houve durante a avaliação experimental episódios de geadas, mas foi possível identificar que os tratamentos cobertos evitaram a queda acentuada da temperatura mínima (Figura 1B). A diferença de temperatura entre os tratamentos cobertos variou de 1 a 4°C. Já as diferenças entre as coberturas e o tratamento a céu aberto foram maiores, variando de 5 a 7°C. Com relação às temperaturas médias, os tratamentos apresentaram valores bem próximos (Figura 1C), devido à grande amplitude térmica ocorrida em cada tratamento. MORAIS et al. (2002) encontraram em dias de ocorrência de geadas em Londrina, PR, temperaturas mínimas positivas em mudas de cafeeiros cobertos com terra. Neste caso, no dia mais frio avaliado, enquanto as folhas das plantas expostas atingiram a temperatura de -4,5°C, nas plantas sob o enterrio registraram-se 2°C. Este método foi classificado como eficiente para proteção contra geadas.

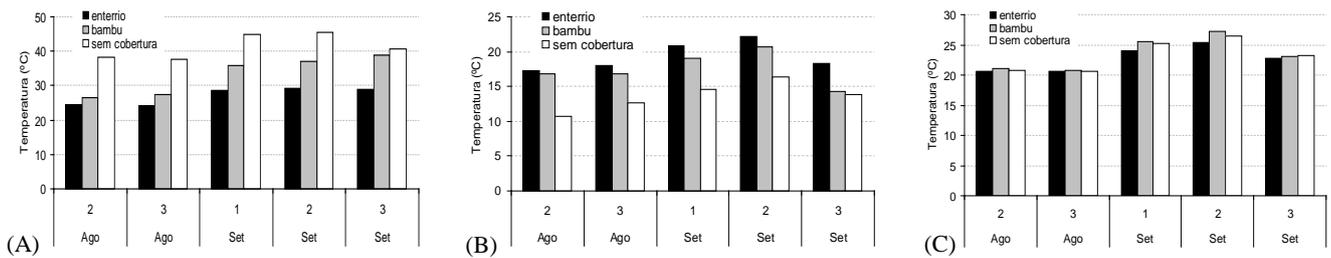


Figura 1. Temperatura máxima (A), mínima (B) e média (C) de folhas de cafeeiros recém plantados, submetidos a diferentes métodos de proteção contra geadas. Cornélio Procópio, 2007.

As taxas fotossintéticas de plantas que não foram enterradas e das plantas nos primeiros momentos do enterrio ficaram em torno de 2,8 a 3,8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Com o passar dos dias e com o desenterrio das mudas, observou-se que, para as plantas que foram enterradas, houve diminuição na taxa fotossintética, sendo que quarenta e nove dias após o enterrio os valores chegaram próximos de zero. Isso mostra que com o aumento do tempo em que ficaram enterradas, as plantas necessitariam de um tempo maior de recuperação entre o desenterrio e as leituras de trocas gasosas para que a diminuição na taxa fotossintética não fosse tão acentuada. No tratamento que não foi enterrado, a taxa fotossintética se manteve constante, com aumento não significativo no final do período de avaliação. Desta forma, pode-se dizer que quanto maior o tempo em que as plantas permaneceram enterradas, maior foi o prejuízo na taxa fotossintética.

Um dos fatos que podem explicar este resultado é que nas plantas que permaneceram enterradas houve degradação de clorofila e de reservas orgânicas no processo respiratório, o que levou ao maior depauperamento destas em relação ao tratamento sem enterrio. Além disso, o processo fotossintético foi paralisado nas plantas enterradas, uma vez que é essencial a presença de luz para a ativação dos pigmentos de moléculas nos fotossistemas e desencadeamento do fluxo de transferência de elétrons nestes.

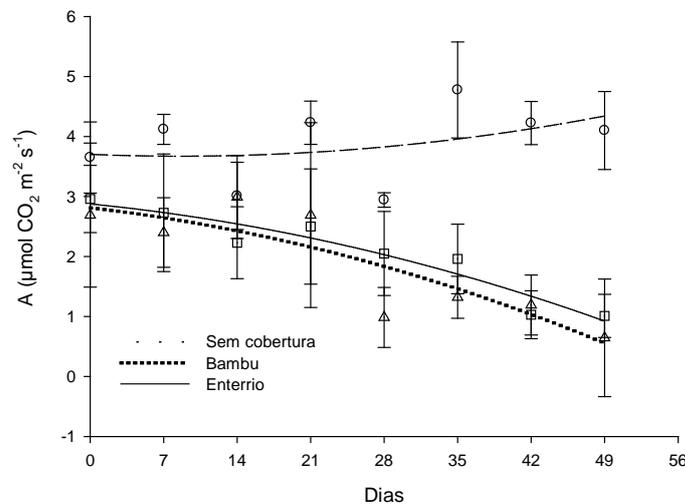


Figura 2. Taxa fotossintética de cafeeiros submetidos à cobertura com terra e bambu+terra para proteção contra geadas, em função dos dias em que as plantas permaneceram cobertas. Sem Cobertura: $y = -0,0004x^2 - 0,007x + 3,70$, $R^2 = 0,14^{ns}$; Bambu: $y = -0,0005x^2 - 0,02x + 2,81$, $R^2 = 0,76^{**}$; Enterrio: $y = -0,0005x^2 - 0,017x + 2,87$, $R^2 = 0,91^{**}$.

** : Significativo a 5% de probabilidade pela análise de regressão com ajuste polinomial quadrático para os três tratamentos. ns: não significativo.

Os problemas e consequência da interrupção do fluxo de elétrons nos fotossistemas para organismos autótrofos foram relatados por Taiz & Zeiger (2004). Moraes et al. (2003) relataram a influência do sombreamento de cafeeiros e constataram diminuição na taxa fotossintética global das plantas de café com o aumento da intensidade de sombra. O processo fotossintético é dependente de luz, sendo assim, mesmo o cafeeiro sendo uma espécie adaptada às condições sombreadas, pode haver comprometimento das atividades metabólicas foto-dependentes quando as plantas recebem radiação insuficiente. Muitas vezes, o sombreamento possui efeitos benéficos no desenvolvimento da planta de café e segundo estes autores, aumenta a longevidade das plantas, propiciando o cultivo e produção por mais tempo e com estabilidade de produção ano após ano. No entanto, a cobertura total das plantas com terra ou bambu seguido de terra vedou totalmente a entrada de luminosidade, o que causou comprometimento severo no desenvolvimento das plantas com o aumento do tempo em que permaneceram enterradas.

Para que a fotossíntese ocorra, os pigmentos fotossintéticos devem absorver a energia de um fóton de um dado comprimento de onda e, então, utilizar essa energia para iniciar a cadeia de eventos da fase fotoquímica da fotossíntese. Os mais importantes pigmentos absorvedores de luz são as clorofilas, podendo haver também os pigmentos acessórios, como os carotenóides (β -caroteno e xantofila) e as ficobilinas (ficoeritrina e ficocianina). Os pigmentos que absorvem a luz estão arrançados em conjuntos ou feixes funcionais chamados de fotossistemas (Lehninger et al., 1995).

A diminuição da taxa fotossintética em plantas enterradas também ocorreu em função do menor teor de clorofila apresentado nestas plantas em relação ao tratamento sem cobertura. Mesmo não tendo havido diminuição do teor de clorofila no tempo em que as plantas permaneceram enterradas, houve diferença entre o tratamento sem cobertura em relação aos tratamentos em que as plantas foram enterradas, com ou sem bambu (Figura 3).

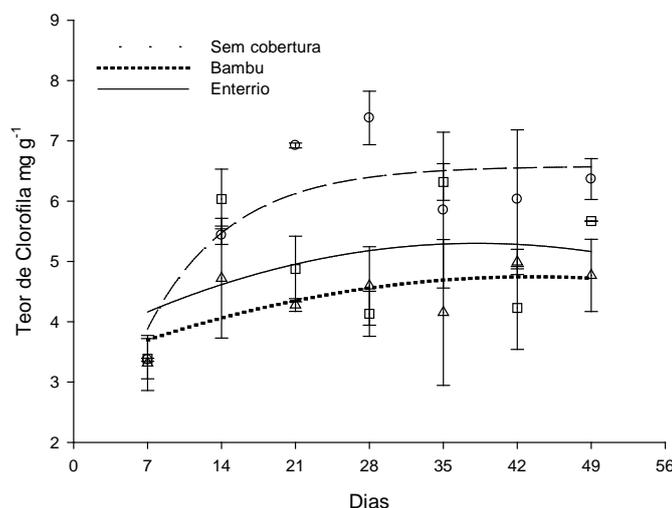


Figura 3. Teor de clorofila de cafeeiros submetidos à cobertura com terra e bambu+terra para proteção contra geadas, em função dos dias em que as plantas permaneceram cobertas. Sem Cobertura: $y = -6,58(1 - \exp(-0,13x))$, $R^2 = 0,74^{**}$; Bambu: $y = -0,0008x^2 + 0,07x + 3,25$, $R^2 = 0,50^{ns}$; Enterrio: $y = -0,0012x^2 - 0,089x + 3,59$, $R^2 = 0,15^{ns}$.

** : Significativo a 5% de probabilidade pela análise de regressão com ajuste polinomial quadrático para bambu e enterrio e exponencial para sem cobertura. ns: não significativo.

A degradação da clorofila acontece por fatores endógenos e pode ser influenciada também por fatores externos, tais como estresse hídrico, redução de luz, mudanças de temperatura, aumento do teor de etileno ou por fatores internos, tais como aumento de permeabilidade da membrana e mudança de pH. Esses fatores interferem no processo normal, levando a acelerar ou a retardar a degradação da clorofila (Heaton & Marangoni, 1996; Takamiya et al., 2000).

O número de folhas por planta no tratamento com enterrio foi menor que nas plantas sem cobertura e cobertas com bambu aos 7 dias. Aos 14 dias o enterrio continuou significativamente inferior ao tratamento sem cobertura, mas não diferiu do tratamento com bambu até o final do período de avaliação. Em ambos os tratamentos cobertos a desfolha se acentuou a partir de 20 dias, atingindo níveis elevados depois dos 35 dias (Figura 4).

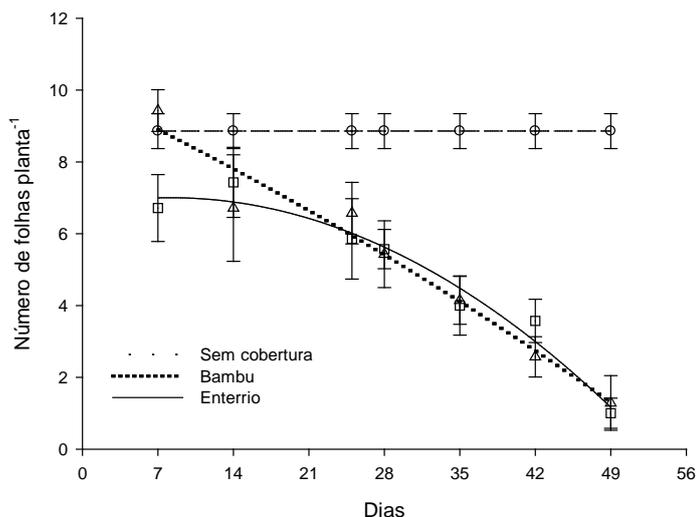


Figura 4. Número médio de folhas por plantas cobertas com terra e bambu+terra para proteção contra geadas, em função dos dias em que as plantas permaneceram cobertas. Bambu: $y=-0,0007x^2-0,142x+9,917$, $R^2=0,96^{**}$; Enterrio: $y=-0,0035x^2+0,057x+6,77$ $R^2=0,97^{**}$;

** : Significativo a 5% de probabilidade pela análise de regressão com ajuste polinomial quadrático. ns: não significativo.

O número de plantas totalmente desfolhadas, que normalmente requerem o replantio, começou a aumentar depois de um mês de cobertura, tornando muito elevado depois dos 40 dias (Figura 5).

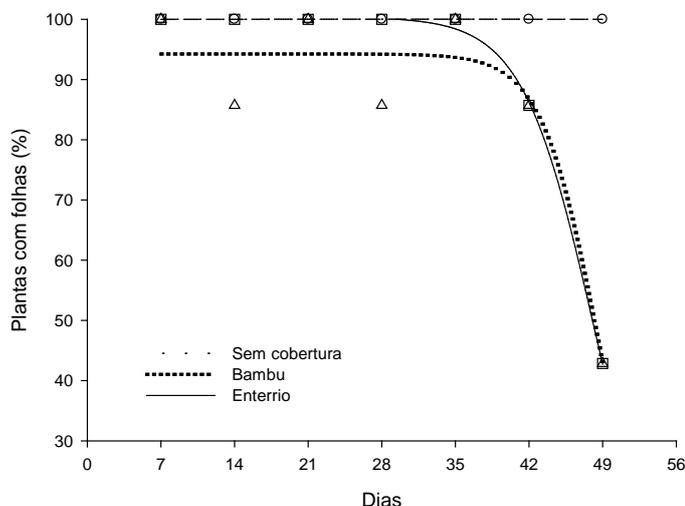


Figura 5. Porcentagem do número de plantas de café com folhas submetidas à cobertura com terra e bambu+terra para proteção contra ocorrência de geadas em função dos dias em que as plantas permaneceram cobertas. Bambu: $y=94,24/1+\exp(-(x-48,5)/-2,67)$ $R^2=0,89^{*}$; Enterrio: $y=100,36/1+\exp(-(x-48,0)/-3,32)$, $R^2=0,99^{**}$;

* : Significativo a 5% de probabilidade pela análise de regressão com ajuste sigmoidal

** : Significativo a 1% de probabilidade pela análise de regressão com ajuste sigmoidal

Fica evidente pelos dados apresentados nas Figuras 4 e 5 que com o prolongamento do período de ausência de luz se acentua o depauperamento da planta, a ponto desse processo se tornar irreversível.

CONCLUSÕES

Não houve durante a avaliação experimental episódios de geadas, mas foi possível identificar que os tratamentos cobertos evitaram a queda acentuada da temperatura mínima.

Nas plantas que foram cobertas, houve diminuição na taxa fotossintética em relação às plantas sem cobertura.

O teor de clorofila foi superior nas plantas sem coberturas.

A desfolha de plantas enterradas após os 35 dias foi mais acentuada nos tratamentos cobertos.

O número de plantas totalmente desfolhadas aumentou cerca de um mês após a cobertura, tornando muito elevado depois dos 40 dias.

Desde que as plantas se encontrem vigorosas e bem estabelecidas, é possível permanecerem por um período de 20 a 30 dias cobertas e se recuperarem com um mínimo de perdas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDROCIOLI FILHO, A. Procedimentos para o adensamento de plantio e contribuição para o aumento da produtividade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina, IAPAR, 1996. p. 251-275.

ARNON, D. I. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 24. n. 1, p. 1-15, Jan. 1949.

CARAMORI, P. H., CAVIGLIONE, J. H., WREGE, M. S., GONÇALVES, S. L., ANDROCIOLI FILHO, A., SERA, T., CHAVES, J. C. D., KOGUISHI, M. S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do café (*Coffea arabica* L.) no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.486 - 494, 2001.

HEATON, J. W.; MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 7, n. 1, p. 8-15, Jan. 1996.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

MORAIS, H.; CARAMORI, P.H.; MOREIRA, I.A.; RIBEIRO, A.M.A., CARNEIRO FILHO, F. Avaliação de métodos de proteção contra geadas em cafezais recém implantados. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n.2, p. 259- 264, 2002.

MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.; GOMES, J.C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1131- 1137, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAKAMYIA, K.; TSUCHIYA, T.; OHTA, H. Degradation pathway(s) of chlorophyll: what has gene cloning revealed? **Trends Plant Science**, London, v. 5, n. 10, p. 426-431, Oct. 2000.