

ISSN 0104-1347

## Interceptação de Chuva em Cafezais Adensados da Região Serrana Centro-Norte Fluminense

### Rainfall Interception in High Density Coffee Areas of the Northern Highlands of the State of Rio de Janeiro

Ricardo Augusto Calheiros de Miranda<sup>1</sup>, Fernando Reiszal Pereira<sup>2</sup> e André Soares Monat<sup>3</sup>

**Resumo** - O efeito agrometeorológico mais significativo da vegetação quando se trata da precipitação pluviométrica, está relacionado com o processo de interceptação. A partir deste, o total precipitado é redistribuído pela vegetação. Uma parcela da chuva fica, temporariamente, retida nas partes aéreas da planta, e, subsequentemente, é evaporada de volta para atmosfera. Com o objetivo de repontencializar a cafeicultura na região serrana do norte fluminense, foi elaborado um programa de coleta de dados micrometeorológicos em áreas adensadas de cafeeiros Novo Mundo a partir de 2001 no município de Duas Barras (RJ). Durante o período da amostra, os índices de perdas de água pelos cafeeiros sofreram influências temporais, que se manifestam por meio das alterações estacionais na cobertura foliar, pela variabilidade pontual na amostragem da percolação sob as copas, e nas flutuações de ordem meteorológica (intensidades, duração e recorrência das chuvas) da precipitação em aberto. São representados, em função da chuva incidente por uma função logarítmica. De acordo com os resultados obtidos, em média, 19% da chuva precipitada é interceptada pelos cafeeiros.

**Palavras-chave:** cafeeiro, interceptação de chuva, micrometeorologia

**Abstract** – The significant agrometeorological effect on vegetation related to rainfall is associated with the interception process, where incident rainfall has a parcel stored on the canopy which subsequently is evaporated to the atmosphere as the rain ends. Aiming to re-establish coffee production in the north highlands of the State of Rio de Janeiro, an experiment was built for gathering micrometeorological data, in a dense area with a plantation of Novo Mundo, a variety of coffee grain in the city of Duas Barras (RJ), since July 2001. From results obtained, registers can be made showing that the interception losses found during the experimental period were related to the seasonal crown cover density, to the spatial variability of throughfall measurements and to the meteorological characteristics associated to incident rainfall. Represented by the relationship between interception loss and gross precipitation follows a logarithmic function. The amount of rainfall that was intercepted was on average, 19%.

**Key words:** coffee trees, interception of rainfall, micrometeorology

#### Introdução

O grande desafio da agricultura contemporânea, no tocante ao manejo de plantios, consiste em prever com antecedência, quando uma determinada enfermidade poderá causar dano econômico a uma cultura. Para tanto, deve-se ter conhecimento de três

fatores responsáveis pela epidemia da doença: o patógeno, o hospedeiro e as condições do ambiente (AGRIOS, 1998).

No Brasil, como nos demais países tropicais, são ainda escassos os modelos tecnológicos desenvolvidos a fim de se preverem as épocas críticas de

<sup>1</sup>Professor, Doutor, UERJ / Departamento de Climatologia e Meteorologia. Rua São Francisco Xavier, 524 SI 4006 BI F. CEP 20550-013. Rio de Janeiro. Brasil.

<sup>2</sup>Professor, Doutor, UERJ / Instituto Politécnico. Rua Alberto Rangel s/n. CEP28601-970. Nova Friburgo. Rio de Janeiro. Brasil.

<sup>3</sup>Professor, Doutor, UERJ / Departamento de Climatologia e Meteorologia. CEP 20550-013. Rio de Janeiro. Brasil.

determinada cultura quando as condições edafoclimáticas favorecem as epidemias.

Nas condições do pólo cafeeiro de Duas Barras (RJ), devido aos baixos níveis de infecção encontrados em seus cafezais e das condições edafoclimáticas predominantes, os cafeicultores mostram-se confiantes quanto às potencialidades da cafeicultura. No entanto, ignoram os problemas que possam surgir com a expansão dessas lavouras por importar sistemas de manejo de outras regiões produtoras. Em Duas Barras, predominam as lavouras adensadas com até 5000 plantas/ha, embora sejam encontradas, em menores proporções, lavouras de até 10000 plantas/ha.

Para a maioria desses agricultores, a estratégia utilizada para obter alta produtividade, decorre da capacidade do sistema adensado permitir grande quantidade de nós produtivos por área, por meio do cultivo de maior número de plantas. O sistema adensado oferece uma maior proteção ao solo, diminui a erosão, a temperatura no solo, a lixiviação e volatilização, a evaporação da água precipitada e intensifica a reciclagem de nutrientes (ANDROCIOLI FILHO, 2002).

Entretanto, os cafeicultores desconhecem ou minimizam o fato da relação adensamento e produtividade não ser sempre linear, existindo um limite, além do qual, os aumentos de densidade passam a reduzir a produtividade das suas lavouras (GATHAARA e KIARA, 1985). Isto ocorre em função da formação, no interior do plantio de microclimas diferenciados que podem ser favoráveis a enfermidades (MATIELLO et al., 1981). A competição excessiva que se estabelece entre os cafeeiros, principalmente, com relação à radiação solar e a água, é devido à densidade e ao espaçamento adotado (MARIN et al., 2002).

A aproximação entre cafeeiros propicia um prolongamento do período de molhamento foliar, como consequência de uma maior retenção de água livre, aumentando a umidade relativa do ar, reduzindo a insolação e, possivelmente, mantendo a temperatura do ar no interior da copa numa faixa adequada para desenvolvimento de patógenos (MATIELLO et al., 1981).

Na região de Duas Barras, a precipitação pluviométrica, por apresentar variações sazonais significativas ano a ano, é em particular, apontada como um dos principais responsáveis pela queda de produção local.

Dessa maneira, um experimento foi montado tendo como principal objetivo gerar informações referentes às taxas de perdas de água de chuva em lavouras adensadas de Duas Barras, como complemento para a melhor compreensão dos aspectos do microclima-plantio-uso de água.

## Material e métodos

O município de Duas Barras (RJ) no qual se concentra o pólo cafeeiro da região serrana fluminense (22°02'S, 42°22'W e 485 m de altitude) apresenta um perfil geográfico característico: sua encosta voltada para o litoral é íngreme, com vales muito profundos. Enquanto, para o interior, a descida é mais suave e as altitudes diminuem, gradativamente, em direção ao vale do Rio Paraíba do Sul. Assim, não só as altitudes elevadas determinam os padrões de temperatura da região (média anual de 21°C), como também, a barreira da escarpa favorece a entrada das massas de ar frio vindas do Sul.

Fatores de circulação atmosférica de escala regional interferem no regime pluviométrico intra-anual da região, cuja média acumulada (1972-2002) é de 1280 mm/ano, com desvio padrão anual de  $\pm 79$  mm. O regime de precipitações durante o ano segue um padrão de variação sazonal: o período menos chuvoso ocorre entre maio e agosto, aumentando gradualmente em direção ao verão, quando são registrados as maiores alturas de chuvas médias mensais ( $>100$  mm.mês<sup>-1</sup>) e os maiores contrastes na flutuação da precipitação pluviométrica. No caso da região serrana centro-norte fluminense, sabe-se que as chuvas mais intensas são, predominantemente, resultantes do impacto das frentes frias sobre a circulação regional proveniente dos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul (NIMER, 1971).

O experimento foi conduzido na Fazenda Haras Monte Café, no centro de uma área de produção, constituída por uma parcela experimental de 1,5 ha ocupada por plantas de café adultas da cultivar Mundo Novo com oito anos de idade, cultivadas a pleno sol, dentro de um sistema adensado ( $\approx 5000$  plantas. ha<sup>-1</sup>), em espaçamento de 1,0 m entre covas e 2,0 metros entre as fileiras. Quanto aos dados referentes às perdas por interceptação no cafeeiro, estes foram coletados por episódios de chuva entre os meses de julho de 2001 a março de 2002.

Como uma forma de se anteceder às futuras dis-

cussões referentes ao monitoramento e estimativa da duração do molhamento foliar de um cafeeiro, faz-se necessário que se descreva os componentes do seu ciclo hidrológico.

Definindo-se a precipitação total, como a quantidade de chuva que atinge o topo de um específico dossel durante um determinado intervalo de tempo. Observa-se que o processo de retenção de água livre se inicia pela interceptação do volume total precipitado nas camadas superiores do dossel e, posteriormente, nas camadas inferiores, até que se atinja a capacidade de armazenamento de água dessa copa. A partir deste estágio, se a quantidade de água precipitada que atinge as plantas for superior às capacidades de armazenamento dessas camadas, observa-se o início do gotejamento através da copa (*throughfall*), além do escoamento superficial pelos ramos e tronco (*stemflow*).

À somatória das quantidades de água percolada pelas folhas e o escoamento pelo tronco ou caule, denomina-se de precipitação efetiva. Esta subtraída da precipitação total, representa a quantidade “*retida*” pelo ecossistema, por meio do processo de interceptação; retornando à atmosfera, via evaporação.

O procedimento metodológico proposto para quantificar o total precipitado sobre a copa do cafezal adensado, foi feito com a instalação, na parcela experimental, de quatro (4) pluviômetros digitais (PEREIRA et al., 2001). Estes foram instalados à céu aberto, a 2,0 m do solo, com o objetivo de se manterem as bordas da superfície de captação dos pluviômetros protegida pela copas de cafeeiros circunvizinhos e dos efeitos provocados pela distorção do vento (MUELLER & KIDDER, 1972; CROCKFORD & RICHARDSON, 1990).

A determinação da fração de precipitação incidente que atinge o solo, por meio do percolamento direto pela copa foi efetuada utilizando outros 12 pluviômetros digitais. Todos instalados a 50 cm do solo e posicionados, aleatoriamente, no interior do cafezal, a distâncias fixas do tronco dos cafeeiros amostrados Figura 1. Esta configuração permitiu

observar, no cafezal, todas as possíveis variações, ponto a ponto, mencionadas por MIRANDA (1994), em cacauais e LLOYD & MARQUES FILHO (1988), na floresta amazônica.

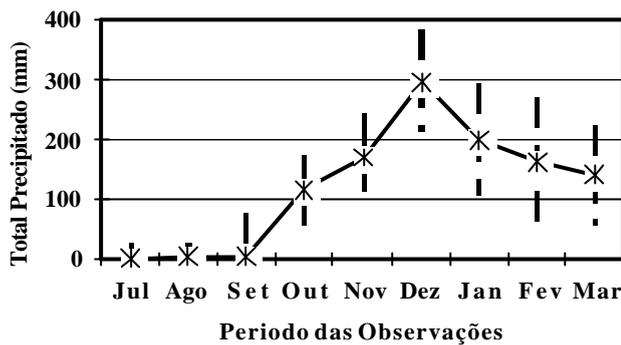
Os dados de percolamento superficial ao longo do tronco, nesse estágio do estudo, foram excluídos das análises devido a problemas de ordem operacional e por se acreditar que percolação da água pelo tronco, em plantios adensados, seja significativamente reduzida. Em plantios adensados, no Kenya, GATHAARA & KIARA (1985) verificaram que, no topo da planta, o total de nós, por ramo primário, aumenta, linearmente, com a densidade do plantio. Conseqüentemente, crescem os pontos de gotejamento sob as copas adensadas.

## Resultados e discussão

Durante este estudo, os valores totais da precipitação pluviométrica que atingiram a região serrana centro-norte fluminense totalizaram 1059 mm de chuva (Figura 2). Ou seja, o equivalente a 80 % da média anual das precipitações na região ( $\approx 1280 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$ ). O regime de distribuição mensal, durante o período estudado, não apresentou grandes variações em rela-



**Figura 1.** Modelo de coletor utilizado no monitoramento do total precipitado e throughfall.



**Figura 2.** Padrão de precipitação média mensal acrescido dos respectivos desvios padrões durante o período das observações (2001-2002), em Duas Barras (RJ).

ção ao comportamento médio dos últimos 10 anos, garantindo a representatividade dos dados analisados. Portanto, em Duas Barras, o regime pluviométrico é caracterizado por um ciclo sazonal bem definido das chuvas, o que faz com que o aproveitamento da chuva efetiva pelos cafezais siga, de modo geral, o regime pluviométrico local, que tendem a aumentar no período de chuvas mais intensas e freqüentes (primavera, verão) e tem, como conseqüência, a redução dos índices de perdas de água de chuva por interceptação.

A relação entre a penetração da chuva e a natureza das espécies que compõem um plantio, caracteriza a distribuição espacial das chuvas efetivas e, conseqüentemente, o molhamento das suas superfícies vegetadas. Se um plantio apresenta uma copa bastante espaçada, a ventilação, no seu interior, facilitará a evaporação reduzindo a duração do molhamento das superfícies vegetadas (LEYTON *et al.*, 1967). Em contrapartida, a depender do índice de área foliar da espécie estudada e das condições prevaletentes do clima do local, as perdas por interceptação, em média, em agrossistemas tropicais, podem variar entre 10% a 55% do total precipitado (RUTTER, 1975).

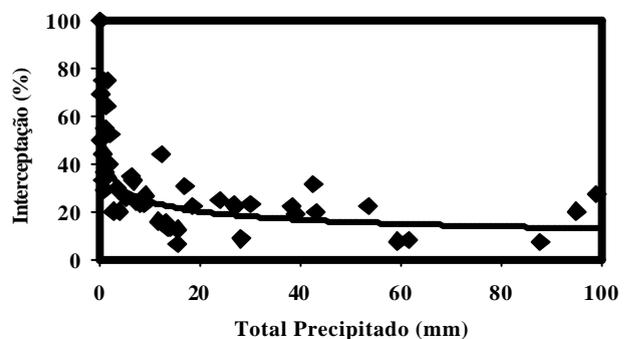
Na Figura 3, é apresentada a curva relacionando a chuva precipitada e o percentual interceptado, para diferentes intensidades de precipitação durante a estação chuvosa em Duas Barras.

Em Duas Barras, foram testadas hipóteses cujas perdas por interceptação podem estar primariamente relacionadas com a chamada “capacidade de armazenamento da copa”, devido ao adensamento e/ou fenofase do cafezal (CALDER, 1986); pela descontinuidade do escoamento sob copas (MIRANDA, 1994; LLOYD & MARQUES FILHO,

1988) e dependentes das características da precipitação total (GASH, 1979; LEYTON *et al.*, 1967 e MIRANDA, 1994). Muito embora seja complexo individualizar a explicação desses fatores como observado na Figura 3. Em Duas Barras, com o aumento do volume precipitado, as perdas por interceptação tendem a diminuir mantendo-se entorno de 15% a 20%. Em contrapartida, os percentuais registrados para pequenos volumes de água precipitada caracterizaram-se por apresentar uma maior variabilidade entre os índices de chuva interceptada ( $\approx 20\%$  a  $60\%$ ) que poderiam estar associados à capacidade de retenção das copas adensadas no cafezal e a flutuações de ordem meteorológica (intensidades, duração e recorrência das chuvas) durante o ano. Como a estação seca é bem definida, nessa região, o cafeeiro tem um ciclo fenológico caracterizado pelo florescimento na primavera, frutificação no verão, maturação no outono e colheita no inverno.

No plantio, verificou-se que a estrutura das copas dos cafeeiros não se apresentam como um filtro uniforme. Ao contrário, observa-se uma sucessão de “abertos” e “fechados”, no dossel, em decorrência de deformações nas copas, provocadas por superposição de estratos foliares devido aos procedimentos adotados para ajuste de densidade e espaçamento (MARIN *et al.*, 2002). Daí, a precipitação coletada sob copa, independentemente do total precipitado, ter uma distribuição espaço-temporal diferenciada e, conseqüentemente, provocar diferentes tipos de escoamento superficial no interior do plantio.

Neste estudo observou-se que alguns dos registros pontuais da percolação sob as copas amostradas, tanto podem ser reduzidos em proporções consideráveis ( $\approx 50\%$ ) como podem, em al-



**Figura 3.** Relação entre o percentual interceptado pelo cafeeiro e o total precipitado na área experimental.

gumas poucas situações, apresentarem até um incremento ( $\approx 20\%$ ) em relação ao total precipitado. Entretanto, análises estatísticas com 5% de probabilidade, demonstraram que, para grande maioria das pancadas analisadas, as diferenças entre as médias das chuvas coletadas sob copas, entre as duas fileiras de cafeeiros amostradas, não apresentaram diferenças significativas. Dentre os fatores julgados como responsáveis por esta variabilidade espaço-temporal do escoamento sob copa, encontram-se: o regime pluviométrico local (caracterizado pela frequência e tempo de recorrência entre as pancadas de chuva) (JACKSON, 1971) e as possíveis variações na estrutura das copas dos cafeeiros adensadas citadas por GATHAARA & KIARA (1985).

Devido à falta de acompanhamento fenológico mais consistente, no momento, torna-se complexo e difícil de se individualizar, neste trabalho, a explicação de cada um dos seus estádios de desenvolvimento vegetativo à distribuição espacial da precipitação efetiva. No entanto, evidências apresentadas por LLOYD & MARQUES FILHO (1988), na floresta amazônica, mostraram que erros gerados pela interferência da natureza da cobertura florestal podem interferir nas estimativas das perdas por interceptação nos ecossistemas. Do total precipitado, 7% foram, em média, retidos pelo coberto florestal amazônico. Na Tanzânia, em uma região montanhosa, JACKSON (1971) obteve 16% de interceptação global. DELF (1967), sem alusão ao regime pluviométrico local, verificou que, em florestas de abetos, 42% da chuva precipitada foi interceptada pela folhagem no verão e 16%, no inverno. Porém, MIRANDA (1994) concluiu que a sazonalidade encontrada para as perdas por interceptação, em cacaueiros no Sul da Bahia, estaria relacionada a fatores fenológicos e pela diferenciação das características das chuvas precipitadas. Tendendo a aumentar no outono e inverno (média 25%), devido ao incremento do adensamento foliar e pela presença de chuvas mais fracas e uma baixa intermitência entre elas. Em contrapartida, na primavera e verão embora com índices de 17% e 13%, respectivamente, as perdas por interceptação estariam associadas à descontinuidade da produção de diferentes tipos de escoamento, no interior do plantio provocados pelo aumento do volume precipitado e rareamento das copas. Em cafeeiros adensados de Duas Barras, ressalta-se que, em média, os índices de retenção foliar, nesse cafezal, foram superiores aos usualmente registrados em áreas de floresta tropical ( $\approx 7$  a 16%).

## Conclusões

Com base nas 47 pancadas de chuvas coletadas e negligenciando o escoamento pelos troncos, verificou-se que, nos cafeeiros adensados da Região de Duas Barras (RJ), do total de chuva incidente sobre os mesmos, 81% , em média, chegam ao solo por percolação direta através de suas copas (throughfall). Do total precipitado sobre o cafezal, cerca de 19% são interceptados para, posteriormente, retornarem à atmosfera por evaporação. Esta média é superior aos valores usualmente registrados, em áreas de floresta tropical ( $\approx 7$  a 16%).

Os volumes de chuvas interceptadas nos cafeeiros de Duas Barras sofreram influências temporais, que se manifestam, principalmente, em alterações sazonais do dossel, acentuada variabilidade pontual na amostragem da percolação sob as copas e nas flutuações de ordem meteorológica (intensidades, duração e recorrência das chuvas) da precipitação em aberto, principalmente quanto aos valores absolutos.

Dessa forma, esses dados estão mostrando que as perdas por interceptação são um importante componente do consumo de água nesses cafezais e podem ser representadas por uma função logarítmica.

## Referências bibliográficas

- ANDROCIOLI FILHO, A. **Café Adensado: Espaços e cuidados no manejo da lavoura**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2002. 30 p. (Circular 121).
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. New York: Academic Press, 1998. 803 p.
- CALDER, I.R. Water use of Eucalypts – a review with special reference to South India. **Agricultural Water Manangement**, Amsterdam, v. 11, p. 333-342, 1986.
- CROCKFORD, R.H.; RICHARDSON, D.P. Partitioning of rainfall in an eucalypt forest and pine plantation in south-eastern Australia. I- Effect of method and species composition. **Hydrological Processes**, Oxford, v. 4, p. 131-144, 1990.
- DELF, J. Interception and stemflow in stands of Norway Spruce and Beech in West Germany. In: Soper, W. & Lull, H.W., Eds. **Forest Hydrology**. Oxford: Pergamon Press, 1967. p. 179-185.
- GASH, J.H.C. An analytical model of rainfall interception by forests. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, London, v. 105, p. 43-55, 1979.

- GATHAARA, M.P.H.; KIARA, J.M. Factors that influence yield in close-spaced coffee. **Kenya Coffee**, Kenya, v. 50, p. 387-392, 1985.
- JACKSON, I.J. Problems of throughfall and interception assessment under tropical forest. **Journal of Hydrology**. Amsterdam, v. 12, p. 234-254, 1971.
- LEYTON, L.; REYNOLD, E.R.; THOMPSON, F.B. Rainfall interception on forested and moorland. In: Sopper, W.E.; Lull, H.W Eds. **Forest Hydrology**. Oxford: Pergamon Press, 1967. p 131-136.
- LLOYD, C.R.; MARQUES FILHO, A. O. Spatial variability of throughfall and stemflow measurements in amazonian rain Forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 42, p. 63-73, 1988.
- MARIN, F.R. et al. Intercepção da radiação e transpiração na copa de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002. Foz do Iguaçu, **Resumos...**, Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2001. p. 908-909, (CD-ROM).
- MATIELLO, J.B. et al. Efeito de espaçamento do cafezal sobre a incidência de ferrugem e bicho mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 9. 1981. São Lourenço, **Resumos...**, Rio de Janeiro: IBC, 1981. p. 13-14.
- MIRANDA, R.A.C. Partitioning of Rainfall in Cacao (*Theobroma cacao* L.) plantation. **Hydrological Processes**. Oxford, v. 8, p. 351-358. 1994.
- MUELLER, C.C.; KIDDER, E.H. Rain gauge catch variation due to airflow disturbances around a standard rain gauge. **Water Resources Research**. Washington, v. 8, p. 1077-1082, 1972.
- NIMER, E. Análise dinâmica da precipitação pluviométrica na região serrana do Sudeste do Brasil, especialmente na Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 55-162, 1971.
- PEREIRA, F.R.; MIRANDA, R.A.C.; MONAT, A S. Pluviômetro digital baseado em microcontroladores de última geração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12. e REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001. Fortaleza, **Resumos...**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p. 908-909.
- RUTTER, A.J. The hidrological cycle in vegetation. In: Monteith, J.L. (Ed). **Vegetation and Atmosphere**. v. II, New York: Academic Press, 1975. p 111-154.