

# NOTAS SÔBRE O COMPORTAMENTO DO CAFEEIRO SOB A AÇÃO DA GEADA (\*)

WALTER RADAMÉS ACCORSI

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

## INTRODUÇÃO

Em prosseguimento a estudos anteriores, realizados na Paraná, os Assistentes da Cadeira de Física e Meteorologia da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Drs. JESUS MARDEN DOS SANTOS e ENÉAS SALATI e os Técnicos da Secção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônômico de Campinas, Drs. HERNANI GODOY e ÂNGELO PAES DE CAMARGO, respectivamente Chefe e Assistente, delineararam para o ano de 1959, um plano de pesquisa sôbre a geada e granizo, escolhendo para local de sua realização a magnífica região de Campos do Jordão, dadas as excelentes condições climáticas e topográficas para estudos dessa natureza.

Afora os importantes dados meteorológicos obtidos com o auxílio de aparelhagem científica de precisão, pertencente a ambas as instituições, foram feitos, paralelamente, estudos sôbre o comportamento do cafeeiro a baixas temperaturas e, especialmente, sob a ação da geada, cabendo-nos, em parte, anotar as alterações morfológicas apresentadas pelas fôlhas e suas consequentes modificações anatômicas.

Os cafeeiros utilizados na experiência, das variedades Mundo-novo, Arapongas, Caturra e Mundo-novo-resistente, provieram da Secção de Café do Instituto Agrônômico de Campinas.

---

(\*) Apresentamos um resumo dêste trabalho à X Reunião Anual da Sociedade Botânica do Brasil, realizada no período de 18 a 24 de janeiro de 1959, na Escola Nacional de Agronomia.

Os estudos e observações estenderam-se de 16 a 29 de julho de 1958 e as alterações registradas, nesse período, foram divididas em morfológicas e anatômicas.

## ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS

### *Mundo-novo*

1) Planta afastada do solo 40 cm. Noite de 20 para 21 de julho. Durante a noite, exposta. De manhã, recebeu sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanho-clara, generalizada, inclusive as nervuras, mais acentuada na face superior do limbo do que na inferior. Manchas marrons pequenas, de forma, número e tamanho variáveis distribuem-se pelo limbo. Áreas diminutas, ao redor da nervura principal e da base foliar, continuam verdes. Brilho cuticular quase normal.

As alterações tornam-se mais nítidas quando se examina o limbo contra a luz de uma lâmpada elétrica.

2) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 21 para 22 de julho. Durante a noite, exposta. De manhã, à sombra de vegetação natural.

*Sintomas foliares*: coloração mais acentuada nos bordos, em ambas as faces, estendendo-se pelas nervuras. A porção do limbo adjacente à nervura principal, em quase toda a sua extensão, continua esverdeada.

As manchas marrons, já descritas, espalham-se pela área verde. Brilho cuticular normal em ambas as faces.

3) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu descoberta à noite. De manhã, ao sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanha mais clara que a da folha 1 e abrange, também, as nervuras de diversas ordens. Limbo salpicado de manchas marrons (castanha mais escura), de contorno e forma irregulares, de tamanhos diversos, no geral pequenas, localizando-se em maior número nos 2/3 superiores da folha. Brilho cuticular mais acentuado.

4) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu descoberta à noite. De manhã, abrigada do sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanha em ambas as faces do limbo, atingindo, também, as nervuras. Presença de manchas de cor castanha mais escura, irregulares na forma e de tamanho e número variáveis. Ao exame por transparência, elas se tornam mais em evidência, destacando-se do fundo esverdeado do limbo. Brilho cuticular normal.

5) Planta afastada do solo 40 cm. Noite de 21 para 22 de julho de 1958. Protegida à noite e de manhã.

*Sintomas foliares*: fôlha aparentemente normal, apenas de um verde ligeiramente esmaecido. Brilho cuticular e turgescência normais.

6) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. Planta protegida à noite e exposta ao sol, de manhã.

*Sintomas foliares*: aspecto normal, de um verde um pouco claro. Brilho cuticular e turgescência normais.

#### *Arapongas*

1) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 21 para 22 de julho de 1958. À noite permaneceu descoberta. De manhã, recebeu sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanha um pouco esmaecida (em confronto com as fôlhas precedentes). Manchas mais escuras espalhadas irregularmente pelo limbo, concentrando-se em maior número do meio para a extremidade da fôlha. Por transparência, notam-se áreas esverdeadas, irregulares no contôrno. As nervuras apresentam-se mais claras. Brilho cuticular normal.

#### *Caturra*

1) Noite de 20 para 21 de julho de 1958. A planta permaneceu sempre protegida, sob vegetação natural.

*Sintomas foliares*: aspecto morfológico aparentemente normal.

2) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 20 para 21 de julho de 1958. Durante a noite, a planta permaneceu sob vegetação natural, e, ao sol, de manhã.

*Sintomas foliares*: coloração verde normal, apresentando algumas áreas crestadas, opacas quando examinadas contra a luz, localizadas ao redor das nervuras secundárias da região mediano superior do limbo. Na face inferior da fôlha, as referidas áreas são mais pronunciadas, circundadas de inúmeros pontos pardacentos. A fôlha nova situada na extremidade sofreu intensamente os efeitos da geada, revelando manchas de um castanho escuro em quase tôda a sua superfície.

3) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu coberta, à noite. De manhã, ao sol.

*Sintomas foliares*: aspecto morfológico aparentemente normal.

4) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 20 para 21 de julho de 1958. À noite, permaneceu ao relento. De manhã, ao sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanha em ambas as faces, mais acentuada na página superior que na inferior. Ladeando a nervura principal, aparecem manchas castanhas, como nas demais folhas, que se tornavam mais distintas por transparência, permitindo distinguir o fundo esverdeado do mesofilo. Brilho cuticular mais intenso na face ventral que na dorsal.

5) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu ao relento, durante a noite. De manhã não recebeu sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanha, tocada ao bronzeado e que se torna mais nítida por transparência, em ambas as faces. Manchas marrons presentes. Áreas esverdeadas muito poucas. Brilho cuticular pouco intenso.

6) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta ficou ao relento durante a noite. De manhã, exposta ao sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanha em ambas as faces do limbo. Contra a luz, nota-se entre as nervuras secundárias áreas de coloração bronzeada e um fundo esverdeado nas imediações da nervura principal. Brilho cuticular fraco.

7) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu sempre protegida.

*Sintomas foliares*: aspecto aparentemente normal, com laivos castanhos bem esmaecidos nos bordos e perceptíveis por transparência.

#### *Mundo-novo-resistente*

1) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 20 para 21 de julho de 1958. Durante a noite a planta permaneceu ao relento. De manhã, ao sol.

*Sintomas foliares*: coloração castanho-clara nas duas faces, especialmente nos bordos, seguindo-se numerosas manchas com as características já assinaladas. Por transparência, distingue-se bem o fundo esverdeado do mesofilo e as manchas ressaltam mais nítidas. A nervação também é de coloração castanha. Brilho cuticular pouco intenso.

2) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu, à noite, ao relento e ao sol de manhã.

*Sintomas foliares*: coloração castanha, acentuada, nas duas faces, com exceção de uma faixa disposta ao longo da nervura principal, mais clara e sobre a qual se destacam, pela cor, manchas pequenas, de contorno irregular. Brilho cuticular um tanto fosco. Nervação castanha.

3) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta permaneceu ao relento durante a noite e de manhã coberta.

*Sintomas foliares*: coloração castanha, nas duas faces,

mais acentuada ao longo dos bordos, onde aparece uma faixa de largura variável. O limbo, na porção entre as faixas, exhibe as já citadas manchas e, por transparência vê-se o fundo esverdeado do mesófilo. Brilho cuticular pouco intenso.

4) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 20 para 21 de julho de 1958. A planta permaneceu ao relento, à noite e, ao sol, de manhã.

*Sintomas foliares*: a penúltima folha com aspecto normal. A última, entretanto, fortemente queimada, coloração castanho-escura. Coloração verde em poucas áreas.

5) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 20 para 21 de julho de 1958. Durante à noite ela permaneceu ao relento e de manhã, à sombra (de outras árvores).

*Sintomas foliares*: três áreas grandes, escuras, queimadas, irregulares na forma, duas situadas na metade inferior do limbo e a terceira na porção apical, tendo como limites, a nervura principal e os bordos foliares. O restante do limbo mantém uma cor verde, ligeiramente esmaecida.

6) Noite de 21 para 22 de julho de 1958. A planta ficou sob a proteção de vegetação local, durante a noite. De manhã, ao sol.

*Sintomas foliares*: aspecto aparentemente normal, porém, o verde esmaecido denota início de clorose, mormente nos bordos, onde o verde é mais claro ainda.

7) Planta afastada 40 cm do solo. Noite de 21 para 22 de julho de 1958. Coberta, à noite e pela manhã.

*Sintomas foliares*: aparentemente normal; apenas uma mancha pequena, de cor castanha. O verde é ligeiramente esmaecido. Brilho cuticular pouco intenso. Turgescência normal.

### CONCLUSÕES SOBRE AS MODIFICAÇÕES MORFOLÓGICAS

1) A coloração castanha decorrente do efeito da geada pode manifestar-se ora numa, ora noutra face do limbo ou em ambas simultaneamente e sua tonalidade depende, mui provavelmente, da intensidade e da duração da geada.

2) Além da coloração castanha generalizada, formam-se no limbo manchas de coloração castanha mais acentuada, as quais variam em tamanho, forma, número e distribuição, resultando daí a diversidade de aspectos que as folhas da mesma planta-oferecem ou mesmo em plantas diferentes, provocados pela ação da geada.

3) As manchas castanhas resultam dos congelamentos internos na folha. É óbvio que a posição do limbo, a superfície

da lâmina foliar, etc., influam na distribuição das áreas congeladas e, conseqüentemente, das manchas, originando-se, assim, os aspectos pintalgados que as fôlhas manifestam, depois do fenômeno.

4) A despeito da ação da geada, muitas fôlhas apresentam pequeninas áreas verdes, circunscritas pelas manchas castanhas.

5) A maioria das fôlhas afetadas pela geada e que adquiriram a coloração castanha típica mostravam, por transparência (contra a luz de uma lampada), um fundo verde, devido ao mesofilo.

6) Os sintomas provocados pela ação da geada vão se acentuando com o tempo e isso, provavelmente, como consequência de efeitos secundários.

### ALTERAÇÕES ANATÔMICAS

Para verificarmos as alterações anatômicas produzidas pelos efeitos da geada, utilizamo-nos da técnica dos cortes a mão livre, com o auxílio de navalha, medula de sabugueiro etc. As fôlhas eram conservadas em câmara úmida. Os cortes foram praticados nas áreas dos sintomas e montados em uma mistura de glicerina e água, em partes iguais.

Ao invés de descrevermos as alterações de fôlha por fôlha, o que tornaria fastidiosa a sua leitura, preferimos, após examinarmos cuidadosamente a série completa de lâminas, fazer uma apreciação global das características encontradas, tendo em vista a semelhança que entre elas existe. As diferenças que ocorrem são apenas de grau.

1) A coloração castanha do limbo, quer seja na face superior, quer seja na inferior ou em ambas, resulta de uma alteração do conteúdo das células epidérmicas, que de hialino que é nas fôlhas testemunhas passa, após sofrer a ação da geada, a castanho ou marrom, produzindo-se, assim, as diversas tonalidades exibidas pela lâmina foliar.

2 — Em grande número de estruturas pudemos anotar a presença da coloração castanha no floema, tanto da nervura principal como das secundárias.

3) Via de regra, as células de ambos os parênquimas (palicádico e lacunoso) estão plasmolizadas. Contudo, as paredes celulares mantêm-se normais, isto é, com seu contôrno típico.

4) Diversas são as alterações reveladas pelos cloroplastos: forma, côr, posição, etc.. Assim, no parênquima lacunoso, os cloroplastos passam inicialmente a fusiformes, tocando-se, em

grande número, pelas extremidades. Em estado mais avançado, êles se fundem e transformam-se em massas irregulares.

5) As alterações nas células do parênquima paliçádico manifestam-se sobretudo nos cloroplastos. No geral, êles estão aglutinados em maior ou menor número, formando-se massas de vários tamanhos e de contôrno irregular. Às vêzes, chegam a fundir-se numa única massa, cuja coloração se acentua de tal forma que se torna quase preta.

6) Em muitas células do mesofilo, além das modificações registradas, produz-se a mesma coloração parda ou castanha das células epidérmicas.

7) As alterações estruturais que registramos correlacionam-se, evidentemente, com a intensidade dos sintomas, justificando-se assim a falta de uniformidade nas estruturas examinadas.

8) Nas áreas coloridas de castanho e desprovidas de manchas típicas, apenas a epiderme revela alteração no conteúdo de suas células. O mesofilo, embora submetido à ação de baixas temperaturas, não revela alterações dignas de nota.

#### CAUSAS DA MORTE DAS CÉLULAS PELO FRIO

Inúmeros fisiologistas têm se ocupado com êsse importante problema, investigando as causas da morte das células pelo frio e a explicação, segundo as teorias atuais (MARCHAL, 1950), "se deve, antes de tudo, à coagulação dos proteídeos por causa da presença do gêlo, não no interior das células, como se acreditava, mas nos espaços intercelulares, bem como à desidratação destas substâncias albuminóides".

Ainda de acôrdo com MARCHAL (ob. cit.), as principais pesquisas concernentes à resistência das plantas ao frio, foram efetuadas por MAXIMOV (1946), de quem, *data venia*, transcrevemos a interpretação dada para a morte provocada pelo frio: "As plantas mortas pela geada apresentam-se como se houvessem sofrido uma escaldadura. Perdem sua turgescência e as fôlhas rapidamente tornam-se castanhas e se dessecam". Prosseguindo, diz o citado autor: "As observações microscópicas demonstraram que se congela a água contida nas paredes celulares e que o gêlo não se forma no interior da célula, mas sim nos espaços intercelulares. As paredes das células das plantas geladas permanecem intactas. A morte não sobrevém por causa da ruptura das membranas, mas por mudança no protoplasma, principalmente por sua coagulação. Esta se deve ao gêlo formado nos espaços intercelulares e à perda de água que experimentam as células. A concentração do suco celular

umenta consideravelmente, enquanto o protoplasma perde água gradualmente. Além disso, o protoplasma está exposto à pressão dos cristais de gelo em formação. O resultado é a coagulação irreversível das substâncias coloidais do protoplasma; produzido o degelo, ele está morto, com perda de sua permeabilidade”.

MEYER & ANDERSON (1956) oferecem, em última análise, explicação semelhante: “Quando os tecidos das plantas superiores congelam, a água comumente cristaliza-se nos espaços intercelulares. Os cristais de gelo aumentam às expensas da água que a eles se dirige e que provém não apenas das células adjacentes aos espaços intercelulares, mas também das células mais distantes e que circula através de células intermediárias. Em geral, quanto mais baixa a temperatura, maior a proporção de água que se congela nos tecidos”.

Há outros aspectos do fenômeno, que se manifestam quando o congelamento ocorre rapidamente. Todavia, quer nos parecer que nas condições clamáticas de Campos do Jordão se aplicam as interpretações colhidas nos autores que consultamos.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- MARCHAL, EM., 1950 — *Éléments de Physiologie Végétale*, 2a. Ed. revista por V. Lathouwers, Gembloux; Jules Duculot, Editeur. Paris.
- MAXIMOV, N. A., 1946 — *Fisiología Vegetal*, Vers. espanhola por A. T. Hunziker. Acme Agency, Sec. Resp. Ltda. Buenos Aires.
- MEYER, B. S. & B. D. ANDERSON, 1956 — *Plant Physiology*, 2nd. Ed., Fourth Printing. D. Van Nostrand Company, Inc. New York.

*Observação* : Na realização deste trabalho usamos como condução a Perua Chevrolet da 3a. Cadeira, doada pela Rockefeller Foundation, sendo parte da gasolina adquirida com o auxílio financeiro do C.N.Pq.