

Imprensa Nacional  
Biblioteca Machado de Assis



B0027533

634.31  
D541

1942

BOLETIM

DO

INSTITUTO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA

Causas determinantes do reverdecimento  
de laranjas maduras em colheita pendente,  
e do secamento das macro-células da polpa  
dos frutos, na região peduncular

José Eurico Dias Martins



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS  
RIO DE JANEIRO

F 634.31  
M379c

MINISTRO DA AGRICULTURA  
DR. APOLONIO SALLES

DIRETOR DO CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS  
DR. HEITOR V. DA SILVEIRA GRILLO

DIRETOR DO INSTITUTO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA  
DR. ALVARO BARCELLOS FAGUNDES

---

**Causas determinantes do reverdecimento  
de laranjas maduras em colheita pendente,  
e do secamento das macro-células da polpa  
dos frutos, na região peduncular**

José Eurico Dias Martins

COMISSÃO DE REDAÇÃO:

OKIRO DE SENNA BRAGA  
ELYOWALD CHAGAS DE OLIVEIRA  
RUBENS DIAS DE MELLO MORAES

F634.81  
M379C

20027533



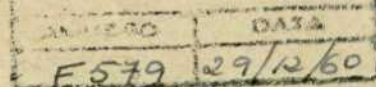
Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas  
INSTITUTO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA

REDE DOS ESTABELECIMENTOS DO INSTITUTO

*Instituto Agronômico do Norte*, Belem — Pará.  
*Campo Experimental de Trauateua* — Pará.  
*Campo Experimental de Cametá* — Pará.  
*Campo Experimental de Barbalha* — Ceará.  
*Campo Experimental de Guaiuba* — Ceará.  
*Estação Experimental de Seridó* — Rio Grande do Norte.  
*Estação Experimental de Alagoinha* — Paraíba.  
*Laboratório de Fibras de João Pessoa* — Paraíba.  
*Estação Experimental de Curado* — Pernambuco.  
*Estação Experimental de Recife* — Pernambuco.  
*Estação Experimental de Surubim* — Pernambuco.  
*Estação Experimental de Itapirema* — Pernambuco.  
*Estação Experimental de União* — Alagoas.  
*Campo Experimental de Colégio* — Alagoas.  
*Campo Experimental de Aracajú* — Sergipe.  
*Estação Experimental de Quissamã* — Sergipe.  
*Campo Experimental de São Gonçalo* — Bahia.  
*Estação Experimental de Entre Rios* — Bahia.  
*Estação Experimental de Campos* — Estado do Rio.  
*Campo Experimental de Itaocara* — Estado do Rio.  
*Estação Experimental de Deodoro* — Distrito Federal.  
*Campo Experimental de São Simão* — São Paulo.  
*Estação Experimental de Botucatu* — São Paulo.  
*Estação Experimental de Ipanema* — São Paulo.  
*Estação Experimental de Ponta Grossa* — Paraná.  
*Estação Experimental de Curitiba* — Paraná.  
*Estação Experimental de Rio Caçador* — Santa Catarina.  
*Estação Experimental de Passo Fundo* — Rio Grande do Sul.  
*Campo Experimental de São Borja* — Rio Grande do Sul.  
*Estação Experimental de Pelotas* — Rio Grande do Sul.  
*Campo Experimental de Anápolis* — Goiás.  
*Estação Experimental de Coronel Pacheco* — Minas Gerais.  
*Estação Experimental de Sete Lagoas* — Minas Gerais.  
*Campo Experimental de Patos* — Minas Gerais.  
*Campo Experimental de Sete Lagoas* — Minas Gerais.  
*Campo Experimental de Lavras* — Minas Gerais.  
*Campo Experimental de Machado* — Minas Gerais.  
*Campo Experimental de Pomba* — Minas Gerais.

INDICE

	Págs.
I — Introdução .....	5
II — Características locais .....	7
III — Discussão .....	10
IV — Resumo .....	25
V — Summary .....	30
VI — Bibliografia .....	31



27-111-107



## I — INTRODUÇÃO

A safra de laranjas fluminenses, correspondente ao ano findo, (\*) entanguida no seu movimento comercial por motivos vários, teve um aspecto interessante, do ponto de vista de mera especulação técnico-científica, com relação à falta de coloração dos frutos pendentes.

Se tudo corresse bem e a venda da safra se fizesse normalmente, os compradores fechariam os olhos para a falta de coloração do fruto pendente, desde que a procura cobrisse a oferta, os preços compensariam. Mas, acontecendo que o volume da produção estava à procura de mercado, as *laranjas sem cor* passaram a constituir motivo de obstáculo na venda, rebaixando muito a cotação do produto.

Esse aspecto interessante deve ser ventilado, visto como a questão da coloração dos citrus sempre foi combatida pelos intermediários exportadores, como sem importância para o comércio laranjeiro.

A falta de mercados para a colocação das laranjas fluminenses, decorrente, antes, da escassez de transporte, atuou como um excesso de produção, fazendo com que a aparência do fruto fosse tomada em consideração na compra das safras pendentes dos pomares.

Assim ocorreria com o crescente aumento da produção de laranjas, acentuando-se as exigências com relação à qualidade, desde que a quantidade oferecida pelos produtores atingisse a um montante muito superior às necessidades do consumo.

Deve, portanto, ser bem frisado que a produção de laranjas do país corre para o sacrifício do produtor destituído de meios para melhorar a sua produção do ponto de vista da qualidade, que é o único caminho seguro e certo para a estabilidade da sua indústria.

E foi diante do impasse para a colocação de laranjas de cor verde, posto que maduras fisiologicamente, que os citricultores mais adiantados começaram a interessar-se e a procurar conhecer a causa

---

(\*) O autor se refere ao ano de 1941.



ou causas determinantes do enverdecimento de laranjas no pé, mesmo em frutos, que haviam tomado a coloração amarelo-carotinada natural dos *Citrus sinensis*, quando maduros. E muitas laranjas se apresentaram secas na região peduncular, atingindo, às vezes, mais de 1/3 do fruto.

E, então, a pergunta estava na boca de todos os interessados: Qual a causa que determinou o reverdecimento das laranjas pendentes, que já haviam alcançado a cor vermelho-laranjado natural? A esta seguia-se a outra pergunta: Por que secam as laranjas, ainda no pé?

Examinemos os fatos, que podem ter relação com os fenômenos.

As safras de 1939-40 e 1940-41 foram criadas sob uma irregularidade climática, que pode ser assim traduzida: intercorrência de dias quentes e frios e *deficit* pluviométrico no preparo da floração e início da frutificação.

A resultante dessa irregularidade de clima manifestou-se na apresentação de duas florações, sendo que uma correspondendo à florada de época; e a outra, anormal, em fins de outubro a princípio de novembro.

Deve ser notado, ainda, que a primeira floração (agosto-setembro de 1939) processou-se sob tempo seco, ao passo que em novembro (floração fora da época) as chuvas foram mais abundantes.

Durante o crescimento dos frutos vingados nas duas florações diferentes, observou-se que os da florada normal não se desenvolveram tanto quanto os da segunda florada, que apresentaram alta percentagem de frutos dos tamanhos "126", "150" e "176" da escala de classificação comercial.

Releva apontar que os frutos normais atingiram a coloração amarelo-carotinada no seu devido tempo, ao passo que os frutos da segunda florada adquiriram tal coloração, menos acentuada, já na entrada das águas estivais.

É importante consignar que os meses de maio, junho, julho e agosto correram excessivamente secos, de tal modo que as laranjeiras se mostraram ressentidas pela seca, com a folhagem retorcida e os frutos frouxos, mormente na região peduncular.

Quando as chuvas estivais se acentuaram, notou-se o fenômeno da "viragem", isto é, do reverdecimento dos frutos, que aos poucos

se tornaram verdoengos, como na primeira fase de amadurecimento morfológico.

Essa volta da pigmentação verde, dominante nos frutos, não foi um fenômeno operado por igual nos pomares, posto que o reverdecimento fosse rápido. O fenômeno se realizou por blocos de árvores, por árvores isoladas, segundo a espessura do solo, a situação topográfica e a exposição do pomar, além de outros fatores, como veremos.

Houve, porém, numerosos casos em que as laranjeiras mantiveram até fevereiro, em colheita retardada, os frutos amarelo-carotinados, apresentando, apenas, uma zona verdoenga junto ao pedúnculo, em alguns frutos.

Fixemos esses fatos, que servirão para ulteriores discussões sobre o assunto.

## II — CARACTERÍSTICAS LOCAIS

As nossas observações se desenvolveram em torno da insuficiência hídrica para a nutrição das laranjeiras, em período de prefloração.

Vejam os mais positivamente, com a documentação dos dados meteorológicos sobre a pluviosidade do posto de observação mais próximo, como ocorreram os períodos de prefloração, nos anos citados de 1938-39 e 1939-40, relativamente aos meses de maio a agosto daqueles anos.

Quando dizemos "posto de observações meteorológicas mais próximo", referimo-nos à estação meteorológica de Rio d'Ouro, que se acha situada ao sopé da serra do Tinguá.

Bastaria citar esta circunstância — localização da estação meteorológica ao sopé da serra, quando a vasta zona citrícola se desenvolve em extenso vale, salteado por colinas de baixa altitude ou "meto-laranjas", para concluir-se que os dados meteorológicos de que nos servimos não são uma expressão da realidade.

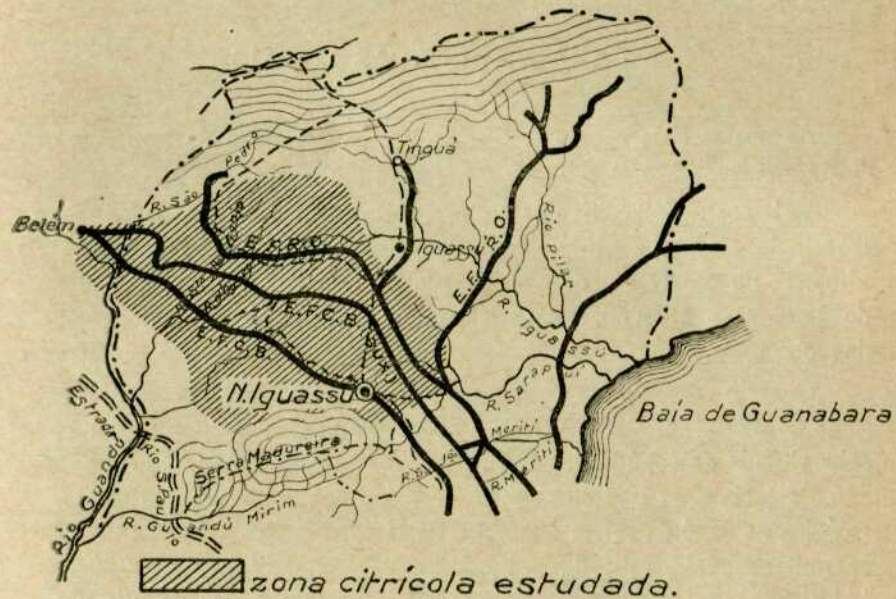
Locada ao sopé da serra, na cota altimétrica de 41 m sobre o nível do mar, tal situação goza da vizinhança da manta florestal e das correntes d'água que defluem da montanha, sujeitas, por sua vez, à influência das massas d'água que os aliseos arrastam e, em ascensão, fazem despejar, sob a forma de chuvas orográficas.



Assim, pois, as mínimas observadas de 11,2 mm e 12,2 mm, respectivamente em julho de 1940 e junho de 1939, não representam a realidade do que se passou na zona laranjeira de Nova Iguassú.

Essas cotas mínimas observadas dão, para os dias de chuva verificados, menos de 2 mm em média para cada dia chuvoso ou chuva caída, o que é absolutamente insignificante.

### MAPA LOCALIZANDO A ZONA CITRÍCOLA ESTUDADA 1942



No gráfico que acompanha este estudo, o total de 2 142,9 mm corresponde à normal de 15 anos de observações na estação meteorológica de Rio d'Ouro.

Não é essa, porem, a cota pluviométrica que se deve verificar em Nova Iguassú, no vale laranjeiro, de feição topogeográfica inteiramente distinta daquela de Rio d'Ouro.

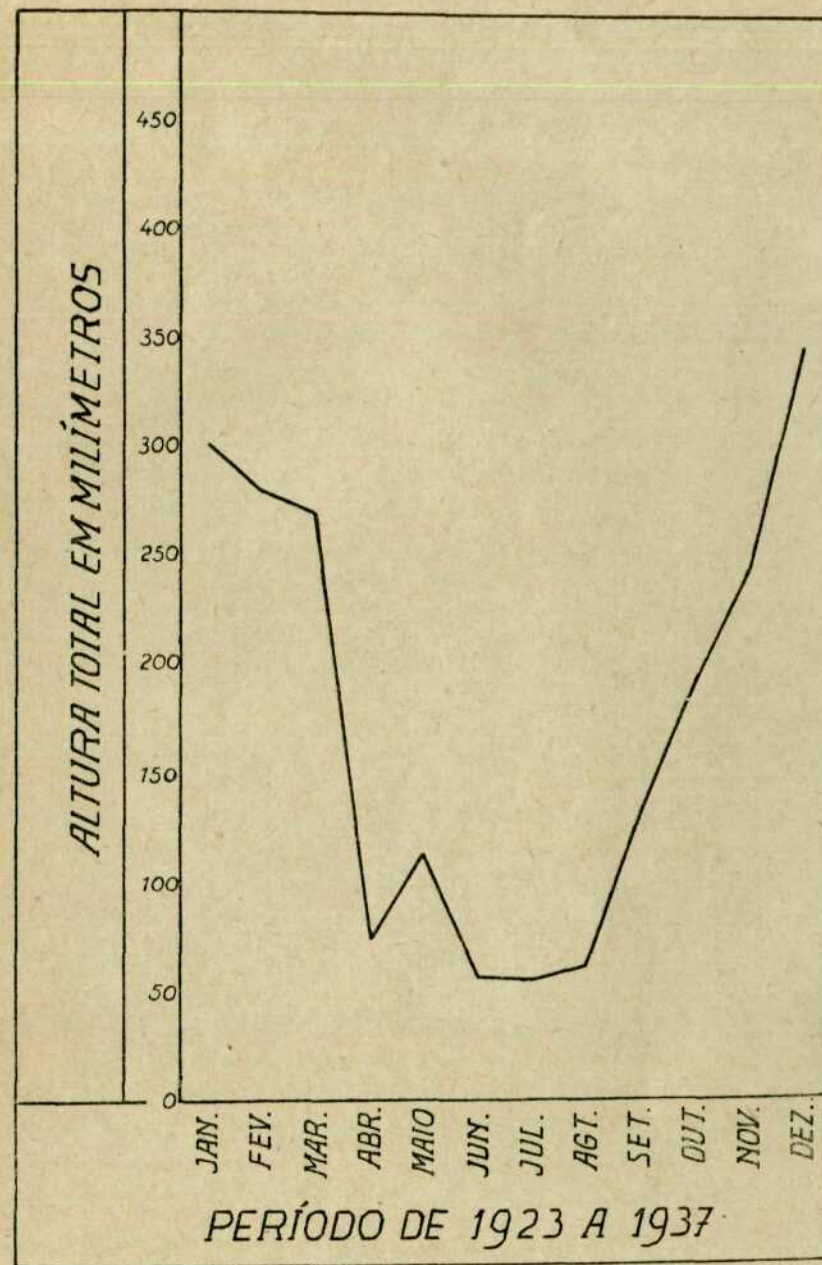


Fig. 1 — Normal correspondente ao período de 1923-1937, sobre as observações mensais na Estação Meteorológica de Rio d'Ouro.



Pelos dados obtidos das estações mais próximas de Nova Iguassú, no Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal, que são: Rio d'Ouro, Xerem, São Pedro, Sta. Cruz e Campo Grande, a isoleta, que passa mais próxima de Nova Iguassú, correspondendo à quota de 1 500 mm de chuvas.

Assim sendo, pelas nossas observações mensais, sem registo rigoroso, e pela proporção estabelecida entre 2 142,9 mm e 1 500 mm, as chuvas caídas nos meses de junho e julho, por exemplo, dos anos de 1939 e 1940, ficariam reduzidas a 8 mm e 7 mm, respectivamente.

E, guardadas ainda essas proporções, as cotas pluviométricas observadas nos meses de maio a agosto dos anos de 1937 a 1940, que nos interessam neste estudo, como período de prefloração da laranjeira, ficariam reduzidas a 226 (maio), 142 (junho), 166 (julho) e 168 mm (agosto) para um período de quatro anos.

Estabelecendo-se a média para esses quatro anos — período de 1937 a 1941, verificam-se os seguintes dados:

*Cotas pluviométricas médias para o período de maio a agosto  
(prefloração) de 1937-1941*

MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
56,5 mm	35,5 mm	41,0 mm	42,0 mm

Ora, se tomarmos como paradigma o gráfico da normal correspondente ao período de 15 anos, compreendido entre 1923-1937, verificaremos que os meses de junho, julho e agosto, do quadriênio aludido, foram deficitários em relação à pluviosidade, mantendo-se muito abaixo da cota de 50 mm, cota a que não desce a curva representando a normal referida.

Não é lugar para discutir aqui, se a quantidade de chuvas correspondente a 1 500 mm seja ou não suficiente às necessidades da laranjeira em cultivo econômico.

Sabemos ser essa, quasi que exatamente, a quantidade de chuvas observada nos nove distritos do Estado de Flórida (Estados Unidos), e que os técnicos americanos julgam satisfatória ao cultivo da laranjeira.

O que desejamos fazer ressaltar é a distribuição dessa quantidade de chuvas caídas, segundo as necessidades do ciclo vegetativo da laranjeira.



## III — DISCUSSÃO

Afirm de que os menos avisados em questões técnico-científicas possam melhor compreender e acompanhar as deduções, que pretendemos tirar da citologia e da bioquímica celular, para trazer elucidações sobre o fenômeno do reverdecimento e do secamento das macro-células ou sacos sucosos da polpa, dos frutos cítricos pendentes, post-maturação, façamos uma breve digressão sobre aquelas questões básicas.

Os leucitos, pequenos corpúsculos vivos que fazem parte da célula, são impregnados por um pigmento que se chama clorofila.

Assim nas folhas, nas partes verdes dos vegetais, como na epiderme dos frutos, os leucitos, que são de natureza protoplásmica, são impregnados de clorofila.

A clorofila, cobrindo de verde um leucito, forma um cloroleucito. E, em virtude dessa substância verde — a clorofila, a planta verde, exposta à ação da luz, absorve gás carbônico, o decompõe, fixa-o nos seus tecidos, e lança na atmosfera o oxigênio livre.

A fixação do carbono, que é o resumo de toda a função clorofiliana, é o fundamento de todas as sínteses orgânicas.

É preciso considerar, também, que os leucitos não se carregam somente de pigmentos verdes; com estes vem associados os pigmentos amarelos (xantofila) e os vermelhos (eritrofila), que são muito interessantes para a coloração dos frutos.

É em virtude desses pigmentos de que eles se carregam que os cloroleucitos tem propriedades óticas, diante da luz solar. Do mesmo modo, se atribue aos cloroleucitos um papel químico importante, o que diz respeito à dissociação dos elementos do anidrido carbônico.

Apesar da importância que a clorofila representa para a vida vegetal e animal, o mecanismo da ação clorofiliana não está bem explicado.

Somente depois das descobertas de Grinard e de Willstätter admitiu-se que o magnésio fosse elemento essencial sobre o qual se fundasse o papel sintético da clorofila.

Emprestou-se ao magnésio uma ação de natureza catalítica, e admitiu-se que a clorofila agisse como uma diástase tendo um papel sintético ou de condensação.

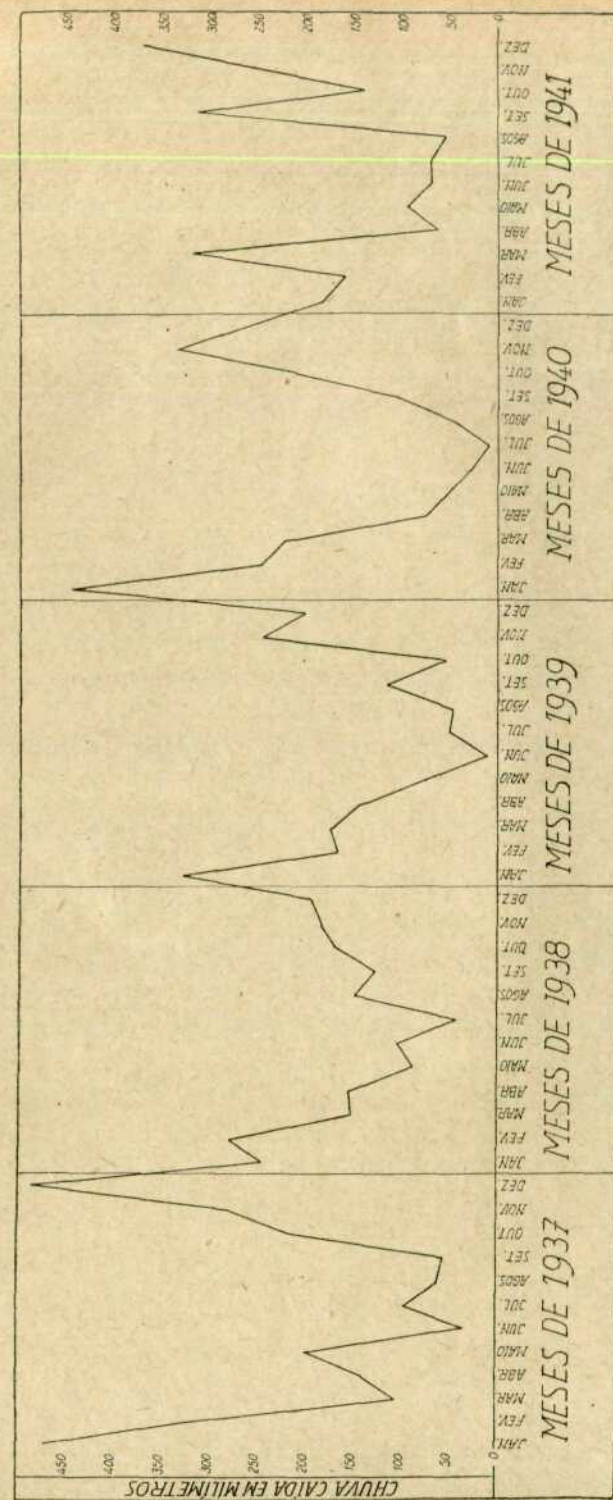


Fig. 2 — Observações mensais da pluviosidade no período de 1937/41. Estação Meteorológica de Rio d'Ouro.



Mas, um trabalho notavel e relativamente recente (1914), de Moore, modificou profundamente essas clássicas noções sobre o mecanismo da ação clorofiliana. Assim é que Moore poudé revelar, por processos microquímicos, a existência de sais de ferro, sob a forma coloidal, no estroma incolor remanescente do extrato da clorofila.

Modificou-se, então, a idéia de que fosse a clorofila o agente inicial da fotossíntese. E conferiu-se a esse ferro inorgânico, com o auxílio dos raios solares, o papel de formador da série maravilhosa dos hidrocarbonados, do aldeido fórmico, de constituição química simplíssima, ao amido, de estruturação complicada.

Diante da pequena exposição sobre a clorofila, fácil é concluir que se trata de uma substância extremamente complexa. E, isoladamente, com o extrato de clorofila pura, nunca se poudé obter a mais leve manifestação de fotossíntese.

No entanto, partindo-se do anídrido carbônico e da água pela ação do magnésio, pode-se obter o aldeido fórmico, o que demonstra a excelência desse metal como agente catalisador para as sínteses orgânicas.

Já tendo empregado e continuando a usar o termo catalisador, em virtude de sua importância na explicação do fenômeno de maturação dos frutos, faz-se mister dizer algumas palavras sobre a catalase e as oxidases.

Há, em química, um grande número de reações que se operam entre si de modo mui vagaroso, ou não denotam a existência de reação, e que, não obstante, em presença de pequenas quantidades de substâncias estranhas, são extraordinariamente aceleradas. Entre essas substâncias figuram, principalmente, elementos inorgânicos e seus óxidos.

Pois bem. A maioria dos fundamentais processos da vida dos frutos está na dependência e sob controle de certos catalisadores chamados enzimas, muito semelhantes aos catalisadores inorgânicos a que nos referimos.

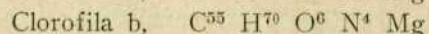
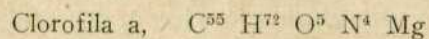
Conhecemos, assim, o que são os "leucitos" e, também, o que são as "enzimas" ou "diástases". E, na vida da planta, toda a atividade interna realizada o é em função desses dois agentes importantíssimos, cujo trabalho é, porem, inteiramente contrário.

Há, portanto, completo antagonismo entre o trabalho dos leucitos e o das enzimas. E é em virtude desse antagonismo que se pro-



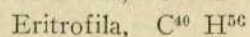
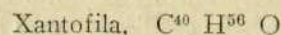
duzem, nas diferentes formas da matéria, todas as transformações sucessivas e infinitas, por nós observadas.

A química do pigmento verde, chamado, por Pelletier e Caventou — clorofila, tem sido amplamente estudada por Willstätter e seus colaboradores, estabelecendo-se que dois pigmentos são sempre associados para formar a clorofila, diferenciando-se, assim, duas clorofilas, denominadas convencionalmente “clorofila a” e “clorofila b”, que tem as seguintes fórmulas:



Do pigmento verde total obtido das folhas, cerca de 72 % correspondem à “clorofila a” e o restante à “clorofila b”.

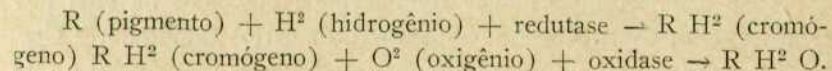
Vimos, também, que a clorofila está sempre associada aos pigmentos amarelos e vermelhos, sendo interessante, agora, comparar as fórmulas químicas desses corpos:



A constituição dos dois pigmentos, que muito interessam à coloração dos frutos, é quase que a mesma, sendo importante fixar a significação que tem para o organismo vivo o oxigênio neutro no seu metabolismo.

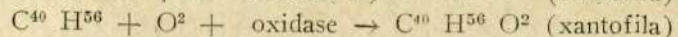
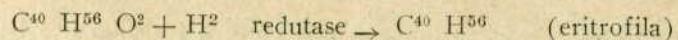
Pela teoria do “pigmento respiratório”, de Palladin, admite-se como verdade a ocorrência de procromógenos, que podem ser glicósides ou produtos de proteína decompostos. Da ação de enzimas sobre esses corpos resultariam os cromógenos.

Assim, simplificadamente exposta a teoria, teríamos:



Vê-se, assim, a ação das oxidases sobre os cromógenos em presença do oxigênio e do pigmento produzido, o qual pode ser ainda reduzido pela redutase.

No caso dos dois pigmentos acima referidos, isto é, a xantofila e a eritrofila, as reações seriam:



Depreende-se, pois, a importância que tem para o metabolismo da planta, mormente no fenômeno de maturação, que nos preocupa, a respiração.

No conceito de Coulter, Barnes e Cowley, “a respiração é a decomposição do protoplasma e de algumas de suas proteínas, seja diretamente ou como resultado da ação de uma enzima ou alguma força material (estímulo) sobre ele”.

Sabemos que as plantas absorvem oxigênio, que se combina nos seus tecidos, ao mesmo passo que expõem o ácido carbônico oriundo das combustões processadas no organismo vivo, consistindo o fenômeno respiratório, essencialmente, de oxidações e reações mal definidas pela sua complexidade.

Dessa troca entre o organismo vegetal e a atmosfera, isto é, da relação entre o volume de ácido carbônico emitido, para o de oxigênio absorvido, estabeleceu-se um valor relativo, que tomou o nome de “quociente” ou “coeficiente respiratório”.

O valor da relação  $\frac{CO_2}{O}$  é geralmente menor que a unidade. Mas esse valor é variável com as diversas espécies, e mais ainda com o estado de crescimento das plantas, a intensidade de consumo das reservas acumuladas, podendo ser modificado, também, pelo quimismo particular de um órgão.

No caso que nos interessa, por exemplo, a maturação de laranjas, ter-se-ia, pela transformação de ácidos orgânicos em hidratos de

carbono, a elevação do valor de  $\frac{CO_2}{O}$  acima da unidade.

O quociente respiratório diminui, diz Maquenne, quando a planta avança em idade, quando frutifica ou quando conserva suas folhas destacadas, como consequência de esgotamento de seus materiais combustíveis. Pode, então, ser menor que a unidade, o que mostra que a respiração se tornou uma função oxidante e explica porque, segundo análise, as plantas se enriquecem de oxigênio ao fim de sua vegetação; em todos os casos, o abaixamento do quociente respiratório é um sinal de senescência ou o índice de u'a migração ativa dos princípios elaborados para os órgãos de reserva.



No caso que nos interessa, permanecendo a colheita pendente, devemos considerar a elevação da temperatura com a chegada do verão, porque a temperatura exerce notável efeito sobre a respiração, sendo muita vez o fator determinante do metabolismo celular.

A observação de Pfeffer mostra que a atividade respiratória aumenta em proporção geométrica com a elevação da temperatura. Assim os termos gerais da série geométrica seriam:  $a$ ,  $ar$ ,  $ar^2$ ,  $ar^3$ ,  $ar^n$ , em que  $a$  é o primeiro termo e  $r$  a relação entre termos sucessivos.

Clausen demonstrou que a temperatura exerce uma ação aceleradora sobre a produção de ácido carbônico, provando que a quantidade de  $CO_2$  torna-se mais que o dobro para uma elevação de  $10^\circ C$ .

Essa demonstração está de acordo com a lei de Van't Hoff, relativa aos fenômenos vitais como expressão de reações químicas, segundo a qual tais fenômenos são orientados e dirigidos.

Os ácidos orgânicos estão, também, em estreita relação com o fenômeno da respiração, modificando, muita vez, o quociente respiratório. Sabe-se que a curva da água transpirada pelas diversas partes de uma planta, ou por um órgão, varia no sentido inverso de sua acidez.

Embora não exatamente provado, admite-se que a pressão osmótica nas plantas é aumentada pela formação de ácidos.

A pressão osmótica do suco celular é elevada pela transformação da glicose em ácidos, por oxidação incompleta.

Assim, u'a molécula de glicose dá u'a molécula de ácido cítrico; porem, dá uma e meia moléculas de ácido málico ou tartárico, o que demonstra que a pressão osmótica varia com a natureza do ácido.

Mas, a pressão osmótica não varia, apenas, com a natureza do ácido; varia, também, com o conteúdo de açúcar no caldo do fruto.

As investigações de L. J. Klotz e A. R. C. Haas, da Citrus Experiment Station, Riverside, Califórnia, trazem preciosos esclarecimentos sobre esse assunto.

Como preliminar, devemos tornar claro que há marcada diferença entre a permeabilidade das duas metades de uma laranja, divididas segundo o seu eixo equatorial. A parte ou metade peduncular é muito mais permeável do que a metade apical. E isso é verdade para todas as laranjas e para o "grape-fruit", exceção feita para a laranja da "Baía", ou de "Umbigo", que, conforme supõe com razão

Klotz, a abertura umbilical, talvez, possa permitir uma rápida exosmose de material.

Assim, a experiência demonstrou:

*Perda d'água de metades peduncular e apical da laranja "Valência"*

	% d'água total perdida depois de 144 horas
Metade peduncular .....	12.90
Metade apical .....	9.74

Consoante a observação dos mesmos cientistas, ainda que esses experimentos fossem feitos com frutos destacados da árvore, indicam que a metade peduncular da laranja "Valência" cede sua água

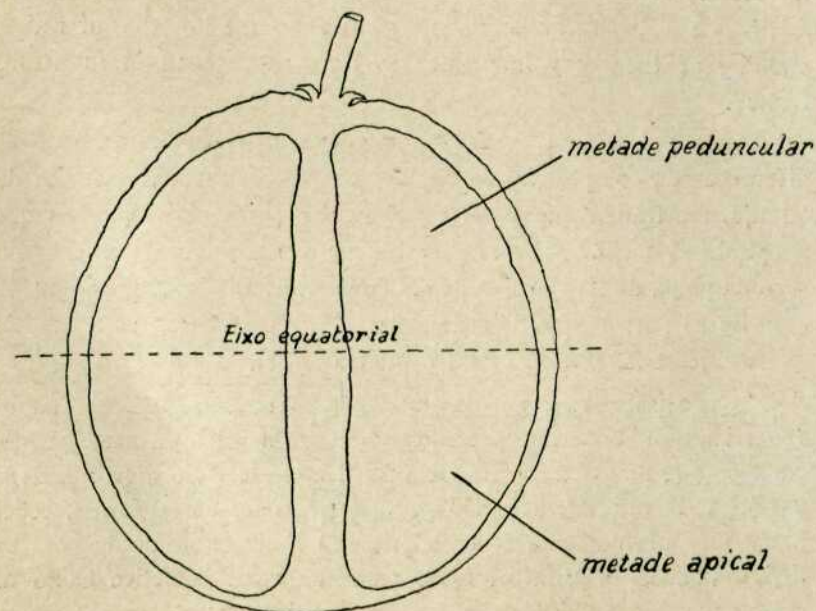


Fig. 3 — Corte longitudinal de um fruto ilustrando as duas metades desiguais separadas por um plano equatorial.

muito mais prontamente, e que, no pomar, os tecidos dessa parte do fruto podem, provavelmente, ser os primeiros a sofrer os danos nos períodos de escassez d'água.

Aliás, essa condição de super-maturação das laranjas pendentes auxiliou o movimento d'água. E nós mesmo temos observado, que



na cultura de tomateiros, em Resende, após uma pesada irrigação, aparece o "estouramento" ou "rebotamento" dos frutos, sendo notável que o fenômeno ocorra nos frutos desenvolvidos, meio-maduros e nos maduros, enquanto que os frutos verdes não "rebotam".

As observações de J. F. Villiers, com relação aos fenômenos de maturação da uva, nesse sentido, estão assim registados:

"After heavy irrigation of the roots of the wine it has been noticed that the green berries show practically no bursting, the unripe less, whereas by for the majority of ruptured berries was found among the matured and ripe fruit.

Hence either the elasticity of the skin varies with maturity, and, therefore, results in the above-named differential rupturing, or else this is due to the fact that force which causes the inflating or rather swelling of the berry is greater in the mature than in immature fruits".

Klotz e Haas, no trabalho supracitado, fazem referências às diferenças da composição da casca e da polpa das duas metades da laranja, mostrando que a parte peduncular perde mais água do que a apical. E dizem: "Determinações ao termo de congelamento do suco da polpa de "Valência" deram como valor osmótico médio 13.49 atmosferas para o quarto peduncular, 16.4 atmosferas para os dois quartos centrais, e 18.34 para o quarto apical.

"Quer isso dizer que há uma menor concentração dos solutos (substâncias dissolvidas) presentes no suco da polpa da parte peduncular do que na apical ou no meio do fruto. Havendo menor pressão osmótica de retorno, a região peduncular pode, dessa forma, ceder água mais prontamente e ser a primeira a ser prejudicada por um *deficit* d'água. A principal razão para um valor osmótico baixo na região referida foi dada como relativa a uma mais baixa concentração de açúcares. A média para o açúcar total contido nas metades pedunculares, no suco da laranja "Valência", foi 7.19 % (média de 6.42 e 7.96 %), enquanto que para a metade apical foi 9.61 % (média de 9.65 e 9.59 %)".

E nós já vimos, linhas acima, que a pressão osmótica varia com o conteúdo de açúcar no caldo do fruto; aumentando quando eles amadurecem.

Todas essas noções são do maior interesse reter, visto como servirão de ponto de apoio às explicações sobre o assunto que procuramos esclarecer, mormente no que toca ao murchamento dos frutos pendentes; não escapando o conceito científico, segundo o qual a vida e as qualidades atrativas dos frutos, como a coloração, são mantidas através da atividade respiratória.

Alem desses fatores, a própria constituição anatômica da casca das laranjas apresenta diferenças, aliás sensíveis, relativamente a órgãos que dizem respeito com a perda d'água das duas metades consideradas do fruto.

Assim, o número de estômatos e a quantidade de óleo essencial variam, segundo a observação de Klotz e seu colaborador. Para a laranja "Valência", variedade tardia, e muito afim da variedade "Pera", foi encontrada ser, para a parte peduncular, maior do que para a apical. Na porção referente à metade peduncular, 81 mensurações dos espaços interpostos pelos estômatos foram de 172.6 micra; e, na parte apical, uma média de 114 mensurações apresentaram 133.6 micra.

Também, baseados sobre iguais áreas da superfície dos frutos, os mesmos autores encontraram maior quantidade de óleo essencial na parte apical do que na peduncular. E acreditam que a quantidade de óleo essencial possa influenciar na relação da perda d'água pela diminuição da evaporação.

De um modo geral, parece que todos os fatos na vida do fruto pendente maduro, e que com ele poderiam ter relação, foram examinados com a sobriedade que a complexidade do assunto requer.

Particularizemos, agora, a relação desses mesmos fatos com o caso do murchamento e reverdecimento dos frutos maduros pendentes.

Em primeiro lugar, as laranjas pendentes, que constituem objeto do nosso estudo, não eram mais frutos maduros, dentro do conceito científico e técnico da maturação: eram frutos super-amadurecidos, em vias de senescência; e laranjas marchando para uma constituição definitiva.

Porque, maturação significa migração múltipla de produtos elaborados para os órgãos de reprodução, que, no caso, é um fruto, que contem sementes, conferindo-lhes composição definitiva.



Mas, as laranjas pendentes, por efeito de não ter sido realizada a sua colheita, entraram em concorrência com a floração e início de frutificação de uma nova safra futura.

Ora, quando se diz floração, é lógico que haja conseqüente fecundação; e esta implica, positivamente, na migração de reservas.

É de notar, que antes do aparecimento das flores, a migração dos princípios imediatos para as gemas geradoras dos ramos floríferos deveria ter sido acentuada.

Vimos que a escassez de chuvas determinara o murchamento e enrolamento das folhas persistentes das laranjeiras, o que deveria corresponder a uma alteração na assimilação.

Não houve uma alternativa de atividade e de repouso para as árvores; e a chegada da floração, com conseqüente fecundação, requeria a migração de reservas.

A colheita permanecia pendente, por um lapso de tempo abusivamente demorado. Os frutos já haviam desenvolvido o seu máximo de coloração; e, ao seu caldo, conferido um grau de palatabilidade ótimo, tudo evidenciando que a natureza já lhes havia comunicado o seu integral atrativo, no sentido da dispersão da espécie. E essa situação possivelmente se prolongou com a ascensão térmica, estimulando a respiração, e dilatando esse período de conservação e beleza dos frutos.

Mas, essa composição definitiva dos frutos passa a ser alterada, do que as análises químicas nos dão exata notícia, como também o paladar do vulgo, que começa a chamar os frutos nesse estado de maturação fisiológica: *laranjas aguadas*.

Não se percebe bem uma outra razão que leve a natureza a acumular reservas nos frutos, fora daquela que envolve o seu atrativo pelo homem e os animais, no interesse da propagação da espécie. Porém, o motivo científico ou fisiológico, pelo qual substâncias de reserva chegam a se acumular nos frutos carnudos, reside na estreiteza peduncular desse fruto, nos quais se estabelece uma corrente rápida de líquido destinado a suprir as exigências da evaporação, e se torna um sério entrave ao retrocesso das substâncias soluveis carreadas por essa corrente líquida.

E para uma demonstração evidente das transformações que se operam no suco da polpa das laranjas pendentes, as reverdecidas e aquelas que conservaram a pigmentação carotinada, colhemos cuida-

dosamente amostras de frutos das duas formas de maturação, cujo exame químico revelou os seguintes resultados:

	LOTE A <i>Laranjas verdeongas</i>	LOTE B <i>Laranjas carotinadas</i>
Acidez (em ácido cítrico anidro)	0,83 %	0,52 %
Açúcares (em glicose) .....	8,4 %	16,5 %

Esses resultados analíticos são muito sugestivos e fornecem, na sua simplicidade numérica, elementos para a possível elucidação de interessantes questões relativas ao assunto.

Em primeiro lugar, verifica-se que a acidez das laranjas verdeongas apresenta uma porcentagem maior de cerca de 35% sobre as

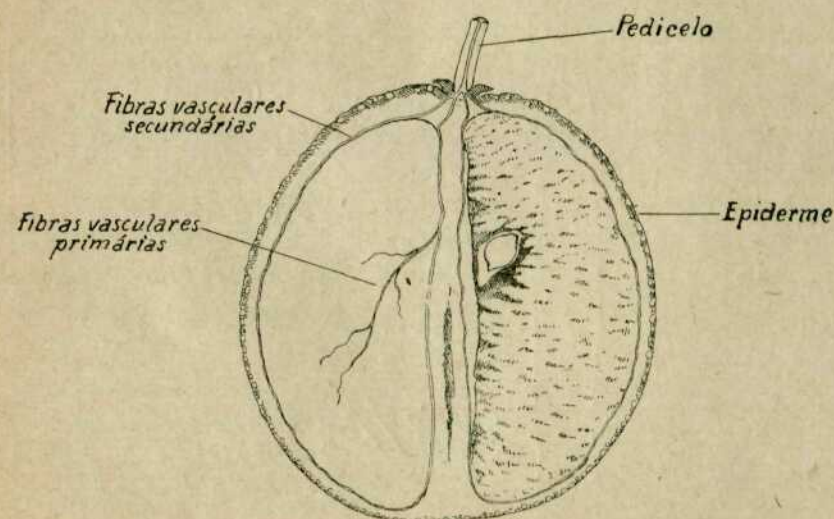


Fig. 4 — Corte longitudinal de uma laranja (baga) ilustrando o mecanismo da nutrição do fruto.

laranjas excessivamente maduras, e que o teor de açúcares, nestas laranjas, é o dobro daquelas verdeongas.

Ora, esses algarismos querem demonstrar, que as laranjas que se tornaram verdeongas foram aquelas cuja maturação fisiológica não havia atingido ao seu ótimo ou seja a sua constituição definitiva. Ao passo que as laranjas, cujo ciclo de maturação estava completo, sofre-



ram alteração profunda na constituição do suco da polpa e do tecido celular do fruto.

Partindo-se do conceito de que as laranjas verdoengas, que tomaram a coloração amarelo-carotinado sem que, todavia, atingissem o seu ótimo de maturação fisiológica, são pobres de açúcares e mais ricas de ácidos; e que aquelas vermelho-carotinadas, de maturação fisiológica completa, são mais pobres de ácidos e mais ricas de açúcares, poder-se-ia perguntar, ou afirmar, que esse aumento de açúcares provem da transformação dos ácidos do fruto.

Essa hipótese foi sustentada por Gerber, isto é, que os açúcares provinham da transformação dos ácidos contidos no fruto.

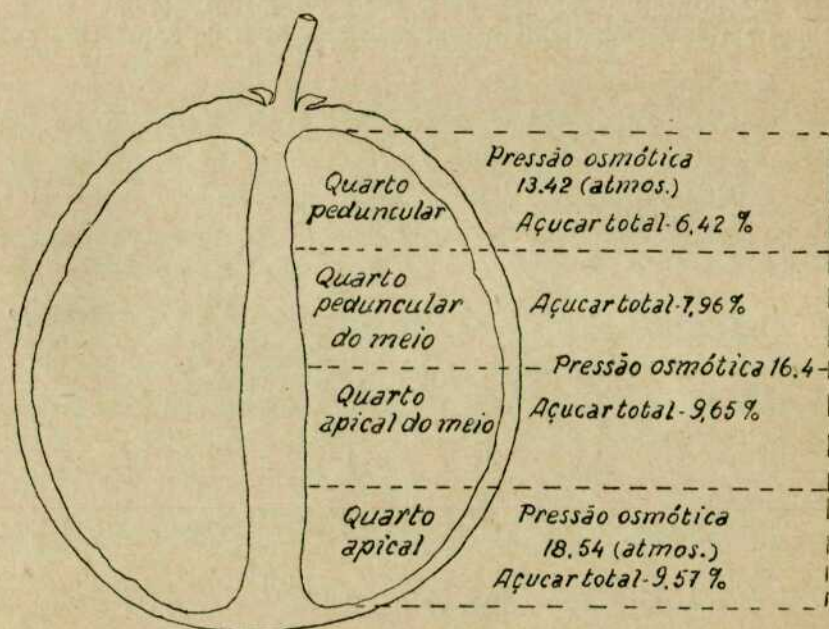


Fig. 5 — Seção longitudinal de uma laranja "PERA", mostrando a diferença da pressão osmótica e do teor de açúcar nos quatro quartos do fruto segundo L. J. Klotz e A. R. C. Haas.

Mas, essa hipótese, ainda que atraente, não suporta uma indagação química, nem fisiológica.

As numerosas análises para a determinação "acidez-sólidos solúveis" de laranjas, no sul e no norte brasileiro, demonstram a saciedade, que as laranjas do sul são sempre mais ácidas que as do norte.

Determinação da relação acidez-sólidos solúveis em laranjas da variedade "BAIA", em diferentes Estados do Brasil

	Acidez	S/solúveis	Relação acidez: S/solúveis
São Paulo	0,79	9,00	1:11,75
	0,71	9,20	1:13,36
	0,93	9,70	1:10,74
	1,07	10,80	1:10,43
	0,75	11,10	1:14,84
Distrito Federal	0,51	11,00	1:22,46
	0,61	11,20	1:21,05
	0,64	12,30	1:20,78
	0,64	12,70	1:21,71
		13,20	
Baía	0,31	12,90	1:41
	0,34	12,90	1:37
	0,33	13,55	1:43

Então, quer isso significar que a formação de açúcares está em função da temperatura e da luminosidade, como quer a opinião preclara de Maquenne. Aliás, esse ilustre sábio fisiologista diz, apoiando-se nos estudos de Demoussy, que em certos frutos, dentre eles a ameixa, os açúcares e os ácidos são localizados em células distintas.

A pesquisa dos açúcares redutores e não redutores, nos frutos (laranjas) verdoengas e nos amarelo-carotinados, evidencia que as laranjas verdoengas apresentam sensivelmente a mesma quantidade de açúcares redutores que as laranjas muito maduras, referidas. Mas, a análise revela uma notável diferença para o teor dos açúcares não redutores, sendo de quase o dobro destas últimas para aquelas, como veremos:

Dosagem de açúcares redutores e não redutores em dois lotes de laranjas

a) Laranjas verdoengas

Açúcares redutores .....	4,1
Açúcares não redutores .....	6,1
	10,2



b) *Laranjas amarelo-carotinadas* (muito maduras)

Açúcares redutores .....	4,6
Açúcares não redutores .....	11,4
	16,0

Já vimos que a significação fisiológica, dessas reservas acumuladas nos frutos, não parece ser a mesma que aquela das reservas contidas nos grãos e nos tubérculos, não obstante o fato que, tais reservas (substâncias açucaradas), contidas nos frutos carnudos, são as mesmas que aquelas encontradas nos órgãos vegetais referidos.

O aumento notável de açúcares não redutores, nas laranjas muito maduras, pede uma explicação.

Em primeiro lugar, as observações que tem servido como referência ao fenômeno de acumulação de reservas (grãos e tubérculos) dizem respeito a plantas anuais, de ciclo vegetativo curto.

No que concerne, porém, às plantas bienais ou às vivazes, parece evidente que o fenômeno de migração dos corpos solúveis acumulados se processa diversamente.

Na beterraba, por exemplo, durante o primeiro ano de vegetação, os açúcares redutores se trocam pela sacarose, atravessando o coleto da planta de cima a baixo e, inversamente, como se esta mesma sacarose retomasse, por hidrólise, o estado de açúcares redutores, seguindo o caminho contrário quando, durante o segundo ano, a planta forma o seu caule e os seus grãos (A. Girard).

Ora, já vimos que as laranjeiras, pejadas de frutos supermaduros, entraram em floração abundante, e sabemos que os órgãos florais, grãos de pólen e até os nectários extra-florais contêm grande abundância de açúcares.

Então, é possível que a natureza lançasse mão de uma reserva que já não tinha significação para um determinado fim; e, atendendo ao preparo da planta, assim carregada de frutos super-amadurecidos, para o desenvolvimento e a emissão de ramos floríferos, houvesse a condensação dos açúcares em  $C^6$  (reduzidos) entre si, com eliminação de uma molécula d'água, formando açúcares não redutores, como reserva alimentar; reserva que seria utilizada, por ação enzimática em presença de um ácido, sob a forma de açúcares redutores.

Não é fácil precisar a noção, a significação do que constituem reservas no mundo organizado. Mas, é fora de dúvida que nem todas as substâncias de reserva são consumidas dentro do ciclo de sua elaboração; o que dá lugar às chamadas reservas transitórias serem utilizadas prontamente, enquanto que as outras, as reservas duráveis, tem uma utilização ulterior.

E assim sendo, se os frutos ácidos são os mais coloridos, e aqueles verdeengos os mais doces, parece isso indicar que a luz tem pouca ou nenhuma influência na formação pigmentária, ou seja na coloração das laranjas. E ficam de pé, como tendo papel decisivo na pigmentação das laranjas, a ação de enzimas oxidantes e a acidez celular, de conformidade com as nossas conjeturas de ordem científica, no início deste estudo.

De fato, o processo de coloração natural das laranjas é concomitante com a translocação do amido dos cloroplastos nas células das três camadas superiores da epiderme do fruto.

E as células sub-epidérmicas e aquelas das duas próximas camadas são as únicas que desempenham papel ativo na coloração da casca das laranjas.

Outro tanto acontece com a pigmentação da casca dos frutos, em geral, variável não somente com a natureza química do pigmento, como, também, flutuante em função do clima.

No caso dos citrus, como vimos, nos interessam simplesmente a xantofila e a eritrofila, agentes únicos da coloração desses frutos. Ao passo que na uva e em outros frutos a coloração é dada pela antocianina.

Deve ser notado, também, que a pigmentação dos citrus é tanto mais forte, mais carregada, quanto menos alta é a média termométrica no período de maturação das laranjas, isto é, a coloração das laranjas é tanto mais forte quanto mais baixa for a temperatura ambiente.

\*  
\* \*

As presentes considerações estavam sendo concatenadas e ordenadas, quando nos foi dado alargar as nossas observações sobre o assunto, viajando pelas diferentes zonas citrícolas da Baía.



A questão da intensidade pigmentária, ou seja a coloração amarelo-carotínado menos atraente nas laranjas do norte brasileiro, já foi explanada com a devida clareza, bem como a menor acidez e maior riqueza de açúcares naquelas frutas, consideradas normais.

Outro tanto não sucede com relação ao secamento das laranjas na região peduncular, o que vem alarmando justamente os citricultores baianos.

Não padece dúvida, que os fatores, que aqui ocorreram, determinando o secamento da polpa (sacos sucosos) na região peduncular das laranjas, poderiam ter concorrido para o aparecimento de "laranjas secas" nos pomares baianos. Porém, desejamos evidenciar que, no caso das laranjas baianas, o fenômeno teve origem na falta de congenialidade entre o porta-enxerto (limoeiro-cravo e limoeiro rugoso) e a "borbulha" enxertada.

As nossas observações alargaram-se pelos pomares dos subúrbios de Salvador, Água-Comprida, Alagoinhas, Riacho da Guia, Santo Antonio e Amargosa.

Encontramos "laranjas secas" nos pomares em que o porta-enxerto era o *Citrus aurantifolia* Swingle, patenteando-se, por essa forma, a falta de congenialidade entre as duas espécies enxertadas.

Nas várias regiões percorridas, que diferem muito entre si pela diversidade de solos e clima, não nos foi dado encontrar "laranjas secas" em laranjas "Baía", ou mesmo da variedade "Pera", enxertadas sobre laranjeira amarga ou da terra (*C. aurantium* L.), ou em laranjeira china (*C. sinensis* Osb.); razão que nos leva a creer que, no caso das "laranjas secas" baianas, observadas por nós, na safra remanescente de 1941, a causa determinante do fenômeno foi a falta de congenialidade, determinando a carência funcional entre as espécies propagadas por enxertia.

O autor expressa os seus melhores agradecimentos aos srs. engenheiro *Salomão Serebrenick*, Chefe da Secção de Estatística do Serviço de Meteorologia, químico zimotecnista *Alfredo A. Borges*, e desenhista *Antonio Lemos*, do Instituto de Experimentação Agrícola, pelo concurso precioso que prestaram ao presente trabalho.

#### IV — RESUMO

As safras de laranjas, em estudo, foram criadas sob irregularidade climática, com a intercorrência de dias quentes e frios, com *deficit* pluviométrico.

Como resultante, duas florações ocorreram. A primeira processou-se sob tempo seco, ao passo que a segunda, com chuvas abundantes, daí provindo frutos não bem desenvolvidos na primeira floração, enquanto que, os frutos da segunda, apresentaram tamanhos maiores, mais graudos.

Os primeiros frutos ou da primeira floração atingiram a coloração amarelo-carotínada no seu devido tempo, ao passo que, os segundos, adquiriram coloração menos acentuada, e já na entrada das águas estivais.

No momento da floração normal, os meses de maio a agosto ocorreram excessivamente secos, de tal modo que as laranjeiras mostravam a folhagem retorcida e os frutos frouxos, mormente na região peduncular.

O reverdecimento se operou, quando as chuvas estivais se acentuaram.

O reverdecimento, ou a volta da pigmentação verde não se fez por igual nos pomares, posto que fosse rápido; o fenômeno teve lugar em blocos de árvores e em árvores isoladas, segundo a espessura do solo, a situação topográfica e a exposição do pomar, além de outros fatores.

Para melhor elucidação da questão do reverdecimento das laranjas maduras, em colheita pendente, passamos em revista as noções relativas à química do pigmento verde (clorofila) e dos pigmentos amarelos e vermelhos (xantofila e eritrofila) com os quais aquele pigmento vem associado, como interessando a maturação dos citrus.



O mecanismo da ação clorofiliana foi revisto sob as noções estabelecidas pelas descobertas de Grinard, Willstätter e Moore, fazendo-se uma rápida análise sobre a atividade da catalase e das oxidases, dada a sua importância no fenômeno de maturação dos frutos.

Abordando a questão da constituição dos dois pigmentos que interessam a coloração das laranjas, examinamos a teoria do "pigmento respiratório", de Palladin, desenvolvendo as noções indispensáveis a uma melhor compreensão da formação da eritrofila e da xantofila.

Como complemento ao estudo da teoria referida, analisamos a importância da respiração no metabolismo vegetal, mormente no fenô-

meno de maturação, apreciando o valor da relação  $\frac{CO_2}{O}$ , variável com as espécies, com o estado de crescimento das plantas, com a intensidade do consumo de reservas e até pelo quimismo de um simples órgão.

E como o fenômeno da "viragem" da coloração dos frutos pendentes se operasse na entrada do verão, procuramos ver a ação que a temperatura exerce sobre a atividade respiratória, fazendo valer as observações de Pfeifer, as demonstrações de Clausen, e a lei de Van't Hoff.

Vimos, também, a estreita relação existente entre o fenômeno de respiração e os ácidos orgânicos os quais, por sua vez, dizem respeito com a pressão osmótica.

Abordamos, então, as experiências de L. J. Klotz e a A.R.C. Haas, sobre a perda d'água das duas metades de uma laranja, nas quais existe marcada diferença entre a sua permeabilidade, divididas segundo o seu eixo equatorial.

Consoante a observação desses cientistas, os experimentos indicam que a metade peduncular cede sua água de constituição do fruto muito mais prontamente, e que, no pomar, os tecidos dessa parte da laranja podem, provavelmente, ser os primeiros a sofrerem os danos nos períodos de escassez d'água.

As nossas observações em torno das laranjas super-maduras, bem como aquelas referentes ao rebentamento de frutos do tomateiro, em estado de super-maturação e maduros, consubstanciam o fato relativo ao movimento d'água nesses frutos.

Klotz e Haas mostraram, também, as diferenças da composição da casca e da polpa das duas metades da laranja, fazendo referências ao valor osmótico para duas metades do fruto, apresentando como principal razão para o baixo valor osmótico a mais baixa concentração de açúcares na parte ou metade peduncular.

Acharam, ainda, esses autores, que o número de estômatos e a quantidade de óleo essencial variam para as duas metades das laranjas e acreditam que a quantidade de óleo essencial possa influenciar a relação de perda d'água pela diminuição da evaporação.

Diante de todo o concurso dessas noções e dos trabalhos técnico-científicos dos autores citados, trazemos o contingente das nossas observações e dos dados analíticos de lotes de frutos examinados nas diferentes formas de maturação, e assim concluímos:

— As causas predisponentes ou determinantes do reverdecimento de laranjas maduras, em colheitas pendentes, bem como daquelas relativas à perda d'água, das macro-células da polpa das laranjas, na região peduncular, gerando as "laranjas de cabeça seca", são as seguintes, na ordem enunciada:

A) *Causas predisponentes ou determinantes do reverdecimento de laranjas maduras, em colheita pendente:*

- 1 — Flutuação da onda térmica e da intensidade actínica (calor e luz), com mudança brusca em ascensão, no período de colheita, incentivando a atividade respiratória.
- 2 — Deficiência de chuvas no período de prefloração, o que faz baixar, ainda mais, o vigor fisiológico, das plantas, alterando-lhes o metabolismo.
- 3 — Concorrência entre a safra pendente, a floração e o início de frutificação de uma nova safra, quando ocorre uma irregularidade climática (*deficit* pluviométrico), pela migração de reservas, sob a ação enzimática.
- 4 — A espessura da camada solo (rasa), ou com *substratum* impérvio, provocando má nutrição da planta, mormente de determinados sais minerais, pela



falta água acumulável no cubo de terra explorado pelo sistema radicular.

- 5 — Modificação ou mudança da acidez, e a ação de enzimas oxidantes, com correspondente alteração ou mudança pigmentária.
- 6 — Tomando-se em consideração o ciclo de maturação dos frutos, somente as laranjas que haviam atingido esse ciclo completo, sofreram alteração profunda na constituição do suco e do tecido celular do fruto.

B) *Causas predisponentes ou determinantes do secamento dos sacos de suco da polpa das laranjas, na região peduncular, gerando as "laranjas de cabeça seca".*

- 1 — *Deficit* pluviométrico no preparo de planta para a floração, mantendo a árvore a colheita pendente.
- 2 — Maior permeabilidade da metade peduncular da laranja permitindo uma maior perda água.
- 3 — Essa perda água está, também, em relação com a maior acidez dessa parte do fruto (região peduncular), e menor pressão osmótica de retorno.
- 4 — Esse valor osmótico baixo, na referida região, é relativo a uma menor concentração de solutos, cedendo água, essa parte do fruto, mais prontamente, e sendo a primeira a ser prejudicada por esse *deficit* água.
- 5 — Maior número de estômatos na parte peduncular, ao par de menor quantidade de glândulas de óleo essencial, fatores favoráveis à perda água, relativos a órgãos que dizem respeito com a própria constituição anatômica do fruto.
- 6 — A condição de super-maturação do fruto, auxiliando o movimento água.
- 7 — A falta de congenialidade entre o enxerto e o porta-enxerto determinando perturbações de ordem fisio-

lógica, nas trocas osmóticas entre as duas espécies enxertadas.

- 8 — Excesso de adubação palhosa e falta de sais minerais provocando desequilíbrio fisiológico, agravado pela situação da planta, alimentando duas colheitas, em condições de nutrição absolutamente distintas.



## V — SUMMARY

The present work deals with an interesting phenomenon which occurred with the 1941 orange crop: after maturity, when the summer rains arrived, the fruits turned green again, and the pulp of many of them became dry, beginning at the basal end and often reaching up to one third of the whole fruit.

The author examined the climatic conditions which prevailed during the development of the crop under consideration and discussed the occurrence under the light of our present knowledge about the physiology of respiration and the mature of chlorophyll an related pigments.

He finally concluded that the causes of the observed phenomena are related with the abnormal climatic fluctuations during the season, concerning mainly the thermal and moisture conditions.

## VI — BIBLIOGRAFIA

- G. ANDRÉ — Chimie Agricole — Chimie Végétale.  
EDMOND CAIN — Précis de Chimie Agricole.  
LAGADIS CHUNDER BOSE — The physiology of the photosynthesis.  
GEORGES BOHN et A. DRZEWINA — La Chimie et la vie.  
VLADIMIR I. PALLADIN — Plant Physiology.  
ALBERT DEMOLON — Croissance des Végétaux.  
L. MAQUENNE — Précis de Physiologie Végétale.  
L. J. KLOTZ — and A. R. C. HAAS — Some Differences Between Button  
— Blossom Halves of Citrus Fruits — in "The California Citrograph".  
M. MOLLIARD — Nutrition de la Plante — Formation des Substances Ternaires.  
J. DUFRENOY — A Cytological Study of Water — Soluble and Fat-Soluble  
Constituents of Citrus — in Journal of Agricultural Research.  
PALMER LE ROY — Carotinoids and Related Pigments.



**IMPrensa NACIONAL**  
RIO DE JANEIRO — 1942

O *Instituto de Experimentação Agrícola* tem interesse em permutar seus Boletins por publicações técnicas de Instituições nacionais e estrangeiras. Toda a correspondência deve ser enviada para: Instituto de Experimentação Agrícola. Caixa Postal — 1620, Rio de Janeiro.

The *Instituto de Experimentação Agrícola* is interested in the exchange of its Boletim for publications of scientific, technical and agricultural institutions. Address: Instituto de Experimentação Agrícola. Caixa Postal — 1620, Rio de Janeiro — Brasil.



SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AGRÍCOLA  
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
RIO DE JANEIRO  
BRASIL

IMPRENSA NACIONAL  
RIO DE JANEIRO — 1942