



Respiração relacionada com crescimento e manutenção das plantas

NEI FERNANDES LOPES

Boletim Técnico 139

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA
Órgão vinculado ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22 Rodovia Ilhéus-Itabuna
Bahia, Brasil

1986

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Presidente: Iris Rezende Machado, Ministro da Agricultura

Vice-Presidente: Roberto Fendt Júnior, Diretor da CACEX

Secretário-Geral: João Carlos Monteiro de Carvalho

Secretário-Geral Adjunto: José Carlos Simões Peixoto

Frederico Monteiro Álvares-Afonso

Coordenador Regional: Julival Fernandes Pereira

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente: Iris Rezende Machado

Ministro da Agricultura

Vice-Presidente: Roberto Fendt Júnior

Diretor da CACEX

Alvaro Fernandes da Cunha

Representante do Governo do Estado da Bahia

Gerles Gama

Representante do Governo do Estado do Espírito Santo

Orlantides Péricles de Carvalho Filho

Presidente do Conselho Nacional dos Produtores de Cacau – CNPC

Araguacy Affonso Rego

Representante do Ministério da Indústria e do Comércio

José Geraldo Hosannah Cordeiro

Representante do Banco Central do Brasil

Aurélio Correa do Carmo

Representante do Governo do Estado do Pará

José Rodrigues do Prado

Representante do Governo do Estado de Rondônia

Jabes Souza Ribeiro

Representante da Associação dos Municípios da Região Cacaueira da Bahia

Humberto Salomão Mafuz

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Albérico da Costa Brito

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Hélio Bandeira Neves

Representante dos Produtores de Cacau da Bahia

Carlos Fernando Monteiro Lindenberg Filho

Representante dos Produtores de Cacau do Espírito Santo

Paulo Dias Morelli

Representante dos Produtores de Cacau do Pará

José Mendonça de Amorim Filho

Representante dos Produtores de Cacau de Rondônia

Paulo de Tarso Alvim Carneiro

Representante dos Empregados do Quadro Permanente da CULPLAC

Respiração relacionada com crescimento e manutenção das plantas

NEI FERNANDES LOPES

Boletim Técnico 139

**Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22 Rodovia Ilhéus-Itabuna
Bahia, Brasil**

1986

BOLETIM TÉCNICO

Publicação de periodicidade irregular, editada pelo Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), destinada à veiculação de artigos científicos e de divulgação técnica, relacionados com assuntos agrônômicos e sócio-econômicos de interesse das regiões produtoras de cacau, de autoria de pesquisadores e técnicos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), e eventualmente de técnicos de outras instituições.

Chefe do CEPEC: João Manuel de Abreu

Chefes Adjuntos: Messias Gonzaga Pereira e Ebiezel Nascimento de Andrade Filho.

Comissão de Editoração: Jorge Octavio Alves Moreno, Coordenador; Antonio Henrique Manano; Guillermo Enrique Smith Figueroa; Hilmar Ilton Santana Ferreira; José Luiz Bezerra; José Martins Correia de Sales; Lícia Margarida Gumes Lopes; Maria Bernadeth Machado Santana; Raul René Valle Meléndez; Rosane Freitas Schwan.

Editor: Jorge Octavio Alves Moreno

Diagramação e Montagem: Diana Lindo

Preço do exemplar: Cz \$ 20,00

Endereço:

BOLETIM TÉCNICO

CEPLAC/DIBID – Caixa Postal 7

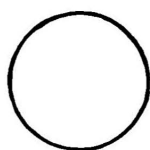
45600 Itabuna, BA

Boletim Técnico I

1970

**Ilhéus, Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira, 1970 –
22,5 cm**

**1. Cacau – Periódicos. I. Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacaueira, ed.**



CDD 630.7405

RESPIRAÇÃO RELACIONADA COM CRESCIMENTO E MANUTENÇÃO DAS PLANTAS¹

Ney Fernandes Lopes²

INTRODUÇÃO

Em ecofisiologia, o termo respiração tem sido empregado, geralmente, como a perda de CO₂ ou matéria seca pela planta. Fisiologicamente, respiração é o processo pelo qual compostos altamente energéticos e redutores são formados a partir de carboidratos ou outros substratos. Sob condições aeróbicas, O₂ é consumido e o CO₂ liberado. Os produtos são compostos energéticos e redutores caracterizados por ATP e NADH + H⁺.

Estes são utilizados essencialmente em síntese de novos compostos e a respiração pode ser vista como acoplada a síntese de novos tecidos e a manutenção estrutural através do "turnover" de ATP e NADH + H⁺. Neste ponto de vista, uma alta taxa respiratória pode resultar indesejável se a energia dos substratos forem usadas a uma baixa eficiência durante a formação de novo material, como síntese de material supérfluo, como alto custo de manutenção de biomassa, ou como a devastação de substratos através da respiração não acoplada ao crescimento ou manutenção.

O termo respiração refere-se à oxidação controlada dos substratos respiratórios nas células vivas, resultando na liberação de energia. Parte da energia é transferida para outros compostos, onde é retida em formas usáveis para manter o requerimento energético das funções celulares.

A respiração é um processo que ocorre em todas as células vivas do organismo vegetal e da qual resulta uma perda do carbono assimilado. O ganho líquido de

¹*Seminário apresentado no Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, Bahia, Brasil.*

²*Professor do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*

matéria seca pela planta depende pois não só da fotossíntese bruta (P_g), mas também do consumo respiratório (R) de assimilados. A respiração portanto afeta a produtividade. Assim, tanto em termos de taxas como em quantidades:

$$P_n = P_g - R.$$

PROCESSO RESPIRATÓRIO NAS PLANTAS

A respiração quimicamente é uma oxidação de substâncias complexas (substratos), da qual resulta a produção de compostos intermediários necessários à síntese de outros materiais, bem como a formação de compostos ricos em energia (ATP) e nucleótidos de piridina reduzidos ($NADH_2$).

Portanto, substrato respiratório pode ser definido como uma substância no qual é oxidada para produzir a energia necessária para o crescimento e manutenção celular (WOHL e JAMES, 1952).

Recentemente, novos conceitos foram desenvolvidos sobre o papel do processo respiratório nos tecidos vegetais e tem guiado para novos rumos sobre a essencialidade da respiração na economia do carbono nas plantas. A respiração escura (R_D) foi separada em dois componentes: um associado com atividades de manutenção (R_M) e um segundo com crescimento (R_G). Assim:

$$R_D = R_M + R_G$$

Neste caso, crescimento é definido como a produção de novos compostos orgânicos e inclui a manutenção de enzimas sintetizantes. Enquanto manutenção é o reparo e a recolocação de outros materiais biológicos existentes e a manutenção de um certo gradiente eletroquímico.

Conceitualmente, respiração de crescimento corresponde a atividade respiratória associada com crescimento e armazenamento, e respiração de manutenção é relacionada com o gasto de energia para suportar a organização celular.

Nas células, compostos reguladores e estruturais, especialmente enzimas e proteínas, encontram-se num estado de equilíbrio dinâmico, sendo constantemente sintetizados e degradados. Esse giro (turnover) dos constituintes celulares demanda energia e poder redutor, supridos pela respiração. Essa respiração necessária à manutenção da organização celular é chamada de "respiração de manutenção". Em outras palavras a manutenção da estrutura das plantas superiores é baseada no custo da energia para o "turnover" do RNA e proteínas (outras do que as envolvidas em síntese), reativação enzimática. "turnover"

de lipídios e alguns custos para a manutenção de gradientes de ions ou metabólitos através das membranas.

Análise de crescimento tem sido uma ativa área na pesquisa vegetal e muitas tentativas para correlacionar crescimento vegetal com taxas de fotossíntese e respiração têm sido feitas. Respiração é um processo essencial e usa considerável parte da fotossíntese total, mas a relação quantitativa entre crescimento e respiração não está completamente entendida. Respiração é também considerada como parte do sistema de distribuição e uso de açúcares, os quais são produzidos no processo fotossintético. Então, estudos de taxas de respiração são necessários para um melhor entendimento de economia de carboidratos pela planta inteira. Respiração construtiva e de manutenção são importantes parâmetros fisiológicos, mas temos relativamente poucas informações a respeito de suas magnitudes e como elas variam com as condições das plantas.

A separação (temporal) desses dois tipos de respiração é bem marcada nos animais, que apresentam uma fase de crescimento e outra de maturidade.

A distinção, entre esses dois tipos de respiração, é meramente operacional, já que não existe nenhuma diferença entre R_G e R_M , quer seja nas rotas bioquímicas, quer seja nos produtos formados.

O processo de manutenção é uma perda insignificante para uma planta jovem em crescimento, a qual tem uma grande produção de matéria seca por unidade de biomassa. Entretanto, para uma planta madura e especialmente uma planta madura submetida a "stress" de reduzida produção ou alta temperatura, tal perda diária pode ser muito importante (McCREE e VAN BAVEL, 1977). É de se esperar que a contínua manutenção de estruturas previamente formadas deva tomar precedência sobre a produção de adicional de nova matéria seca (MILTHORPE e MOORBY, 1974), mas isto não foi ainda provado.

PRODUÇÃO FOTOSSINTÉTICA E CONSUMO RESPIRATÓRIO

A produção fotossintética, dentro de certos limites, aumenta com o índice de área foliar (L). Dois comportamentos foram identificados, um que a taxa de produção de matéria seca atinge um pico a um valor ótimo de L ; outro em que a taxa alcança um máximo em patamar, ao chegar L a um limiar ($L_{crít}$). Essas discrepâncias de comportamento têm sido atribuídas a problemas de interceptação de luz, a respostas diferenciais a fatores externos, ou sistemas culturais, como intensidade de luz, temperatura e densidade de plantio, ou a diferentes taxas de respiração.

Com relação à respiração, dois modelos foram propostos. Um em que a taxa respiratória das folhas é constante, e portanto proporcional a L , e outro que

postula terem as folhas mais baixas no dossel vegetal uma taxa respiratória mais baixa e portanto não é linear com L.

A proporção de fotossintetizados (assimilados) respirados é grande e deve ser levada em consideração na análise da produção. THOMAS e HILL (1949) estimaram que a perda respiratória em alfafa e beterraba açucareira era de 0,3 a 0,5 da fotossíntese bruta. WATSON (1952) indicou que a quantidade respirada foi quase igual à fotossíntese líquida para plantas crescidas em condições de campo. CHANG (1968) generalizou que 0,2 a 0,3 da fotossíntese é utilizada no processo respiratório para espécies temperadas. LOOMIS e WILLIAMS (1963) concluíram que 0,3 da fotossíntese bruta é uma razoável estimativa da perda pelas culturas de plantas herbáceas. Já ROBSON (1973) estimou as perdas respiratórias a 0,45 da fotossíntese bruta para plantas jovens de azevem perene (*Lolium temulentum* L.). MONTEITH (1973) considerou ser 0,4 e 0,5 apropriados para culturas cultivadas em regiões temperadas e tropical respectivamente. Estes números obviamente são dependentes dos fatores biológicos e ambientais. GAASTRA (1963) sugere que para um melhor entendimento dependeria de dados da taxa respiratória de vários órgãos através da ontogenia da cultura no campo. Pode ser possível, como RAVEN (1975) sugeriu para aumentar a produtividade líquida, em alguma aparentemente “ineficiente espécie”, reduzindo seus requerimentos respiratórios para crescimento e manutenção a um mínimo encontrado em espécie mais “eficiente”.

Eficiência de conversão pode ser definida como a quantidade de constituintes químicos produzidos por unidade de substrato, podendo ser estimados a partir de dados sobre eficiência de crescimento, conteúdo químico e calor de combustão. O cálculo da massa do novo material vegetal que pode ser formado a partir de uma massa unitária de substrato, com a utilização de oxigênio e minerais e a produção de água e CO_2 , é chamada de “Bioquímica Quantitativa” por PENNING DE VRIES et alii (1974).

A taxa de evolução de CO_2 desde um organismo pode ser fortemente dependente da temperatura, mas a massa total de gás evoluído por unidade de massa de substrato usado, ou eficiência de conversão, é esperada que seja independente da temperatura (PENNING DE VRIES et alii, 1974; McCREE, 1976).

McCREE (1976) afirmou que existem duas condições essenciais para obtenção de válidas eficiências de conversão; primeiro devem ser usadas plantas inteiras e segundo estas plantas devem estar em equilíbrio dinâmico (steady-state), no qual a quantidade de substrato usada durante o período diurno é igual à quantidade produzida.

Distinção experimental entre componentes de crescimento e manutenção tem

sido um trabalho difícil. McCREE (1970) o fez com um método empírico usando plantas de trevo de vários tamanhos colocadas sobre vários níveis de radiação.

A equação desenvolvida a partir de dados de troca gasosa para plantas de trevo branco (*Trifolium repens* L.) crescidos sob condições constantes num período relativamente longo de tempo é:

$$R_D = KP_G + cW$$

onde R_D é a respiração escura, P_G é a fotossíntese bruta, W é a matéria seca (em CO_2 equivalente, ou seja, $1,43 \times \text{mat. seca}$) e K e c são constantes.

Como vimos anteriormente, a respiração escura (R_D) deve ser considerada a soma de dois termos, uma respiração básica ou metabólica, isto é, respiração de manutenção (R_M), e uma respiração associada com o crescimento e biossíntese, ou seja, respiração de crescimento (R_G). Portanto,

$$R_D = R_G + R_M$$

comparando-se as equações mencionadas, a respiração de manutenção estaria associada com a matéria seca acumulada (W) e fortemente depende da temperatura.

$$R_M = cW$$

A segunda, respiração de crescimento, seria proporcional à fotossíntese bruta (P_G) e não dependeria da temperatura.

$$R_G = KP_G$$

A taxa de respiração será:

$$R_D = R_G + R_M = KP_G + cW$$

Em geral as plantas perdem de 1 a 4% de seu carbono em 24 horas no processo de manutenção.

Em experimentos sob condições controladas, verificou-se que algumas plantas cultivadas perdem à noite no processo de crescimento cerca de 14% do carbono fixado durante o dia, o que daria uma perda total de aproximadamente 25% em 24 horas. Os dados existentes referem-se a uma faixa de espécies e condições de crescimento bastante reduzida.

Quadro 1 Valores das constantes **K** e **c** em duas espécies.

Espécie	k	dia ⁻¹	c
Trévo Branco (20 ^o)	0,25		0,015
Algodão (30 ^o)	0,54		0,026
Capulho de Algodão	0,38		0,003

Enquanto McCREE produziu os conceitos básicos iniciais, a relação entre a respiração escura e fotossíntese é melhor entendida através de THORNLEY (1970) que fez uma extensão da análise do crescimento de microorganismo estudada por PIRT (1965), na qual:

$$R_D = (1 - Y_G) PG + M_R Y_G W$$

onde Y_G é a produção do crescimento verdadeiro (g de matéria seca sintetizada/g de matéria seca de substrato) e M_R é o coeficiente respiratório de manutenção (g.g⁻¹.dia⁻¹).

O custo da respiração para síntese é derivado a partir de Y_G ;

$$G_R = (1 - Y_G)/Y_G$$

onde G_R é o coeficiente respiratório para crescimento (g.g⁻¹).

PENNING DE VRIES (1972, 1974, 1975) fez análises ao nível bioquímico e estas também se ajustaram aos dois componentes acoplados ao modelo respiratório, com a respiração de crescimento acoplada à taxa de crescimento da biomassa, e a respiração de manutenção dependendo do tamanho da biomassa (WIT et alii, 1970; HESKETH et alii, 1971).

Isto posto temos que:

$$R_D = G_R \frac{dW}{dt} + M_R W$$

Estes coeficientes podem ser relacionados com os coeficientes de McCREE, como segue:

$$G_R = K/Y_G \text{ e } M_R = c/Y_G$$

Assim o coeficiente respiratório para o crescimento (G_R) é: $G_R = (1 - Y_G)/Y_G$, isto é, se não há custo para o crescimento ($Y_G = 1$) então $G_R = 0$, mas quando G_R torna-se muito grande Y_G torna-se muito pequeno.

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES RESPIRATÓRIOS

O substrato ΔS_T é completamente utilizado durante o tempo, Δt . Assim

$$\Delta S_T = \Delta S_G + \Delta S_M \quad (1)$$

onde ΔS_G é a fração utilizada no crescimento e ΔS_M é a fração usada em manutenção.

$$\Delta S_G = \Delta S_T - \Delta S_M \quad (2)$$

ΔS_M é todo respirado, entretanto somente parte do ΔS_G é respirado, o resto é convertido em material vegetal, ΔW . Portanto,

$$\Delta S_G = \Delta W + \Delta S_R \quad (3)$$

onde ΔS_R é completamente respirado.

A eficiência de conversão (Y_G) pode ser descrita por:

$$Y_G = \frac{\Delta W}{\Delta W + \Delta S_R} \quad (4)$$

Entretanto, como a eficiência de conversão (Y_G) não leva em conta o gasto com manutenção, um outro fator Y pode ser definido para descrever o processo:

$$Y = \frac{\Delta W}{\Delta S_T} \quad (5)$$

Das equações (2) e (3) temos:

$$\Delta S_T - \Delta S_M = \Delta W + \Delta S_R \quad \therefore \Delta S_T = \Delta W + \Delta S_R + \Delta S_M \quad (6)$$

Substituindo (6) na (5) e invertendo ambos os lados da equação, temos:

$$\frac{1}{Y} = \frac{\Delta W + \Delta S_R + \Delta S_M}{\Delta W} \quad (7)$$

Reestruturando a equação (7), obtem-se

$$\frac{1}{Y} = \frac{\Delta W + \Delta S_R}{\Delta W} + \frac{\Delta S_M}{\Delta W} \quad (8)$$

Substituindo o valor da equação (4) na (8), tem-se

$$\frac{1}{Y} = \frac{1}{Y_G} + \frac{\Delta S_M}{\Delta W} \quad (9)$$

Como por definição a respiração de manutenção depende somente da biomassa (W) (WIT et alii, 1970; HESKETH et alii, 1971), o coeficiente respiratório de manutenção (M_R) pode ser definido por:

$$M_R = \frac{1}{W} \frac{\Delta S_M}{\Delta t} \quad (10)$$

Assim,

$$\Delta S_M = M_R W \Delta t \quad (11)$$

Substituindo-se ΔS_M da equação (11) na (9)

$$\frac{1}{Y} = \frac{1}{Y_G} + M_R W \frac{\Delta t}{\Delta W} \quad (12)$$

A taxa de crescimento relativo (R) ou taxa de crescimento específico (μ) é definida como o acréscimo em biomassa (ΔW) por unidade de biomassa existente (W)

$$\mu = \frac{1}{W} \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (13)$$

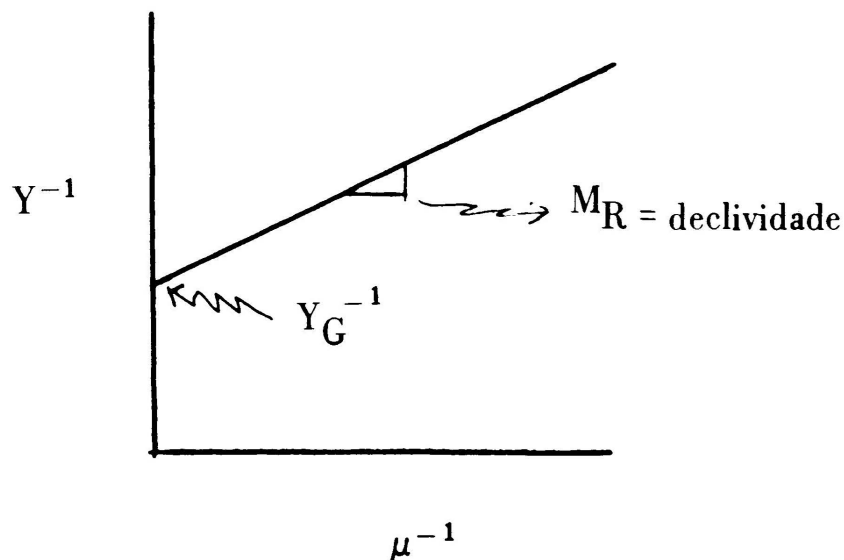
O inverso da taxa de crescimento específico (μ) é:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{W}{\Delta W} \Delta t \quad (14)$$

Substituindo (14) em (12) temos

$$\frac{1}{Y} = \frac{1}{Y_G} + \frac{M_R}{\mu} \quad (15)$$

Em um sistema onde Y (eficiência de conversão) e R_M são variáveis com os tratamentos, ou seja, variando o suprimento de substrato, é possível calcular M_R e G_R por análise de regressão.



Numa situação com M_R e Y_G constantes e μ variando com o tratamento, esta equação prediz que plotando $1/Y$ contra $1/\mu$ será uma linha reta com declividade M_R .

Outra maneira para estimar R_G e R_M está centrada no uso de plantas deficientes em carboidratos, pois a respiração de manutenção é independente da respiração associada com biossíntese. Assumindo que após um determinado período, no escuro, sem fotossíntese as plantas entram em inanição. Isto é, as plantas podem estar numa condição limite de substrato, no qual o crescimento cessa e somente as atividades de manutenção continuam. Esta técnica tem sido usada extensivamente por McCREE (1970 e 1974), McCREE e SILSBURY

(1976 e 1978), McCREE e KRESOVICH (1978), WILSON, FERNANDEZ e McCREE (1978). A taxa respiratória observada imediatamente após a remoção das plantas do ciclo diurno normal poderia representar o total atual das atividades de crescimento e manutenção, e, após um extenso período de escuro em torno de 48 h, somente manutenção (Figuras 1 e 2). Por diferença se estima a respiração de crescimento para aquela hora do dia.

A respiração de manutenção é prioritária sobre a respiração de crescimento. A produção de matéria seca deve, pois, exceder a respiração de manutenção para que haja crescimento. Se o fornecimento de assimilados for insuficiente, as células passam a consumir as próprias reservas e em consequência certos materiais estruturais (autofagia), sobrevivendo a decomposição das estruturas (autólise), um processo gradual de senescência que culmina com o desprendimento ou morte do órgão. Essa seqüência de eventos é comum em folhas que recebem iluminação abaixo do ponto de compensação para luz e é responsável em parte pela estabilização do L num determinado valor máximo, dependente da espécie, densidade da cobertura e fatores do meio.

Com o crescimento, há um aumento de tecidos não fotossintéticos, respiran-

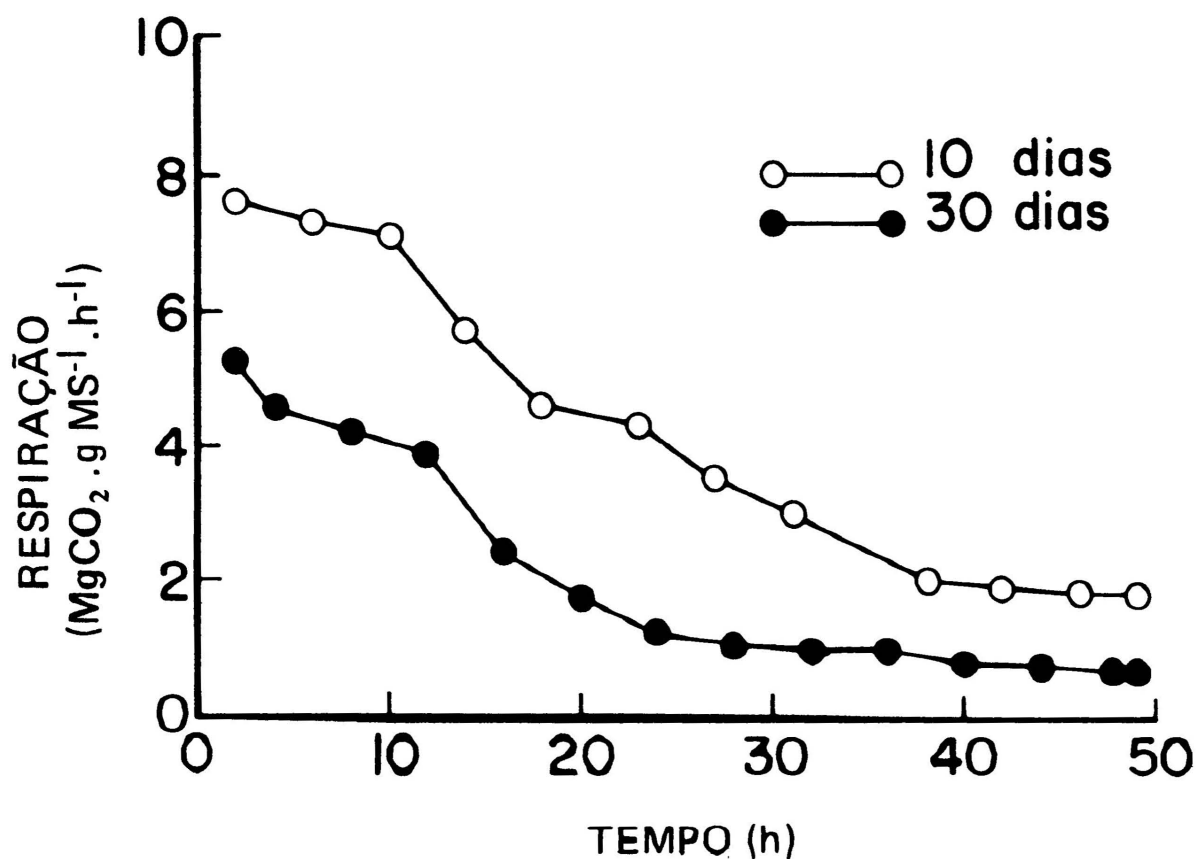


Figura 1 – Curso do tempo da respiração escura de plantas de rabanete com 10 e 30 dias após a emergência (LOPES, 1979).

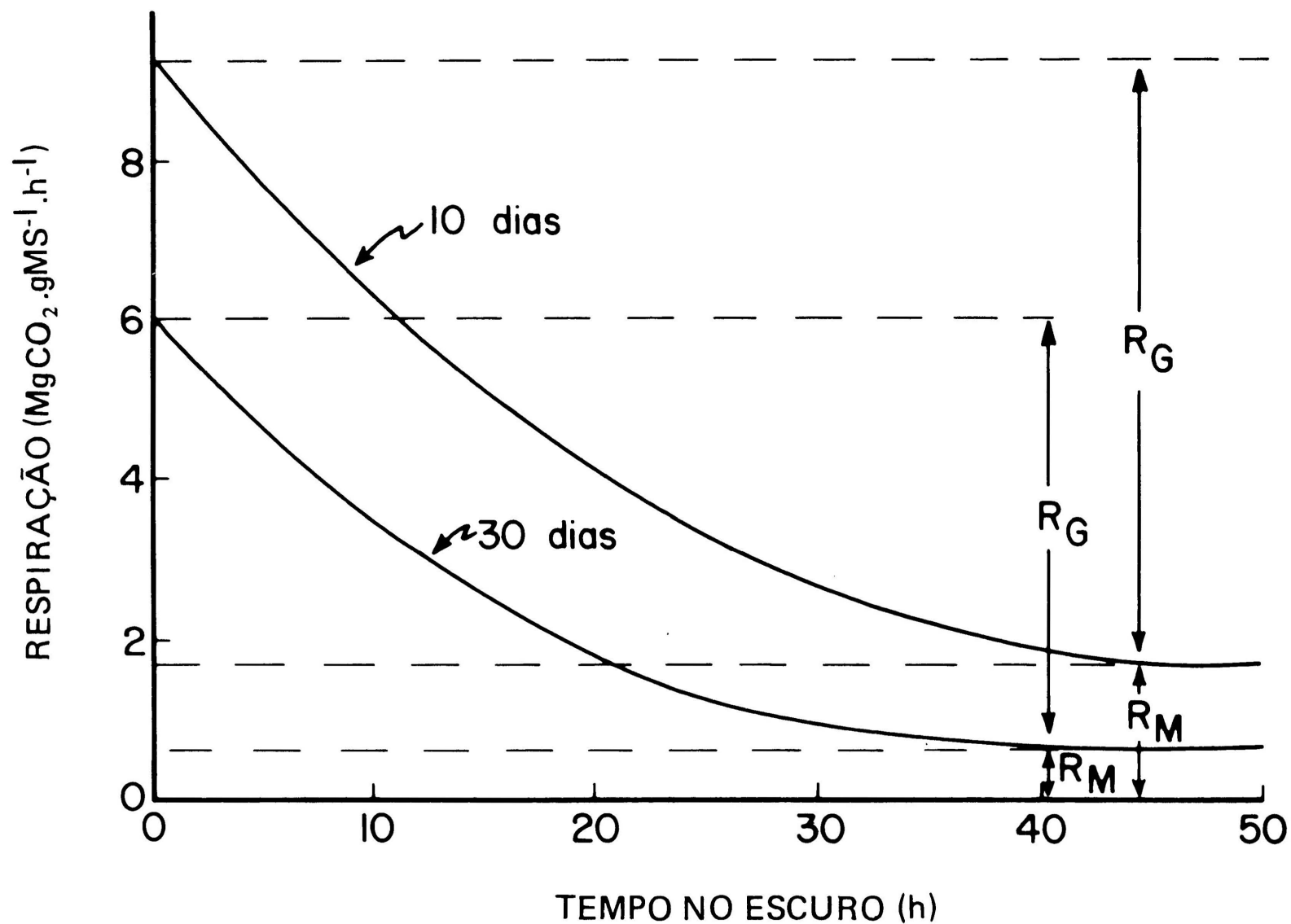


Figura 2 – Modelo representativo da relação entre atividades de crescimento (R_G) e manutenção (R_M), em plantas de rabanete, durante o período de inanição, baseado nos resultados apresentados na Fig. 1 (LOPES, 1979).

tes. Se a carga respiratória aumenta mais depressa que o fornecimento de assimilados, haverá eventualmente um decréscimo de matéria seca, que levará a planta à senescência.

ESTIMATIVA DO GIRO PROTÉICO EM FUNÇÃO DA TAXA DE RESPIRAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Taxas respiratórias foram medidas com plantas inteiras de rabanete colocadas dentro de uma câmara conectada com um analisador de gás infravermelho (IRGA).

Taxas de respiração de manutenção (Figura 3) foram calculadas por unidade de proteína (Figura 3A) e por unidade de matéria seca (Figura 3B) em relação à idade da planta e três níveis de luz. Neste experimento, as plantas ficaram no escuro por 48 h a 25 °C e medidas à mesma temperatura. R_M expressa na base de matéria seca apresentou um acentuado decréscimo exponencial (Figura 3B) mas somente um suave declínio linear com a idade quando a taxa foi expressa em conteúdo protéico (Figura 3A). Houve uma marcada tendência de aumento de R_M com incremento no nível de luz. Isto suporta a idéia que o giro protéico é a principal causa da respiração de manutenção. Enquanto a degradação das proteínas joga um importante papel no metabolismo das plantas com a ontogenia, a Figura 3A fornece evidências de que mudanças básicas nas proteínas não ocorreram. Isto está de acordo com observações anteriores (GREGORY e SEN, 1937; STEWARD e DURZAN, 1965; STEWARD e POLLARD, 1957) que respiração e metabolismo de proteínas estão estreitamente conectados.

Giro protéico tem sido considerado como a principal causa de R_M mas há algumas dificuldades técnicas para medir diretamente taxas de giro protéico até o presente momento. HUFFAKER e PETERSON (1974) relataram que estimativas do giro protéico feitas com aminoácidos marcados são geralmente incertos devido a imprecisa determinação do tamanho do "pool" de aminoácidos. Em tecidos senescentes, a figura é ainda mais complicada pela síntese de enzimas proteolíticas que também são sujeitas a giro. Entretanto, determinações diretas das taxas de R_M fornecem uma técnica para ultrapassar algumas destas dificuldades.

A Figura 3A fornece uma forte evidência que R_M é diretamente relacionada com o conteúdo protéico, e em extensão com o giro protéico. Desde que o método empregado para medir R_M fornece uma estimativa da taxa mínima de respiração da planta em estado de inanição, a taxa máxima do giro protéico pode ser estimada se a taxa respiratória é totalmente usada no processo de manutenção. Isto pode ser feito assumindo que 38 moles de ATP são produzidos na oxi-

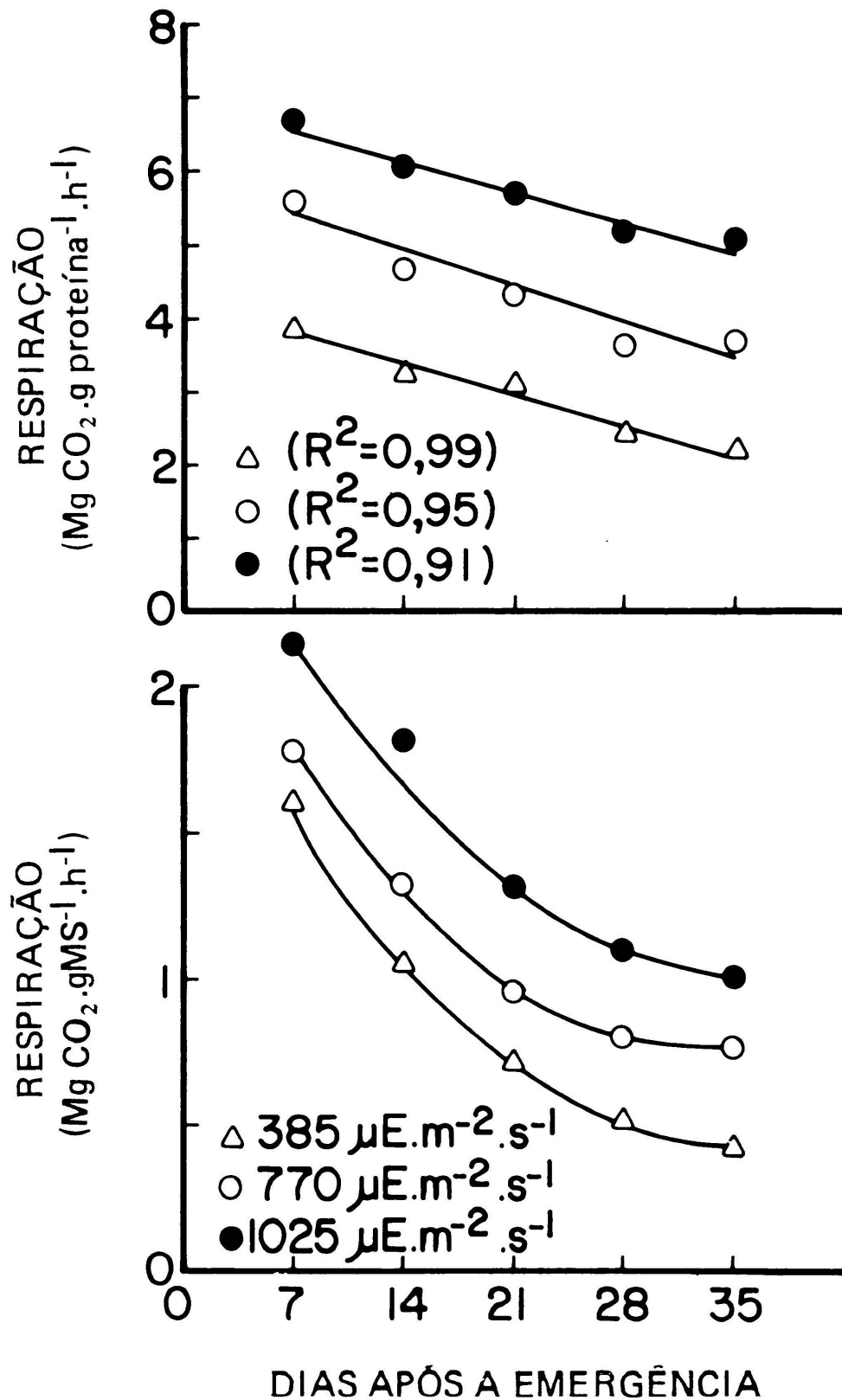


Figura 3 – Respiração de manutenção em plantas de rabanete, crescidas sob três níveis de luz, em função da idade. A – Baseada no conteúdo protéico. B – Baseada na matéria seca (LOPES, 1979).

ção de 1 mol de glicose, que 6 ATP são requeridos para regenerar uma ligação peptídica (PENNING DE VRIES, 1975) e que o peso molecular médio de um peptídeo é 133 g (como para o aspartado).

O máximo giro protéico mostrou uma tendência de declínio com a idade da planta. Houve uma marcada diferença no giro protéico em relação ao fluxo luminoso; o giro protéico estimado foi maior com alto do que com baixo nível de luz. Assim, é possível hipotetizar que a taxa de giro protéico foi menor para plantas crescidas com menor suprimento de substrato. Entretanto, deve ser chamada atenção que o gradiente de íons, a manutenção de lipídios e outros aspectos de R_M não são zero e podem variar com a idade. Assim, estas estimativas são altas e podem mudar com a idade de um modo imprevisível pelos números calculados. PENNING DE VRIES (1975) estimou que 50 a 60% do custo de manutenção é devido ao giro protéico e o curso desta percentagem pode variar com a idade. Se considerarmos que o giro protéico representa uma constante de 60% da R_M , então os valores obtidos para o giro protéico são 0,10 a 0,18, 0,17 a 0,25 e 0,24 a 0,31 dia^{-1} para 385, 770 e 1025 $\mu\text{E.m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Estes resultados estão em perfeito acordo com os dados da revisão feita por PENNING DE VRIES (1975). A técnica usada nesta pesquisa pode fornecer um modo para estimar a taxa do giro protéico em plantas, a qual é difícil fazer com outros métodos (HUFFAKER e PETERSON, 1974).

LITERATURA CITADA

- CHANG, J.H. 1968. The agricultural potential of the humid tropics. *Geogr. Rev.* 58: 333 – 361.
- GAASTRA, P. 1963. Climatic control of photosynthesis and respiration. In: EVANS, L.T. (ed.) *Environmental Control of Plant Growth*. Academic Press, London. p. 113 – 140.
- GREGORY, F.G. & SEN, P.K. 1937. Physiological studies in plant nutrition. VI. The relation of respiration rate to the carbohydrate and nitrogen metabolism of the barley leaf as determined by nitrogen and potassium deficiency. *Ann. Bot.* 1: 521 – 562.
- HESKETH, J.D.; BAKER, D.N. & DUNCAN, W.G. 1971. Simulation of growth and yield in cotton: respiration and carbon balance. *Crop Sci.* 11: 394 – 398.
- HUFFAKER, R.C. & PETERSON, L.W. 1974. Protein turnover in plants and possible means of its regulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25: 363 – 392.

- LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. 1963. A maximum crop productivity: An estimate. **Crop Sci.** 3: 67 – 72.
- LOPES, N.F. 1979. Respiration related to growth and maintenance in radish (*Raphanus sativus* L.) plants. University of California at Davis. USA. 151 p. Ph.D. Dissertation.
- McCREE, K.J. 1970. An equation for the rate of respiration of white clover plants grown under controlled conditions. *In*: SETLIK, I. (ed.). The Prediction and Measurement of Photosynthetic Productivity. Proc. IBP/PP Tech. Meet. Trebon. p. 221 – 229.
- . 1974. Equations for the rate of dark respiration of white clover and grain sorghum, as functions of dry weight, photosynthetic rate, and temperature. **Crop Sci.** 14: 509 – 514.
- . 1976. The role of dark respiration in the carbon economy of a plant. *In*: BURRIS, R.H. & BLACK, C.C. (eds.). *CO₂ Metabolism and Plant Productivity*. University Park Press, Baltimore. p. 177 – 184.
- . and KRESOVICH, S. 1978. Growth and maintenance requirements of white clover as a function of daylength. **Crop Sci.** 18: 22 – 25.
- . and SILSBURY, J.H. 1978. Growth and maintenance requirements of subterranean clover. **Crop Sci.** 18: 13 – 18.
- . and VAN BAVEL, H.M. 1977. Respiration and crop production: A case study with two crops under water stress. *In*: LANDSBERG, J.J. & CUTTING, C.V. (eds.). *Environmental Effects on Crop Physiology*. Academic Press, London. p. 199 – 216.
- MILTHORPE, F.L. and MOORBY, J. 1974. An Introduction to Crop Physiology. Cambridge University Press, London. 202 p.
- MONTEITH, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **J. Appl. Ecol.** 9: 746 – 766.
- PENNING de VRIES, F. W.T. 1975a. Use of assimilates in higher plants. *In*: COOPER, J.P. (ed.). *Photosynthesis and Productivity in Different Environments*. Cambridge University Press, London. p. 459 – 480.
- . 1975 b. The cost of maintenance processes in plant cells. **Ann. Bot.** 39: 77 – 92.
- PIRT, S.J. 1965. The maintenance and energy of bacteria in growing cultures. **Proc. Royal Soc. London B.** 163: 224 – 231.
- RAVEN, J.A. 1976. The quantitative role of dark respiratory processes in

heterotrophic and photolithotrophic plant growth. *Ann. Bot.* 40:587 – 602.

ROBSON, M.J. 1973. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. II. Carbon assimilation and respiration in a seedling swards. *Ann. Bot.* 37: 501 – 518.

STEWART, F.C. & DURZAN, D.J. 1965. Metabolism of nitrogenous compounds. In: STEWARD, F.E. (ed.). *Plant Physiology: A Treatise*. Academic Press, New York. IV: 379 – 636.

————— . & POLLARD, J.K. 1957. Nitrogen metabolism in plants: ten years in retrospect. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 8:65 – 114.

THOMAS, M.D. & HILL, G.R. 1949. Photosynthesis under field conditions. In: FRANK, J. & LOOMIS, W.E. (eds.). *Photosynthesis in Plants*. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa. p. 19 – 52.

THORNLEY, J.H.M. 1970. Respiration, growth and maintenance in plants. *Nature* 227: 304 – 305.

WATSON, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.* 4:101 – 145.

WIT, C.T. de, BROUWER, R. & PENNING de VRIES, F.W.T. 1970. The simulation of photosynthetic systems. In: SETLIK, I. (ed.) *The Prediction and Measurement of Photosynthetic Productivity*. Proc. IBP/PP Tech. Meet., Trebon. Pudoc, Wageningen. p. 47 – 70.

WOHL, K. & JAMES, W.O. 1942. The energy changes associated with plant respiration. *New Phytol.* 41: 230 – 256.

INFORMAÇÕES AOS COLABORADORES

1. Serão aceitos para publicação artigos científicos e de divulgação técnica, relacionados com assuntos agrônômicos e sócio-econômicos de interesse das regiões produtoras de cacau.

2. São da exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, à Comissão Editorial reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis ou necessárias.

3. Os trabalhos deverão ser encaminhados em 3 vias (original e duas cópias) datilografadas em uma só face do papel em espaço duplo e com margens de 2,5 cm. O texto deverá ser escrito corridamente, sem intercalações de figuras e quadros, que feitos em folhas separadas, devem ser anexados ao final do trabalho, acompanhados das respectivas legendas.

4. As figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) não deverão ultrapassar a medida de 18 x 20 cm. Os gráficos e os desenhos serão feitos com tinta nanquim em papel vegetal, as fotografias, somente aceitas em preto e branco, serão copiadas em papel brilhante com bom contraste, os mapas serão confeccionados no tamanho máximo de 40 x 50 cm e em escala adequada a receberem redução para 11,5 x 18 cm, espaço máximo a ser ocupado pela mancha da página.

5. Os quadros deverão ser explicativos por si mesmos, podendo ser datilografados em papel deitado no tamanho máximo de folha ofício.

6. Deverá ser evitada a duplicidade de apresentação de dados, isto é, a apresentação simultânea em gráficos e quadros, cabendo ao(s) autor(es) optar(em) por uma delas.

7. Os trabalhos de pesquisas deverão ser organizados seguindo o estilo científico: Título, Resumo, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou a combinação dos dois últimos), Conclusões, Agradecimentos (quando for o caso) e Referências.

8. Aos trabalhos descritivos e monografias será reconhecida liberdade de estilo. Neste caso, contudo, o editor permite-se, quando necessário, proceder alterações para sanar falhas de estilo e especialmente evitar ambigüidades, consultando os autores em caso de dúvida. Qualquer que seja a forma de apresentação é indispensável a preparação de breve resumo do conteúdo do trabalho e sua tradução para o idioma inglês, a fim de compor o Abstract. Não se aceitam citações bibliográficas em notas de rodapé.

9. Deverão constar na primeira página, em chamada de rodapé, a qualificação profissional e endereço do(s) autor(es).

10. As citações bibliográficas no texto deverão ser feitas pelo sistema autor-ano. A Literatura Citada obedecerá a ordem alfabética dos nomes dos autores. Trabalhos de um mesmo autor serão citados na ordem cronológica das datas em que foram publicados, e quando do mesmo ano serão distinguidos acrescentando-se letras minúsculas ao número indicativo do ano (a, b, c etc.). Trabalhos até de três autores serão citados pelos nomes de todos, e de quatro ou mais, pelo nome do primeiro, seguido de et al., e o ano.

CEPLAC
Divisão de Comunicação