

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA



FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO EM Hippeastrum hybridum  
CV. APPLE BLOSSOM : RELAÇÕES FONTE : DRENDO

Giulio Cesare Stancato

Dissertação apresentada ao  
Instituto de Biologia da  
Universidade Estadual de Cam-  
pinas, para obtenção do título  
de MESTRE em Biologia Vegetal

St24f

19619/BC

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato(a)  
Giulio Cesare Stancato  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

03/6/93

*Alcemi*

FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO EM Hippeastrum hybridum  
CV. APPLE BLOSSOM : RELAÇÕES FONTE : DRENO

Giulio Cesare Stancato<sup>24</sup>

Orientador : Prof. Dr. Antonio Celso Nogueira de Magalhães

Dissertação apresentada ao  
Instituto de Biologia da  
Universidade Estadual de Cam-  
pinas, para obtenção do título  
de MESTRE em Biologia Vegetal

À minha esposa, Dra. Adriana

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Desejo expressar minha gratidão às seguintes pessoas e Instituições que tornaram possível a execução deste trabalho:

- Ao Prof. Dr. Antonio Celso N. Magalhães, pela orientação e inestimável ajuda na descoberta dos caminhos da CIÊNCIA;
- Ao Prof. Dr. Paulo Mazzafera, pela grande amizade, pelo apoio e pela ajuda na obtenção dos dados a nível de campo e laboratório;
- Aos professores do Depto. de Fisiologia Vegetal, pelo carinho com que sempre me receberam;
- A todos os funcionários do Depto. de Fisiologia Vegetal;
- Aos "companheiros" e "companheiras" da pós-graduação;
- À Universidade Estadual de Campinas, pela oportunidade de frequentar o curso de Pós-graduação;
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida;
- À KLAAS SCHOENMAKER & FILHOS, pela grande e inestimável ajuda, proporcionando o material vegetal e informações imprescindíveis para a elaboração desta dissertação;
- À amiga Julie Dutilh, pela descoberta do Hippeastrum;

## ÍNDICE

		PÁGINA
1	INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	1
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
	2.1 Espécie Vegetal.....	11
	2.2 Instalação e Condução.....	12
	2.3 Amostragem.....	15
	2.4 Obtenção dos Parâmetros de Crescimento.....	16
	2.5 Determinação de Carboidratos.....	17
	2.6 Enverdecimento de Folhas.....	18
	2.7 Parâmetros de Crescimento.....	19
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
	3.1 Ensaio 1 - Propagação de bulbilhos via escama dupla.....	21
	3.2 Ensaio 2 - Cultivo de bulbos de 1(um) ano.....	30
4	CONCLUSÕES.....	40
	4.1 Ensaio 1 - Propagação de bulbilhos via escama dupla.....	40
	4.2 Ensaio 2 - Cultivo de bulbos de 1(um) ano.....	41
5	RESUMO.....	43
6	SUMMARY.....	45
7	LITERATURA CITADA.....	47
	APÊNDICES.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
FIG. 1 - Diagrama de um bulbo adulto de <u>Hippeastrum</u> em corte longitudinal mostrando seus componentes.....	5
FIG. 2 - Curso anual da produção, consumo e acumulação de matéria seca de uma geófita histerantrófica, representada pelo gênero <u>Hippeastrum</u> (DAFNI, 1981a e b), crescendo em região Mediterrânica.....	6
FIG. 3 - Esquema do processo de obtenção de escamas duplas, a partir de bulbos do gênero <u>Hippeastrum</u> , para propagação de bulbilhos.....	13
FIG. 4 - Variação no peso da matéria seca de escamas interna e externa, no ensaio de propagação de bulbilhos a partir de escamas duplas de <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom : (A) tratamento LUZ ; (B) tratamento ESCURO e (C) tratamento 1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ, em estufim.....	22
FIG. 5 - Variação nos teores de amido nas escamas interna e externa no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom. (A) tratamento LUZ; (B) tratamento ESCURO e (C) tratamento 1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ, em estufim.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
FIG. 6 - Curva de matéria seca total das plântulas no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom. (A) tratamento LUZ; (B) tratamento ESCURO e (C) tratamento 1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ, em estufim.....	25
FIG. 7 - Acúmulo de matéria seca em componentes da plântula no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom. (A) tratamento LUZ; (B) tratamento ESCURO e (C) tratamento 1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ, em estufim.....	29
FIG. 8 - Desenvolvimento da área foliar no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom : tratamento LUZ; tratamento ESCURO e tratamento 1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ, em estufim	
Curva de enverdecimento (teor de clorofila) em folhas de plântulas de <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom no tratamento 3 (1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ), em comparação ao teor de clorofila em folhas verdes, em estufim.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
FIG. 9 - Curvas de peso de matéria seca dos vários componentes (bulbo, folhas e raízes) de plantas e área foliar em <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom, no ensaio de cultivo com bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : (A) PLENA LUZ e (B) SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.....	32
FIG. 10 - Teores de amido (equiv.mg GLI/g ps); aç. sol. totais(equiv.mg SAC/ g ps) e sacarose(mg SAC/g ps) no bulbo de <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom no ensaio de cultivo com bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : (A) PLENA LUZ e (B) SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.....	34
FIG. 11 - Razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) em plantas de <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom, no ensaio de cultivo com bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : PLENA LUZ e SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.....	36
FIG. 12 - Partição de assimilados para cada componente da planta (bulbo, folhas e raízes) de <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom em relação ao acúmulo de matéria seca total, em porcentagem, no ensaio de cultivo com bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : (A) PLENA LUZ e (B) SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.....	37



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
TABELA I - Efeito da intensidade de luz na hidrólise de amido e perda de matéria seca, nas escamas interna e externa, no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em <u>Hippeastrum hybridum</u> cv. apple blossom, nos tratamentos: LUZ; ESCURO e 1ª fase ESCURO e 2ª fase LUZ.....	26

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Desde quando o ser humano passou a interferir no processo de seleção natural em plantas, o caminho buscado foi o de melhorar/aumentar o(s) órgão(s) ou tecido(s) de interesse procurando alterar as características estabelecidas geneticamente nas diferentes espécies vegetais, visando seu consumo.

Poucas são as espécies vegetais nas quais os órgãos de interesse agrônômico/econômico são os mesmos órgãos favorecidos pelos fatores intrínsecos à própria planta. Em outras palavras, as plantas fazem uso de mecanismos que preservam determinados órgãos envolvidos na sua sobrevivência, proliferação e adaptabilidade a fatores climáticos sazonais, e somente algumas vezes esses interesses são comuns aos buscados através de seu cultivo comercial.

Quando se considera o crescimento de órgãos ou partes de uma planta, na verdade, está se dando ênfase à distribuição de matéria seca dentro da planta. Como relatado por HESKETH e JONES apud GIFFORD (1981), o desconhecimento dos mecanismos de controle do particionamento de fotoassimilados é indicado pela maneira empírica na qual "moduladores" de produtividade se apóiam. Para plantas cultivadas, aumentos na produção têm resultado, principalmente, de mudanças na partição de assimilados e nutrientes pela redução no crescimento de órgãos de menor interesse econômico através das técnicas de melhoramento de plantas (GIFFORD et al. apud HO et al., 1989).

Para se compreender o particionamento de matéria seca nas plantas deve-se levar em conta como os fatores relacionados à adaptação às condições ambientais, às taxas de fotossíntese, translocação, crescimento e armazenamento de fotoassimilados, interagem entre si, quer seja em seu habitat natural, quer sob cultivo comercial. Existem evidências de que o crescimento das plantas está fortemente vinculado aos fenômenos associados à assimilação do carbono e ao particionamento da matéria seca (GIFFORD e EVANS, 1981).

Uma das formas de se avaliar a produção e distribuição da matéria seca, sob a forma de compostos de carbono, em plantas, é através de análise de crescimento bem como do estudo da acumulação de carboidratos e de polissacarídeos (EVANS, 1972). A análise de crescimento é um método utilizado para estimar a produção fotossintética líquida, possibilitando estudos de distribuição da matéria seca produzida entre as diversas partes da planta. Extendendo esse conceito proposto, resulta que a matéria seca acumulada nos órgãos ou partes da planta também pode representar os processos de remobilização interna.

Neste tipo de análise, o crescimento é definido pelo incremento do peso da matéria seca durante um período ou fase do ciclo; da mesma forma, o decréscimo de peso do órgão de reserva, por exemplo, pode significar a remobilização de compostos produzidos ou armazenados em outras partes da planta. Basicamente, três tipos de determinações são necessárias: o peso da matéria seca total da planta, e de suas partes, a dimensão do aparelho fotossintetizador, representado pelas folhas e as concentrações de carboidratos nos diferentes órgãos ou tecidos, obtidos em intervalos de tempo pré-fixados.

As variações no peso da matéria seca e na área foliar, durante os vários períodos do desenvolvimento da planta, são utilizadas para a estimativa de vários índices fisiológicos.

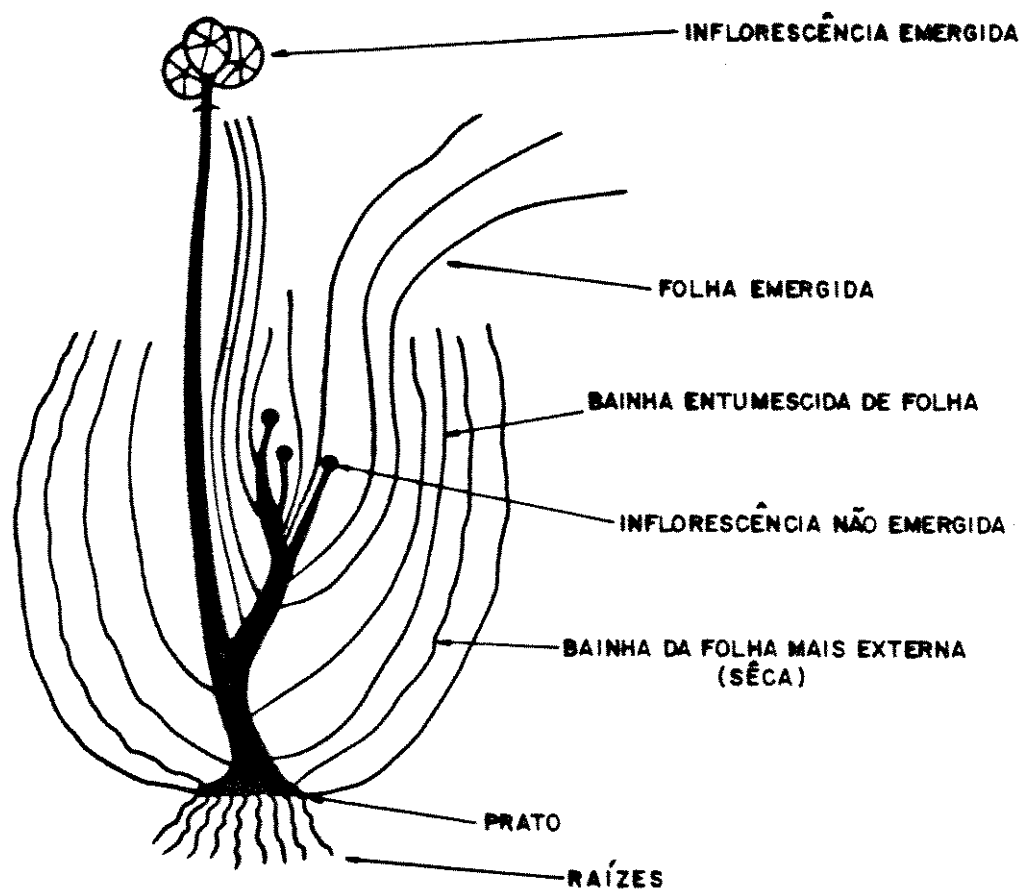
Na análise de crescimento são utilizados, basicamente, dois processos para a estimativa dos parâmetros fisiológicos: o integral e o diferencial. No processo integral, definem-se os índices fisiológicos como valores médios correspondentes a duas coletas consecutivas. RADFORD apud MACHADO (1981) discute a alternativa do uso do processo diferencial, que consiste em procurar funções matemáticas que descrevam as alterações dos vários parâmetros, em função do tempo.

Neste trabalho, optou-se pelo processo integral (WATSON apud MACHADO, 1981) e as relações obtidas estão embasadas nas seguintes observações : (i) é necessário que as curvas obtidas a partir da variação da biomassa e da área foliar, em função do tempo, reflitam os efeitos das condições ambientais sob estudo; (ii) as amostragens não necessitam ser realizadas em intervalos regulares e com grande frequência; (iii) grande número de informações pode ser representado por uma única expressão matemática.

Em estudos de translocação e partição de assimilados em plantas, os conceitos de "fonte" e "dreno" (ESCHRICH, 1989) têm sido muito utilizados, realçando seus papéis funcionais e reconhecendo suas habilidades em suprir ou usar metabólitos. Por fonte entende-se o conjunto de órgãos ou tecidos responsáveis pela produção de metabólitos, a partir dos intermediários sintetizados no processo fotossintético. A atividade das fontes durante o período de desenvolvimento vegetativo, além de atuar na definição da capacidade de armazenamento dos assimilados, também é responsável pela produção de material de reserva, que é acumulado temporariamente nos tecidos e, posteriormente mobilizado. Por conseguinte dreno, é um órgão ou parte de uma planta que consome ou metaboliza fotoassimilados, sendo que a quantidade de fotoassimilados tomada por um dreno delinea sua capacidade. A "força" do dreno não é absoluta, sua relatividade é demonstrada pela influência de fatores ambientais como por exemplo, níveis de irradiância (WARREN-WILSON apud HO et al., 1989). As relações fonte e dreno da planta são dinâmicas, sendo que um dado órgão pode alterar sua condição de produtor para consumidor ou acumulador, e vice-versa. Tais relações alteram-se continuamente durante o ciclo, e são as demandas metabólicas dos diferentes órgãos ou partes que determinam suas atividades como sítios de importação ou exportação de assimilados. Por exemplo, a transição de uma folha da situação de dreno para funcionar como fonte está associada com sua capacidade de produzir assimilados translocáveis, e o desenvolvimento de um balanço positivo de carbono para uso na própria folha e também para exportação (GIAQUINTA, 1978; LOESCHER et al. apud HO et al., 1989; TURGEON e WEBB apud HO et al., 1989).

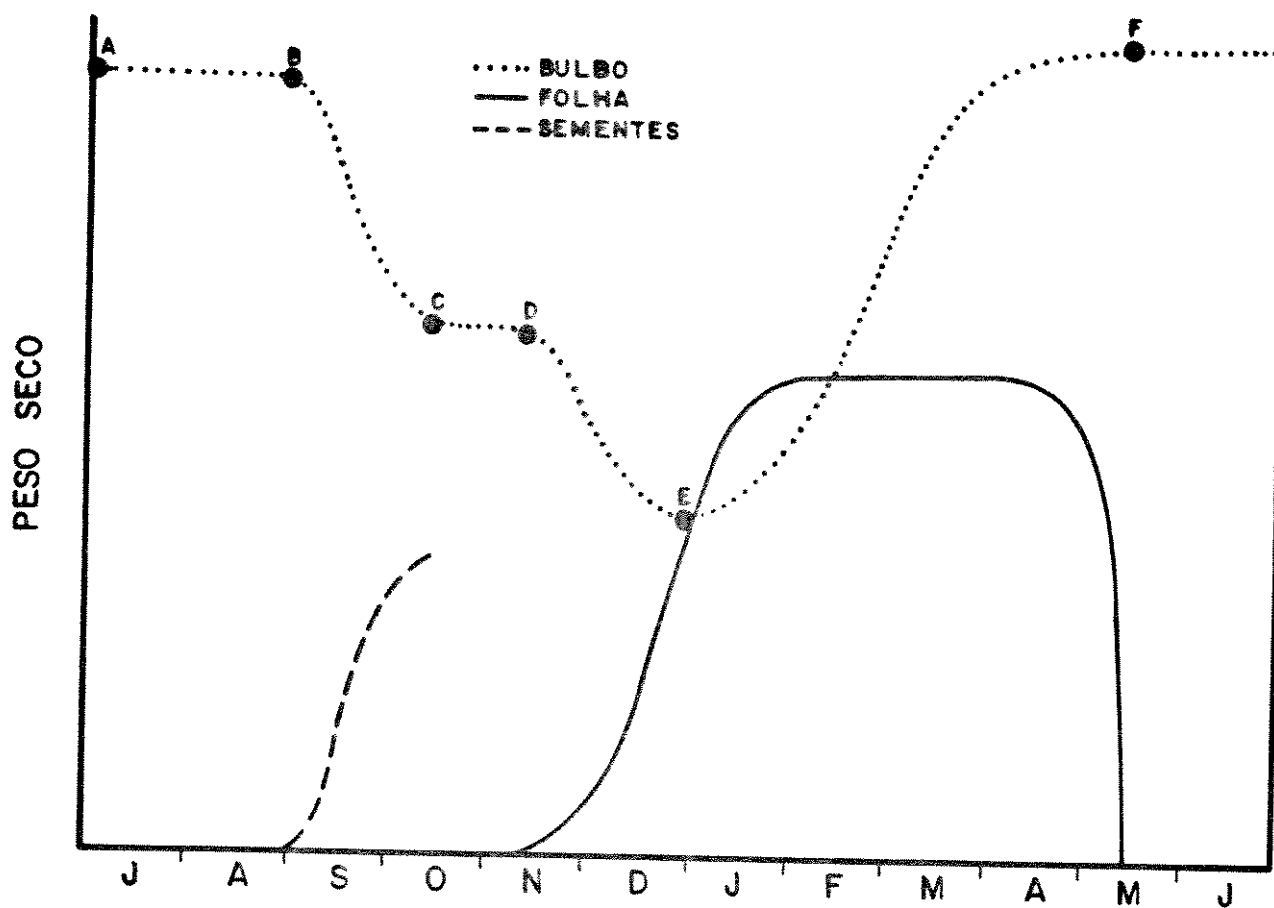
A dinâmica do processo de transporte de assimilados em vegetais, analisada sob o enfoque fonte e dreno, e do particionamento da matéria seca, necessita a identificação de plantas-modêlo que permitam melhor avaliar os processos associados ao crescimento e desenvolvimento, através de estimativas quali-quantitativas. A escolha do gênero Hippeastrum se justifica, neste trabalho, em virtude de algumas características do desenvolvimento e hábito de crescimento da planta. Em primeiro lugar, as fases fenológicas das plantas desse gênero são bem marcadas, e permitem inferir várias considerações de cunho fisiológico, tais como: relações fonte e dreno, partição da matéria seca, realocação de assimilados, entre outras. Além do mais existe o interesse de melhor investigar o comportamento eco-fisiológico da planta, que permita fazer distinções entre as diferentes fases do desenvolvimento, sob várias formas de cultivo; um outro aspecto não menos importante nesse gênero é sua importância econômica no campo da floricultura, sendo amplamente cultivado com florescimento induzido para a colheita nos meses de inverno, visando sua comercialização como flores de corte ou bulbos (FIG. 1).

O Hippeastrum está incluído no grupo de plantas chamadas geófitas que ocorrem em regiões subtropicais (HOLTTUM apud DAFNI et al., 1981 a e b; HOLDSWORTH apud DAFNI et al., 1981 a e b). Estas diferenciam-se por apresentarem brotação a partir do órgão de armazenamento subterrâneo (bulbo), e um período de dormência do bulbo que se estende de algumas semanas até mais de um ano. No Hippeastrum o período de dormência tem duração de aproximadamente 3 ou 4 meses. O gênero está situado no sub grupo chamado geófitas com folhas histerantróficas e órgão de reserva perene, nas quais flores e folhas ocorrem em estações separadas, e o curso dos eventos é caracterizado pelo crescimento, armazenamento, dormência e florescimento (DAFNI et al., 1981 a e b). No Hippeastrum há uma completa separação entre as fases de produção e armazenamento de assimilados, e as reservas necessárias para o processo de florescimento são acumuladas no ano anterior. Quando as reservas são insuficientes, o florescimento não ocorre no ano seguinte, e são mobilizadas para o crescimento do aparelho fotossintético. O curso anual de produção, consumo e acúmulo de matéria seca está representado na FIG. 2. O florescimento é completamente dependente do nível



( FONTE: REES, 1972 )

FIG. 1 - Diagrama de um bulbo adulto de *Hippeastrum* sp em corte longitudinal mostrando seus componentes. (REES, 1972)



FONTE: DAFNI, 1981 b)

FIG. 2 - Curso anual da produção, consumo e acumulação de matéria seca de uma geófita histerantrófica representada pelo gênero *Hippeastrum*, crescendo na região Mediterrânea. (DAFNI, 1981a e b)

- A---B : período de preparação no órgão de reserva para florescimento;
- B---C : período de consumo das reservas no florescimento e produção de sementes;
- C---D : período entre a produção de sementes e a diferenciação das folhas;
- D---E : período de consumo das reservas para o estabelecimento das folhas;
- E : representa o ponto de reserva mínima;
- E---F : período de alocação das reservas no bulbo.

de armazenamento alcançado no fim do ano anterior, e não das condições ambientais presentes (DAFNI et al., 1981 a e b).

É bem conhecido dos horticultores que bulbos que não atingiram um certo tamanho, o que é variável de espécie para espécie, não florescem. Segundo REES (1966 e 1972), parece existir um tamanho a ser atingido pelo órgão de armazenamento para a ocorrência do florescimento. FRONTANIER apud DAFNI et al. (1981 a e b) notou que a duração do período juvenil dos bulbos pode estar relacionado com o peso mínimo adquirido, ou seja, deve-se assumir que a quantidade das reservas presentes ao final deste período é fator fortemente regulador do florescimento e que, uma vez ocorrido, o processo repete-se todos os anos. Geófitas perenes com folhas histerantróficas por sofrerem períodos anuais de estresse climático, exigem grande quantidade de reservas para completar seu desenvolvimento, e é esperado que obtenham grande eficiência na utilização dessas reservas e uma baixa demanda energética para a manutenção do órgão de armazenamento. Se a taxa de armazenamento é alta, pelo menos algumas folhas poderiam ser produzidas às expensas da produção corrente e não fora das reservas. Tal situação pode ser mostrada comparando a distribuição de reservas para a produção de folhas com o declínio das reservas no bulbo (GRAINGER apud DAFNI et al., 1981 a e b; REES, 1972).

Portanto, depreende-se que há a necessidade de, sob cultivo comercial, intensificar a fase de produção e acúmulo de fotoassimilados, o que resultaria na abreviação da fase juvenil do bulbo.

Taxas naturais de multiplicação de Hippeastrum e outras importantes plantas bulbosas ornamentais são baixas, pois produzem poucos bulbilhos, e várias técnicas foram propostas para superar essa deficiência. Em Hippeastrum, e outras espécies, o mais efetivo método é o de multiplicação por escamas duplas: os bulbos são cortados em seções longitudinais, as quais são separadas em pares de escamas adjacentes (escama interna e escama externa) unidas por uma fração do "prato". Ao incubarmos esses propágulos em vermiculita umedecida, em câmaras de polietileno fechadas, os bulbilhos se desenvolvem na junção das escamas com o prato. Durante a incubação em vermiculita, um ou mais bulbilhos são formados em cada escama dupla. Após este período,



cuja duração varia em função da temperatura de incubação, os bulbilhos são plantados no campo por duas a três estações de crescimento, sendo que após esse período alcançam tamanho para florescimento. Bulbos de segunda ou terceira estação podem ser seccionados em escamas duplas, se necessário. Os bulbos são frequentemente divididos em 8 ou 16 segmentos para produzir de 30 a 60 escamas duplas, as duas escamas mais externas bem como as mais interiores, são desprezadas. STONE apud HANKS e REES (1979), mostrou que escamas duplas com peso de matéria fresca menor que 1 g têm uma taxa de brotação bastante baixa. TOMPSETT apud HANKS e REES (1979) mostrou que escamas com peso de matéria fresca entre 2 a 3 g são mais apropriadas para multiplicação.

Técnicas de incubação de escamas duplas foram desenvolvidas empiricamente. Trabalhos realizados na Estação Experimental de Horticultura de Rosewarne (Grã-Bretanha), demonstraram os efeitos da incubação de escamas duplas em temperatura constante de 17 ou 23°C, quando comparadas com temperatura variável entre 18-24°C, com média de 20,5°C (ANÔNIMO apud HANKS e REES, 1979; TOMPSETT apud HANKS e REES, 1979). Os melhores resultados, em termos de número e tamanho dos bulbilhos iniciados, quantidade de raízes presentes em cada época de plantio no campo, foram obtidos com a utilização de temperaturas flutuantes. ALKEMA e VAN LEEUWEN apud HANKS e REES (1979) comparando bulbilhos formados em 17, 20 e 25°C, definiram que a melhor formação de bulbilhos ocorre em temperatura de 25°C e esta é a temperatura recomendada.

Outra variável ambiental utilizada pelos produtores é aquela em que o período de incubação se verifica em total ausência de luz (escuro). Nestas condições, as reservas contidas nas escamas interna e externa que compõem a escama dupla, constituiriam-se na única fonte de carbono a ser utilizada durante a formação dos bulbilhos. Segundo HUANG *et al.* (1990), a iniciação do bulbilho ocorre na superfície abaxial da escama interna, e os feixes vasculares do protobulbilho unem-se com o sistema vascular da escama externa; isso explicaria a utilização mais rápida das reservas da escama externa e, conseqüentemente, a transferência mais acentuada destas reservas para o bulbilho em formação.

Ao término do período de incubação, os bulbilhos produzidos no escuro são levados para plantio no campo. Devido às condições impostas durante esta fase de produção, as plântulas resultantes apresentam folhas estioladas e, conseqüentemente, sujeitas a condições estressantes durante a transição escuro : luz na fase de enverdecimento. É frequente a ocorrência de lesões necróticas e secamento das folhas, induzindo o bulbilho a utilizar parte das reservas para a produção de novas folhas que normalmente se traduz em atraso no crescimento.

Apesar da ampla utilização destas técnicas pelos produtores, nada existe de documentado na literatura que fundamente esse procedimento.

## O B J E T I V O S :

- Caracterizar o papel das escamas interna e externa como fonte de assimilados para a formação dos bulbilhos, raízes e folhas durante a fase de desenvolvimento inicial das plântulas de Hippeastrum, sob diferentes condições de irradiância.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Estudar o particionamento da matéria seca em plantas derivadas de bulbos de um ano não induzidos para florescer, e das frações de carboidratos e amido no bulbo, durante a fase de crescimento das plantas sujeitas a dois níveis de irradiância, em casa de vegetação.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ESPÉCIE VEGETAL

O gênero Hippeastrum (Amaryllidaceae), erroneamente chamado Amaryllis, abrange em torno de 50 a 60 espécies, todas originárias da América do Sul. Do Brasil, as espécies que contribuíram para formar os híbridos atuais são H. aulicum, H. reginae, H. reticulatum, H. rutilum e H. vittatum, e do Peru, H. psittacinum, H. leopoldii e H. padinum (REES, 1985). Como resultado de uma série de hibridizações realizadas na Holanda, existem atualmente em torno de 300 cultivares, descritos em várias categorias quanto ao tipo de flor: tipo belladona, tipo regina, tipo leopoldii, miniaturas, dobradas e tipo orquídea.

A inflorescência é uma umbela variando de 4 a 6 flores, vistosas e sem aroma, exibindo uma faixa de cores que abrange desde o vermelho escuro, rosa, branca, até flores com cores mescladas. A umbela está posicionada sobre um escapo verde, longo e ôco. A flor é ligeiramente zigomorfa, com anteras nos ápices de longos filetes de comprimentos desiguais, curvados para o lado inferior da flor.

Certa periodicidade é imposta à planta pelo ambiente, ou por práticas horticulturais, já que as plantas passam por um deficit hídrico e são comercializadas como bulbos antes do replantio. Sob irrigação contínua a planta permanece sempre verde, havendo a produção regular de doze folhas em média por ano, sendo estas organizadas em três elementos distintos. Cada elemento é composto por quatro folhas e uma inflorescência (simpódio), e o plastocrono está em torno de 30 dias. Quando o ápice se transforma de vegetativo para reproduti-

vo, o crescimento simpodial continua por uma gema lateral na axila da escama próxima a inflorescência, ao lado da última folha (ARROYO, 1984; SVOSKIN, 1960).

O presente trabalho foi conduzido com a espécie Hippeastrum hybridum cv. apple blossom enfocando as duas fases do ciclo da planta, consideradas em cultivo comercial, sendo que os bulbos utilizados foram obtidos de campos de produção da Fazenda Holambra (Klaas Schoenmaker & Filhos) em Holambra, S.P.

Uma das etapas do projeto, referido como **ensaio 1**, abrangeu a fase de propagação dos bulbilhos e desenvolvimento de plântulas. A outra fase, denominada **ensaio 2**, correspondeu ao cultivo de bulbos de um ano, e o subsequente crescimento das plantas.

## 2.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO

A duração do ENSAIO 1 foi de 125 dias (início em 31/03/92 término em 03 /08 /92 ) e o ENSAIO 2 se estendeu por 163 dias (início em 15/10/91 término em 27/04 /92).

### ENSAIO 1 : Propagação de bulbilhos via escama dupla sob três níveis de irradiância

A propagação por meio de escamas duplas ocorreu na faixa de temperatura entre 35 a 40°C e umidade relativa em torno de 50 - 70%. Os experimentos foram conduzidos em estufim revestido com filme de polietileno - 0,1 mm de espessura, e com substrato de aproximadamente 10 cm de espessura de vermiculita, textura fina.

As escamas duplas foram colocadas em fileiras com espaçamento de 2,5 cm e ficaram totalmente cobertas pelo substrato.

As escamas duplas foram previamente selecionadas pelo peso fresco (entre 2,5 e 4,0 g), com peso seco variando de 181,9 a 222,3 mg, respectivamente. O material vegetal foi obtido a partir de bulbos de um ano, sendo que as escamas permaneceram em tratamento com solução fungicida de amplo espectro de ação (benomyl, 2,0 g/l do produto comercial), por vinte e quatro horas.

Para obtenção das escamas duplas os bulbos passaram pelas seguintes etapas (FIG. 3): o terço superior do bulbo foi cortado e

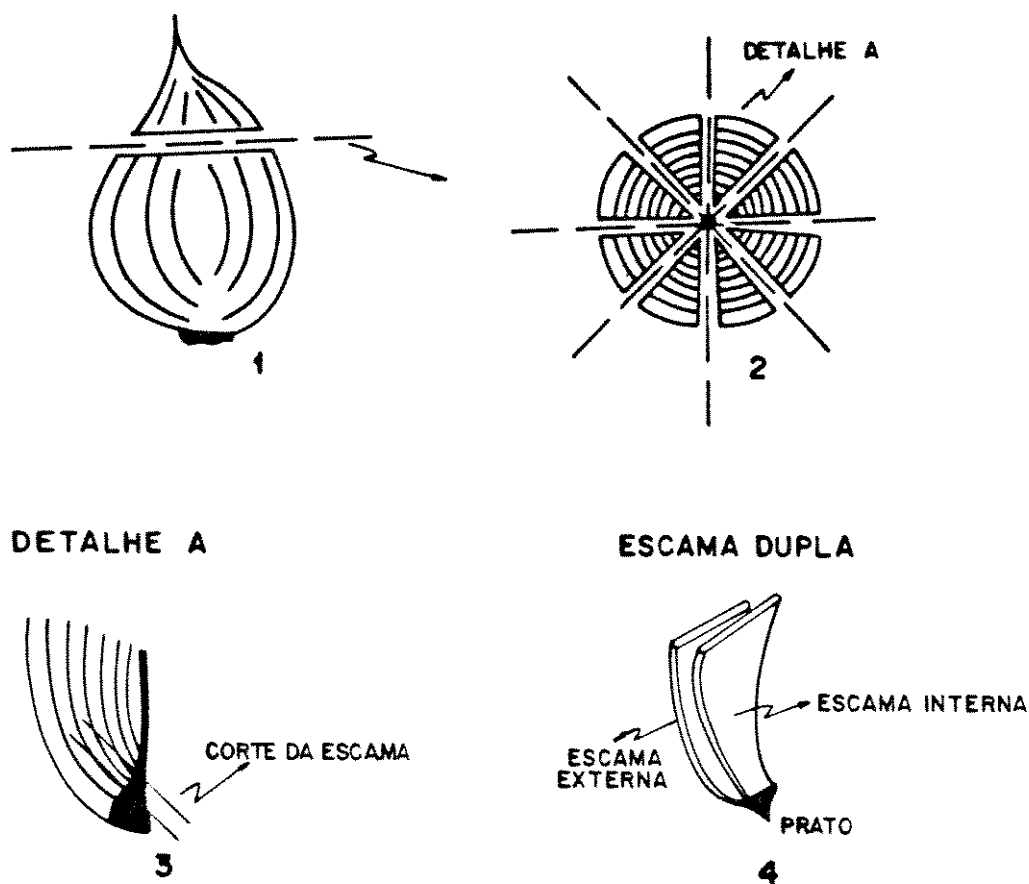


FIG. 3 - Esquema do processo de obtenção de escamas duplas a partir de bulbos do gênero Hippeastrum, para propagação de bulbilhos.

1. Eliminação do terço superior, visão lateral;
2. Corte transversal do bulbo seccionado em 8 partes;
3. Detalhe A. Vista longitudinal de uma das 8 seções, mostrando a região de separação para formação das escamas duplas;
4. Perspectiva de uma escama dupla e suas partes constituintes.

descartado; as duas escamas mais externas, bem como a parte central do bulbo, foram excisados e também descartados; em seguida o bulbo foi cortado em oito seções longitudinais, sendo que cada seção foi composta por seis a sete escamas unidas na parte inferior por um fragmento do prato. Cada duas escamas consecutivas, unidas na base pelo prato, foram separadas das demais constituindo-se em uma escama dupla. Cada bulbo forneceu, em média, de 24 a 30 escamas duplas, as quais foram colocadas em recipiente com água destilada.

Em torno de 600 escamas duplas foram utilizadas nos experimentos de propagação, as quais foram divididas em três grupos, cada um com 200 escamas duplas. Três tratamentos foram definidos, a saber : tratamento 1 - após a brotação dos bulbilhos nas escamas duplas, as folhas ficavam expostas à luz natural. tratamento 2 - as escamas duplas foram cobertas com bandejas de polietileno brancas, e revestidas internamente com folha de papel laminado, conferindo ao ambiente total ausência de luz; tratamento 3 - as escamas duplas permaneceram inicialmente no escuro por 62 dias, e em seguida expostas à luz.

As temperaturas máximas e mínimas, e a umidade relativa do ar no interior do estufim foram continuamente monitoradas (APÊNDICE I). A irrigação foi programada de modo a manter ampla disponibilidade de água para as plantas e umidade do ar em torno de 50 - 70%. Os experimentos foram realizados durante os meses de abril a agosto de 1991.

**ENSAIO 2** : Cultivo de bulbos de 1(um) ano sob duas condições de luminosidade

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, com bulbos de um ano, classificados pelos produtores, em função do seu diâmetro, como número 24. Os bulbos foram selecionados previamente, e descartados aqueles apresentando podridões e/ou incidência de pragas. Os bulbos foram pesados para determinação do peso de matéria fresca e em seguida plantados individualmente em sacos plásticos pretos, com capacidade para 4,0 l de substrato. O fornecimento de água para as plantas a princípio foi feito diariamente e, após dois meses do plantio passou a ser realizado a cada dois dias.

O substrato utilizado foi solo:areia grossa:esterco bovino curtido, numa proporção 1,5 : 1,5 : 1, homogeneizados em betoneira. A essa mistura foi acrescentado calcáreo dolomítico, com o intuito de elevar a capacidade de troca catiônica do substrato (CTC) para aproximadamente 80%, e o pH para 6,5. Também foi acrescentado superfosfato simples farelado, para que os níveis de fósforo no substrato se elevassem para um patamar alto (RAIJ et al., 1985).

Os sacos plásticos com os bulbos foram colocados na casa de vegetação, sobre bancadas de cimento, sustentados por uma estrutura de madeira e fios de nylon, de tal forma que os recipientes permaneceram a uma distância de 15 cm um do outro.

Metade do lote inicial foi colocado numa bancada recebendo luz solar plena, e constituiu-se no tratamento chamado **PLENA LUZ (PL)**. A outra metade do lote permaneceu numa bancada, sob cobertura de sombrite 50%. Este lote sob sombrite 50% foi chamado tratamento **SOMBRITE 50% (50%)**. Os experimentos foram conduzidos durante os meses de outubro a março de 1991.

As variações de temperatura e U.R.(%) foram monitoradas com um termohigrógrafo para cada tratamento (APÊNDICE II).

## 2.3 AMOSTRAGEM

### ENSAIO 1 :

Foram realizadas onze amostragens :

T <sub>00</sub>	-	inicial	T <sub>06</sub>	-	69 dias após o plantio
T <sub>01</sub>	-	10 dias após o plantio	T <sub>07</sub>	-	84 " " " "
T <sub>02</sub>	-	25 " " " "	T <sub>08</sub>	-	99 " " " "
T <sub>03</sub>	-	38 " " " "	T <sub>09</sub>	-	112 " " " "
T <sub>04</sub>	-	55 " " " "	T <sub>10</sub>	-	125 " " " "
T <sub>05</sub>	-	62 " " " "			

Tomou-se o cuidado para que as escamas duplas, dentro de cada amostragem, e em cada tratamento, fossem feitas ao acaso, e somente fossem amostradas escamas duplas com apenas um bulbilho.



Cada amostragem constou de seis escamas duplas/amostragem/tratamento, sendo que cada escama dupla foi decomposta com o auxílio de um bisturi em : escama interna, escama externa e prato. Quando do início da brotação, as plântulas foram separadas em : bulbilho, folhas e raízes. Foram consideradas três repetições de cada grupo de seis escamas duplas sendo que o valor numérico de cada repetição, e de cada componente da escama dupla, foi obtido através da média aritmética simples entre os dois valores que compunham cada repetição.

Considerando-se a fase inicial (escuro) no tratamento 3, semelhante à fase inicial do tratamento 2, os mesmos dados amostrados foram usados em ambos os tratamentos nesta fase.

O material utilizado para dosagens do teor de amido, constituído de escamas internas e externas, separadamente, foi conservado em congelador e, posteriormente, liofilizado.

## ENSAIO 2 :

Foram realizadas onze amostragens :

T <sub>00</sub> - inicial	T <sub>06</sub> - 92 dias após o plantio
T <sub>01</sub> - 10 dias após o plantio	T <sub>07</sub> - 102 " " " "
T <sub>02</sub> - 23 " " " "	T <sub>08</sub> - 118 " " " "
T <sub>03</sub> - 34 " " " "	T <sub>09</sub> - 138 " " " "
T <sub>04</sub> - 50 " " " "	T <sub>10</sub> - 163 " " " "
T <sub>05</sub> - 76 " " " "	

Cada amostragem, constituiu-se de oito plantas por tratamento, escolhidas ao acaso. As plantas foram separadas em três partes : folhas, bulbo e raízes. Em cada amostragem, foram determinados o peso de matéria seca de cada parte da planta, a área foliar, e colhido material para determinação de carboidratos no bulbo.

## 2.4 OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

Para obtenção do peso da matéria seca adotou-se o seguinte critério : cada componente foi colocado em sacos de papel, individualmente e, o material transferido para estufa a 80 °C, com cir-

culação forçada de ar, submetidos à desidratação até peso seco constante. Para a determinação de carboidratos (amido, açúcares solúveis e sacarose) o material, conservado em congelador, foi liofilizado. Como o peso seco liofilizado foi diferente do peso seco obtido em estufa a 80 °C, e como todos os valores de peso seco utilizados neste trabalho referem-se ao peso seco obtido em estufa a 80 °C, foi utilizado o seguinte procedimento : o material foi inicialmente liofilizado e obtido o peso seco liofilizado; em seguida o mesmo material foi colocado em estufa a 80 °C, e determinado o peso seco em estufa a 80 °C.

Assim :

$$PS \text{ EM ESTUFA A } 80^{\circ}C = PS \text{ liofilizado} * 0,957$$

Na determinação da área foliar foi feito uso de um expediente válido para ambos os ensaios. Independente da fase do ciclo desta planta as folhas apresentam-se lanceoladas, de forma e proporções bem definidas. Para a determinação da área foliar foram utilizadas cem folhas colhidas ao acaso e as medidas realizadas em um aparelho integralizador de área (LI-COR, LI-3000 - Lambda Instrum. Corp.). Nas mesmas folhas foram determinadas as medidas de comprimento e largura (C \* L). Feita a regressão linear com os dados de C \* L e área foliar real, obteve-se o fator de correção de 0,746. A metodologia usada foi : medidas de comprimento da lâmina foliar, a partir da lígula, e da largura máxima, multiplicadas pelo fator 0,746.

## 2.5 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

No ensaio 1 foram determinados os teores de amido nas escamas interna e externa, realizados em intervalos de tempo considerados apropriados.

No ensaio 2 foram determinados os teores de amido, açúcares solúveis e sacarose nos bulbos, em cada uma das amostragens efetuadas. No ensaio 1 o material liofilizado de escamas internas e externas é que foi utilizado para quantificar o teor de amido. No ensaio 2, o material coletado do bulbo com o auxílio de um vasador é que foi usado, imediatamente após a liofilização

As dosagens foram realizadas utilizando métodos colorimétricos, fenol-sulfúrico para amido e açucares solúveis, e antrona para sacarose, empregando soluções padrão de glicose para dosagem de amido e expressando os resultados em equivalente-mg de glicose/g de peso seco do bulbo, e solução de sacarose para a dosagem de açucares solúveis e sacarose, expressando os resultados em equivalente-mg de sacarose/g de peso seco do bulbo e mg de sacarose/g de peso seco do bulbo, respectivamente.

Para extração os materiais liofilizados foram diluídos inicialmente em 10,0 ml de etanol 80%, mantidos em banho-maria à 75 °C por trinta minutos sob agitação. Em seguida foram centrifugados a 129 g. Separado o sobrenadante ( $S_1$ ), o precipitado, foi ressuspenso em 5,0 ml de etanol 80%, novamente agitado e mantido em banho-maria nas mesmas condições. As amostras foram centrifugadas a 202 g e o sobrenadante ( $S_2$ ) adicionado ao primeiro ( $S_1 + S_2$ ), compondo a fração utilizada para dosagem dos açucares solúveis e a sacarose. Esse procedimento foi adotado após teste preliminar, que na primeira extração, 75% dos açucares solúveis foram removidos. Numa segunda extração mais 20-24% somaram-se aos 75% iniciais e, na terceira extração não mais foi detectada a presença de açucares solúveis. O precipitado final foi ressuspenso em 5,0 ml de ácido perclórico 30% por uma noite, agitado e centrifugado a 202 g por dez minutos. O sobrenadante foi utilizado para dosagem do amido.

As dosagens feitas pelo método fenol-sulfúrico foram adaptadas do método proposto por DUBOIS *et al.* (1956) : 0,5 ml do extrato + 0,5 ml de solução aquosa de fenol 5% + 2,5 ml de  $H_2SO_4$ , sendo a leitura feita em espectrofotômetro a 490 nm.

O procedimento para dosagem da sacarose seguiu o método proposto por VAN HANDEL (1968).

## 2.6 ENVERDECIMENTO DE FOLHAS

### ENSAIO 1:

Bulbilhos produzidos no escuro apresentaram folhas estioladas que quando expostas à luz solar, acumularam pigmentos e iniciaram o processo de enverdecimento.

Neste trabalho plantas estioladas foram expostas à luz solar durante 21 dias, tempo necessário para atingir os níveis de clorofila observados nas folhas verdes .

O teor de clorofila nas folhas foi determinado utilizando o método de ARNON (1949) com modificações :

- a) 1,0 g de material fresco solubilizado em 5,0 ml de etanol 80%;
- b) homogeneização;
- c) banho-maria a 70°C por sessenta minutos;
- d) resfriado no escuro;
- e) leitura em espectrofotômetro a 645 e 663 nm; branco etanol 80%.

Os teores de clorofila encontrados nas folhas verdes serviram como parâmetro para comparação dos níveis de clorofila nas folhas em processo de enverdecimento, expostas à luz natural.

Os resultados foram expressos em ug de clorofila por grama de peso de matéria fresca .

## 2.7 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

(i) RAZÃO DE ÁREA FOLIAR (RAF) - é o quociente entre área foliar (AF) e peso seco total (PStot) da planta, expresso em  $\text{dm}^2 / \text{g}$ . A RAF pode ser considerada como uma expressão da dimensão do aparelho fotoassimilador.

(ii) RAZÃO DE DEMANDA (RD%) - representa o acúmulo percentual de matéria seca de um determinado órgão (folhas, raiz, bulbo) em relação ao acúmulo de matéria seca da planta toda. Esta relação permite inferir sobre a distribuição da matéria seca nos diferentes órgãos, ao longo do ciclo ou nas fases de maior atividade fisiológica.

$$\text{RD}_{(x)} = (\text{PS}_{(x)} / \text{PStot}) * 100 \quad \text{onde,}$$

x = órgão ou parte da planta

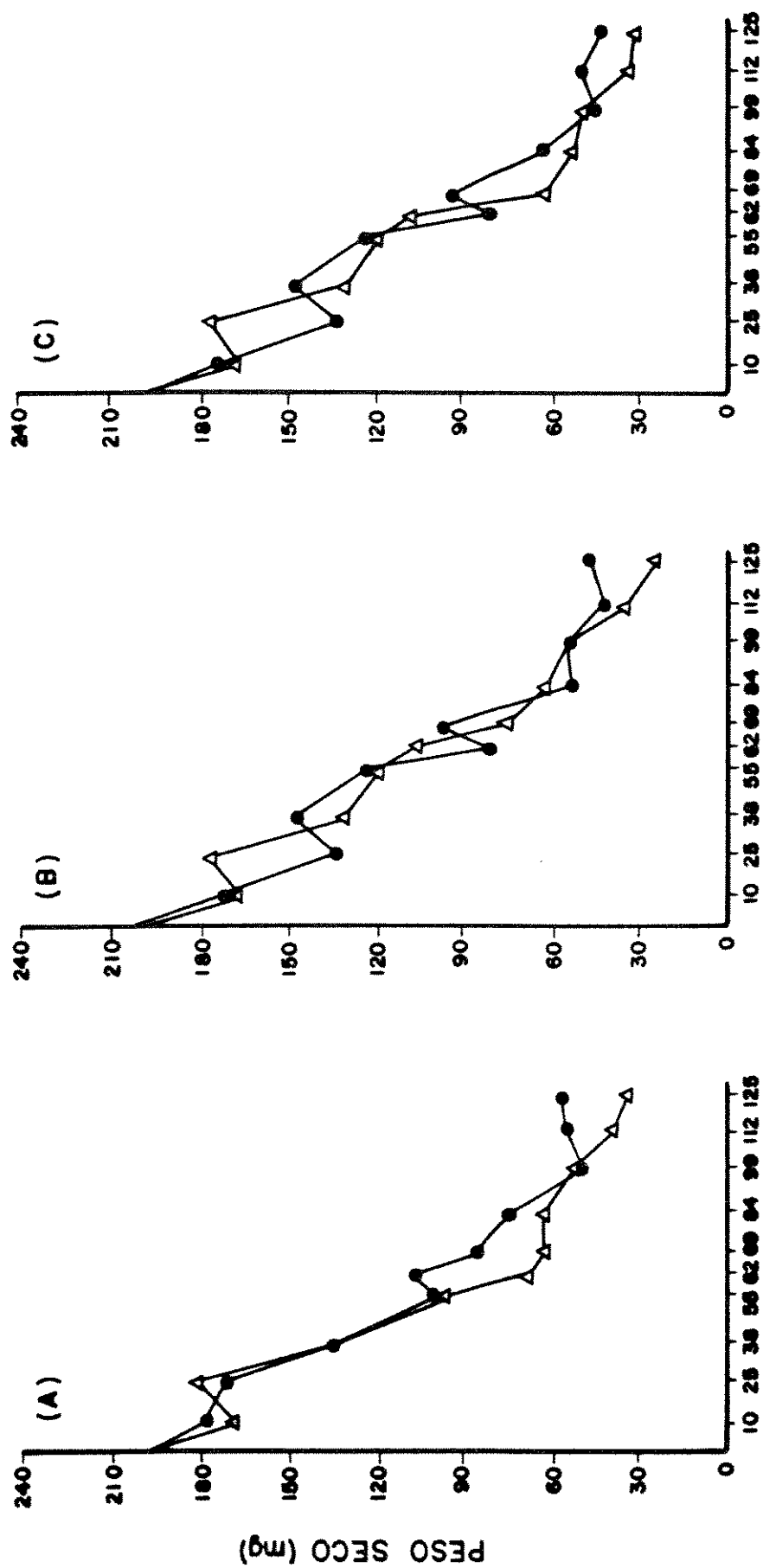
(iii) ACÚMULO DE MATÉRIA SECA - representa o aumento do peso da matéria seca, em gramas ou miligramas, nos diferentes órgãos da planta ao longo da ontogênese.

(iv) ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE) - é o quociente entre área foliar (AF) e o peso seco de folhas (PS folhas). Representa as respostas da planta sujeita a diferentes níveis de radiação solar, temperatura, disponibilidade de água, toxicidade iônica, etc. Pode ser considerada para avaliação das alterações da espessura da folha sob os efeitos de condições extremas de ambiente; expresso em  $\text{dm}^2/\text{g}$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ENSAIO 1 : crescimento de bulbilhos através de propagação pelo método de escama dupla

Na FIG. 4 podem ser observadas as variações no peso de matéria seca (PS) nas escamas interna e externa nos três tratamentos. Verifica-se uma redução no PS dessas escamas como consequência da mobilização das reservas, principalmente de amido (FIG. 5), para a formação da plântula, ou seja, bulbilho, folhas e raízes. Os bulbos são excelente material para propagação devido a grande quantidade de reservas de carboidratos, cuja utilização envolve processos de hidrólise de polissacarídeos (LEOPOLD, 1975; BOYER, 1985). As curvas sugerem que ao final do período a escama externa apresenta PS menor que a escama interna, correspondendo a 16,9% do PS inicial no tratamento 1, 11,9% no tratamento 2 e a 14,2% no tratamento 3, contra 28,7% do PS inicial da escama interna no tratamento 1, 22,5% no tratamento 2 e 21% no tratamento 3. Isso estaria indicando a maior utilização das reservas da escama externa para a formação do bulbilho. Esta informação está em concordância com o trabalho realizado por HUANG *et al.* (1990), que confirmam o papel da escama externa como fonte de assimilados para o bulbilho em formação. Porém, estatisticamente, o peso da matéria seca da escama interna não difere do peso da matéria seca da escama externa, nos três tratamentos, pelo teste F. No presente trabalho também o PS da escama interna diminuiu, mostrando seu papel como fornecedora de



#### DIAS APÓS PLANTIO

FIG. 4 - Variação no peso da matéria seca de escamas interna (●—) e externa (△—), no ensaio de propagação de bulbilhos a partir de escamas duplas de *Hippocastrum hybridum* cv. apple blossom : (A) tratamento LUZ ; (B) tratamento ESCURO ; (C) tratamento 12 fase ESCURO (até 62 dias) e 23 fase LUZ, em estufim.

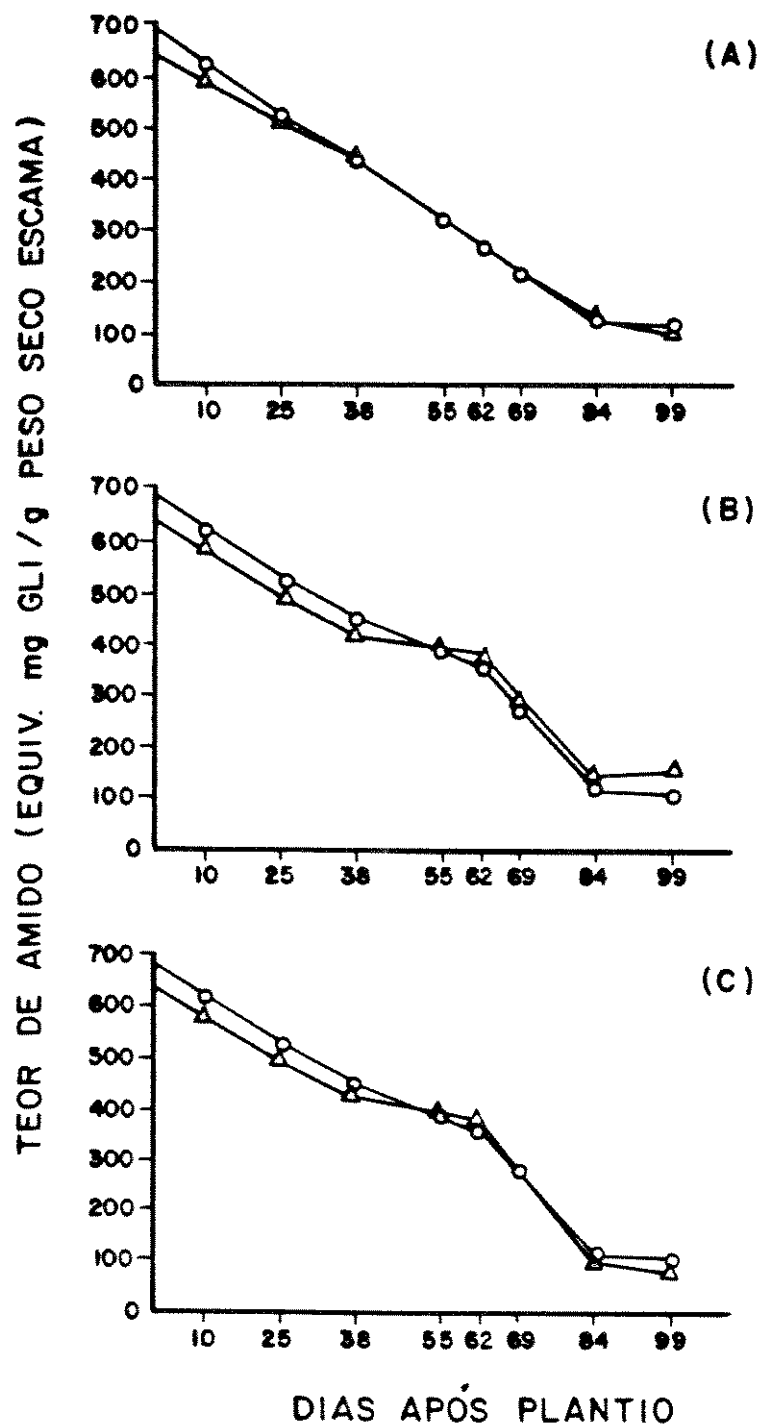


FIG. 5 - Teores de amido nas escamas interna (—○—) e externa (—△—) no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom. (A) tratamento LUZ; (B) tratamento ESCURO; (C) tratamento 1ª fase ESCURO (até 62 dias) e 2ª fase LUZ, em estufim.



substratos juntamente com a escama externa.

Os resultados mostrados na FIG. 4 indicam que a soma do PS inicial das escamas interna e externa é de 404,15 mg, e o PS final igual a 92,24 mg no tratamento 1, 69,4 mg no tratamento 2 e 71,15 mg no tratamento 3, correspondendo a aprox. 22,8, 17,2 e 17,6%, respectivamente, do PS inicial. Assim, pode-se inferir que a quantidade de reservas contidas na escama dupla utilizada neste ensaio foi suficiente para o ativo desenvolvimento dos bulbilhos.

Tomando-se como padrão o tratamento 2, verifica-se que subtraído o PS final, o qual não foi utilizado, aprox. 82,8% do PS inicial da escama dupla foram consumidos na produção do bulbilho. Como o PS final do bulbilho produzido nesse tratamento (FIG. 6) corresponde a aprox. 43,9% do PS da escama dupla no tempo zero, sugere-se que os 38,9% restantes tenham sido gastos em processos respiratórios durante a formação do bulbilho. Ao se separar o processo de formação de bulbilhos em duas etapas, a primeira de 0 a 62 e a segunda de 62 a 125 dias após o plantio, nota-se que na primeira etapa foram gastos aprox. 65-70% do total consumido e, 30-35% restantes, na segunda etapa (FIG. 4).

A análise dos dados da TABELA I indica que a taxa de hidrólise do amido decaiu progressivamente, atingindo níveis bastante reduzidos quando da última amostragem (99 DAP), nos três tratamentos. Em todos os tratamentos, a taxa de desaparecimento do amido oscilou em torno de  $1,99 \text{ mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$  no período de 0 a 38 DAP, em ambas as escamas. Os valores observados entre 38 a 62 DAP mantiveram-se em torno de  $1,45 \text{ mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ , no tratamento luz, e  $1,13 \text{ mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$  nos tratamentos escuro e escuro/luz. Considerando a perda de PS das escamas, nota-se que nos tratamentos escuro e escuro/luz a hidrólise e posterior mobilização das reservas das escamas foi mais acentuada no período 38 a 62 DAP, quando comparada ao tratamento luz. Neste último, apesar do intenso desaparecimento do amido, aparentemente não ocorreu mobilização tão drástica, uma vez que neste tratamento a produção de fotoassimilados provavelmente atendeu parcialmente a demanda dos drenos. Desta maneira grande parte dos açúcares produzidos permaneceu na forma solúvel, não ocasionando com isso, diminuição muito acentuada do PS da escama dupla. No período seguinte, dos 62 aos 84 DAP, as taxas

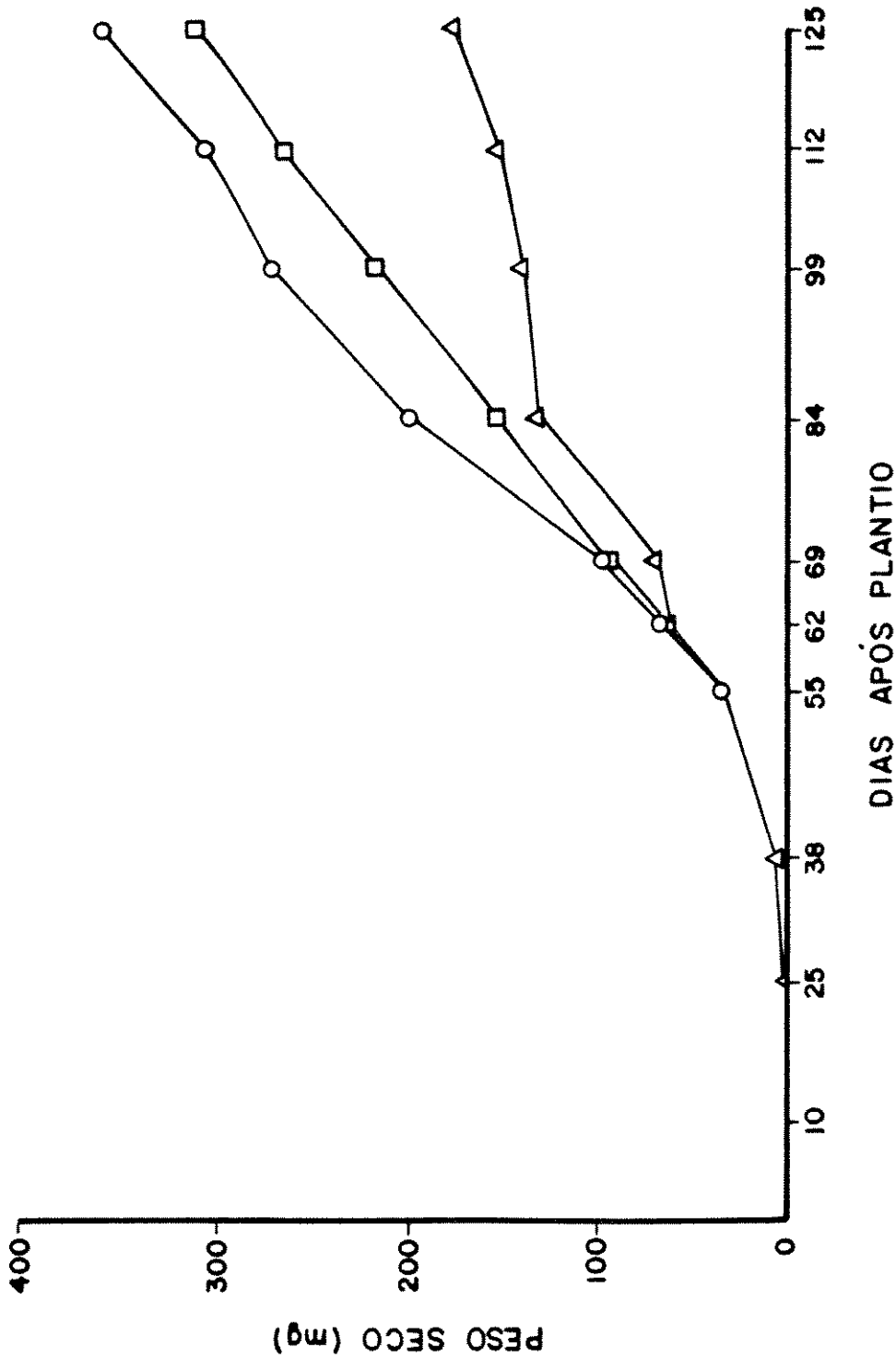


FIG. 6 - Curva do peso da matéria seca total das plântulas no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom. (○) tratamento ESCURO (até 62 dias) e 2ª fase LUZ, em estufim. Teste de Tukey significativo ao nível de 5% aos 125 dias, nos três tratamentos.

TABELA I

Efeito da intensidade de luz na hidrólise de amido e perda de matéria seca, nas escamas interna e externa, de bulbilhos em crescimento, submetidos a tratamentos LUZ (1), ESCURO (2) e 1ª fase ESCURO (até 62 dias) - 2ª fase LUZ (3), conforme descrito no item 2.2

DIAS APÓS O PLANTIO	HIDRÓLISE DE AMIDO (1) (mg/dia)	PERDA DE M.S. (2) (mg/dia)	DIFERENÇA (1) - (2)
<b>TRATAMENTO LUZ</b>			
0 - 38	1,995	1,795	0,200
38 - 62	1,435	1,895	-0,460
62 - 84	0,710	0,865	-0,155
84 - 99	0,185	1,200	-1,015
<b>TRATAMENTO ESCURO</b>			
0 - 38	1,995	1,770	0,285
38 - 62	1,135	1,980	-0,845
62 - 84	1,220	1,570	-0,350
84 - 99	0,004	0,270	-0,266
<b>TRATAMENTO ESCURO (ATÉ 62 DIAS) - LUZ</b>			
0 - 38 <sup>(*)</sup>	1,995	1,710	0,285
38 - 62 <sup>(*)</sup>	1,135	1,980	-0,845
62 - 84	1,305	1,585	-0,280
84 - 99	0,120	0,705	-0,585

(\*) FASE COINCIDENTE COM AQUELA DO TRATAMENTO ESCURO

de hidrólise do amido atingiram  $0,7 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  no tratamento luz,  $1,2$  e  $1,3 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  nos tratamentos escuro e escuro/luz, respectivamente. No tratamento luz ocorreu diminuição da hidrólise e mobilização das reservas das escamas naquele período, no qual as folhas já apresentavam atividade de suprimento de assimilados via processo fotossintético. Ao contrário, no tratamento escuro a queda da concentração de amido nas escamas atingem níveis bem mais elevados, indicando a grande demanda pelos drenos das reservas contidas nos tecidos das escamas interna e externa. As plântulas submetidas ao tratamento escuro/luz, no período dos 62 aos 84 DAP, imediatamente subsequente à transferência para a luz, mostraram uma resposta semelhante ao padrão exibido pelas plântulas do tratamento luz, no que se refere às concentrações de amido nas escamas interna e externa. Em virtude da intensa atividade de mobilização ocorrida nas escamas do tratamento escuro, no período até os 84 DAP, pode-se inferir que as etapas posteriores àquela fase caracterizaram-se pelo esgotamento das reservas de amido, cuja taxa se estabilizou em valores próximos a  $0,04 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ . Ao contrário, nos tratamentos luz e escuro/luz, apesar de taxas de hidrólise reduzidas ( $0,12 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  no tratamento escuro/luz e  $0,18 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  no tratamento luz) ocorreu grande transferência de assimilados das escamas para os drenos, que representou intensa perda de PS das escamas, naquele período.

Os padrões de desenvolvimento dos bulbilhos nos três tratamentos, expressos como acúmulo de matéria seca, estão registrados na FIG. 6. Verifica-se que até os 62 dias após o plantio praticamente não há diferença no ganho de PS de bulbilhos entre os três tratamentos. Ao se analisar os resultados do crescimento após os 62 DAP notam-se diferenças significativas entre os tratamentos. Os bulbilhos do tratamento 1 (LUZ) mostraram intenso crescimento enquanto as plântulas mantidas no escuro (tratamento 2) acumularam matéria seca muito mais lentamente, atingindo o final com peso 48,5% menor quando comparado com o tratamento de luz. As plântulas transferidas do escuro para a luz (tratamento 3) responderam rapidamente à condição de irradiância, e tiveram a taxa de acúmulo de matéria seca aumentada a partir dos 62 DAP.

A partir do 62º DAP, as folhas das plântulas do tratamento 3 ficaram expostas à radiação solar e, conseqüentemente, iniciaram o processo fotossintético. Ao examinar-se em conjunto as FIGURAS 6, 7 e 8 verifica-se que o ganho adicional de PS total, refletido em todos os componentes da plântula, deve-se à ação conjunta da transferência de assimilados da escama dupla, pois o PS das escamas interna e externa continua a diminuir (FIG.4) nos três tratamentos, além da incorporação de fotoassimilados nos tecidos dos bulbilhos dos tratamentos 1 e 3, mais intensamente a partir dos 62 DAP. Tendo-se como padrão o tratamento 2 (FIG. 6), o qual tem como única fonte de assimilados as reservas da escama dupla, verifica-se um ganho de PS total do 62º ao 125º DAP de 2,76 vezes. Para o tratamento 1 o ganho foi de 5,12 vezes, no mesmo período e, para o tratamento 3 o ganho foi de 4,82 vezes. Esse ganho adicional de PS total verificado nos tratamentos 1 e 3 poderia ter resultado da atividade fotossintética das folhas nestes tratamentos e, representa 46,1% do acúmulo de matéria seca total no tratamento 1 e, 42,7% do ganho de PS total dos bulbilhos do tratamento 3.

A análise dos resultados da FIG. 7 demonstra que dentre os componentes da plântula, o bulbilho é o que demanda maior quantidade de assimilados, já que acumula maior PS nos três tratamentos. No tratamento escuro, os bulbilhos se constituem no dreno mais forte durante o desenvolvimento, enquanto que as folhas e raízes praticamente não apresentam crescimento. Nos tratamentos de luz e escuro/luz, o bulbilho continua se constituindo no maior dreno, porém como a fonte de assimilados não se limita às reservas da escama dupla, e a plântula adquire carbono via assimilação do CO<sub>2</sub> atmosférico, os outros componentes do sistema ganham PS adicional quando comparados aos do tratamento 2.

Os resultados da FIG. 7 mostram que no período do 62º ao 99º DAP ocorreu um grande investimento no peso de matéria seca para as folhas e raízes, principalmente dos tratamentos de luz e escuro/luz.

No tratamento 2 duas grandes limitações ficam evidentes : (i) a quantidade de reservas disponíveis na escama dupla torna-se restrita ao final do período experimental (FIG.7), o que resulta em crescimento limitado das plântulas (ii) terminada a fase de propaga-

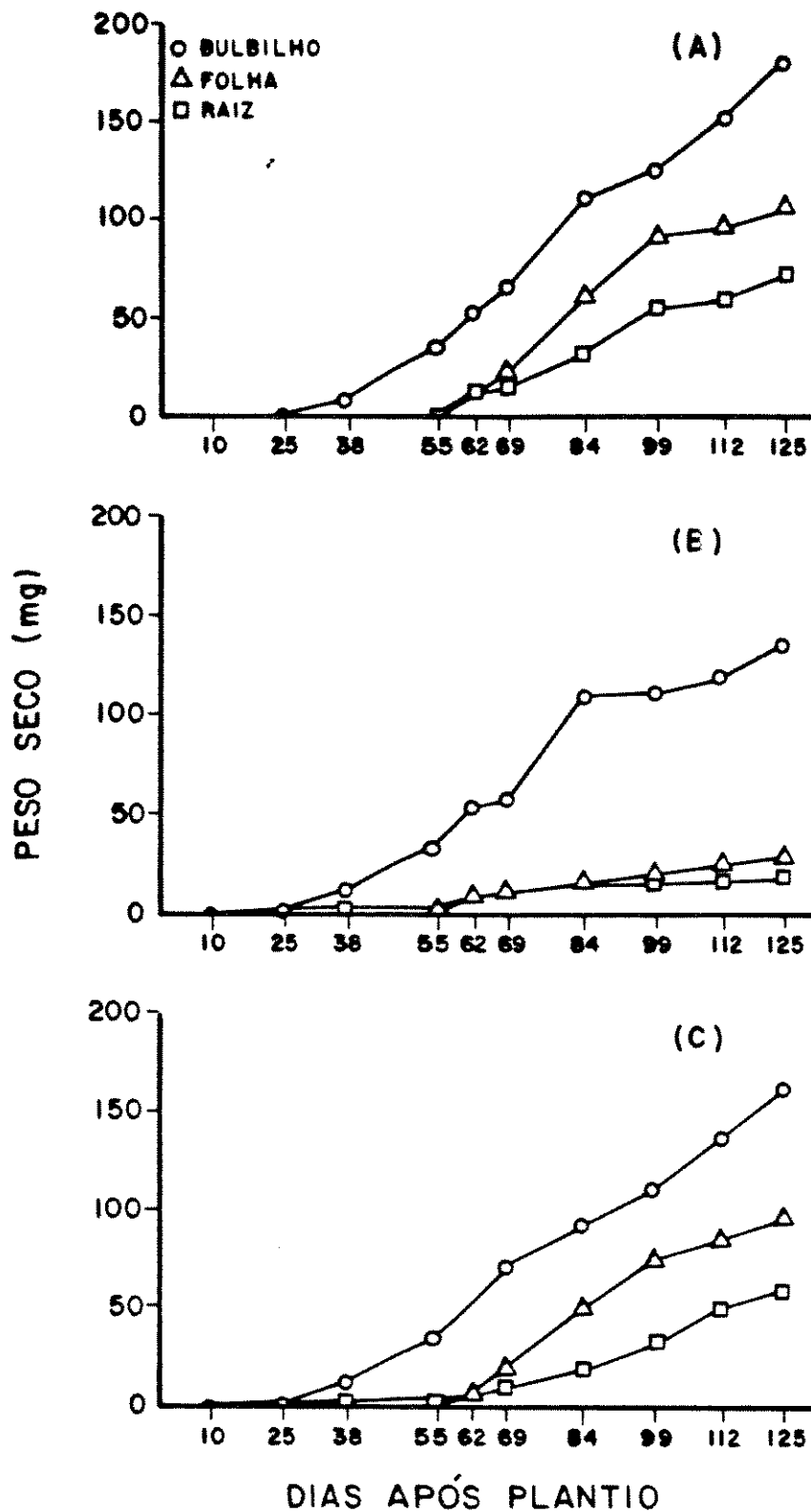


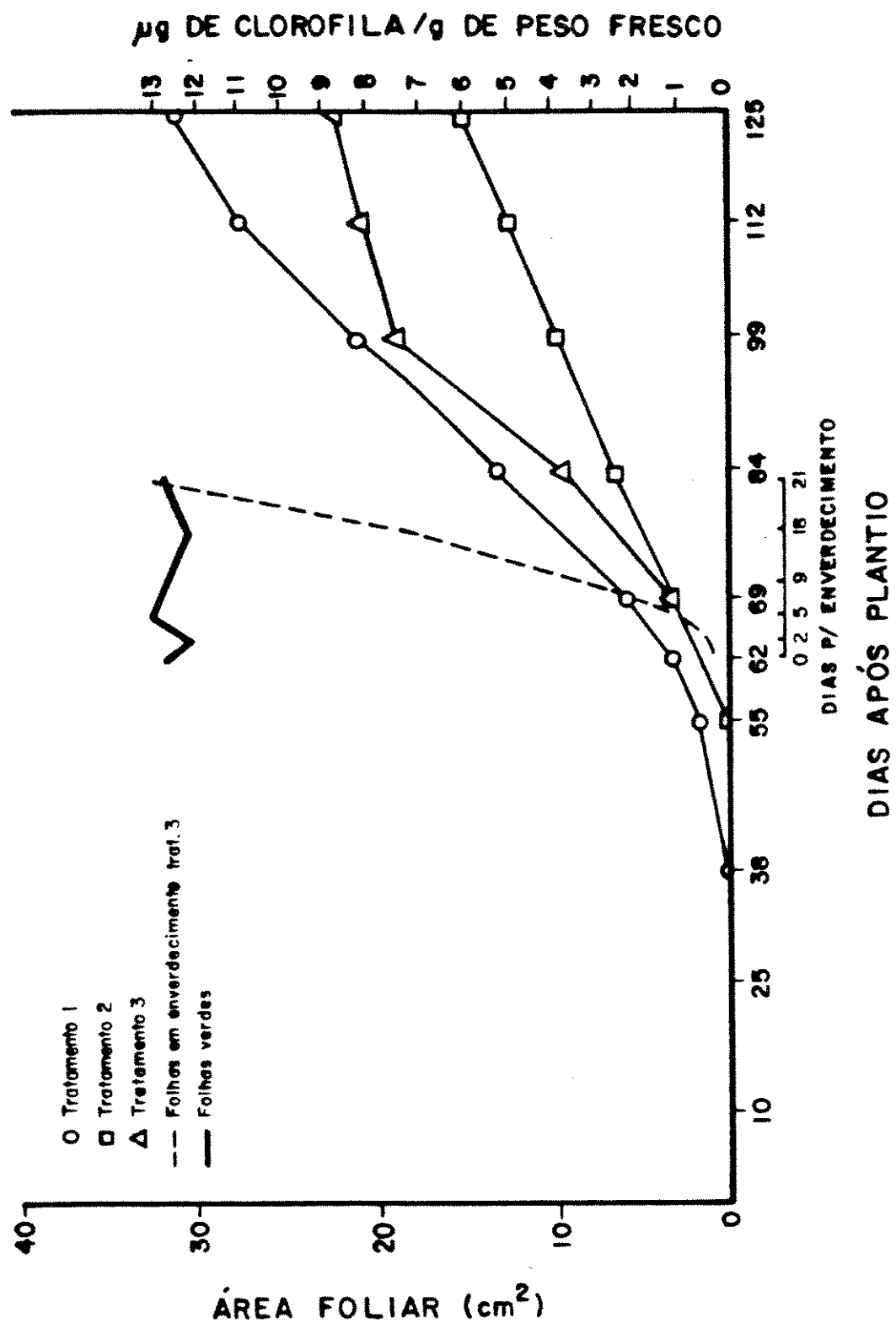
FIG. 7 - Acúmulo da matéria seca em componentes da plântula no ensaio de propagação de bulbilhos via escama dupla em *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom. (A) tratamento LUZ; (B) tratamento ESCURO; (C) tratamento 1ª fase ESCURO (até 62 dias) e 2ª fase LUZ, em estufim.

ção, as plântulas produzidas, quando levadas ao campo entram em colapso devido ao estiolamento, sendo fortemente influenciadas pela temperatura elevada e alta irradiância, que frequentemente induzem alta respiração e sintomas de fotoinibição.

Os dados da FIG. 8 mostram o padrão de síntese de clorofila em folhas estioladas de bulbilhos do tratamento 3 (escuro/luz), quando expostas à radiação solar. Os resultados indicam que, a partir do segundo dia de exposição a luz, a síntese de clorofila se intensifica, atingindo os mesmos níveis das folhas normais após 21 dias. Verifica-se ainda que, mesmo antes de atingir os níveis de clorofila comparáveis aqueles encontrados nas folhas verdes normais, as plântulas já incorporavam carbono via processo fotossintético, refletido em um ganho adicional de matéria seca correspondente a 27,6%, comparado ao tratamento escuro, após 21 dias de exposição à luz.

### 3.2 ENSAIO 2 : crescimento de bulbos de um ano sob o efeito de sombreamento e plena irradiância.

Os dados apresentados na FIG. 9 mostram as relações alométricas entre os órgãos de *Hippeastrum* durante o período de crescimento das plantas em condições de plena luz e 50% de sombreamento. O aumento do peso da matéria seca das plantas crescendo na luz foi sensivelmente maior que o das plantas sombreadas, atingindo 38,5 g ao final do experimento, comparado com o valor de 26,5 g obtido sob sombreamento. A área foliar final nas duas condições de luminosidade foi praticamente a mesma, evidenciando as diferenças da eficiência assimilatória das plantas crescendo na luz e na sombra. FONDA e BLISS (1966), estudaram as variações sazonais dos níveis de carboidratos em plantas alpinas e estabeleceram que a iniciação do crescimento estava correlacionado com uma rápida diminuição da concentração de carboidratos no rizoma, com a posterior recuperação dos teores dos compostos de carbono durante as fases seguintes do desenvolvimento. Os resultados mostrados na FIG. 9 indicam que inicialmente o bulbo atua como fonte de assimilados, que resultam da mobilização das reservas do órgão subterrâneo. As reservas dos bulbos representadas pela matéria seca sofreram redução no período entre 34 e 50 DAP no tratamento com





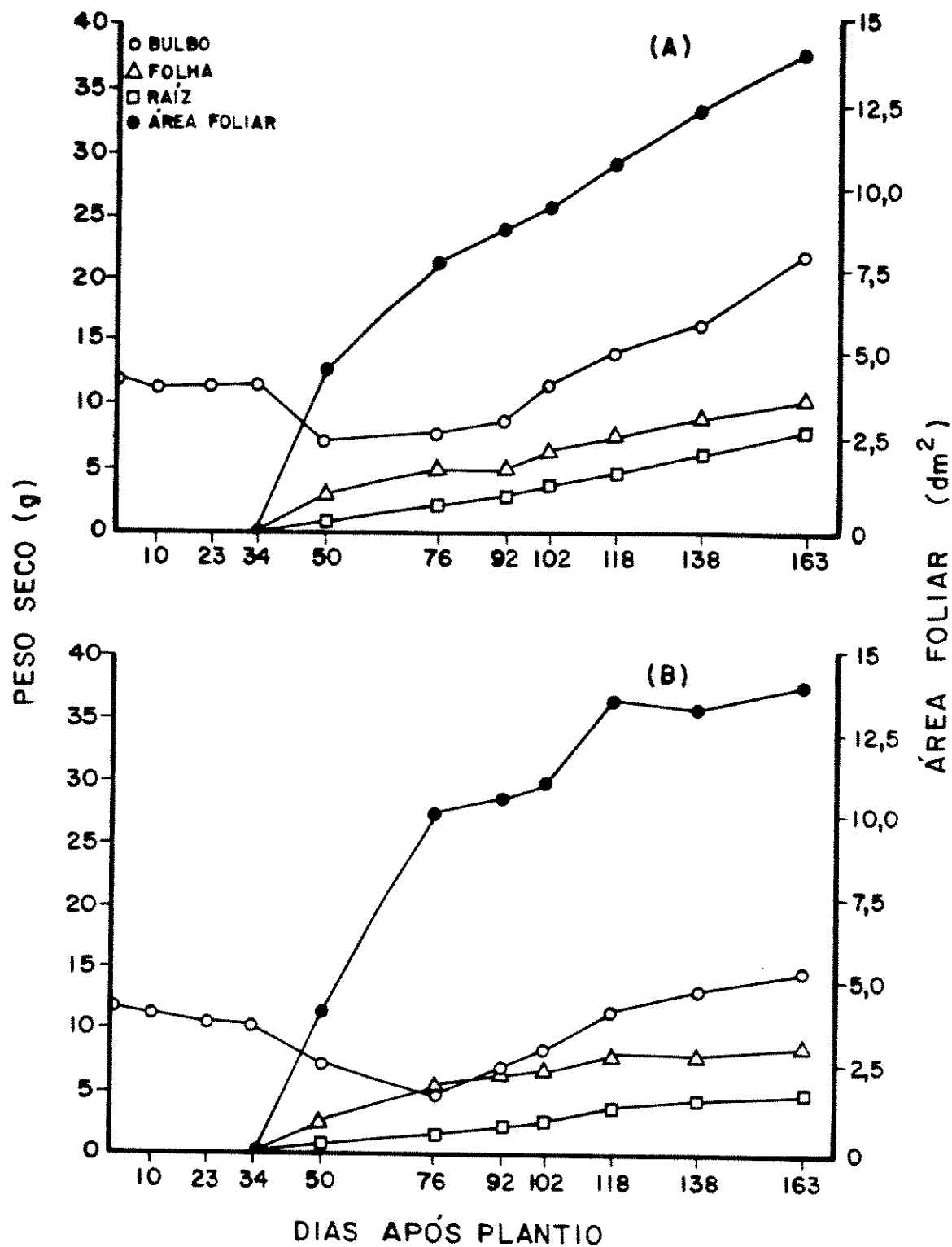


FIG. 9 - Curvas de peso de matéria seca dos componentes (bulbo, folhas e raízes) de plantas e área foliar em *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom, no ensaio de cultivo de bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : (A) PLENA LUZ e (B) SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.

plena luz e entre 34 até 76 DAP sob sombra. A partir destes períodos ocorreu a retomada do crescimento dos bulbos, representado pela acumulação de matéria seca, com um atraso de 26 dias quando as plantas cresceram sob sombreamento. Nestas condições os bulbos atingiram um peso final de 14 g, enquanto que no tratamento plena luz o peso da matéria seca dos bulbos chegou a 21,6 g. O crescimento mais ativo na luz também refletiu-se no maior peso das folhas e raízes: 9,7 e 7,3 g, respectivamente, na luz, e 7,9 e 4,3, respectivamente, sob sombra. Segundo BAKER e MILBURN apud ESCHRICH (1989), o bulbo é definido como órgão verdadeiro de armazenamento sendo que o material armazenado é utilizado em períodos de crescimento, formação de flores ou para diminuição do potencial osmótico durante seca ou frio. A finalidade da redução da irradiância é a de alterar as relações fonte e dreno na planta como um todo. As informações contidas na FIG. 9 permitem avaliar a capacidade fotoassimilatória das folhas durante o período da retomada do crescimento dos bulbos. No tratamento plena luz (PL) ocorreu a inversão do processo de mobilização de reservas do bulbo aos 50 DAP quando as plantas atingiram área foliar de 4,6 dm<sup>2</sup>. Sob sombreamento, a acumulação de matéria seca dos bulbos ficou evidente somente aos 76 DAP, com área foliar de 10,2 dm<sup>2</sup>. Esse fato também foi verificado por MILLER e LANGHANS (1989a e b), mostrando que baixa luminosidade pode resultar no aumento da mobilização das reservas do bulbo e exportação de assimilados para as folhas em desenvolvimento. Da mesma forma, HO *et al.* (1989) demonstraram que a competição entre drenos de utilização (tecidos com atividade meristemática, drenos permanentes) e de armazenamento (tecidos de acumulação de fotoassimilados), sob luz plena, favorece o dreno de armazenamento porém, sob baixas intensidades de luz o órgão de utilização é favorecido, isso devido a alterações da atividade do dreno.

Os resultados das análises dos teores de carboidratos nos bulbos, mostrados na FIG. 10, permitem avançar algumas conclusões sobre a dinâmica das relações fonte-dreno das plantas. A quantidade de amido nos bulbos diminui dos 34 aos 50 DAP, no tratamento plena luz, enquanto que a queda é menor, embora constante até os 76 DAP, sob sombreamento. As plantas a pleno sol mostraram perda de amido nos bulbos, também até os 76 DAP. Entretanto, este decréscimo foi sensivelmente

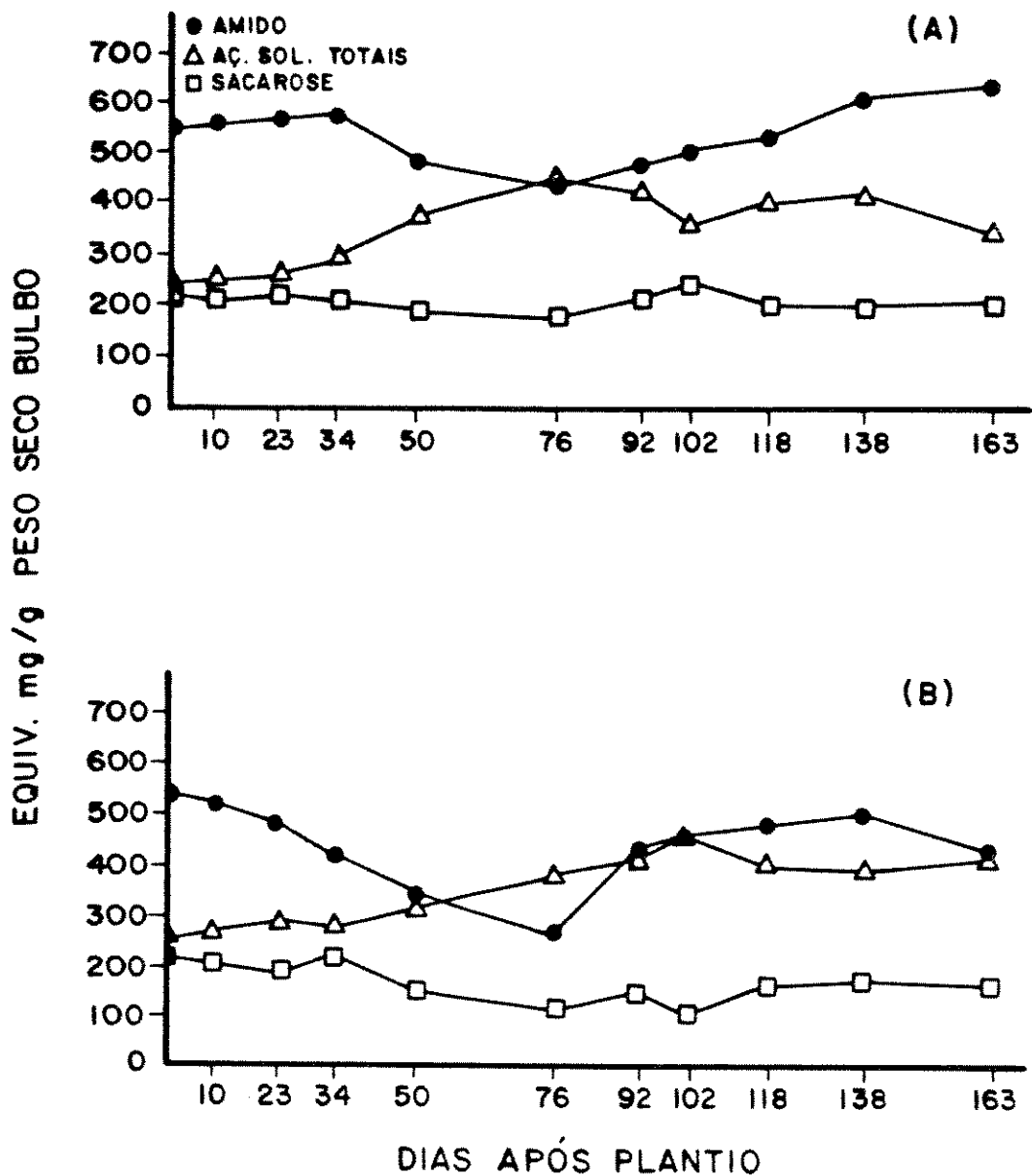


FIG. 10 - Teores de amido (equiv. mg GLI/g de matéria seca); açucares solúveis totais (equiv. mg SAC/g de matéria seca); e sacarose (mg SAC/g de matéria seca) no bulbo de *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom, no ensaio de cultivo de bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : (A) PLENA LUZ e (B) SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.

menor se comparado com as plantas do tratamento 50% sombrite. Os dados experimentais indicam que no tratamento plena luz, o período entre os 50 e 76 DAP representa a fase de transição das atividades características de fonte, para as de dreno, apresentada pelo bulbo. Aos 50 DAP os bulbos retomam o processo de acumulação de matéria seca, ao mesmo tempo em que ainda ocorre utilização das reservas de amido e aumento dos teores de açúcares solúveis. Basicamente o mesmo fenômeno é verificado no tratamento 50%, embora com uma defasagem no tempo. ISEBRANDS e LARSON apud HO et al. (1989) e HO e SHAW apud HO et al. (1989) mostraram que, no momento desta transição fisiológica, a exportação e importação de fotoassimilados ocorrem simultaneamente.

Os níveis de sacarose no órgão de reserva, apresentam relação aparentemente inversa quando comparados aos níveis de açúcares solúveis e amido, como pode ser visto na FIG. 10.

Na FIG. 11 nota-se que os maiores valores da RAF ocorreram aos 76 DAP para ambos os tratamentos. Para o tratamento PL, o fato de ocorrer maior valor de RAF aos 76 DAP e não aos 50 DAP, época da alteração das funções do bulbo de fonte para dreno, provavelmente deve-se ao papel de dreno parcial exercido pelas folhas mais novas porém, às custas de fotoassimilados vindos do processo fotossintético. Folhas jovens obtêm carboidratos para o seu crescimento a partir de folhas mais velhas (ROBINSON et al., 1980; WARDLAW, 1968 e 1990). Como a RAF é o produto da AFE pela RPF (FIG. 12), denota-se um incremento de matéria seca nas folhas, razão pela qual a RAF tem seu valor máximo aos 76 DAP no tratamento PL, bem como o maior valor para a AFE (FIG. 11b). Da mesma forma, para o tratamento 50%, tem-se o maior valor de RAF aos 76 DAP porém, ao contrário do tratamento PL, o investimento em maior área foliar, ou seja, maior RPF e maior AFE, adviria do fluxo de fotoassimilados recém produzidos pelas folhas bem como do fluxo de assimilados vindos do bulbo em função das baixas intensidades luminosas a que este tratamento está submetido. Segundo HO et al. (1989), a habilidade de uma folha exportar assimilados (atividade da fonte) pode ser vista como o balanço entre assimilação de carbono e sua utilização pela própria folha. A atividade potencial de uma fonte será determinada, principalmente, pela taxa de fotossíntese, que é influenciada pelas condições ambientais e estágio de desenvolvimento do órgão. De

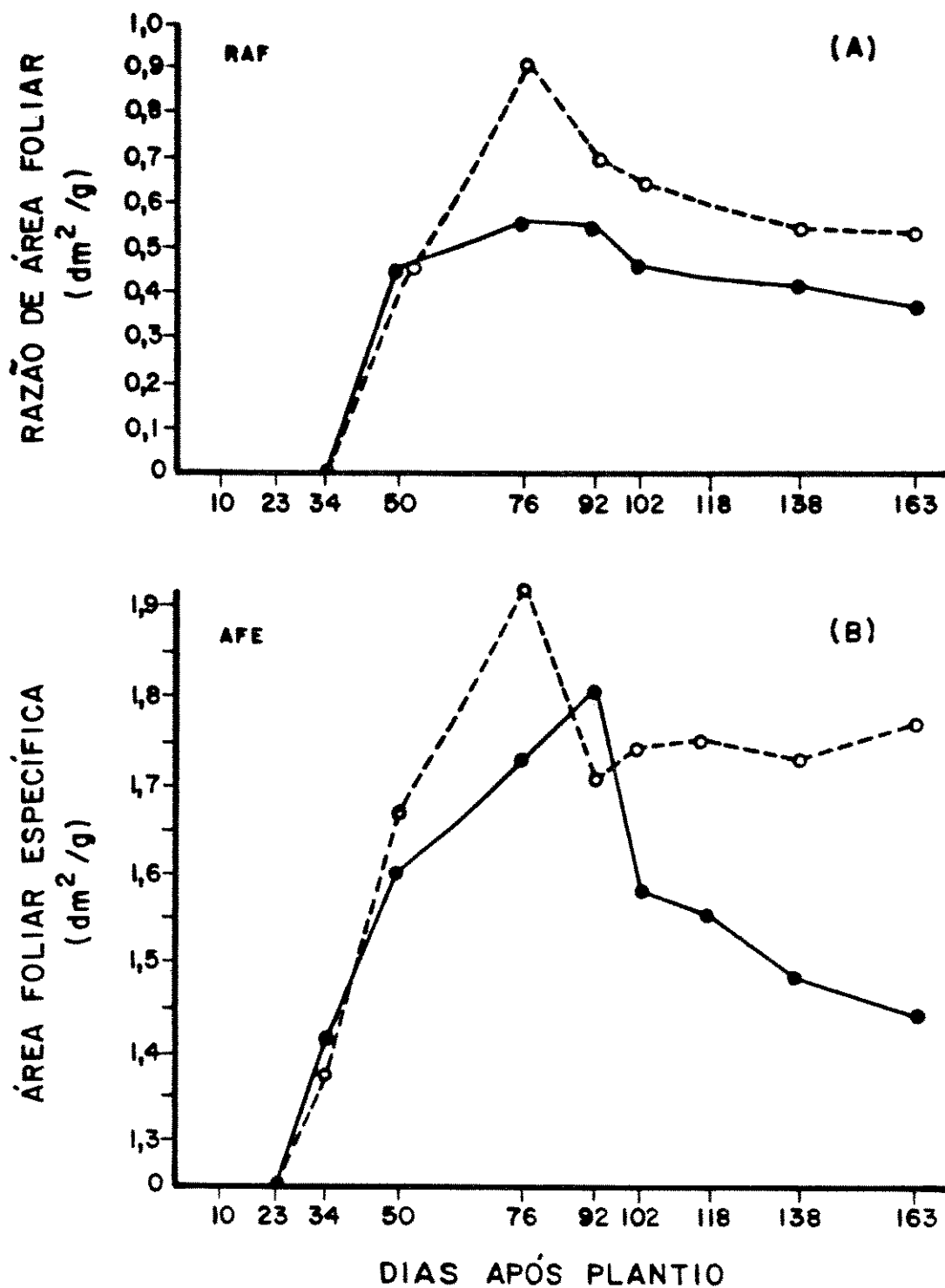


FIG. 11 - (A) razão de área foliar (RAF) e (B) área foliar específica (AFE) em plantas de *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom, no ensaio de cultivo de bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade : (●)PLENA LUZ e (○)SOMBRITE 50%, em casa de vegetação.

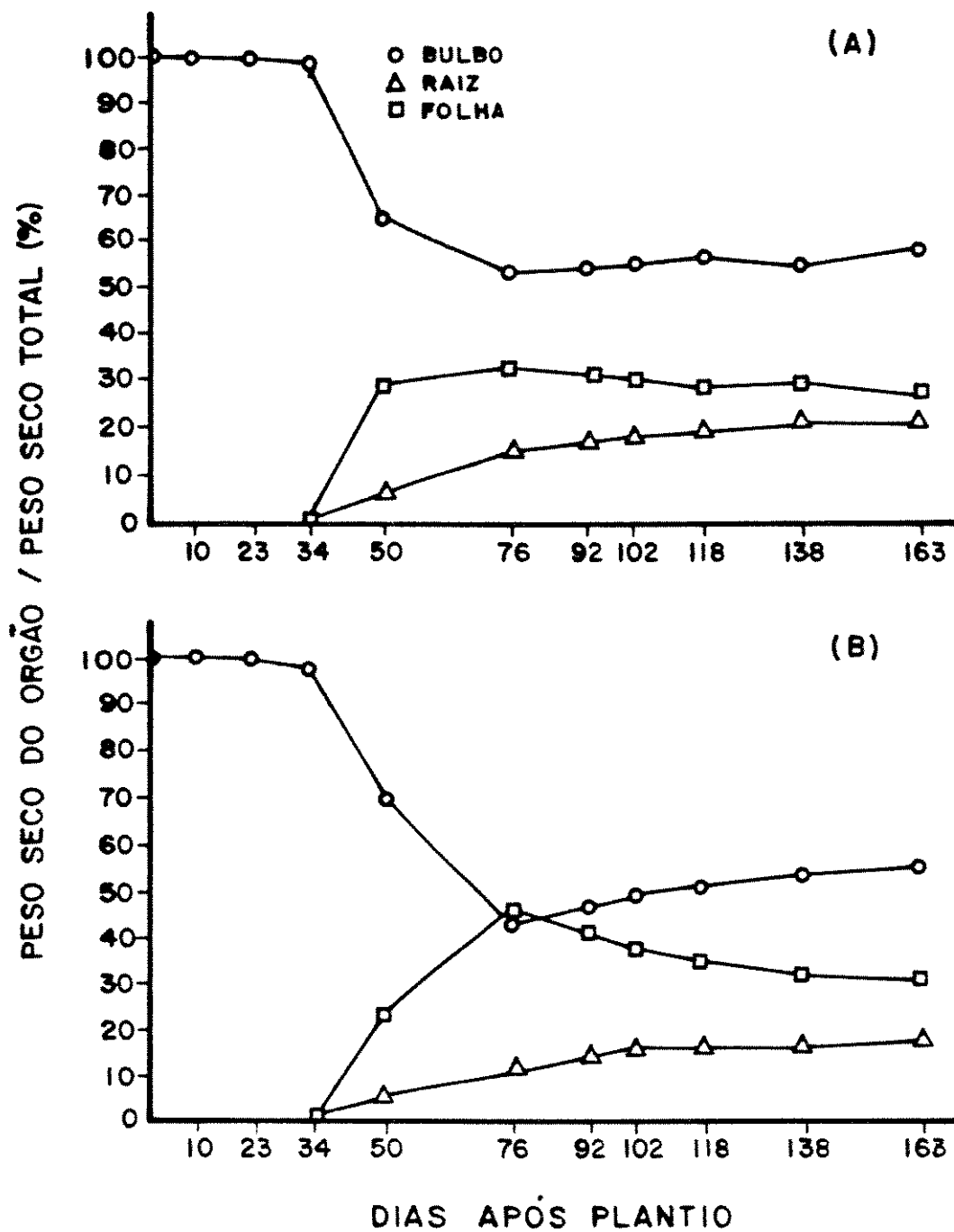


FIG. 12 - Partição de assimilados para cada componente da planta (bulbo, folhas e raízes) de *Hippeastrum hybridum* cv. apple blossom em relação ao acúmulo de matéria seca total, em porcentagem, no ensaio de cultivo de bulbos de um ano sob duas condições de luminosidade: (A) PLENA LUZ e (B) SOMBRÍTE 50%, em casa de vegetação.

qualquer maneira, os valores da RAF para o tratamento 50% são mais elevados durante o maior tempo do ensaio, quando comparado aos valores da RAF do tratamento PL; para compensar a pequena eficiência na produção de matéria seca, as plantas desenvolvem maior dimensão do aparelho fotoassimilador quando sujeitas a condições limitantes de irradiância durante o crescimento. Da mesma forma, o efeito de menor RAF sob alta intensidade de luz é considerado como resultante da capacidade da planta em se adaptar a diferentes condições de luminosidade.

Resultados obtidos por outros autores mostram uma fase em que o aumento da AFE é traduzido por acentuada expansão foliar (CHARLES-EDWARDS et al., 1986). Os dados inclusos na figura 11b indicam AFE crescentes nos tratamentos PL e 50%, porém com valores maiores no tratamento sob baixa irradiância. Plantas de sombra geralmente dispõem de mecanismos adaptativos associados a níveis menores de respiração por unidade de área, característica de folhas que apresentam valores elevados de AFE (HUGHES e EVANS apud CHARLES-EDWARDS, 1986; RACKMAN apud CHARLES-EDWARDS, 1986 e CODMBE apud CHARLES-EDWARDS, 1986). Em adição, CHARLES-EDWARDS apud GIFFORD et al. (1981) mostrou a existência de uma correlação positiva entre taxa de fotossíntese por unidade de área e a espessura das folhas. Com base nestas afirmações, pode-se sugerir que plantas de Hippeastrum são bem adaptadas ao sol, e que sob condições limitantes de irradiância podem apresentar taxa de fotossíntese reduzida e taxas de respiração relativamente maiores quando comparadas às plantas de sombra. As plantas de Hippeastrum apresentam valores altos de AFE sob sombreamento associado a baixa produção de matéria seca acumulada nos bulbos (FIG. 11b). Essas observações indicam que, possivelmente, as plantas sob sombrite 50% mantêm-se em condições próximas do ponto de compensação de luz, com a baixa capacidade de incorporação do carbono sendo compensada pelo aumento da superfície captadora de radiação.

Após a fase de transição do bulbo de fonte para dreno, inicia-se a fase de acúmulo de matéria seca. Como as condições de luminosidade permanecem inalteradas até o final do experimento, nota-se pelo PS final dos órgãos (FIG. 9) que as plantas sob o tratamento 50% apresentam PS menor, em relação às plantas do tratamento PL. A FIG. 12 mostra a demanda relativa que cada órgão da planta exerce durante todo

o período, em relação à demanda da planta toda (GEIGER, 1987). Pode-se perceber em ambos os tratamentos : (i) a inversão na atividade do bulbo de fonte para dreno; (ii) a demanda inicialmente crescente e em seguida constante para o sistema radicular; (iii) a partir dos 50 DAP, para o tratamento PL, e 76 DAP para o tratamento 50%, o bulbo é o órgão da planta que retém maior quantidade de assimilados, com exceção da fase dreno do bulbo no tratamento 50%, onde folhas competem com o órgão de reserva pela partição de assimilados, comprometendo o desenvolvimento e o PS final do bulbo. Essa observação é reforçada pelo trabalho de VINCE-PRUE (1975), que mostra que a formação de bulbo é, em geral, estimulada por dias longos. O crescimento destes órgãos de reserva é menor quando dias longos são obtidos por luz de baixa intensidade.

Torna-se evidente que o controle da distribuição de assimilados depende grandemente da habilidade de diferentes órgãos em utilizar o suprimento disponível e, que essa habilidade é influenciada pelas condições de cultivo, inclusive a intensidade de luz.



## 4 CONCLUSÕES

### 4.1 ENSAIO 1 : crescimento de bulbilhos através de propagação pelo método de escama dupla

4.1.1 Foi observada intensa transferência das reservas das escamas interna e externa, utilizadas para o crescimento da plântula (bulbo, folhas e raízes), nos três regimes de irradiância. A escama externa mobiliza mais material do que a escama interna. As taxas de hidrólise e mobilização de reservas durante o desenvolvimento inicial das plântulas propagadas por escamas duplas, variam em função das condições de irradiância. Crescimento em condições de obscuridade induzem intensa hidrólise e mobilização das reservas das escamas nas fases iniciais do processo de propagação. No tratamento sob luz, os níveis de perda de matéria seca das escamas são semelhantes aos encontrados no tratamento escuro, porém a transferência (mobilização) dos assimilados dá-se gradativamente, acentuando-se na fase final do período de desenvolvimento dos bulbilhos. O tratamento escuro/luz, até os 62 DAP, induz alterações do crescimento quando as plântulas são transferidas para a luz, as quais estão associadas à redução da mobilização das reservas, possivelmente pela produção de fotoassimilados, apresentando comportamento semelhante aquele imposto pelo tratamento luz.

- 4.1.2 Considerando-se o PS inicial e o PS final da escama dupla, conclui-se que o sistema de escama dupla utilizado nos ensaios é apropriado para garantir o desenvolvimento das plântulas e crescimento inicial dos bulbilhos.
- 4.1.3 Nos tratamentos 1 e 3 a partir do momento no qual as folhas iniciam a fotossíntese, existem duas fontes atuando no desenvolvimento do bulbilho conferindo uma força dreno maior para este.
- 4.2 ENSAIO 2 : crescimento de bulbos de um ano sob o efeito de sombreamento e plena irradiância.
- 4.2.1 Em ambos os tratamentos o bulbo atua inicialmente como fonte de assimilados, que resulta na mobilização das reservas do órgão subterrâneo; a partir daí ocorre uma retomada do crescimento, representada pelo acúmulo de matéria seca, com um atraso de 26 dias quando as plantas crescem sob sombreamento.
- 4.2.2 O tratamento sombrite 50% prejudicou o desenvolvimento do bulbo já que por um período de tempo, folhas e bulbo competiram por assimilados, sendo que ocorreram alterações nas relações fonte e dreno na planta como um todo.
- 4.2.3 Os resultados das análises dos teores de carboidratos nos bulbos permitem afirmar que a hidrólise e mobilização do amido resultaram em elevados níveis de açúcares solúveis, os quais sob demanda dos drenos em formação, propiciaram o estabelecimento do aparelho fotossintético e sistema radicular.
- 4.2.4 Plantas sob sombrite 50% para compensar a pequena eficiência na produção de matéria seca, desenvolveram maior dimensão do aparelho fotoassimilador, implicando em maior transferência de assimilados do bulbo para as folhas.

4.2.5 Mudanças na atividade dos drenos representam não somente uma parte integrante no desenvolvimento da planta, mas também suas respostas à variação dos fatores ambientais.

## 5 RESUMO

Com o objetivo de conhecer o particionamento da matéria seca em duas fases do ciclo de Hippeastrum hybridum cv. apple blossom através de índices fisiológicos de crescimento e metabolismo de carboidratos no órgão de reserva, foram montados dois ensaios :

1. crescimento de bulbilhos através de propagação pelo método de escama dupla, em estufim.

Os resultados obtidos nesse ensaio permitem, dentre outras, as seguintes conclusões : (i) ocorre transferência das reservas das escamas interna e externa para a formação do bulbilho, folhas e raízes em todos tratamentos, sendo que a escama externa cede mais material; (ii) numa primeira etapa (62 dias), nos três tratamentos, as reservas contidas na escama dupla são responsáveis pelo desenvolvimento do bulbilho. Na segunda etapa do processo de propagação notam-se diferenças entre os tratamentos. Os bulbilhos do tratamento luz mostraram intenso crescimento enquanto os bulbilhos mantidos no escuro acumularam matéria seca 48.5% menos quando comparado ao tratamento de luz. Os bulbilhos transferidos do escuro para a luz responderam rapidamente à condição de irradiância, e tiveram a taxa de acúmulo de matéria seca aumentada a partir dos 62 DAP.

2. crescimento de bulbos de um ano sob o efeito de sombreamento e plena irradiância, em casa de vegetação.

Sob a óptica do particionamento da matéria seca, em dois níveis de irradiância, conclui-se que : (i) inicialmente o bulbo atua como fonte de assimilados, que resultam da mobilização das reservas do órgão subterrâneo; (ii) os resultados das análises dos teores de carboidratos nos bulbos permitem avançar algumas conclusões sobre a dinâmica das relações fonte : dreno das plantas, sendo que na fase fonte do órgão de reserva ocorreu intensa hidrólise, principalmente de amido, e mobilização de açucares para os drenos em desenvolvimento; posteriormente esse fluxo foi revertido em torno dos 50 DAP para o tratamento plena luz e 76 DAP no tratamento sob sombrite 50%; (iii) sob cultivo com baixos níveis de irradiância o crescimento do bulbo foi prejudicado, já que por um período, folhas e bulbo competiram por assimilados, como consequência das alterações no particionamento de matéria seca sob estas condições; (iv) Dos valores de RAF e AFE pode-se inferir que em ambos tratamentos houve uma fase de grande expansão foliar, como resultado do aumento de temperatura e grande demanda exercida pelas folhas, com valores maiores no tratamento sombrite 50%, para o estabelecimento do aparelho fotossintetizador.

## 6 SUMMARY

The partitioning of dry matter and carbon fractions in two stages of development of Hippeastrum hybridum cv. apple blossom, were studied in relation to growth irradiance regimes, in the greenhouse. The analysis of growth of twin scale propagated bulbils, subjected to full sunlight, continuous darkness, and dark-light transition, indicated the occurrence of an active transfer of reserves from both external and internal scales to the developing bulbils, leaves and roots. In the first 62 days of growth bulbil development was entirely dependent on scale's reserves, irrespective the imposed treatments. During the second period dark-grown bulbils accumulated 48.5% less dry matter compared with the light exposed ones, while the bulbil that have been transferred from darkness to full irradiance showed a rapid growth response similar to the light treatment.

The second set of experiments considered the growth analysis of one year old bulb propagated plants, under full and 50% irradiance treatments. Our data showed that during the initial phase of development, the underground storage organ, the bulb, functions as an efficient source of assimilates that rapidly mobilizes reserves for shoot and root growth. Actually, during this phase the starch reserves, as well as the soluble sugars are intensively mobilized to the developing leaves. This flux is reversed as the plants reach the 50<sup>th</sup> day after planting, in the full irradiance treatment, and the 76<sup>th</sup> day in the shaded plants. Under low irradiance level it was observed a

decrease of final bulb growth, accompanied by larger leaf expansion, as indicated by the high values of Leaf Area Ratio (LAR) and Specific Leaf Area (SLA).

## 7 LITERATURA CITADA

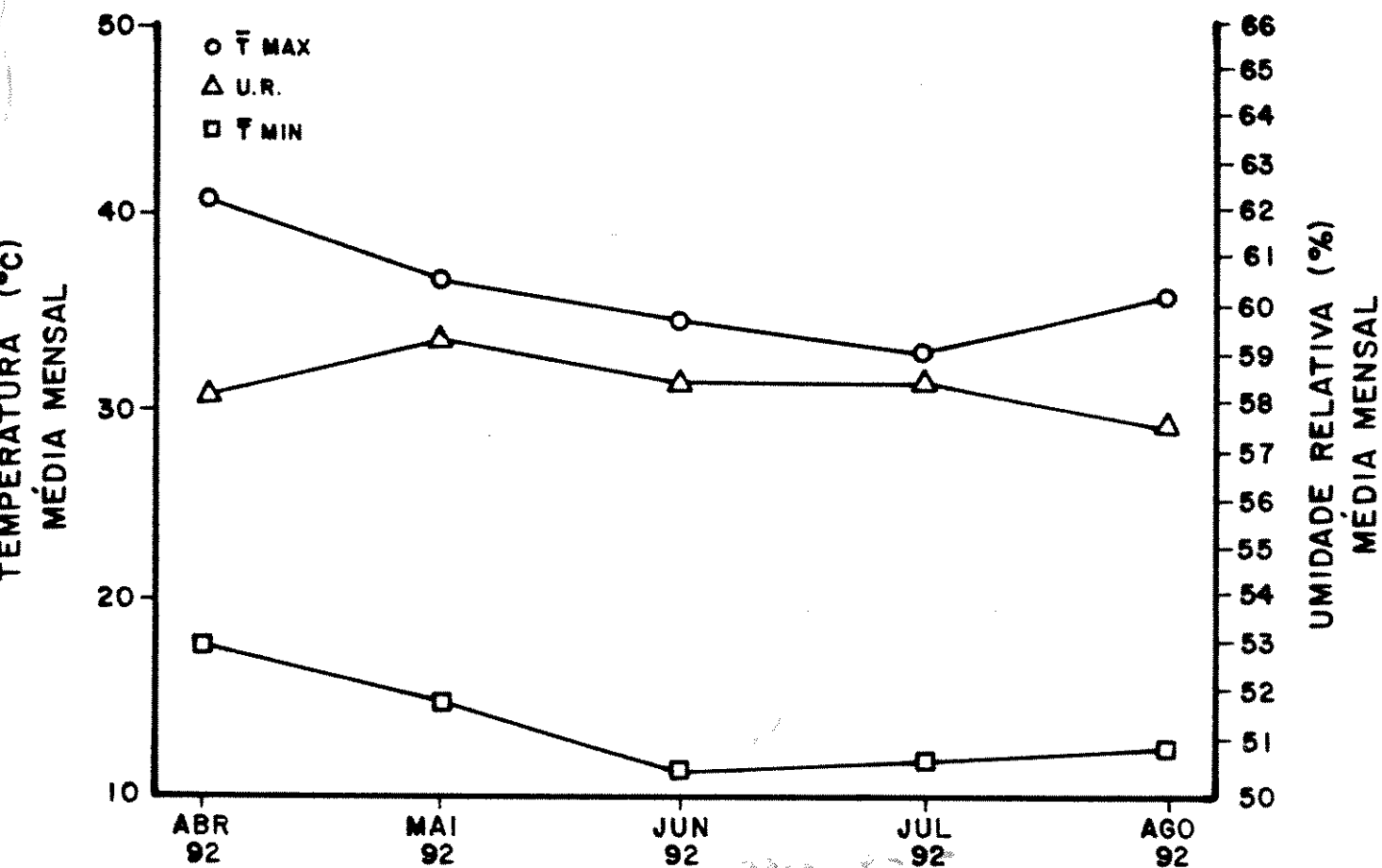
- ARNON, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Plant Physiol. 24(1): 1-15.
- ARROYO, S.C., 1984. Contribucion al conocimiento de los bulbos de Amaryllidaceae. Kurtziana 17: 55-70.
- BOYER, C.D., 1985. Synthesis and breakdown of starch. In: Biochemical basis of plant breeding. C.A.Neyra (ed.) vol. 1 CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, pp. 133-153.
- CHARLES-EDWARDS, D.A., D.DOLEY e G.M.RIMMINGTON, 1986. In: Modelling plant growth and development. H.B.Jovanovich (ed.), Academic Press Inc.Sydnei, Australia. p.235
- DAFNI, A., A.SHMIDA e M.AVISHAI, 1981a. Leafless autumnal - Flowering geophytes in the Mediterranean region - Phytogeographical, ecological and evolutionary aspects. Pl. Syst. Evol. 137: 181-193.
- DAFNI, A., D.COHEN e I.N.MEIR, 1981b. Life-cycle variation in geophytes. Ann. Missouri Bot. Gard. 68: 652 -660.



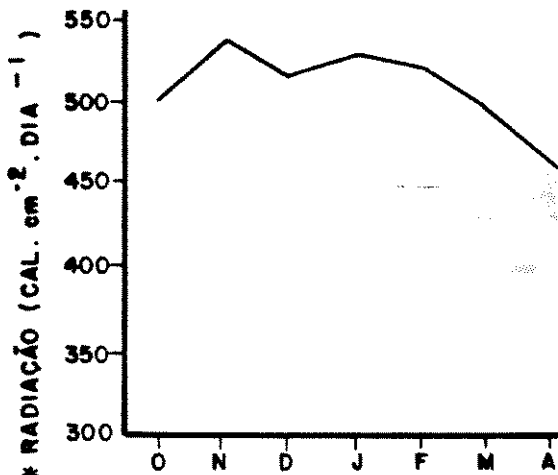
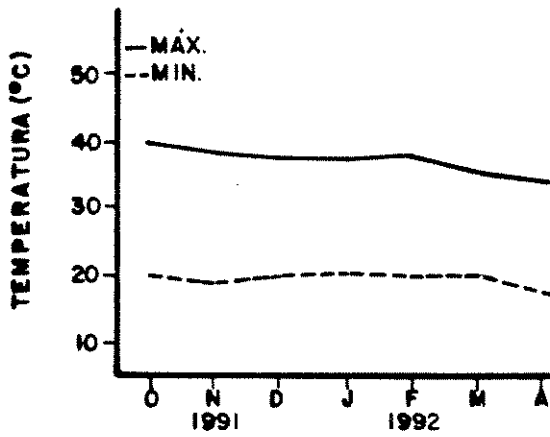
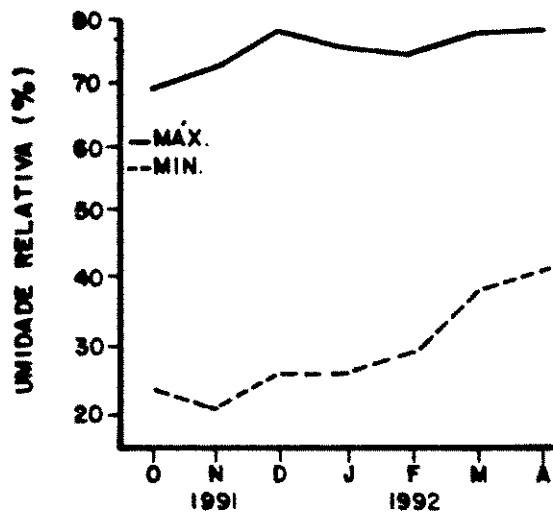
- DUBOIS, M., K.A.GILLES, J.K.HAMILTON, P.A.REBERS e F.SMITH, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.
- ESCHRICH, W., 1989. Phloem unloading of photoassimilates. In: Transport of photoassimilates. D.A.Backer e J.A.Milburn (eds.). Longman Scientific & Technical, New York, pp. 206-263.
- EVANS, G.C., 1972. In: The quantitative analysis of plant growth. D.J. Anderson, P.Greig-Smith e F.A.Pitelka (eds.), Blackwell Scientific Publications. L.A., California. Vol. I. Studies in Ecology. p. 734
- FONDA, R.W. e L.C.BLISS, 1966. Annual carbohydrate cycle of alpine plants on Mt. Washington, New Hampshire. Bull. Torrey Bot. Club 93(4): 268-277.
- GEIGER, D.R., 1987. Understanding interactions of source and sink regions of plants. Plant Physiol. Biochem. 25(5): 659-666.
- GIAQUINTA, R., 1978. Source and sink leaf metabolism in relation to phloem translocation. Plant Physiol. 61: 380-385.
- GIFFORD, R.M. e L.T.EVANS, 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 32: 485-509.
- HANKS, G.R. e A.R.REES, 1979. Twin-scale propagation of Narcissus: A review. Sci. Hort. 10: 1-14.
- HO, L.C., R.I.GRANGE e A.F.SHAW, 1989. Source/sink regulation. In: Transport of photoassimilates. D.A.Backer e J.A.Milburn (eds.). Longman Scientific & Technical, New York, pp. 306-343.
- HUANG, C.W., H.OKUBO e S.UEMOTO, 1990. Importance of two scales in propagating Hippeastrum hybridum by twin scaling. Sci. Hort. 42: 141-149.

- LEOPOLD, A.C. e P.E. KEIEDEMANN, 1975. Tuber and bulb formation. In: Plant growth and development. M. S. Fuller & P. Licht (eds.). McGraw-Hill Book Co. Lim. (UK), pp. 337-345.
- MACHADO, E.C., 1981. Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura da cana-de-açúcar. Tese de mestrado. UNICAMP. p.115.
- MILLER, W.B. e R.W. LANGHANS, 1989a. Reduced irradiance affects dry weight partitioning in Easter Lily. J. Am. Soc. Hort. Sci 114(2): 306-309.
- MILLER, W.B. e R.W. LANGHANS, 1989b. Carbohydrate changes of Easter Lilies during growth in normal and reduced irradiance environments. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114(2): 310-315.
- RAIJ, B.V., N.M. SILVA, O.C. BATAGLIA, J.A. QUAGGIO, R. HIROCE, R. BELLINAZZI JR., A.R. DECHEN e E.E. TRANI 1985. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico nº 100. Instituto Agrônomo de Campinas. p.107.
- REES, A.R., 1966. The physiology of ornamental bulbous plants. Bot. Rev. 32(1): 1-23.
- REES, A.R., 1972. In: The growth of bulbs - Applied aspects of the physiology of ornamental bulbous crop plants. Academic Press, London and New York, p.311.
- REES, A.R., 1985. Hippeastrum. In: Handbook of flowering. vol. 1. A.H. Halevy (ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, pp. 294-296.
- ROBINSON, M., I.HARAV, A.H.HALEVY e Z.PLAUT, 1980. Distribution of assimilates from various source leaves during the development of Gladiolus grandiflorus. Ann. Bot. 45: 113-122.

- SVOSKIN, I.P., 1960. Specific biological characteristics of bulbous geophytes as to their past and present ecology. Bot. Zhur. 45: 1073-1078.
- VAN HANDEL, E., 1968. Direct microdetermination of sucrose. Anal. Biochem. 22: 280-283.
- VINCE-PRUE, D., 1975. Storage organs. In: Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Co. Lim. (UK), pp. 385-405.
- WARDLAW, I.F., 1968. The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. Bot. Rev. 34(1): 79-105.
- WARDLAW, I.F., 1990. Transley Review n<sup>o</sup> 27: The control of carbon partitioning in plants. New Phytol 116: 341-381.



APÊNDICE I - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EM ESTUFIM



\* VALORES MÉDIOS DIÁRIOS DE RADIACÃO SOLAR ESTIMADA

(FONTE: IAC - BOLETIM TÉCNICO Nº 123) CAMPINAS: LAT. (S) 22° 53' LONG. (W) 47° 05'

APÊNDICE II - CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EM CASA DE VEGETAÇÃO

36 JUL