

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida
pelo candidato Amauri Alves de
Alvarenga e aprovada pela Comissão
Julgadora.

IB, 23/I/87

M. A. M. A. L. I.

ESTUDO DE ALGUNS ASPECTOS DO
DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO JACATUPÉ
Pachyrrhizus tuberosus (Lam.) Spreng

AMAURI ALVES DE ALVARENGA
Professor Adjunto do Departamento de Biologia
Escola Superior de Agricultura de Lavras

ESTUDO DE ALGUNS ASPECTOS DO DESENVOLVIMENTO DO
FEIJÃO JACATUPÉ | Pachyrrhizus tuberosus (Lam.) Spreng |

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Esta -
dual de Campinas para a obtenção
do título de Doutor em Ciências
na área de Biologia Vegetal

Orientador : Prof. Dr. Ivany F.M. Valio

CAMPINAS/SÃO PAULO
1987

À minha esposa e filhos pelo carinho
e compreensão,

Aos meus pais e irmãos pelo apoio
e incentivo, e sobretudo

a **DEUS**

dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho, o autor expressa seus agradecimentos a todas as pessoas e instituições que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização e êxito deste trabalho.

Ao professor Ivany Ferraz Marques Valio, pela valiosa orientação e amizade.

Ao professor Ladaslav Sodek e às professoras Maria de Fátima D. A. Pereira e Rosely Sharif pela dedicação e sugestões apresentadas a este trabalho.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras pela oportunidade e apoio durante a realização deste curso.

Ao Plano Integrado de Capacitação de Docentes (PICD) pelo auxílio concedido.

À Seção de Fitoquímica do Instituto Agronômico de Campinas, e ao colega João Paulo Feijão Teixeira, pela realização das análises de óleos e ácidos graxos nas sementes.

A todo o pessoal de apoio do Departamento de Fisiologia Vegetal da UNICAMP que, de uma maneira ou de outra, contri-

buíram de forma efetiva durante a execução deste trabalho.

Aos colegas de curso pela agradável convivência e amizade.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUÇÃO	1.
1. Considerações gerais	1.
2. Ação da luz e temperatura no desenvolvimento ve getal	2.
2.1. Aspectos morfológicos	3.
2.1.1. Crescimento vegetativo	3.
2.1.2. Frequência estomática	6.
2.2. Aspectos fisiológicos	7.
2.2.1. Desenvolvimento de estruturas reprodu- tivas.....	7.
2.2.1.1. Floração	7.
2.2.1.2. Frutificação	11.
2.2.2. Formação de órgãos de reserva.....	12.
2.2.3. Translocação e distribuição de fotoassi- milados.....	14.
2.2.3.1. Carboidratos	15.
2.2.3.2. Compostos nitrogenados	17.
2.2.4. Relacionamento entre época de plantio e remoção de estruturas vegetativas e/ ou reprodutivas no desenvolvimento, produ- ção de sementes e órgãos subterrâneos de reserva	19.
2.2.4.1. Época de plantio	19.
2.2.4.2. Remoção de órgãos vegetativos e/ou re- produtivos	20.
3. Aspectos bioquímicos	23.
3.1. Composição química vegetal	23.

	vii. Página
3.1.1. Carboidratos	23.
3.1.2. Compostos nitrogenados	25.
3.1.3. Óleos	26.
3.1.4. Clorofilas	27.
3.1.5. Flavonóides : sua distribuição, ocorrência e possíveis efeitos em processos fisiometabólicos	28.
3.1.5.1. Distribuição e ocorrência	28.
3.1.5.2. Possíveis efeitos fisiológicos e bioquímicos	29.
3.1.5.2.1. Atividades mitocondriais	29.
3.1.5.3.2. Germinação de sementes	31.
4. Objetivos	33.
a) Morfológicos	33.
b) Fisiológicos	33.
c) Bioquímicos	33.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

1. Material Vegetal	34.
2. Local de execução e condições experimentais....	34.
3. Método geral de preparo das sementes e condições de germinação	34.
4. Condições de campo	35.
4.1. Análise de crescimento do Jacatupé em duas épocas de plantio.....	35.
4.2. Influência da remoção de órgãos vegetativos e/ou reprodutivos nos componentes de produção do Jacatupé em duas épocas de plantio	37.

5. Câmaras de crescimento	39.
5.1. Efeito de regimes termoperiódicos no crescimento, floração e formação de raízes tuberosas do Jacatupé.....	39.
5.2. Determinação do fotoperíodo crítico para floração do Jacatupé	41.
5.3. Determinação do número de ciclos fotoindutivos necessários à floração do Jacatupé	42.
5.4. Efeito de rotenóides exógenos e endógenos no crescimento de eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé	43.
5.5. Estudo de rotenóides exógenos na respiração de eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé.....	44.
5.6. Efeito de rotenóides exógenos e endógenos na germinação de sementes de alface	47.
6. Casa de Vegetação	48.
6.1. Determinação do fotoperíodo crítico para formação de raízes tuberosas em Jacatupé.....	48.
6.2. Determinação do número de ciclos fotoindutivos para floração do Jacatupé.....	49.
7. Análises Químicas	50.
7.1. Amostragens	50.
7.2. Extrações	51.
7.2.1. Açúcares solúveis, aminoácidos, proteínas, amido, óleo e clorofilas.....	51.

7.2.1.1. Açúcares solúveis	51.
7.2.1.2. Proteínas	51.
7.2.1.3. Amido	52.
7.2.1.4. Óleo	52.
7.2.1.5. Clorofilas	53.
7.2.2. Amostragens e extratos para dosagens de rotenóides	53.
7.3. Dosagens	54.
7.3.1. Açúcares solúveis totais.....	54.
7.3.2. Açúcares redutores.....	55.
7.3.3. Aminoácidos	55.
7.3.4. Proteínas	56.
7.3.5. Amido	56.
7.3.6. Óleos e seus componentes.....	57.
7.3.7. Clorofilas	57.
7.3.8. Rotenona	57.
7.3.9. Paquirrizina	58.
8. Análises estatísticas	59.
III. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60.
1. Condições de Campo	60.
1.1. Crescimento, desenvolvimento e produção do Jacatupé em duas época de plantio.....	60.
1.1.1. Análise de crescimento.....	60.
1.1.2. Componentes de produção	70.
1.1.2.1. Raízes tuberosas	70.
1.1.2.2. Vagens e Sementes	72.

1.2. Relações fonte-dreno no Jacatupé.....	73.
1.2.1. Vagens e Sementes	73.
1.2.2. Raízes tuberosas	76.
1.3. Composição química	78.
1.3.1. Açúcares solúveis totais e redutores.....	78.
1.3.2. Amido	81.
1.3.3. Proteínas	82.
1.3.4. Aminoácidos (αNH_2)	83.
1.3.5. Óleo e Ácidos Graxos	84.
1.3.6. Rotenóides	86.
2. Condições de câmaras de crescimento.....	88.
2.1. Crescimento, desenvolvimento e produção de raízes tuberosas do Jacatupé em diferentes regimes termoperiódicos	88.
2.1.1. Análise de crescimento	88.
2.1.2. Frequência estomática	91.
2.1.3. Conteúdo de clorofilas	93.
2.1.4. Floração	95.
2.1.5. Produção de raízes tuberosas	95.
2.2. Crescimento e desenvolvimento do Jacatupé em diferentes regimes fotoperiódicos	99.
2.2.1. Análise de crescimento	99.
2.2.2. Frequência estomática.....	102.
2.2.3. Conteúdo de clorofilas.....	104.
2.2.4. Determinação do fotoperíodo crítico para floração do Jacatupé.....	104.
2.2.5. Número de ciclos fotoindutivos para a flora ção do Jacatupé.....	107.

3. Condições de Casa de Vegetação.....	109.
3.1. Número de ciclos fotoindutivos para a flo- ração do Jacatupé.....	109.
3.2. Determinação do fotoperíodo crítico para formação de raízes tuberosas no Jacatupé..	111.
4. Efeitos fisio-metabólicos de rotenóides.....	114.
4.1. Atividades respiratórias - Consumo de oxi- gênio por eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé.....	114.
4.2. Consumo de O ₂ por homogenatos de eixos em- brionários de sementes de Jacatupé.....	119.
4.3. Crescimento de eixos embrionários.....	121.
4.3.1. Efeito de rotenóides endógenos.....	121.
4.3.2. Efeito de rotenóides exógenos.....	124.
4.4. Germinação de sementes.....	126.
4.4.1. Efeito de rotenóides endógenos.....	126.
4.4.2. Efeito de rotenóides exógenos.....	129.
IV. DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES	133.
V. RESUMO	145.
VI. ABREVIATURAS	149.
VII. LITERATURA CITADA	151.
APÊNDICE	171.

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Análises químicas do solo de canteiros. Departamento de Fisiologia Vegetal - UNICAMP - Setembro/83 (Apêndice).....	172.
2	Valores médios mensais de temperaturas observados em Campinas (S.P.), com uma latitude de 22°54'S, no período de setembro de 1983 a abril de 1985 (Apêndice)	173.
3	Valores médios de matéria seca da lâmina foliar e total de plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (primavera/83 e outono/84)....	63.
4	Resultados da análise de correlação entre os parâmetros de crescimento estudados e as variáveis climáticas em duas épocas de plantio.	65.
5	Valores médios relativos ao número, pesos de matérias fresca e seca de raízes tuberosas de plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (Primavera/83 e Outono/84).....	68.
6	Valores médios relativos ao número de sementes, vagens e peso de sementes de <u>P. tuberosus</u> , cultivados sob condições de canteiros, em duas épocas de plantio (Primavera/83 e Outono/84)	69.
7	Efeito da desfolha parcial e da remoção de ramos laterais na produção de vagens e semen-	

	tes de <u>P. tuberosus</u> em plantios de primavera/84 e outono/85.....	74.
8	Efeito da remoção de estruturas vegetativas e reprodutivas na produção de raízes tuberosas de <u>P. tuberosus</u> em plantios de primavera/84 e outono/85.....	77.
9a.	Teores médios de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido em relação a matéria seca de diferentes órgãos das plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (primavera/83 e outono/84).....	79.
9b.	Teores médios de proteínas e aminoácidos (αNH_2) em relação a matéria seca de diferentes órgãos das plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (primavera/83 e outono/84)	80.
10	Conteúdos médios ($\mu\text{g.g}^{-1}\text{MS}$) de rotenona e paquirrizina em cotilédones, eixos embrionários e exsudatos de sementes de <u>P. tuberosus</u> embebidas por diferentes períodos sob câmara de crescimento à temperatura de 25°C e luz contínua.....	81.

TABELA

Página

11	Peso de matéria seca, número de nós do caule principal, número de folhas e área foliar de plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas em câmaras de crescimento, sob três regimes termoperiódicos e fotoperíodo de 11 horas. Média de 8 repetições	89.
12	Frequência estomática, área e número total de estômatos na epiderme abaxial do folíolo central da 5ª folha trifoliolada de plantas de <u>P. tuberosus</u> cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos de 11 horas, aos 90 DAS.....	92.
13	Conteúdo de clorofilas a, b, total e relação a:b dos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada de plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperíodo de 11 horas, aos 90 DAS.....	94.
14	Influência da temperatura sobre alguns parâmetros florais de <u>P. tuberosus</u> , em condições de câmaras de crescimento sob fotoperíodo de 11 horas.....	96.
15	Influência da temperatura na formação de raízes tuberosas de <u>P. tuberosus</u> , em condições de câmaras de crescimento sob fotoperíodo de 11 horas, aos 90 DAS.....	97.

TABELA

Página

16. Peso de matéria seca, número de nós do caule principal, número de folhas e área foliar de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento, sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N). Médias de 8 repetições 100.
17. Frequência estomática, área e número total de estômatos na epiderme abaxial do folíolo central da 5ª folha trifoliolada de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C, (D/N), aos 90 DAS..... 103.
18. Conteúdo de clorofilas a, b, total e relação a:b dos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N) aos 90 DAS..... 105.
19. Influência do fotoperíodo sobre alguns parâmetros florais em plantas de P. tuberosus, em condições de câmaras de crescimento à temperatura de 25/20°C (D/N). Determinação do fotoperíodo crítico 106.
20. Parâmetros florais em plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmara de madeira, revestida de isopor e submetidas à diferentes números de ciclos fotoindutivos de 10 horas e temperatura de 25/20°C em câmara de crescimento e plantas controle sob fotoperíodo não indutivo natural de 8 horas..... 108.

TABELA

Página

21	Parâmetros florais em plantas de <u>P. tuberosus</u> cultivadas em câmara de madeira revestida de isopor sob diferentes números de ciclos foto-indutivos naturais de 11:40 horas e plantas controle sob fotoperíodo não indutivo natural de 8 horas.....	110.
22	Valores de temperaturas mínima e máxima mensais registradas em câmara de madeira revestida de isopor, no período de março a junho de 1985	112.
23	Influência do fotoperíodo na formação de raízes tuberosas de <u>P. tuberosus</u> , sob condições de casa de vegetação. Determinação do fotoperíodo crítico	113.
24	Valores médios de germinação de sementes de alface var. "Grand Rapids" ($\arccos \sqrt{p}$) submetidas a diferentes concentrações de rotenona e paquirrizina à temperatura de 25°C e luz contínua	130.
25	Valores médios de germinação de sementes de alface "var. Grand Rapids" ($\arccos \sqrt{p}$) submetidas à rotenona, paquirrizina e mistura a $10^{-4}M$, à temperatura de 25°C e luz contínua..	132.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Duração máxima da isolação diária (horas) nos vários meses do ano no local de 22°54' L.S...	174
2	Número de folhas (A) e área foliar por planta (B) de <u>P. tuberosus</u> , cultivados sob condições de canteiros, em duas épocas de plantio (Primavera/83(—) e outono/84 (-----)).....	61.
3	Taxa de crescimento relativo (A) e taxa assimilatória líquida (B) de plantas de <u>P. tuberosus</u> , cultivadas sob condições de canteiros, em duas épocas de plantio (Primavera/83 (—) e Outono/84 (-----)	62.
4	Razão de área foliar (A) e área foliar específica (B) de <u>P. tuberosus</u> , cultivados em canteiros para duas épocas de plantio (Primavera /83 — e Outono/84 -----)	67.
5	Valores percentuais de óleo presente na matéria seca e de ácidos graxos nas sementes de <u>P. tuberosus</u> em duas épocas de plantio.....	85.
6	Razão de área foliar (A) e área foliar específica (B) de <u>P. tuberosus</u> , cultivados em câmaras de crescimento, sob três regimes termoperiódicos e fotoperíodo de 11 horas, aos dias após semeadura.....	95 90.

FIGURA

- 7 Razão de área foliar (A) e área foliar específica (B) de P. tuberosus, cultivados em câmaras de crescimento, sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N), aos 97 dias após semeadura. 101.
- 8a Volume de oxigênio consumido (μ l) por 8 eixos embrionários de sementes de P. tuberosus, após serem submetidas 24 horas em soluções 10^{-4} M de rotenona (o—o), paquirrizina (●—●), mistura de ambas soluções (-----) e água destilada como controle (——) 115.
- 8b Esquema representativo do sítio de ação da rotenona na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial. I, II, III e IV representam os complexos transportadores de elétrons..... 117.
- 9 Volume de oxigênio consumido (μ l) por 8 eixos embrionários de sementes de P. tuberosus, antes e após a adição de rotenona (o—o) e paquirrizina (-----), ambas a 10^{-4} M, tendo como controle a água destilada (——)..... 118.
- 10 Volume de oxigênio consumido (μ l) por 0,5 ml de homogenato de eixos embrionários de sementes de P. tuberosus, em tampão fosfato pH 7,0, após 15 minutos da adição de rotenona (-----), paquirrizina (o—o), mistura de ambas (●—●), todas a 10^{-4} M, e tampão fosfato como controle (——) 120.

FIGURA

- 11 Crescimento de eixos embrionários (mg/12 eixos) de sementes de P. tuberosus em exsudatos das próprias sementes, embebidas por 6, 24 e 48 horas, à temperatura de 25°C e luz contínua. Sequência dos tratamentos. Controle em água destilada (1) e os tratamentos 2, 3 e 4 representam respectivamente 6, 24 e 28 horas de embebição das sementes..... 122.
- 12 Incremento em peso (mg) de 12 eixos embrionários de sementes de P. tuberosus em meios contendo soluções de rotenona e paquirrizina ($10^{-4}M$ e $10^{-5}M$), mistura de rotenona e paquirrizina a $10^{-4}M$ e controle (água destilada), à temperatura de 25°C e luz contínua. Sequência dos tratamentos : Controle (1), rotenona $10^{-4}M$ e $10^{-5}M$ (2 e 3), paquirrizina 10^{-4} e $10^{-5}M$ (4 e 5) e rotenona + paquirrizina a $10^{-4}M$ (6) 125.
- 13 Efeito de exsudatos de sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, sobre a germinação de sementes de alface "Lactuca sativa L., var. Grands Rapids", à temperatura de 25°C e luz contínua..... 127.

I - INTRODUÇÃO

1. Considerações gerais

A produção de alimentos tem constituído nos últimos anos e constituirá no futuro, uma preocupação notória dos cientistas e das autoridades científicas e mundiais.

Segundo SADUMA (1981), a população mundial dobrará até o final do século, e é provável que o aumento na produção de alimentos não acompanhe a tendência de crescimento da população.

Evidentemente, torna-se necessária, a descoberta de novas alternativas alimentares, tanto nos aspectos de produtividade quanto de qualidade.

Estas e outras razões, como potencial nutricional e produtividade, levaram o Instituto de Pesquisas da Amazônia (I.N.P.A.) e a Universidade Federal do Pará (U.F.P.) a incrementarem suas pesquisas com o feijão Macuco ou Jacatupé [Pachyrrhizus tuberosus (Lam.) Spreng], ao mesmo tempo que incentivaram a introdução desta hortaliça nos hábitos alimentares da população do trópico úmido brasileiro (NODA et al., 1984).

P. tuberosus é uma das seis espécies do gênero Pachyrrhizus (Leguminosae) classificada por CLAUZEN (1944), sendo nativo provavelmente das cabeceiras do Rio Solimões. Estas plantas se caracterizam por serem trepadeiras, por apresentarem folhas bem desenvolvidas, porte indeterminado, inflorescências em cacho de capítulo e flores roxas. Seu potencial nutritivo é expressivo entre outras culturas de raízes, com des

taque especial para suas raízes tuberosas que contém cerca de 6,5 e 8,9% de proteínas e média de 20% em amido (NODA et al. , 1984).

Experiências realizadas no INPA por NODA et al. (1984), evidenciaram que o feijão Jacatupé é uma espécie bem adaptada às condições do trópico úmido, a solos pobres, ácidos e com bom rendimento de raízes (15 a 20 t/ha e média de 2 a 3 k por planta).

A carência de informações a respeito do comportamento ecofisiológico desta espécie, tem levado outras instituições como a Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) a desenvolverem estudos, objetivando-se uma maior abrangência de adaptação desta espécie no território nacional.

2. Ação da luz e temperatura no desenvolvimento vegetal

Dentre os fatores ambientais, a luz e a temperatura assumem papéis relevantes na adaptação ecológica das plantas, sendo idubitavelmente, responsáveis pelo índice de produtividade vegetal (GARNER & ALLARD, 1920; 1923; GREGORY, 1956; ALLEGRE, 1957; GAUTREAU, 1973; KETRING, 1979; 1984; HERATH & ORMROD, 1979; ROOD & MAJOR, 1980).

2.1. Aspectos morfológicos

2.1.1. Crescimento Vegetativo

O estudo da luz no comportamento das plantas envolve três aspectos, nos quais se destacam a qualidade, intensidade e a duração do dia, denominado de fotoperíodo (GARNER & ALLARD, 1920; FRANCIS, 1970), sendo estes fatores variáveis de acordo com a latitude e a época do ano.

Inúmeros trabalhos têm demonstrado que o fotoperíodo é um dos principais fatores ambientais que modula o padrão de crescimento das plantas (GARNER & ALLARD, 1920;1923; GAUTREAU, 1973; WYNE & EMERY, 1973; KETRING, 1979;1984;ROOD & MAJOR, 1980; GANDOLFI & MULLER, 1981).

Em trabalhos com plantas de interesse econômico como o feijão alado, amendoim, soja, milho, sorgo e Stevia, tem-se observado que fotoperíodos mais longos promovem incrementos em relação ao número de folhas, área foliar e acúmulo de matéria seca total e induzem maior alongamento de caules, com conseqüente variação do número de nós (WONG & SCHWABE, 1979; HERATH & ORMROD, 1979; ALLISON & DAYNARD, 1979; KETRING, 1979; METIVIER & VIANA, 1979; MERRIT & KOLL Jr., 1982; TOLLEMAR & HUNTER, 1983; RUSSEL & STUBER, 1984; THOMAS & RAPER Jr., 1984).

Trabalhando com feijão alado [Psophocarpus tetragonolobus (L.) D.C.], WONG & SCHWABE (1979) verificaram que alguns índices de crescimento como a taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida aumentaram sob fotoperíodo longo (16 horas) em relação a fotoperíodo curto (8 horas).

Esta relação entre fotoperíodo e taxa de crescimento tem sido observada de forma inequívoca desde 1920, quando GARNER & ALLARD estudando algumas espécies, notaram que a taxa de crescimento relativo é diretamente proporcional à duração diária de exposição à luz. Em Stevia por exemplo, VALIO & RIVEROCHA (1977) observaram que fotoperíodo igual ou superior a 14 horas, ou mesmo dias curtos com interrupção do período escuro, favorecem o crescimento vegetativo. Sob dias longos, STEVENSON & GOODMAN (1972) detectaram um aumento de pelo menos 28 folhas em milho "TEHUA", em relação a dias curtos. Também sob dias longos, METIVIER & VIANA (1979) observaram em Stevia incrementos na área foliar e peso de matéria seca, mas por outro lado, houve redução do número de nós em comparação com as plantas cultivadas sob dias curtos. Recentes estudos em petúnia (MERRIT & KOLL Jr., 1982), zinia (BOYLE & STIMART, 1983), milho (RUSSEL & STUBER, 1983) e em geranium (MERRIT & KOLL Jr., 1985), demonstraram efeitos expressivos de fotoperíodos longos sobre o crescimento destas plantas, sobretudo em relação a número de folhas e área foliar.

Outro componente ambiental que exerce papel relevante no crescimento das plantas é indubitavelmente a temperatura (WENT, 1953; CHASE & NANDA, 1967; GOODMAN, 1972; HUNTER et al. 1974; AITKEN, 1977; HERATH & ORMROD, 1979; WONG & SCHWABE, 1979; TOLLEMAR & HUNTER, 1983; KETRING, 1984). Inúmeros trabalhos têm demonstrado que a temperatura age de forma interacional com o fotoperíodo no padrão de crescimento das plantas, muito embora, haja um comportamento diferencial entre as espécies (WONG & SCHWABE, 1979; RUSSEL & STUBER, 1983; TOLLEMAR & HUNTER, 1983).

Em trabalhos com feijão e amendoim, JACOBS (1951); DALE (1964); WOOD (1968); WILLIAMS et al. (1975) e KETRING (1984), concluíram que a faixa térmica de 20 a 30 °C é a que melhores condições oferecem ao crescimento vegetativo destas plantas. Segundo estes autores, temperaturas superiores a 30 °C, geralmente provocam reduções na taxa de crescimento, com reflexos negativos no crescimento de caules, área foliar total, peso de matéria seca e produção de vagens e sementes.

Em feijão alado, WONG & SCHWABE (1979) e HERATH & ORMROD (1979) observaram interações entre temperatura e fotoperíodo em alguns parâmetros de crescimento como número de nós, folhas, área foliar, taxas de crescimento relativo e assimilatória líquida, e ainda na área foliar específica. Um acréscimo na temperatura de 26 para 32 °C, proporcionou redução em número de folhas e na respectiva área foliar, quando plantas de feijão alado foram cultivadas em fotoperíodo de 16 horas em relação a 8 horas (WONG & SCHWABE, 1979). Comportamento semelhante foi verificado na taxa assimilatória líquida, o mesmo não ocorrendo com a taxa de crescimento relativo. Todavia, observou-se um ligeiro aumento no peso da matéria seca no regime termoperiódico de 26/14 °C em comparação com outros regimes (32/18 °C, 26/26 °C e 18/18 °C), para plantas cultivadas sob dias curtos (WONG & SCHWABE, 1979).

Trabalhando com dois grupos de seleções de feijão alado, HERATH & ORMROD (1979) observaram que temperaturas mais elevadas e fotoperíodos longos estimulam o crescimento da lâmina foliar, com o conseqüente aumento na área foliar e o respectivo peso da matéria seca. Resultados semelhantes foram relatados em soja por KANOE (1976).

Num estudo de temperatura em milho realizado por DUNCAN & HESKETH (1968), ficou evidenciado que para cada 10°C de acréscimo na temperatura, há um aumento praticamente linear de 3 folhas, quando se considera uma faixa de 15 a 36°C . Resultados semelhantes foram também observados em milho por TOLLENAR & HUNTER (1983), os quais constataram interações com o fotoperíodo, além de ficar evidenciado que estes dois fatores agem de forma aditiva em relação ao número de folhas.

2.1.2. Frequência estomática

A importância do estudo desta característica morfológica ocorre em detrimento de sua relação com a capacidade fotossintética das folhas, conforme relatos de DORHOFF & SHIBLES (1970); FREELAND (1970); HERATH & ORMROD (1978; 1979).

A bibliografia é relativamente carente acerca das influências térmica e fotoperiódica na frequência estomática (CIHA & BRUN; 1975; HERATH & ORMROD, 1978; 1979). No entanto, é sabido que estes fatores ambientais podem alterar, dentro de certos limites, o número de estômatos por unidade de área foliar, em decorrência principalmente de modificações nas dimensões das células epidérmicas e no desenvolvimento da própria lâmina foliar (CIHA & BRUN, 1975).

Em estudos com 2 grupos de feijão alado, HERATH & ORMROD (1979) observaram nesta característica, um comportamento diferencial entre seleções quanto a temperatura e fotoperíodo. Em geral, a densidade estomática apresentou-se mais elevada em fotoperíodo de 14 horas em relação a 11 horas, nos

dois regimes térmicos testados (25/20°C e 30/25°C). Contudo, nas plantas crescidas sob temperaturas de 25/20°C e 14 horas de fotoperíodo, notou-se maior número de estômatos nas folhas, excessão feita para algumas seleções, as quais apresentaram mais estômatos sob fotoperíodo de 11 horas, porém no mesmo regime término anterior.

2.2. Aspectos fisiológicos

2.2.1. Desenvolvimento de estruturas reprodutivas

2.2.1.1. Floração

A floração é considerada uma das mais fenomenais respostas fotoperiódicas das plantas.

GARNER & ALLARD (1920; 1923) foram dos primeiros pesquisadores a estudarem sistematicamente a influência da luz, sob o ponto de vista de "duração do dia", como sendo o principal agente sincronizador da floração em um grande número de espécies vegetais. A eles deve-se a introdução dos termos "Fotoperíodo e Fotoperiodismo", os quais expressam respectivamente, a duração do dia e a resposta dos organismos à duração relativa do dia e da noite. Muito embora outros processos fisiológicos como dormência, pigmentação e tuberização sejam igualmente considerados como respostas fotoperiódicas, a floração é o fenômeno que mais tem merecido atenção nos últimos anos (LOWE et al., 1976; KIRSZENZAFIT & FELIPPE, 1978; HERATH & ORMROD, 1979; SCHWABE, 1979; PINTHUS & NERSON, 1984, THOMAS & RAPER Jr., 1984).

Em diversas revisões publicadas, ficou evidenciado que a sensibilidade das plantas ao fotoperíodo apresenta uma grande variabilidade entre espécies e até mesmo entre cultivares, apesar do fotoperíodo não ser uma exigência absoluta para a floração (GARNER & ALLARD, 1920; 1923; VINCE-PRUE, 1975 ; GANDOLFI & MULLER, 1981). As espécies consideradas como fotoperiódicas, somente atingem a floração, se foram convenientemente expostas a fotoperíodos adequados (GARNER & ALLARD, 1920 ; 1923; BORTHWICK & PARKER, 1938a; 1938b; 1938c; 1939; ALLISON & DAYNARD, 1979; KETRING, 1979; GANDOLFI & MULLER, 1981; MERRIT & KOLL Jr., 1985). A exposição destas plantas às condições fotoperiódicas desfavoráveis à reprodução, tenderão a produzir gigantismo ou levarão as plantas a um desenvolvimento vegetativo indefinido (GARNER & ALLARD, 1920).

Por outro lado, as plantas indiferentes ao fotoperíodo geralmente florescem tão logo atingem um certo grau de maturidade. Segundo FRANCIS (1970), o fotoperíodo é particularmente importante para a agricultura de regiões temperadas ou de latitudes elevadas, onde o fotoperíodo pode exceder a 17 horas. Evidências experimentais de NJOKU (1958), demonstraram que algumas espécies tropicais também apresentam controle fotoperiódico, às vezes de forma semelhante às de latitudes elevadas, muito embora, seja mínima a variação no comprimento relativo do dia e da noite.

No estudo das plantas fotoperiodicamente sensíveis, devem ser ressaltados dois fatores de relevância para a floração, onde se destacam o "Fotoperíodo Crítico e o Número de Ciclos Indutivos". Estes fatores são específicos para este grupo de plantas, conforme observações realizadas por inúmeros autores

(SALISBURY, 1963; NANDA & KRISHNAMOORTHY, 1967; VINCE PRUE , 1975; VALIO & ROCHA, 1977; KIRSZENZAFIT & FELIPPE, 1978; CARLSON et al., 1979; LUSH & EVANS, 1980; NWOKE, 1980a; 1980 b).

As plantas pertencentes a este grupo estarão aptas a florescer após serem submetidas a fotoperíodos adequados e a um número suficiente de ciclos fotoindutivos, os quais geram um estímulo floral, cujo efeito é acumulativo para cada fotociclo adicionado (BLANEY & HAMNER, 1957; LINCOLN, 1958 ; CARPENTER & LINCOLN, 1959; VINCE PRUE, 1975).

Entre plantas fotoperiódicas, há casos de extrema sensibilidade, como é o caso do Xanthium (PDC), o qual é induzido à floração após ter recebido apenas um fotociclo curto (SALISBURY, 1963), ao contrário do que ocorre com outras espécies, onde são necessários até dezenas de ciclos sob condições fotoperiódicas favoráveis (VINCE PRUE, 1975). Em Stevia (VALIO & ROCHA, 1977), Bidens (KIRSZENZAFIT & FELIPPE, 1978) , e algumas variedades de Kalanchoe (CARLSON et al., 1979), são necessários respectivamente 9, 14 e uma faixa entre 14 a 35 ciclos indutivos para floração.

Em estudos com variedades precoces e tardias de quiabo, NWOKE (1980b) observou um comportamento varietal diferencial, sendo necessários respectivamente 10 e 15 fotociclos de 10 horas, para que ocorra floração máxima nas plantas.

A temperatura é indubitavelmente, outro fator ambiental importante no controle dos processos reprodutivos das plantas (GARNER & ALLARD, 1923; HAMNER & BONNERS, 1938; LANG, 1939; CATHEY, 1954; ALEGRE, 1957; BOLHUIS & DE GROOT, 1959 ; LANG, 1965; WOOD, 1968; KANOE, 1976; HEIDE, 1977; HERATH & ORMROD , 1979; WONG & SCHWABE, 1979).

Mesmo em regiões tropicais, onde não há grandes variações sazonais de temperatura, algumas espécies ainda conseguem desenvolver um mecanismo de sensibilidade a essas mudanças, o qual atua como um agente sincronizador na floração.

Os primeiros a observarem o efeito térmico na floração foram HAMNER & BONNER (1938), os quais demonstraram em Xanthium strumarium(PDC), uma considerável redução na floração com a queda da temperatura noturna. Esta observação, confirma a hipótese que mesmo considerando o fotoperíodo, a temperatura sobretudo noturna, é de fundamental importância para a floração (VINCE-PRUE, 1975), podendo inclusive alterar o comportamento fotoperiódico das plantas (ARULRAJAH & ORMROD, 1973; HUXLEY et al., 1976).

Em trabalhos realizados com amendoim, WOOD (1968) e KETRING (1984) concluíram que temperaturas superiores a 30°C prejudicam sobremaneira o crescimento das estruturas florais, trazendo com isto reflexos negativos na produção, o mesmo ocorrendo em soja (THOMAS & RAPER Jr., 1976).

Estudos realizados em soja (KANDE, 1976), morango (HEIDE, 1977) e feijão alado (HERATH & ORMROD, 1979; WONG & SCHWABE, 1979) constataram interações entre temperatura e fotoperíodo na floração, mostrando que a temperatura é tão importante quanto o fotoperíodo neste estágio de desenvolvimento. Entre as plantas de dias longos e curtos, verificam-se comportamentos diferenciais quanto à reprodução, ao serem submetidas à diferentes combinações foto e termoperiódicas. Em Hyoscyamus niger (PDL) por exemplo, a floração é normalmente incrementada à temperaturas mais baixas, mesmo sob fotoperíodo mais curto do que o recomendado (LANG, 1965). Entretanto, várias

plantas de dias longos (PDL) permanecem vegetativas, mesmo em fotoperíodos considerados longos, quando submetidas a altas temperaturas noturnas (VINCE-PRUE, 1975).

2.2.1.2. Frutificação

A frutificação é um estágio do desenvolvimento vegetal determinante e limitante na produtividade das culturas. Fatores ambientais como temperatura, fotoperíodo e número de ciclos fotoindutivos são considerados essenciais à formação de frutos e sementes (FORTANIER, 1957; WOOD, 1968; GAU - TREAU, 1973; WYNNE et al., 1973; ALLISON & DAYNARD, 1979 ; KETRING, 1979; 1984; NWOKE, 1980a, 1980b).

Em amendoim, WOOD (1968) e KETRING (1984) mostraram uma redução sensível na produção de vagens e sementes para cultivos realizados em temperaturas superiores a 30°C , o mesmo ocorrendo em soja (THOMAS & RAPER Jr., 1976).

Com relação ao fotoperíodo, NWOKE (1980a) em estudos com Corchorus olitorius L., "var. Onyaya Epen", verificou que o número de frutos e seus respectivos pesos secos foram maiores nas plantas submetidas durante todo o ciclo em dias curtos de 10 horas, em relação àquelas submetidas a números limitados de ciclos fotoindutivos. Na cultura do amendoim, var. SCHWARZ-21, FORTANIER (1957) concluiu que o fotoperíodo de 12 horas é mais eficiente para a formação de vagens. Seus resultados são concordantes com os obtidos na mesma cultura por WYNNE et al (1973). Com relação à produção de sementes, KETRING (1984) observou em amendoim, uma produção ao redor de 6 vezes superior para plantas cultivadas sob

fotoperíodo de 12 horas em relação a 16 horas. Segundo GAUTREAU (1973) e KETRING (1979), o aumento de produtividade se deve em parte ao efeito do fotoperíodo na produção e translocação de fotoassimilados para a formação de vagens e sementes.

2.2.2. Formação de órgãos de reserva

As respostas fotoperiódicas de várias espécies que formam tubérculos têm sido estudadas em detalhes. Todavia, pouco se conhece das espécies que formam raízes tuberosas, especialmente entre as de distribuição tropical.

A formação de órgãos subterrâneos de reserva como caules e raízes tuberosas é geralmente dependente de/ou é acelerada por exposições das plantas, sobretudo de suas folhas, a fotoperíodos adequados (VINCE-PRUE, 1975). A formação de órgãos de reserva de muitas espécies é extremamente favorecida por exposições das plantas a dias curtos, conforme observações realizadas por diversos autores (GARNER & ALLARD, 1923; DRIVER & HAWKES, 1943; GREGORY, 1956, 1965; LOWE et al., 1976; WONG & SCHWABE, 1979 e STEWARD et al., 1981).

Em dália (Dahlia variabilis), o número de raízes tuberosas nem sempre é afetado pelo fotoperíodo, mas geralmente o seu crescimento requer dias curtos inferiores a 12 horas. Entretanto, uma interrupção da noite poderá impedir a iniciação e o crescimento posterior das raízes, como se a planta estivesse submetida a dias longos (GARNER & ALLARD, 1923; BIRAN & HALEVY, 1972).

Em espécies tropicais como a mandioca por exemplo, a produção de raízes tuberosas é maior sob dias curtos (CIAT , 1973; LOWE et al., 1976), podendo esta produção estar associada a um número maior de raízes ou uma redução de crescimento na parte aérea. Segundo MOSER & HESS (1968), o crescimento da parte aérea tem resposta oposta aos órgãos de reserva, tanto que o fotoperíodo regula uma relação competitiva entre estas partes.

Com relação à temperatura, inúmeros trabalhos demonstram sua ação no controle da formação de órgãos de reserva , especialmente em batata (DRIVER & HAWKES, 1943; WENT, 1959 ; GREGORY, 1956, 1965; STEWARD et al, 1981). Esses autores observaram estreitas relações entre temperatura e fotoperíodo , e concluíram que baixas temperaturas noturnas, associadas a fotoperíodos curtos (8 horas), favorecem a iniciação e produção de tubérculos, enquanto que sob fotoperíodos considerados longos (16 horas) e temperaturas noturnas elevadas, nenhum tubérculo é formado.

Estudando o efeito de regimes termoperiódicos na tuberculização, GREGORY (1956) e WENT (1959) observaram que baixas temperaturas noturnas favorecem alguns componentes de produção como crescimento foliar em maior extensão que baixas temperaturas diurnas, enquanto não houve alteração no crescimento de caules para os regimes termoperiódicos testados. Por outro lado, a produção de tubérculos é extremamente reduzida sob temperaturas noturnas elevadas.

Em feijão alado, WONG, & SCHWABE (1979) encontraram relações semelhantes quanto à produção de raízes. Maiores e menores produções ocorreram respectivamente nos regimes

26/14°C e 26/26°C dia/noite, ambas associadas a fotoperíodo curto de 8 horas. Neste mesmo trabalho, observou-se um efeito mais pronunciado do fotoperíodo que o da temperatura na formação de raízes tuberosas, visto que nenhuma raiz formou-se sob dia longo (16 horas), ao contrário do que ocorreu com a temperatura, onde houve tuberização em todos os regimes térmicos. Baseado nestas informações e nos resultados de GREGORY (1956), é possível controlar a formação de órgãos subterrâneos de reserva através de uma combinação apropriada de temperatura e fotoperíodo.

Em outras espécies como o alho por exemplo, tem-se observado em alguns cultivares, que o processo de bulbificação é acelerado em regimes térmicos (dia/noite) mais elevados e fotoperíodos mais longos (STEER, 1980). Segundo ABDALA (1967) e ROBINSON (1971), a temperatura foi sugerida como sendo o fator mais importante para a bulbificação em relação ao fotoperíodo, sobretudo nos trópicos, onde é mínima a variação no comprimento do dia.

2.2.3. Translocação e Distribuição de Fotoassimilados

A translocação e distribuição de fotoassimilados ou fotossintatos são fenômenos fisiológicos dependentes da atividade fotossintética das folhas e da demanda dos órgãos em desenvolvimento (EVANS, 1975), as quais são sensivelmente controladas pelas condições ambientais (WENT, 1956; EVANS, 1975).

2.2.3.1. Carboidratos

Os principais produtos oriundos da fotossíntese foliar são sacarose e amido, sendo a sacarose a forma primária de transporte de carboidratos na maioria das plantas superiores, enquanto o amido se acumula nos cloroplastos como forma temporária de armazenamento.

Sob diferentes condições ambientais, profundas mudanças ocorrem no metabolismo do carbono foliar (SILVIUS et al., 1979; CHATTERTON & SILVIUS, 1980, 1981; HUBER & ISRAEL, 1982; HUBER et al., 1984). Estes autores sugerem que a atividade da Sacarose Fosfato Sintetase (SFS) possa ser o fator determinante da formação e transporte de sacarose nas plantas.

Segundo CHATTERTON & SILVIUS (1980, 1981), a mudança de plantas de um período fotossinteticamente longo (14 horas) para um curto (7 horas), resultou num acúmulo de amido e uma correspondente redução na taxa de translocação (CHATTERTON & SILVIUS, 1979; SICHER et al., 1982; HUBER et al., 1984). Trabalho conduzido por HUBER et al. (1984) demonstrou em fumo e soja que dias curtos reduzem a atividade da SFS nas folhas em relação a dias longos, sendo as mudanças em dias curtos correlacionadas negativamente com a concentração e translocação de sacarose, porém positivamente correlacionadas com o acúmulo de amido.

Em soja, GBIKPI & CROOKSTON (1981) verificaram que a época de floração, baseada no fotoperíodo, tem um papel significativo na taxa de distribuição e acumulação de carboi -

dratos e matéria seca de grãos. Assim sendo, um prolongamento do período vegetativo favorecerá a produção de fotossintatos e conseqüentemente as taxas de acumulação.

A temperatura, semelhantemente ao fotoperíodo, exerce papel fundamental na taxa de translocação e partição de fotossintatos (SMITH, 1970; JELMINI & NOSBERGER, 1978; THOMAS et al., 1981; TING, 1981; BOLLER & NOSBERGER, 1983).

Observou-se em alfafa e outras espécies forrageiras, que a taxa de acúmulo de carboidratos totais não estruturais (TNC) decresce em função do aumento da temperatura (SMITH, 1970). Estudos desenvolvidos por JELMINI & NOSBERGER (1978) concluíram que a concentração de TNC nas folhas e pecíolos de Trifolium repens L., foi menos afetada por variações térmicas em relação a Trifolium pratense L., Festuca pratensis Huds e Lolium multiflorum Lam. Em alguns clones de trevo branco, BEINHART (1964) verificou a existência de aumentos inconsistentes nos níveis de sacarose e outros açúcares solúveis totais com o decréscimo de 17 para 10°C na temperatura. Estudos realizados também com trevo por BOLLER & NOSBERGER (1983) mostraram um aumento tanto de TNC como no peso de matéria seca residual da lâmina foliar, em função do abaixamento da temperatura (dia/noite) de 18/13°C para 10/7°C, ambos os regimes sob fotoperíodo longo (16 horas). Estes resultados e os anteriores obtidos por BEINHART (1964), demonstraram que a resposta do trevo branco à baixa temperatura em relação à partição e acúmulo de TNC e matéria seca é um tanto quanto confusa. Em soja submetida a temperaturas elevadas durante 24 horas, CHATTERTON & SILVIUS (1979) notaram um esgotamento de carboi-

dratos na folha ao final do período escuro, uma vez que o nível de carboidratos é determinado por sua própria taxa de acúmulo durante o dia. Também em soja, THOMAS et al. (1981) observaram uma redução no nível de carboidrato foliar sob 30/26°C, sobretudo durante a formação de vagens, pois estas constituem por excelência, drenos altamente eficientes.

2.2.3.2. Compostos Nitrogenados

Observações realizadas por diversos autores (THOMAS et al., 1981; GBIKPI & CROOKSTON, 1981; CURE et al., 1982) têm demonstrado que tanto a assimilação quanto a partição de nitrogênio e matéria seca estão sob controle de fatores ambientais, de maneira semelhante aos carboidratos.

CURE et al. (1982) em estudos com duas cultivares de soja (RANSON e D72-8126) observaram comportamentos diferenciais quanto às características acima mencionadas. Considerando-se a cultivar RANSON, houve menor acúmulo de nitrogênio nas partes vegetativas sob dias curtos em relação às estruturas reprodutivas, visto que as plantas mobilizaram nitrogênio para as sementes de forma mais eficiente que sob dias longos. Segundo os autores, o fotoperíodo parece controlar o balanço C/N, bem como a taxa de crescimento de grãos. Relações semelhantes foram observadas por THOMAS et al. (1981), os quais concluíram que tanto a assimilação quanto a partição de nitrogênio e matéria seca entre folhas e sementes são decorrentes do nível de carboidratos presentes nas folhas que são limitantes sob dias curtos.

Estudos com soja, têm demonstrado que o aumento

nas taxas de acúmulo de nitrogênio e matéria seca no período pré-formação de vagens estão intimamente relacionados com o aumento de temperatura (THOMAS et al., 1981). Incrementos de temperatura na faixa de 14 a 30°C dia e 10 a 26°C noite proporcionaram decréscimos progressivos nas referidas taxas concomitantemente com o início de formação das vagens. Resultados semelhantes foram obtidos por SINCLAIR & DE WIT (1975, 1976), os quais concluíram que as reduções observadas nas taxas de acúmulo de nitrogênio e matéria seca nos tecidos vegetativos estão associadas aos eventos de formação das vagens pela translocação de compostos orgânicos para as sementes.

Segundo GBIKPI & CROOKSTON (1981), a época de floração baseada no fotoperíodo e o período de formação de vagens e sementes exercem papéis preponderantes nas taxas de acúmulo de nitrogênio e matéria seca. Isto vem demonstrar que o desenvolvimento tardio de sementes favorece a taxa de acúmulo de proteína em mais de 2,5%, em virtude de um prolongamento verificado no período de crescimento vegetativo.

Um outro fator importante que deve ser levado em consideração, é que qualquer alteração no fotoperíodo é suficiente para mudar o direcionamento do fluxo de assimilados, podendo desta forma, favorecer o desenvolvimento de órgãos subterrâneos, em detrimento de outras estruturas da planta (GARNER & ALLARD, 1923).

2.2.4. Relacionamento entre época de plantio e remoção de estruturas vegetativas e/ou reprodutivas no desenvolvimento, produção de sementes e órgãos subterrâneos de reserva.

2.2.4.1. Época de Plantio

Inúmeros trabalhos na literatura mencionam a importância da época de plantio no desempenho agrônômico de várias espécies vegetais (LAWN, 1979; GBIKPI & CROOKSTON, 1981; FAIREY, 1983; FOWLER, 1983).

Nos últimos trinta anos, tem-se observado no mundo científico, uma preocupação notória em se determinar a época de plantio mais adequada para as culturas de interesse econômico e outras em potencial, visando a maximização da produtividade.

A definição da melhor época de plantio é função básica da localidade, da cultura a ser implantada e de fatores climáticos, particularmente fotoperíodo e temperatura.

LAWN (1979) estudando 16 cultivares de 4 espécies de Vigna, concluiu que todas as cultivares responderam à época de plantio em LAWES (Sudeste da Austrália), apresentando altas taxas de acúmulo de matéria seca total e produção de sementes para plantios ocorridos em dezembro, o que não ocorreu em plantios realizados em outras épocas. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos em milho por FAIREY(1983), além de observarem que a data de plantio afetou de forma inequívoca o período final de emergência da plântula, intervalo entre emergência e formação de espigas, maturidade e produtividade de grãos.

Segundo BUNTING (1968) e FAIREY (1980) em trabalhos também com milho, a época de plantio afetou mais a produção de grãos que a de forragem, sendo esta de melhor qualidade quando o plantio é realizado mais precocemente.

De maneira semelhante as culturas tropicais e subtropicais, também os cereais de inverno são igualmente afetados pela época de plantio, caso particular do trigo de inverno (FOWLER, 1983), em que há sensível redução da produtividade, quando o plantio se realiza fora de época.

Com relação às culturas que desenvolvem órgãos subterrâneos de reserva, observou-se na Inglaterra e País de Gales que a época crítica para plantio da batata concentra-se entre a 2ª e 3ª semana de abril (DYKE, 1956). Plantios fora de época traduzem quedas na produtividade, devido a variações decorrentes no fotoperíodo e temperatura, os quais reduzem o período de crescimento da cultura.

2.2.4.2. Remoção de órgãos vegetativos e/ou reprodutivos.

Na literatura, alguns trabalhos mostram que a prática da desfolha induz alterações fisió-metabólicas profundas nas relações fonte/dreno (HANSON & WEST, 1982; PANDEY, 1983; WILKERSON et al., 1984; PECHAN & MORGAN, 1985).

Nos trabalhos envolvendo desfolhamento natural ou artificial, devem ser levados em consideração aspectos como fatores climáticos, cultivares, período do ciclo e nível de desfolha (SANTA CECÍLIA et al., 1980; PANDEY, 1983; WILKER -

SON et al., 1984; DOWNES & GLADSTONES, 1984; PECHAN & MORGAN, 1985).

Em amendoim, WILKERSON et al. (1984) verificaram que 50 ou 100% de desfolha realizada até 16 semanas após o plantio, resultaram em reduções de peso e tamanho de caules, menor peso e número de vagens e igual ou maior número de folhas, além de alterar a partição de fotossintatos entre as diversas partes da planta.

PECHAN & MORGAN (1985) em estudos com nabo (Brassica napus L.), verificaram também uma redução significativa no peso das estruturas florais na colheita, quando o desfolhamento é realizado durante a antese. Este efeito foi mais pronunciado que o observado para o número destas estruturas por planta. Em lentilhas (Lens esculenta L.), PANDEY (1983) encontrou que a desfolha de 25 a 75% realizada no período entre floração e a maturidade, proporcionaram reduções na produção de grãos na ordem de 24 e 62,9% respectivamente. Todavia, o número de sementes por vagem não foi afetado pelos índices de desfolha nos vários estádios de crescimento da cultura. Em estudos com duas cultivares de feijão (JALO EEP-558 e RICO-23) submetidas a 33 e 66% de desfolha, SANTA CECÍLIA et al. (1980) concluíram que não houve decréscimo na produtividade de grãos. Estes resultados reforçam a hipótese proposta por WILCIANS et al. (1976), os quais acreditam na existência de um mecanismo compensatório que leva a um aumento no crescimento foliar associado a um maior acúmulo de assimilados nas folhas, ora mais iluminadas que outrora.

Um fator que merece destaque é o relacionamento da temperatura com a desfolha. Em Lupinus angustifolius L., Dow-

NES & GLADSTONES (1984) revelaram que sob condições favoráveis de frio ($21/16^{\circ}\text{C}$), todas as folhas produzidas contribuem positivamente na produção de sementes. Contudo, as plantas submetidas a $27/22^{\circ}\text{C}$ não aumentaram a produção em níveis superiores a 6 folhas. Isto enfatiza a significância dos fatores ambientais sobre a área foliar, mais que no fluxo de assimilados para formação de vagens e outros componentes de produção.

Quanto a remoção de flores, PANDEY (1983) observou que esta prática realizada além de 3 semanas após a antese, em níveis de 25 a 75% prejudicaram sensivelmente a produção de sementes, porém esta redução não foi proporcional ao grau de remoção.

Com relação ao efeito da desfolha e remoção de flores na formação de órgãos subterrâneos de reserva, são escassas as informações contidas na literatura.

Estudo realizado por SCHOONHOVEN et al. (1984) em mandioca (var. LHANERA e CMC-84), demonstrou que a desfolha em 20 e 40% realizada nos 6 primeiros meses do ciclo não prejudicam a produção de raízes. No entanto, 80% de desfolha proporcionou uma redução significativa na produção, sobretudo na variedade LHANERA. Os resultados ainda permitiram concluir que as plantas de mandioca compensam rapidamente a área foliar perdida.

Em feijão Macuco, NODA et al. (1984) concluíram que a remoção de flores poderá aumentar a produção de raízes tuberosas em até dez vezes.

3. Aspectos Bioquímicos

3.1. Composição química vegetal

A composição química de diversos órgãos da planta é mediada tanto por fatores genéticos como ambientais.

Inúmeros trabalhos demonstram flutuações nos teores de óleo, carboidratos, compostos nitrogenados, clorofilas e outros metabólitos fundamentais ao metabolismo vegetal, decorrentes de alterações sobretudo no fotoperíodo e temperatura (HOWELL & CARTER, 1958; BEINHART, 1970; SMITH, 1970 ; WONG & SCHWABE, 1979; ARMITAGE & CARLSON, 1981; STEWARD et al., 1981; BOLLER & NOSBERGER, 1983; DHAWAL et al., 1983 ; HUBER et al., 1984; TEIXEIRA, 1984).

3.1.1. Carboidratos

O nível de carboidratos nos diversos órgãos vegetais é diretamente dependente da atividade fotossintética, a qual está sob controle em parte, da temperatura e fotoperíodo (HOWELL & CARTER, 1958; BROWN & CHAMAN, 1960; BOLLER & NOSBERGER, 1983; HUBER et al., 1984).

Em espécies forrageiras, SMITH (1970) observou que regimes térmicos mais amenos, compreendendo uma faixa de 21/15°C a 27/21°C dia/noite, foram os que mais contribuíram para a síntese e acúmulo de carboidratos totais não estruturais (TNC) nas folhas, durante a época de emissão da 1ª flor. Entre as espécies estudadas, a alfafa foi a que melhor desempenho apresentou em regimes mais baixos, com maior conteúdo

do de TNC.

Em soja c.v. Santa Rosa, TEIXEIRA (1984) observou que o acúmulo de açúcares solúveis nos grãos foi mais consistente no ano agrícola 78/79, período em que predominou temperaturas médias inferiores as observadas em 79/80.

Em trevo branco, BEINHART (1970) verificou maior produção de açúcares solúveis totais a 10°C, com a sacarose e maltose representando cerca de 80% dos açúcares solúveis em relação à planta toda.

O autor concluiu ainda que a temperatura diurna é mais importante tanto para o acúmulo de açúcares como para o crescimento. Na mesma espécie, BOLLER & NOSBERGER (1983) determinaram um aumento no teor de TNC pelo abaixamento na temperatura de 18/13°C para 10/7°C, o que favoreceu em muito o armazenamento de carboidratos de reserva em associação com fotoperíodos curtos.

Segundo BEINHART(1970), a presença de altos níveis de maltose em estolões de trevo a temperaturas inferiores a 30°C, pode elucidar a razão do aumento no teor de amido neste órgão, visto que ela atua diretamente na síntese do amido (MORAN et al., 1953; RUELKE & SMITH, 1956).

METIVIER & VIANA (1979) em estudos com Stevia, encontraram cerca de 3,5 vezes mais açúcares solúveis totais nas folhas das plantas sob dias longos que em dias curtos .

Quanto ao nível de amido, CHATTERTON & SILVIUS (1980,1981) e HUBER et al. (1984) verificaram em soja, que plantas sob dias curtos acumulam mais amido e menos sacarose, em virtude da redução observada na atividade da SFS e outras enzimas envolvidas na síntese de sacarose(HUBER & ISRAEL ,

1982).

3.1.2. Compostos nitrogenados

O metabolismo de compostos nitrogenados é sensívelmente afetado por fatores ambientais, especialmente luz e temperatura.

Diversos trabalhos têm sido realizados com o intuito de esclarecer os processos fundamentais que regulam esta atividade fisiológica (MAGALHÃES & HAGEMAN, 1974; MAGALHÃES et al., 1975; SANTORO & MAGALHÃES, 1976; DONOVAN et al., 1967; TEIXEIRA, 1984).

Estudos realizados em forrageiras por SMITH (1970), demonstraram para alfafa e trevo doce conteúdos maiores de proteínas em regimes termoperiódicos de 27/21°C em relação a 32/27°C. Em soja (c.v. Santa Rosa), TEIXEIRA (1984) observou que as maiores taxas de acúmulos de proteínas e matéria seca nos grãos estão associadas às temperaturas mais amenas, visto que o ano agrícola 78/79 apresentou temperaturas médias mensais inferiores a 79/80.

DONOVAN et al. (1967) trabalhando também com soja var. Mandarin, observaram relações estreitas entre fotoperíodo e temperatura com relação ao percentual protéico.

Em girassol, DHAWAN et al. (1983) concluíram que o nível de proteínas é grandemente favorecido pela época de plantio, alcançando valores máximos de 23% para plantios realizados no inverno (janeiro), ao contrário do que ocorreu quando o plantio foi realizado no verão (maio), onde o conteúdo de proteínas foi reduzido a 19,4%.

Com relação aos órgãos subterrâneos de reserva , STEWARD et al. (1981) encontraram em batata estreita relação entre temperatura e fotoperíodo, ao considerar a proporção entre N solúvel não proteico e N proteico de tubérculos e folhas. Esses autores observaram uma redução no acúmulo de compostos nitrogenados solúveis durante o crescimento em temperatura de 12^oC, independente do fotoperíodo. Em 24^oC, foram observados nos tubérculos as maiores taxas de proteínas, também independente do fotoperíodo. Segundo STEWARD et al. (1981) houve nos tubérculos crescidos sob temperaturas mais baixas , predominância de amidas entre os compostos nitrogenados solúveis presentes.

3.1.3. Óleos

Conforme relatos de CANVIN (1965), a temperatura parece ser fundamental na biossíntese de óleo em sementes de girassol. Neste mesmo material, DHAWAN et al. (1983) encontraram máxima produção de óleo (44,1%) para plantios realizados no verão (maio), contra 36,1% obtido em semeaduras executadas nos meses de janeiro, março, julho e outubro. Enquanto que por um lado, altas temperaturas de verão favoreceram a produção de altos percentuais de óleo, por outro, a melhor qualidade do óleo produzido foi obtida quando a cultura foi semeada no inverno, quando predominaram temperaturas mais baixas.

Em soja, TEIXEIRA (1984) verificou que temperaturas mais amenas como as observadas no ano agrícola 78/79 , proporcionaram maiores taxas de acúmulo de óleo em relação aos anos de 79/80, considerando-se o período de 65 dias após a floração. Contudo, a produção final de óleo não foi afetada.

Em estudos realizados também em soja por HOWELL & CARTER (1953, 1958), encontraram altos coeficientes de correlação entre temperaturas e percentagens de óleo, sendo as temperaturas mais elevadas as que mais se correlacionaram.

3.1.4. Clorofilas

A importância do conhecimento dos conteúdos de clorofilas em folhas se baseia no seu relacionamento com a taxa fotossintética e crescimento da planta, conforme observações realizadas por RABINOWITCH (1951), FREELAND (1970) e BUTTERY & BUZZEL (1976).

Fatores ambientais como fotoperíodo e temperatura, têm demonstrado exercerem influências no mecanismo de síntese e acúmulo de pigmentos nas plantas (McWILLIAN & NAYLOR, 1958; ADEIPE & ORMROD, 1975; BUTTERY & BUZZEL, 1976; WONG & SCHWABE, 1979; ARMITAGE & CARLSON, 1981).

Estudando dois grupos de seleções de feijão alado, HERATH & ORMROD (1979) verificaram que os conteúdos de clorofilas foram dependentes das condições ambientais de cultivo, sendo os processos de síntese e acúmulo mais estimulados por regimes térmicos mais baixos (25/20°C) que por altas temperaturas (30/25°C). Contudo, algumas seleções cultivadas sob temperaturas mais altas e fotoperíodo longo (14 horas) apresentaram níveis de clorofilas mais elevados. Também em feijão alado, WONG & SCHWABE (1979) concluíram que, sob dias curtos de 8 horas, as plantas acumulam maior quantidade de clorofilas em relação a dias longos (16 horas), independente dos regimes térmicos testados (26/18°C e 32/22°C). Com relação à

proporção clorofila a:b, observou-se um efeito mais pronunciado da temperatura, sendo a síntese e acúmulo de clorofila a favorecida por temperaturas mais baixas (26/18°C) e clorofila b favorecida por temperaturas mais altas (32/22°C), independente do fotoperíodo.

Em folhas de "Marygold" (Tagetes pátula L. c.v. Petite Yellow), ARMITAGE & CARLSON (1981) encontraram efeitos significativos da temperatura nos conteúdos de clorofilas b e total. Os referidos conteúdos assim como a relação entre clorofilas a e b foram superiores em 32/21°C, quando comparadas com 21/10°C. Os autores concluíram ainda que o conteúdo total de clorofilas parece ser dependente tanto da luz quanto da temperatura.

3.1.5. Flavonóides : Sua distribuição, ocorrência e possíveis efeitos em processos fisio-metabólicos

3.1.5.1. Distribuição e ocorrência

Até o presente, quase 200 compostos diferentes já foram isolados nas angiospermas e classificados no grupo dos isoflavonóides (HARBONE, 1971). Todavia, sua distribuição é restrita a um pequeno número de famílias e gêneros, entre as quais destacam-se as famílias Leguminosae e outras como Rosaceae, Moraceae e Amaranthaceae.

Entre o grande grupo de isoflavonóides, destacam-se os rotenóides, atualmente representados por cerca de 50 compostos isolados em diversos gêneros (HARBONE, 1971; MENICHINI et al. 1982). Os rotenóides são geralmente localizados nas superfícies de órgãos vegetais, sobretudo em sementes como no gênero Pachyr

rhizus (HANSBERRY & LEE, 1943; SCHROEDER, 1968; BORTOLATO et al., 1985), e em raízes do gênero Derris, que segundo RAVANEL et al. (1984), se encontram acumulados em altos níveis e isolados anatofisiologicamente no citoplasma .

As propriedades inseticidas dos rotenóides tem despertado muito interesse na Europa e América do Norte. O rotenóide mais comum é a rotenona, encontrado em sementes de P. erosus Urban na ordem de 0,25% (SCHROEDER, 1968). Em raízes de Derris, a presença de elevadas taxas de rotenóides parecer ter um especial significado fisiológico (RAVANEL et al., 1984).

3.1.5.2. Possíveis efeitos fisiológicos e bioquímicos.

3.1.5.2.1. Atividades mitocondriais

Recentemente, têm sido desenvolvidos alguns trabalhos em mitocôndrias de diversas espécies vegetais, visando elucidar o papel dos rotenóides nos mecanismos respiratórios e possíveis vias alternativas de resistência a estes compostos (WILSON & HANSON, 1969; CHALEAOU & LANGE, 1971; PALMER, 1976; JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER, 1981; WISKICH & DAY, 1982; RAVANEL et al., 1984).

Em tubérculos de batata e hipocótilos estiolados de "Mung Bean", RAVANEL et al. (1984) compararam o efeito dos rotenóides degulina, tefrosina, eliptona, 12 hidroxí-rotenona e rotenona 2'ácido enólico nas suas atividades mitocondriais .

Os 4 primeiros rotenóides inibiram seletivamente o complexo I mitocondrial, enquanto a rotenona 2'ácido enólico mostrou-se com menor atividade seletiva neste complexo, sendo necessária uma concentração de 100 μM para se atingir 70 a 85% de inibição na oxidação do malato (RAVANEL et al., 1984). Segundo RAVANEL et al. (1982), a rotenona 2'ácido enólico é um inibidor-desacoplante, sendo confirmado por RAVANEL et al. (1984), os quais verificaram que uma inibição absoluta somente poderá ser conseguida a uma concentração superior a 300 μM . Estes autores confirmaram ainda que todos os rotenóides estudados inibem acentuadamente o consumo de oxigênio, principalmente quando o NAD é limitante.

Em couve-flor, Kalanchoe e batata-doce, WISKICH & DAY (1982), notaram que a rotenona inibiu igualmente todos os substratos ligados ao NAD, causando redução em cerca de 30% na relação $\text{ADP}:\text{O}_2$. A adição de succinato na mitocôndria que oxida malato estimulou a absorção de O_2 , o que não ocorreu com citrato e α cetoglutaratato. Para estes autores, não há necessidade de postular uma compartimentação separada para a enzima málica e outras ligadas ao NAD na matriz, uma vez que não houve uma ligação direta entre a enzima málica e as vias respiratórias resistentes à rotenona e ao cianeto.

Segundo PALMER & ARRON (1976) e WISKICH & RAYNER (1978), a adição de rotenona em mitocôndrias que oxidam malato, induz severa inibição no consumo de O_2 . Esta inibição é gradativamente atenuada com o tempo, devido a mudanças ocorridas na estrutura molecular da rotenona (JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER, 1981).

Em cotilédones de ervilha, JOHNSON-FLANAGAN & SPEN -

CER (1981), observaram reduções na absorção de oxigênio pela adição de rotenona a 20 μ M, como consequência da inibição ocorrida na oxidação tanto de malato quanto de α -cetoglutarato. A resistência oferecida pela rotenona para a oxidação do α -cetoglutarato foi cerca de 2 vezes à exibida para a oxidação do malato. Estes autores propuseram a existência de uma via resistente à rotenona, que controla a glicólise através da taxa NAD : NADH, e a produção de esqueletos orgânicos para outras atividades metabólicas. Segundo JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER (1981), esta via alternativa para o transporte eletrônico de substratos ligados ao NAD para o citocromo b parece existir, e é provável que pelo menos uma NADH desidrogenase seja inibida pela rotenona, onde resultaria num acúmulo de NADH. Neste mesmo trabalho ficou evidenciado que a enzima málica também é inibida pela rotenona.

3.1.5.2.2. Germinação de sementes

Após um levantamento bibliográfico, verificou-se uma inexistência quase que absoluta de informações sobre a provável ação de rotenóides no controle da germinação de sementes.

Entretanto, a presença de outras substâncias naturais com propriedades inibitórias na germinação, sobretudo em sementes e raízes, nos leva a acreditar no envolvimento dos rotenóides em tal processo, dada a semelhança verificada em algumas características moleculares. Entre essas substâncias, aparecem alguns inibidores como a cumarina e seus derivados, os mais conhecidos e estudados. A cumarina é conhecida como inibidora natural da germinação desde 1914 (MAYER & EVENARY, 1952).

Com a evolução de novas técnicas de isolamento, purificação e identificação, foram descobertos muitos derivados de cumarinas e outros inibidores naturais, inclusive alguns rotenóides como a rotenona, erozona e paquirrizina, recentemente identificados por BORTOLATO et al. (1985) em sementes de Pachyrrhizus tuberosus Lam. (Spreng), através de seus espectros de RMN¹H (100 MHz).

VALIDO (1973) extraiu e dosou a cumarina presente em extratos de sementes de Coumarouna odorata por meio de espectrofotometria do ultravioleta a 275 nm, e verificou que durante a germinação, a sua concentração permanece constante nos cotilédones e aumenta nos embriões. Segundo o autor, as sementes germinam bem a 33°C, apesar dos altos níveis de cumarina endógena existente. Isto leva a acreditar, que ela não apresenta atividade inibitória nas sementes que as contém. Resultados semelhantes foram obtidos por INENAMI (1984) em sementes de cabriúva, que encontrou um aumento de cumarina nos embriões durante a germinação. Porém, nenhum efeito de cumarina exógena a 10⁻³M foi observado na germinação de suas próprias sementes.

Entretanto, em sementes de outras espécies como alface por exemplo, a cumarina induz dormência (BERRIE, 1968). Este fato pode ser comprovado através de um trabalho realizado por INENAMI et al. (1984), onde encontraram através de bioensaio, efeito inibitório na germinação de sementes de alface expostas aos extratos de sementes de cabriúva contendo cumarina.

Segundo MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975), a atividade inibitória da cumarina é explicada através de uma estrutu-

ra específica presente na sua molécula (lactona com dupla ligação), a qual se encontra também presente nos rotenóides identificados por BORTOLATO et al. (1985).

Em sementes de alface e trigo, MAYER & EVENARI(1952) mostraram que qualquer alteração ocorrida na estrutura molecular da cumarina é suficiente para destruir parcial ou totalmente a sua atividade inibitória no processo de germinação.

4. Objetivos

Este trabalho teve como meta básica estudar os efeitos térmicos e fotoperiódicos sobre o desenvolvimento, produção e alguns aspectos bioquímicos do Jacatupé.

Os principais tópicos abordados foram os seguintes :

- a) Morfológicos (crescimento vegetativo e frequência estomática).
- b) Fisiológicos (desenvolvimento de estruturas reprodutivas : determinação do fotoperíodo crítico e número de ciclos fotoindutivos; determinação do fotoperíodo crítico para formação de raízes tuberosas, translocação e partição de fotoassimilados, época de plantio e efeito da remoção de estruturas vegetativas e/ou reprodutivas na produção vegetal).
- c) Bioquímicos : composição química de sementes e raízes tuberosas, efeitos de isoflavonóides endógenos e exógenos na respiração e crescimento de eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé e na germinação de sementes de alface.

II - MATERIAIS E MÉTODOS

1. Material Vegetal

Para a realização da presente pesquisa foram utilizadas as sementes de Jacatupé [Pachyrrhizus tuberosus (Lam.) Spreng], provenientes do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras (M.G.).

2. Local de Realização e Condições Experimentais

Este estudo foi desenvolvido no Departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas (S.P.), em três condições experimentais : campo, casa de vegetação e câmaras de crescimento.

3. Método geral de preparo das sementes e condições de germinação

Em todos os experimentos realizados, as sementes foram selecionadas por tamanho e formato, sendo posteriormente desinfetadas com uma solução de hipoclorito de sódio 1% por 15 minutos. Em seguida, as sementes foram lavadas 5 vezes com água destilada, e colocadas para germinar em caixas plásticas GERBOX transparentes (120 x 120 mm), contendo 5 camadas de papel substrato (Germitest Cel 0,5), previamente umedecido com 8 ml de solução de Nystatin 0,02 mg/ml, para prevenir o desenvolvimento de fungos. A germinação foi conduzida em câma-

ra de crescimento "Forma Científico, Modelo 24", à temperatura de 25°C e luz contínua. Após a protrusão da radícula (\pm 5 mm), as sementes germinadas foram colocadas em copos plásticos contendo 300 ml de um substrato composto por solo, areia e esterco de curral na proporção de 2:1:1, onde permaneceram em casa de vegetação até que a 1ª folha trifoliolada atingisse cerca de 40 mm de largura ou comprimento.

4. Condições de campo

4.1. Análise de crescimento do Jacatupé em duas épocas de plantio

Neste ensaio, as sementes foram colocadas para germinar em 21 de setembro de 1983 (Primavera) e 21 de março de 1984 (Outono), seguindo-se o método descrito anteriormente. O cultivo foi conduzido em canteiros com dimensões de 7 x 1m, no espaçamento de 0,6 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, obedecendo-se um delineamento experimental em blocos casualizados com 4 repetições de 4 plantas cada.

Cerca de duas semanas antes do plantio, os canteiros foram submetidos a subsolagem numa profundidade de aproximadamente 0,5 m, recebendo em seguida 0,5; 4 e 14 litros respectivamente de torta de mamona, esterco de curral e areia lavada por m² de canteiro. Após 2 semanas ao transplante, realizou-se a 1ª adubação em cobertura com 3 g de fertilizante 4:14:8(N:P:K) por planta, seguindo-se mais duas adubações na 13ª e 20ª semana após a germinação. As plantas foram tutoradas com estacas de bambú, a partir do desenvolvimento da 3ª folha trifoliolada. Os tratos culturais e sanitários foram

executados quando se fizeram necessários.

No apêndice estão contidos os dados relativos às análises químicas de solos dos canteiros, temperaturas médias mensais (tabelas 1 e 2) e de insolação máxima diária em horas (figura 1) no local de realização dos experimentos (lat. = 22°54'S).

As análises dos parâmetros de crescimento, como área foliar, número de folhas, taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE), tiveram início aos 60 dias após a semeadura (DAS) e a partir daí, de 30 em 30 dias até 180 DAS.

A área foliar foi determinada através de 10 amostras contendo 12 discos foliares de área conhecida, tomadas em várias partes da planta e em diferentes plantas de uma mesma repetição. Logo em seguida, procedeu-se à secagem dos discos em estufa com ventilação forçada a 75°C por 48 horas. Relacionando-se a área dos discos com o respectivo peso da matéria seca, tornou-se possível o cálculo da área foliar da planta, por meio desta relação e o peso da matéria seca total da lâmina foliar (XAVIER, 1976; MAGALHÃES, 1979).

A TCR foi determinada considerando-se a diferença de matéria seca acumulada num período de 30 dias, pela seguinte relação : $K = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} = \text{TCR}$; onde K é a TCR, P₂ e P₁ as matérias secas nos tempos t₂ e t₁, sendo os resultados expressos em g.g⁻¹. d⁻¹ (BRIGGS, KIDD & WEST (1920)).

A TAL foi calculada baseada nas variações de matéria seca e área foliar acumuladas durante um período de 30 dias, seguindo a relação :

$$TAL = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} ;$$

onde P_2 e P_1 , A_2 e A_1 são os pesos das matérias secas e áreas foliares, respectivamente nos tempos t_2 e t_1 , sendo os resultados expressos em $g \cdot dm^{-2} \cdot d^{-1}$ (RADFORD, 1967).

As RAF e AFE foram calculadas respectivamente, pelas relações entre área foliar e matéria seca da planta ($dm^2 \cdot g^{-1}$); área foliar e matéria seca das folhas (MAGALHÃES, 1979), sendo os resultados também expressos em $dm^2 \cdot g^{-1}$.

4.2. Influência da remoção de órgãos vegetativos e/ou reprodutivos nos componentes de produção do Jacatupé em duas épocas de plantio.

Os ensaios relativos a este estudo, foram instalados em 21 de setembro de 1984 e 21 de março de 1985, representando-se assim os plantios de Primavera e Outono respectivamente.

Os cultivos das plantas foram realizados em canteiros com dimensões de 7 x 1 m, os quais receberam anteriormente ao plantio, cerca de 0,5 e 4 litros respectivamente de torta de mamona e esterco de curral por m^2 de canteiro. As plantas foram transferidas para os canteiros no estágio de 1ª folha trifoliolada (\pm 40 mm de dimensões lineares, largura ou comprimento).

A distribuição das plantas nos canteiros, obedeceu um delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial completo 2 x 8 para produção de raízes tuberosas e

2 x 4 para produção de vagens e sementes, ambos com 5 repetições de 4 plantas cada.

Os tratamentos para produção de raízes tuberosas foram em número de 8, sendo os seguintes: desfolhamento em 33 e 66%, remoção de gemas ou ramos laterais, remoção de inflorescências, associação de ambas remoções, associações de desfolhas em 33 e 66% com remoção de inflorescências e um controle (plantas intactas). Para produção de vagens e sementes, apenas desfolhamento em 33 e 66%, remoção de gemas ou ramos laterais e um controle (plantas intactas).

Cerca de 2 semanas após o transplante, procedeu-se o tutoramento das plantas com fios de nylon, suportados por uma armação de bambú, e a 1ª adubação em cobertura com 3g da fórmula 4:14:8 (N:P:K) por planta. Mais duas adubações se sucederam, na 11ª e 18ª semana após a germinação, de maneira idêntica à 1ª cobertura.

A remoção das estruturas vegetativas (folhas e gemas laterais) teve início a partir do momento em que a 4ª folha trifoliolada alcançou dimensões lineares de aproximadamente 40 mm, enquanto as inflorescências foram removidas a partir de 3 mm de diâmetro aproximadamente. As operações de remoções foram executadas periodicamente a cada 10 dias, e as colheitas de sementes e raízes tuberosas foram realizadas 180 DAS. A matéria seca das raízes tuberosas foi obtida por secagem em estufa com ventilação forçada a 75°C por 48 horas, a partir de uma amostragem aleatória nas repetições de cerca de 0,5 kg de raízes recentemente colhidas e limpas, em cada tratamento estudado.

As pesagens das raízes recentemente colhidas foram

realizadas numa balança de torção com capacidade para 14 kg e sensibilidade de 1 g ou numa balança eletrônica com sensibilidade de 0,1 g, dependendo naturalmente do peso de raízes apresentado por cada planta.

5. Câmaras de Crescimento

Nestas condições foram desenvolvidos os estudos de crescimento, floração e formação de raízes tuberosas no Jacatupé, sob controles foto e termoperiódicos, e ainda os estudos de rotenóides exógenos e endógenos no crescimento e respiração de eixos embrionários. Estudou-se ainda, os efeitos destes compostos na germinação de sementes de alface.

5.1. Efeito de regimes termoperiódicos no crescimento, floração e formação de raízes tuberosas do Jacatupé.

Após a germinação, as sementes foram transferidas para vasos plásticos, contendo 3 kg de substrato constituído por solo, esterco de curral e areia (2:1:1) e mantidas em casa de vegetação até o desenvolvimento das folhas primárias. Posteriormente as plantas foram transferidas para câmaras de crescimento "CONVIRON", dotadas de um sistema duplo de iluminação com lâmpadas fluorescentes e incandescentes, fornecendo uma intensidade luminosa de $3.100 \text{ kW} \cdot \text{cm}^{-2}$. As câmaras foram reguladas para termoperíodos de 20/15°C, 25/20°C e 30/25°C (D/N) e fotoperíodo de 11 horas.

A distribuição das plantas nas câmaras foi inteira-

mente ao acaso, com 8 repetições de 1 planta cada. Após a emissão da 1ª folha trifoliolada, foram adicionados em cada vaso 100 ml de solução nutritiva diluída 5 vezes (HOAGLAND & ARNON, 1938), a cada 2 semanas. Todas as plantas receberam tutramento com estacas de bambú, após a emissão da 3ª folha trifoliolada.

As avaliações relativas aos números de folhas totais e nós no caule principal foram iniciadas no 64º DAS e a partir de então, semanalmente. As matérias secas de raízes, caules e pecíolos, lâmina foliar e raízes tuberosas foram avaliadas somente aos 95 DAS, sendo a secagem realizada em estufa com ventilação forçada a 75°C por 48 horas. Nesta oportunidade, determinaram-se ainda a área foliar segundo XAVIER (1976) e MAGALHÃES (1979), RAF e AFE, conforme o método descrito no item 4.1.

A frequência estomática foi avaliada aos 90 DAS por meio de contagens em amostras foliares e tomadas ao acaso no folíolo central da 5ª folha trifoliolada. Foram tomados 10 discos foliares de 6 mm de diâmetro e imersos, em seguida, por 24 horas em solução de Jeffrey (ácido crômico 10% e ácido nítrico 10% na proporção de 1:1), para a remoção das epidermes. Em cada lâmina de vidro devidamente etiquetada, montaram-se 2 epidermes inferiores em azul de toluidina 2%. Para cada tratamento, cortaram-se 30 cartões de cartolina branca de 66 x 66 mm, onde cada cartão representou a projeção de uma área de 0,01 mm² em uma lâmina micrométrica com o auxílio de uma câmara clara. Em cada cartão foram registrados 2 campos (frente e verso), perfazendo-se um total de 60 campos, com 5 repetições de 6 cartões por tratamento. Para a contagem, utilizou-se um microscópio CARL ZEISS, com objetiva 63/0,80 e

oculares 10 x P, dotado de uma câmara clara. O número final de estômatos/mm² foi calculado em função do número de estômatos presentes em cada campo, multiplicado por um fator 100, segundo o método utilizado por ALVARENGA et al. (1983).

Alguns parâmetros florais foram também avaliados como o tempo de emissão da 1ª flor e seu nó correspondente a partir da base, a percentagem de plantas floridas e o número médio de gemas florais, naturalmente levando-se em consideração, somente as plantas floridas. O critério adotado para a caracterização da floração, foi a observação macroscópica da inflorescência com cerca de 3 mm de diâmetro tomado na base do primórdio.

5.2. Determinação do fotoperíodo crítico para floração do Jacatupé.

O sistema de cultivo das plantas foi semelhante ao ensaio anterior, em câmaras "CONVIRON", sob regimes fotoperiódicos de 8, 9 e 10 horas, temperaturas de 25/20°C (D/N) e intensidade luminosa de 3100 $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$. Em cada tratamento, as plantas foram distribuídas aleatoriamente em 8 repetições de 1 planta cada.

As avaliações dos parâmetros de crescimento como número total de folhas e nós no caule principal iniciaram-se aos 75 DAS, e a partir daí, semanalmente. Matérias secas de raiz, caule e pecíolo, lâmina foliar, área foliar, RAF e AFE foram os parâmetros de crescimento avaliados no 97º DAS, conforme metodologia descrita no item 4.1., o mesmo ocorrendo com a área foliar (XAVIER, 1976; MAGALHÃES, 1979). Foram avaliados

também alguns parâmetros florais como o tempo de emissão da 1ª flor e seu nó correspondente, percentagens de plantas floridas e número médio de gemas florais, considerando-se no caso apenas as plantas floridas.

5.3. Determinação do número de ciclos fotoindutivos necessários à floração do Jacatupé.

Testaram-se 4, 8, 12 e 16 ciclos fotoindutivos de 10 horas em câmaras de crescimento "CONVIRON", à temperatura de 25/20°C (Dia/Noite) e intensidade luminosa de 3.100 $\mu\text{W. cm}^{-2}$. Após a germinação, as sementes foram colocadas em vasos plásticos contendo 3 kg de substrato composto por solo, esterco de curral e areia (2:1:1) e mais 10 g da formulação 4:14:8 para cada 50 litros da mistura.

O cultivo foi realizado numa câmara com estrutura de madeira de 2,0x1,6 m, localizada dentro da casa de vegetação, sendo a câmara flanqueada com placas de isopor (20 mm de espessura) e revestida internamente com pintura asfáltica. A cobertura foi dotada de um lanternim para facilitar o arejamento, evitando-se contudo a entrada de luz. As operações de abertura e fechamento da câmara foram realizadas diariamente às 8:30 e 16:30 horas respectivamente, portanto, com um período natural de 8 horas. Após as plantas terem a 3ª folha completamente desenvolvida, procedeu-se no 42º DAS uma uniformização das mesmas e em seguida foram distribuídas em grupo de 5, as quais constituíram as repetições experimentais. Em seguida, cada grupo foi transferido para câmaras "CONVIRON"

com fotoperíodo de 10 horas, de acordo com o número de fotociclos mencionados anteriormente. Ao fim de cada período indutivo testado, os grupos de plantas retornaram à câmara com fotoperíodo não indutivo de 8 horas, até o fim do experimento. Nesta câmara foram mantidas 5 plantas como controle desde o início do ensaio.

Avaliaram-se o número total de folhas e nós no caule principal no 42º DAS (pré-avaliação), e a partir do 63º DAS, em intervalos semanais. Os parâmetros florais avaliados foram tempo para emissão da 1ª flor, nó correspondente à 1ª flor, percentagem de plantas floridas e número de gemas florais. O critério adotado para a floração foi a observação macroscópica da inflorescência com cerca de 3 mm de diâmetro na base do primórdio.

5.4. Efeito de rotenóides exógenos e endógenos no crescimento de eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé.

Os eixos embrionários foram obtidos de sementes embebidas por 12 horas em luz contínua e à temperatura de 25°C, utilizando-se uma câmara de crescimento Forma Scientific "Modelo 24". Após o isolamento, procederam-se uniformizações e pesagens das amostras de 12 eixos embrionários, que representaram cada repetição experimental. Os rotenóides exógenos empregados foram soluções de rotenona e paquirrizina a 10^{-4} , 10^{-5} M e mistura de ambas a 10^{-4} M, tendo como controle a água destilada. Os endógenos foram obtidos através de exsudados ou lixiviação das sementes do próprio Jacatupé, embebidas por

6; 24 e 48 horas, também em câmaras de crescimento "Forma Científico Modelo 24", à temperatura de 25°C e luz contínua, conforme os métodos a serem descritos nos itens 7.3.8. e 7.3.9. As condições de crescimento dos eixos embrionários foram idênticas às utilizadas no processo de embebição das sementes, sendo empregadas placas de Petri de 40 mm de diâmetro, contendo 1,5 ml das respectivas soluções. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 3 repetições, contendo 12 eixos embrionários em cada repetição. As medidas de crescimento foram procedidas por meio de 4 pesagens a cada 24 horas, em uma balança semi-analítica com sensibilidade de 0,001 g.

5.5. Estudo de rotenóides exógenos na respiração de eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé.

Este estudo foi realizado em três etapas distintas, visando maior facilidade na condução dos experimentos. Em todas as etapas, os eixos embrionários foram obtidos de sementes embebidas por 12 horas à temperatura de 25°C e luz contínua, semelhante ao ensaio do item 5.4.

As medidas de consumo de oxigênio foram realizadas por meio do respirômetro de WARBURG, de acordo com o método de UMBREITT et al. (1964).

A 1ª etapa consistiu no crescimento de 8 eixos embrionários intactos em placas de Petri de 40 mm de diâmetro, contendo 1,5 ml de cada solução (rotenona, paquirrizina e mistura de ambas) a $10^{-4}M$ ou água destilada como controle por 24 horas, à temperatura de 25°C e luz contínua. Posteriormente, os eixos embrionários foram colocados nos frascos de WARBURG, em presença de 0,5 ml das soluções referidas anterior-

mente, e 0,5 ml de KOH 20% no poço central para captação do CO₂ liberado. O volume ocupado pelos 8 eixos embrionários foi medido pelo deslocamento da água contida numa proveta graduada de 5 ml, sendo igual a um valor médio de 0,2 ml. Nos frascos controle foram adicionados 0,5 ml de água destilada e nos termobarômetros 0,7 ml. Cada tratamento contou com 3 repetições, distribuídas inteiramente ao acaso.

O consumo de oxigênio foi acompanhado por um período de 45 minutos, com leituras regulares efetuadas 30 minutos após o sistema ter atingido o equilíbrio. Todas as medições foram realizadas com a temperatura do banho à 26°C. O oxigênio consumido foi calculado multiplicando-se os valores obtidos pela constante de WARBURG (K), sendo os dados expressos em μ l de O₂ por 8 eixos embrionários.

$$K = \frac{Vg \cdot \frac{273}{T} + Vf \cdot d}{P_o} ; \text{ onde se tem :}$$

K = constante do frasco de WARBURG

Vg = volume da fase gasosa (volume do gás dentro do manômetro e do frasco)

T = temperatura absoluta do banho (273 + temp.°C)

Vf = volume do líquido colocado no frasco, mais o volume ocupado pelo material vegetal.

d = constante (coeficiente de solubilidade do gás que está sendo medido, 0,028 para O₂ à 26°C).

P_o = pressão padrão do fluido de Krebs (10,000 mm ou 760 mm-Hg)

A 2ª etapa, foi conduzida basicamente de forma semelhante à anterior, porém, foram colocados 0,5 ml das respectivas soluções de rotenóides a $10^{-4}M$ no braço lateral do frasco e fornecidas aos 8 eixos embrionários, somente 30 minutos após o sistema ter atingido o equilíbrio. Para evitar a desidratação dos eixos embrionários, foram adicionados 0,5 ml de água destilada nos frascos. Nos braços laterais dos frascos controles foram adicionados 0,5 ml de água destilada e nos termobarômetros, 1,2 ml de água destilada, sendo 0,7 ml nos frascos e 0,5 ml nos braços laterais.

Foram realizadas leituras para determinar o consumo de oxigênio durante 75 minutos, a partir da adição de rotenóides, e com intervalos de 15 minutos e 3 repetições por tratamento. A multiplicação dos valores obtidos pela constante de WARBURG (K), forneceu o consumo de O_2 em $\mu l/8$ eixos embrionários.

Na 3ª etapa, foi avaliado o consumo de oxigênio em eixos embrionários macerados em tampão fosfato pH 7,0, sob ação da rotenona, paquirrizina e mistura de ambas a $10^{-4}M$. Após 12 horas de embebição, os eixos embrionários foram extraídos das sementes, e em seguida homogenizados em solução tampão fosfato pH 7,0 durante 15 segundos, num homogeneizador Polytron, PT35. Cada frasco de WARBURG recebeu 0,5 ml de material macerado equivalente a 8 eixos embrionários, e os termobarômetros 0,5 ml de tampão fosfato pH 7,0. Foram ainda adicionados 0,5 ml de KOH 20% no poço central de todos os frascos.

As soluções de rotenóides foram colocadas no braço lateral do frasco e fornecidas aos macerados, somente 30 minutos após o equilíbrio do sistema. Foram utilizadas 3 repeti-

ções e as leituras realizadas em intervalos de 15 minutos, durante 90 min. O sistema foi aberto 45 minutos após o início das leituras para um novo equilíbrio, e posteriormente fechado por mais 1 hora, para novas leituras a cada 15 minutos. A temperatura do banho foi também mantida a 26°C.

5.6. Efeito de rotenóides exógenos e endógenos na germinação de sementes de alface.

Os ensaios relativos a este estudo foram conduzidos também em câmara de crescimento, semelhante à utilizada nos ensaios dos itens 5.4 e 5.5. Foram utilizadas sementes de alface (Lactuca sativa L., var. GRAND RAPIDS), em número de 50 por placa de Petri de 40 mm de diâmetro. Em cada placa foram adicionados 1,5 ml de soluções de rotenona e paquirrizina a 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} M (1º ensaio), e igual volume das mesmas soluções e mistura de ambas a 10^{-4} M no 2º ensaio.

Para o estudo de rotenóides endógenos, foram utilizados exsudatos de sementes de Jacatupé embebidas por 6; 24 e 48 horas, contendo respectivamente, equivalentes em rotenona de 17; 179; 149 μ g e 0,75; 8,20 e 8,64 μ g de paquirrizina por grama de matéria seca de semente. Foram também adicionados 1,5 ml de exsudato por placa de Petri. Nos 3 ensaios, os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 4 repetições utilizando como controle a água destilada. Foram realizadas 2 avaliações para germinação a cada 24 horas.

6. Casa de Vegetação

Nestas condições desenvolveram-se os estudos abaixo relacionados :

6.1. Determinação do fotoperíodo crítico para formação de raízes tuberosas em Jacatupé.

Neste ensaio, as sementes foram colocadas para germinar em 21 de fevereiro de 1984. Após a germinação, as sementes foram transferidas para vasos plásticos, contendo 5 kg de substrato, conforme especificação no item 5.3.

Durante o período de emergência, as plântulas receberam fotoperíodo natural, sendo posteriormente transferidas para câmaras recobertas com polietileno preto, as quais foram abertas e fechadas diariamente às 8:15 e 17:15 horas respectivamente, por meio de roldanas. A este fotoperíodo natural de 9 horas, sucederam-se fotoperíodos complementares de 1, 3, 5 e 7 horas, através de 2 lâmpadas incandescentes de 40 watts, perfazendo-se um total de 10, 12, 14 e 16 horas de luz. Durante o cultivo, cada planta recebeu quinzenalmente, 100 ml de solução nutritiva diluída 5 vezes (HOAGLAND & ARNON, 1938). O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados com 8 repetições de 1 planta cada. A colheita de raízes tuberosas foi procedida aos 90 DAS, sendo as pesagens realizadas em balança semi-analítica, com aproximação de 0,1 g. A matéria seca foi obtida por secagem em estufa a 75°C por 48 horas, após as raízes terem sido devidamente limpas e cortadas para facilitar a secagem.

6.2. Determinação do número de ciclos fotoindutivos para floração do Jacatupé.

Este ensaio foi instalado em 15 de março de 1985 , após a definição do fotoperíodo crítico para floração, através de um ensaio conduzido em câmaras de crescimento(item 5.2.). Para a germinação das sementes foram adotadas as mesmas metodologias empregadas no item 3.

Após a protrusão da radícula, as sementes foram colocadas em vasos plásticos contendo 3 kg de substrato conforme a especificação do item 5.3.

O cultivo das plantas foi realizado simultaneamente com as plantas do ensaio 5.3., em câmara apropriada com um fotoperíodo natural de 8 horas. Após as plantas terem a 3ª folha trifoliolada completamente expandida, procedeu-se aos 42 DAS uma uniformização das plantas em função do número total de folhas e nós no caule principal, e em seguida a distribuição aleatória das plantas em grupos de 5, representando assim 5 repetições de 1 planta cada. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado. Foram testados 4, 8, 12 e 16 fotociclos indutivos com fotoperíodo natural de 11:40 horas sob casa de vegetação e um controle em condição fotoperiódica não indutiva de 8 horas do início ao fim do ensaio. Após cada período indutivo, procedeu-se o retorno das plantas para a condição não indutiva.

As avaliações tiveram início no 63º DAS, com periodicidade semanal, determinando-se o tempo (dias) para a emissão da 1ª flor, nó corresponde à 1ª flor, percentagem de

plantas floridas e número médio de gemas florais, considerando-se naturalmente, apenas as plantas que floresceram. O critério adotado para a caracterização da floração foi a observação macroscópica da inflorescência com cerca de 2 a 3 mm de diâmetro na base do primórdio.

7. Análises químicas

7.1. Amostragens

As amostras foram tomadas em vagens (sem sementes), sementes, raízes tuberosas e folhas.

Nas vagens sem sementes, as amostragens foram realizadas em 3 estádios de desenvolvimento (V_1 , V_2 e V_3), correspondendo respectivamente a 3; 4 e 6 semanas após a antese.

Nas sementes em 2 estádios de desenvolvimento (S_3 e SPC) respectivamente no ponto de maturidade fisiológica e ponto de colheita (umidade ao redor de 12%).

Nas raízes tuberosas, as amostras foram tomadas aos 180 DAS no ensaio relativo às épocas de plantio (item 4.1).

Nas folhas, as amostras foram tomadas aleatoriamente nos filíolos laterais da 5ª folha trifoliolada de plantas cultivadas em câmaras de crescimento (itens 5.1 e 5.2), aos 90 DAS.

7.2. Extrações

7.2.1. Extratos para dosagens de açúcares solúveis, aminoácidos, proteínas, amido, óleo e clorofilas.

7.2.1.1. Açúcares solúveis

Após as coletas, os materiais foram pesados imediatamente em 2 porções, visando as análises químicas, determinações de matéria seca e conteúdo de água. À exceção do material foliar, as outras extrações foram feitas em metanol, clorofórmio e água (M.C.W.) na proporção 12:5:3 (v/v). Os materiais foram homogeneizados em 5 ml da mistura por grama de tecido num homogeneizador Polytron PT 35 por 15 segundos, e centrifugados 3 vezes a 2500 xg por 3 minutos, utilizando-se a mesma mistura de solventes. A cada 4 ml de sobrenadante, adicionaram-se 1 ml de clorofórmio e 1,5 ml de água destilada. A seguir, o material foi colocado em funil de separação, com agitação para remover a fase aquosa livre de clorofila. Posteriormente, o extrato permaneceu por 2 horas em banho a 30 °C aproximadamente, para evaporar todo o clorofórmio. Nos materiais isentos de clorofilas, os extratos tornaram-se aptos para dosagens, após terem sido centrifugados e submetidos ao banho.

7.2.1.2. Proteínas

O extrato proteico foi oriundo inicialmente do aproveitamento do precipitado obtido durante o preparo do extrato para dosagens de açúcares solúveis (item anterior). Este preci

pitado foi então ressuspenso 3 vezes em NaOH 0,1N por centrifugação a 2500 xg durante 3 minutos. O volume de NaOH 0,1N empregado foi na base de 10 ml por grama de material, dependendo do teor de proteína existente em cada material.

7.2.1.3. Amido

O preparo dos extratos para dosagens de amido, consistiu da homogeneização de 0,5g de material (semente ou raiz tuberosa) em metanol, clorofórmio e água (M.C.W. - 12:5:3), três centrifugações a 2500x g por 3 minutos e adição ao precipitado de cerca de 5 ml de etanol 10%, por um período de aproximadamente 12 horas. Após este período, eliminou-se o sobrenadante por centrifugação e ao resíduo, juntou-se 2,5 ml de água destilada e 3,5 ml de PCA 52%.

Finalmente, procedeu-se nova centrifugação a 2500 xg por 3 minutos, e adição de água destilada ao sobrenadante para um volume de 9,9 ml (SHANNON, 1968).

7.2.1.4. Óleo

O óleo presente nas sementes foi extraído com hexano a quente, utilizando-se extratores soxhlet por 8 horas e avaliação gravimétrica (AOAC, 1970).

Após esta etapa, procedeu-se a saponificação e esterificação da amostra segundo o método de HARTMAN & LAGO (1973).

Em um balão de fundo chato e boca esmerilhada(24/40)

de 125 ml, foram adicionadas 400 mg de extrato original contendo óleo, e em refluxo por 5 minutos, adicionaram-se 5ml de KOH 0,5N em metanol. Em seguida, com o balão ainda quente, foram adicionados 15 ml de reagentes de esterificação (mistura de 600 ml de metanol, 30 ml de ácido sulfúrico concentrado e 20 g de cloreto de amônio) também em refluxo por 3 minutos. Após o esfriamento da mistura, esta foi transferida para um funil de separação de 250 ml, adicionando-se em seguida cerca de 5 ml de hexano. Esta operação foi repetida por 3 vezes, sempre em agitação e descartando-se a mistura original. Posteriormente, a fase hexano foi lavada 4 vezes com água destilada em volumes de 150 ml. Finalmente, procedeu-se a filtração do material em sulfato de sódio anidro, sendo o extrato retomado em 10 ml de hexano (HARTMAN & LAGO, 1973).

7.2.1.5. Clorofilas

Para a obtenção dos extratos de clorofilas, foram retirados nos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada, 5 discos de 6 mm de diâmetro, previamente pesados, macerados em acetona 80% e centrifugados a 2500xg durante 10 minutos (ARNON, 1949).

7.2.2. Amostras e extratos para dosagens de rotinóides

As amostras foram tomadas em eixos embrionários isolados, cotilédones e exsudatos de sementes embebidas por 6; 24 e 48 horas em câmara de crescimento "Forma Scientific, Modelo 24", à temperatura de 25°C e luz contínua. Utilizaram-se 0,1 e 2,5 g respectivamente de eixos embrionários e cotilédono -

nes, após pré-secagem em lâmpada de infra-vermelho a 45°C por 6 horas, seguida em estufa a 40°C por 48 horas. Após este procedimento, os materiais foram finamente moídos em Moinho de Bola por 3 minutos e pesados em seguida.

A primeira etapa da extração, consistiu do desengorduramento dos materiais a frio em agitação contínua com éter de petróleo por 36 horas. Em seguida, os resíduos foram separados da fase etérea, adicionando-se a ela um certo volume de clorofórmio também em agitação contínua por 2 períodos consecutivos de 10 horas. Finalmente, tomaram-se os sobrenadantes por meio de centrifugações, sendo em seguida concentrados em evaporador rotativo "QUIMIS", e os volumes ajustados com clorofórmio para 10 ml.

Os exsudatos foram obtidos pela embebição de 25 sementes em cada período citado anteriormente, sendo em seguida procedida a secagem das sementes em estufa com ventilação forçada a 75°C por 48 horas, para expressar os resultados em função do peso da matéria seca.

Os rotenóides contidos nestes exsudatos foram extraídos em funis de separação, utilizando-se clorofórmio e descartando a fase aquosa. A fase clorofórmica foi então concentrada em evaporador rotativo, e o volume ajustado para 5 ml com clorofórmio.

7.3. Dosagens

7.3.1. Açúcares solúveis totais

As dosagens de açúcares livres totais foram realizadas segundo o método de YEMM & WILLIS (1954), utilizando-se antrona 0,2% em H₂SO₄ concentrado. Para a reação, tomaram-se 1 ml

do extrato obtido no ítem 7.2.1. e 2 ml do reagente antrona 0,2%, agitando-se em seguida e aquecendo-se em banho a 100°C por 3 minutos. As soluções padrões foram obtidas a partir de dextrose da BARKER ANALYSED REAGENT, na faixa de 0 a 200 µg/ml, e as absorvâncias lidas em espectrofotômetro a 620 nm.

7.3.2. Açúcares redutores

Para essas dosagens, utilizou-se o método do dinitrosalicilato (MILLER, 1959). A reação foi obtida pela adição de 1 ml de dinitrosalicilato em 0,5 ml de extrato, mais 1,5 ml de água destilada. Após aquecimento em banho a 100°C por 15 minutos e esfriamento à temperatura ambiente, completou-se o volume para 5 ml com água destilada. Em seguida, procederam-se as leituras das absorvâncias a 540 nm, e a quantificação dos açúcares redutores em função da curva padrão de glicose na faixa de 10 a 90 µg/ml.

7.3.3. Aminoácidos

Para as dosagens de aminoácidos, foi utilizado o método descrito por COCKING & YEMM (1955). Nos tubos de reação foram colocados 1 ml de extrato; 0,5 ml de tampão citrato pH 5,0 a 0,2 M; 0,2 ml de ninhidrina a 5% (p/v) em metilcelosolve e 1 ml de KCN a 2% (v/v) de uma solução 0,01M em metil celosolve. Os tubos foram agitados, cobertos com bolas de vidro e transferidos para banho fervente a 100°C por 20 minutos, esfriando-se em seguida à temperatura ambiente por 10 minutos. Após esta operação, ajustou-se o volume para 4 ml com etanol 60%. As leituras de absorvância foram feitas

em espectrofotômetro a 570 nm, e os resultados calculados a partir de uma curva padrão de leucina na faixa de 0 a 100 moles.

7.3.4. Proteínas

As proteínas existentes nos extratos foram determinadas pelo método de "Dye Binding" (BRADFORD, 1976). Como padrão, foi utilizado o BSA (1 mg/ml) na faixa de 10 a 100 μ g de proteína. O reagente foi feito com 100 mg de Coomassie blue G250 em 50 ml de etanol a 95%, adicionando-se em seguida 100 ml de H_3PO_4 a 85% (p/v), e finalmente, ajustando o volume para 1 litro com água destilada. Para a dosagem de proteínas, misturaram-se 5 ml do reagente de Coomassie com 0,1 ml de extrato. A concentração de proteínas nos extratos foi calculada a partir da curva padrão com BSA (10 a 100 μ g), sendo as absorvâncias lidas em espectrofotômetro a 595 nm.

7.3.5. Amido

A quantificação do amido foi realizada segundo SHANNON (1968), pela reação de 9,9 ml de extrato obtido no item 7.2.1. com 0,1 ml de lugol (solução contendo 2% I_2 + 0,2% KI). Após 15 minutos, a absorvância foi lida num espectrofotômetro a 660 nm. Como padrão foi utilizado amido de fécula de batata na faixa de 50 a 200 μ g.

7.3.6. Óleo e seus componentes

Os ácidos graxos contidos no óleo, foram determinados e quantificados no Laboratório de Fitoquímica do Instituto Agronômico de Campinas (S.P.), através de cromatografia a gás, conforme metodologia prescrita por HARTMAN & LAGO (1973). Para esta análise, utilizou-se um cromatógrafo modelo CG 37-D, dotado de uma coluna DEGS a 10% operada a 180°C, e de um detector de Ionização de Chama, sendo empregado o nitrogênio como gás de arraste.

7.3.7. Clorofilas

Foram determinados os conteúdos de clorofila a, b e total em extratos de folhas (item 7.2.1.5.), por meio de leituras espectrofotométricas dos extratos foliares em acetona 80%. Os cálculos foram efetuados segundo equações propostas por ARNON (1949).

7.3.8. Rotenona

Para a sua dosagem, foi necessária a evaporação total do cloroformio nas amostras e a retomada posterior do resíduo contendo rotenóides em 5 ml de acetona pura. Este extrato foi diluído para um volume de 15 ml com água destilada. Desse novo extrato, tomou-se uma alíquota de 0,2 ml, ao qual se acrescentaram 5 ml de uma solução de NaNO_2 em H_2SO_4 concentrado (100 mg NaNO_2 /litro de H_2SO_4). A reação de cor processou-se em banho a 20°C por 1 hora e as leituras feitas em espectrofotômetro a 530 nm (MEIYER, 1936).

A quantidade de rotenona presente nos extratos foi

calculada em comparação com soluções padrões de rotenona na faixa de 10 a 300 μ g.

7.3.9. Paquirrizina

As quantidades de paquirrizina presentes nos extratos e exsudatos das sementes, foram determinadas por cromatografia gás-líquido, segundo o método utilizado por INENAMI et al. (1984), com ligeiras modificações. Para estas determinações, utilizou-se um cromatógrafo VARIAN com uma coluna de vidro de 3 m x 0,2 cm de Chromosorb WHP, 80-100 mesh, impregnada com silicone SE-30 a 3%, e de um detector de ionização de chama. A coluna de vidro foi mantida a uma temperatura de 180°C, o injetor a 240°C e o detector a 252°C. O gás de arraste foi o nitrogênio, e o atenuador operado numa escala de 128×10^{-9} .

Os conteúdos de paquirrizina existentes nos exsudatos e extratos das sementes foram comparados com uma solução padrão a 10^{-10} g/ml. O tempo de retenção da paquirrizina foi de 45 segundos, e os volumes de amostras ou de padrão aplicados foram de 1 μ l. Para efeito de cálculos dos rotenóides presentes tanto nos exsudatos quanto nos extratos das sementes, foi levado em consideração a matéria seca das sementes.

Para todas as análises químicas descritas, foram tomadas 3 repetições, sendo os resultados expressos em função da matéria seca, à exceção das clorofilas que foram calculadas com base no peso da matéria fresca.

8. Análises Estatísticas

Na maioria dos ensaios conduzidos, independentemente do delineamento experimental empregado, foram realizadas análises de variância e cálculos de diferença mínima significativa (D.M.S.), pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (GOMES, 1973).

No ensaio de análise de crescimento em duas épocas de plantio (item 4.1.), foi realizada análise de correlação (STEEL & TORRIE, 1980), enquanto nos outros ensaios envolvendo germinação de sementes, os dados percentuais obtidos foram inicialmente transformados em valores angulares = ângulo arco-seno \sqrt{p} , de acordo com a metodologia de SNEDECOR & COCHRAN (1967), para o procedimento das análises de variância.

III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Condições de Campo

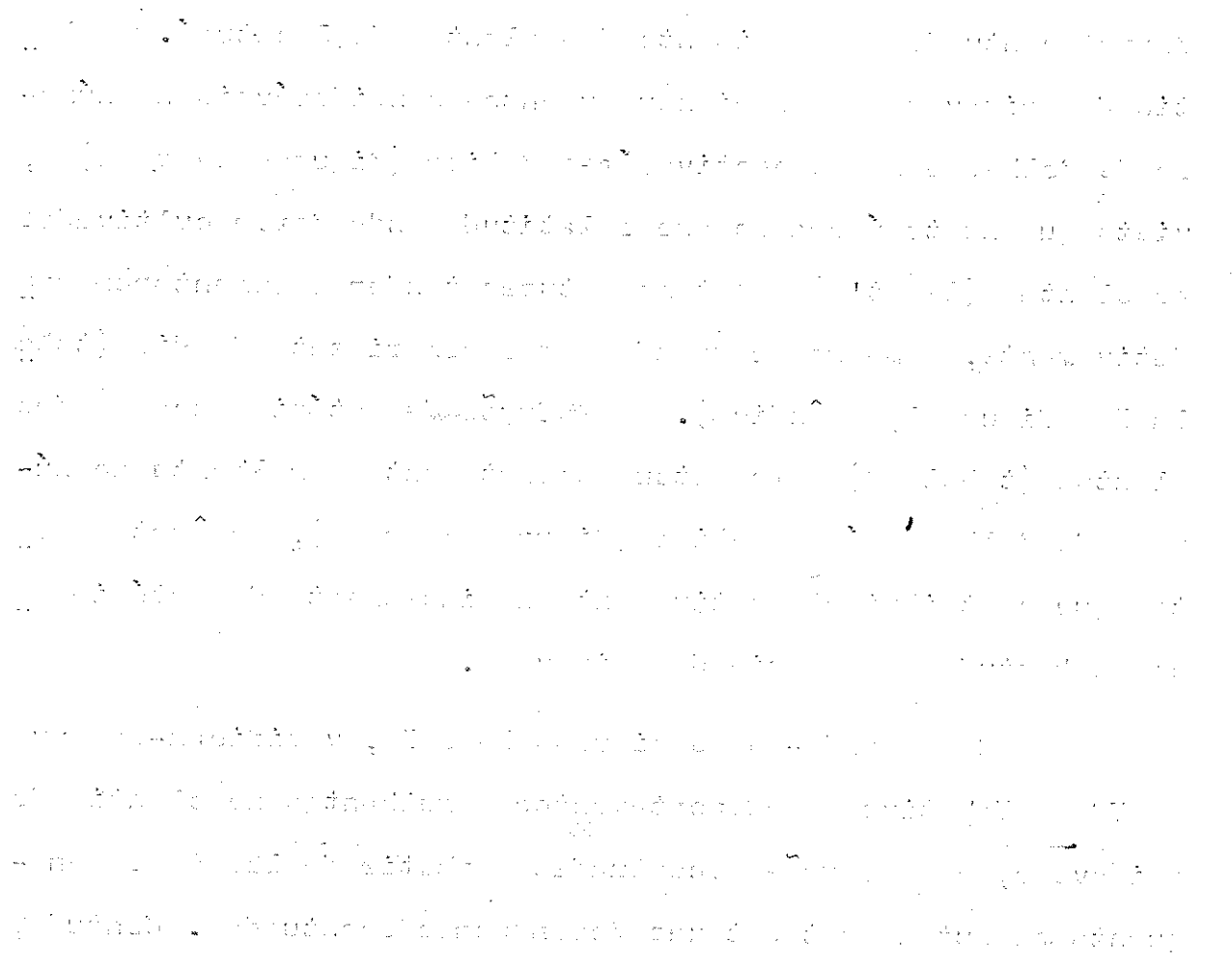
1.1. Crescimento, desenvolvimento e produção do Jacatupé em duas épocas de plantio.

1.1.1. Análise do crescimento

Os resultados apresentados nas figuras 2A, 2B, 3A, 3B e tabela 3 indicam que as épocas de plantio afetaram de forma acentuada o crescimento das plantas de Jacatupé. O plantio de primavera proporcionou aumentos consideráveis no número de folhas e na respectiva área foliar (figuras 2A e 2B), visto que nesta época do ano, na latitude onde foram cultivadas as plantas ($22^{\circ}54'S$), as temperaturas tendem a aumentar gradativamente, o mesmo ocorrendo com o comprimento do dia (tabela 2 e figura 1, apêndice). A produção de matéria seca das plantas (tabela 3) apresentou comportamento semelhante ao número de folhas e área foliar (figuras 2A e 2B), parâmetros estes que contribuíram efetivamente no incremento da matéria seca, sobretudo no plantio de primavera.

Comparando-se as figuras 3A e 3B, verifica-se que as TCR e TAL tiveram comportamentos semelhantes no plantio de primavera, com reduções acentuadas a partir de 120 DAS, enquanto no outono estas taxas foram menos acentuadas. Contudo,

FIGURA 2 - Número de folhas (A) e área foliar por planta (B) de P. tuberosus, cultivados sob condições de can-
teiros, em duas épocas de plantio (Primavera/83
(—) e outono/84 (-----)).



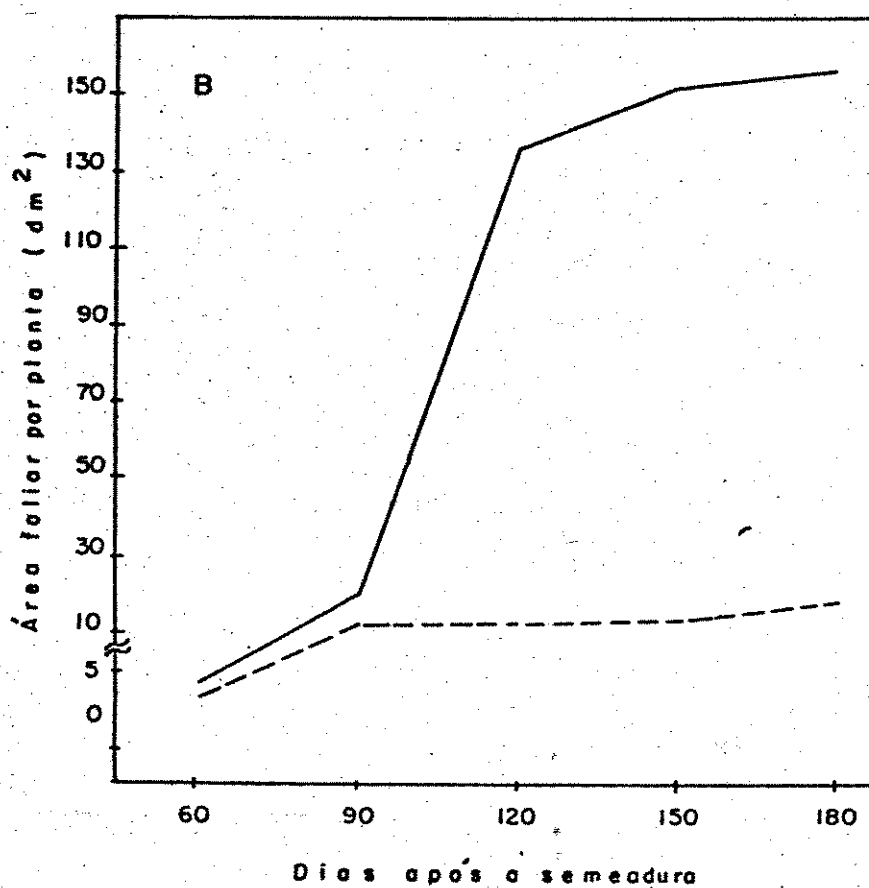
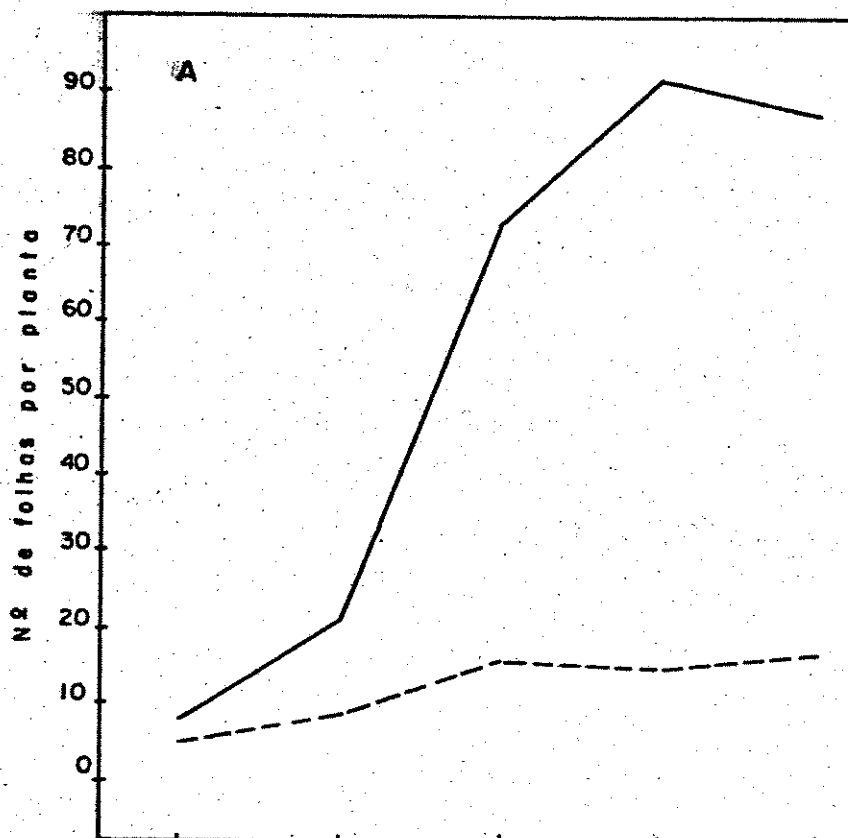


FIGURA 3 - Taxa de crescimento relativo (A) e taxa assimilatória líquida (B) de plantas de P. tuberosus, cultivadas sob condições de canteiros, em duas épocas de plantio (Primavera/83 (—) e Outono/ 84 (-----)).

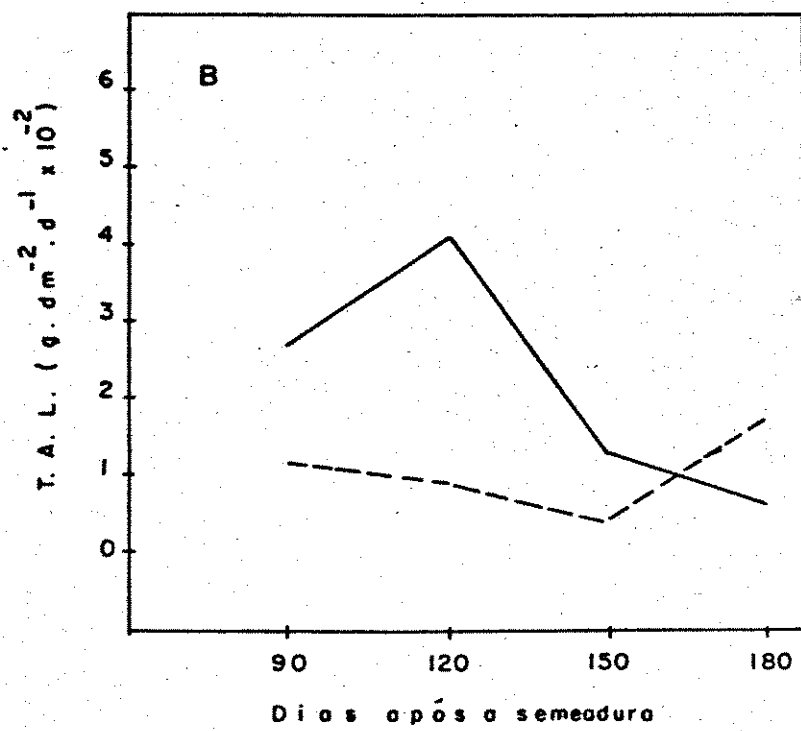
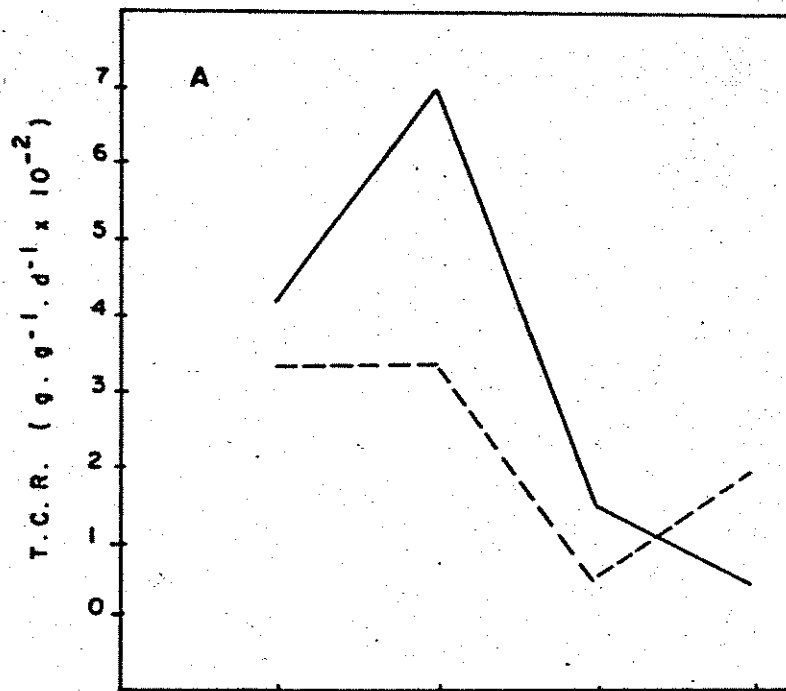


TABELA 3 - Valores médios de matéria seca da lâmina foliar e total de plantas de P. tuberosus, cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (primavera/83 e outono/84).

Amostragem (DAS)	Matéria Seca (g.)					
	Lâmina Foliar			Total		
	Primavera	Outono	C.V.%	Primavera	Outono	C.V.%
60	1,63 a	0,54 b	22,9	2,96 a	1,03 b	17,7
90	6,18 a	1,84 b	17,0	10,59 a	3,46 b	15,1
120	52,90 a	5,03 b	35,9	90,57 a	13,69 b	35,9
150	67,88 a	5,83 b	6,4	158,51 a	29,68 b	14,0
180	78,76 a	9,74 b	4,8	214,40 a	38,47 b	14,9

As médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

observaram-se ascensões nas referidas taxas a partir dos 150 DAS, considerando o plantio de outono.

Muito embora o aumento da superfície foliar tenha contribuído para o incremento da matéria seca foliar e total (figura 2 B e tabela 3), as TCR e TAL (figuras 3A e 3B) apresentaram sensíveis reduções a partir dos 120 DAS, principalmente no plantio de primavera, provavelmente devido ao autossombreamento verificado e às alocações simultâneas de fotoassimilados, coincidentemente com os períodos de maior demanda para a formação de vagens, sementes e raízes tuberosas.

Os resultados das análises de correlação entre os parâmetros de crescimento estudados e as variáveis ambientais temperatura e fotoperíodo são apresentados na tabela 4. De acordo com os respectivos coeficientes de correlação (r_2) e os valores do teste t ($p=0,05$), observa-se que a produção de matéria seca total foi positivamente correlacionada com o número de folhas, área foliar e matéria seca foliar. Fato semelhante ocorreu com a temperatura e fotoperíodo que também correlacionaram com a produção de matéria seca total. Nota-se pela tabela 4, que apenas o número de folhas é que foi correlacionado com a temperatura. Muito embora haja um comportamento diferencial entre espécies quanto à época de plantio, evidentemente em função da temperatura e fotoperíodo, os resultados obtidos confirmam as observações de vários trabalhos (SCHWABE, 1956; ALLISON & DAYNARD, 1979; HERATH & ORMROD, 1979; WONG & SCHWABE, 1979; RUSSEL & STUBER, 1983; TOLLEMAR & HUNTER, 1983; KETRING, 1984), os quais mostraram que a temperatura atua de forma interacional com o fotoperíodo no padrão de crescimento das plantas.

observaram-se diferenças nas referidas taxas de crescimento e produção de matéria seca, sendo que as plantas da época de plantio mais precoce apresentaram maiores taxas de crescimento e produção de matéria seca.

TABELA 4 - Resultados da análise de correlação entre os parâmetros de crescimento estudados e as variáveis climáticas em duas épocas de plantio.

Table with 2 columns: Growth parameters and Climatic variables. The text is mirrored and mostly illegible due to scan quality. The table structure is as follows:

Parâmetros de crescimento	Variáveis climáticas
Altura	Temperatura
Diâmetro	Umidade
Produção de matéria seca	Insolação
Produção de matéria seca por unidade de área	Temperatura
Produção de matéria seca por unidade de área por unidade de tempo	Umidade
Produção de matéria seca por unidade de área por unidade de tempo por unidade de área	Insolação

Variáveis	Coef. Correlação (r_2) **	Valores de t_c
Mat. seca total e nº folha	0,9030	5,9542*
Mat. seca total e Mat. seca foliar	0,9630	10,2285*
Mat. seca total e Área foliar	0,8061	3,8500*
Nº folha e Mat. seca foliar	0,9636	10,1998*
Nº folha e Área foliar	0,9152	6,4234*
Nº folha e Temp.	0,6565	2,4616*
Mat. seca foliar e Área foliar	0,8909	5,5478*
Mat. seca total e Temp. Fotop.	0,7356	3,0713*

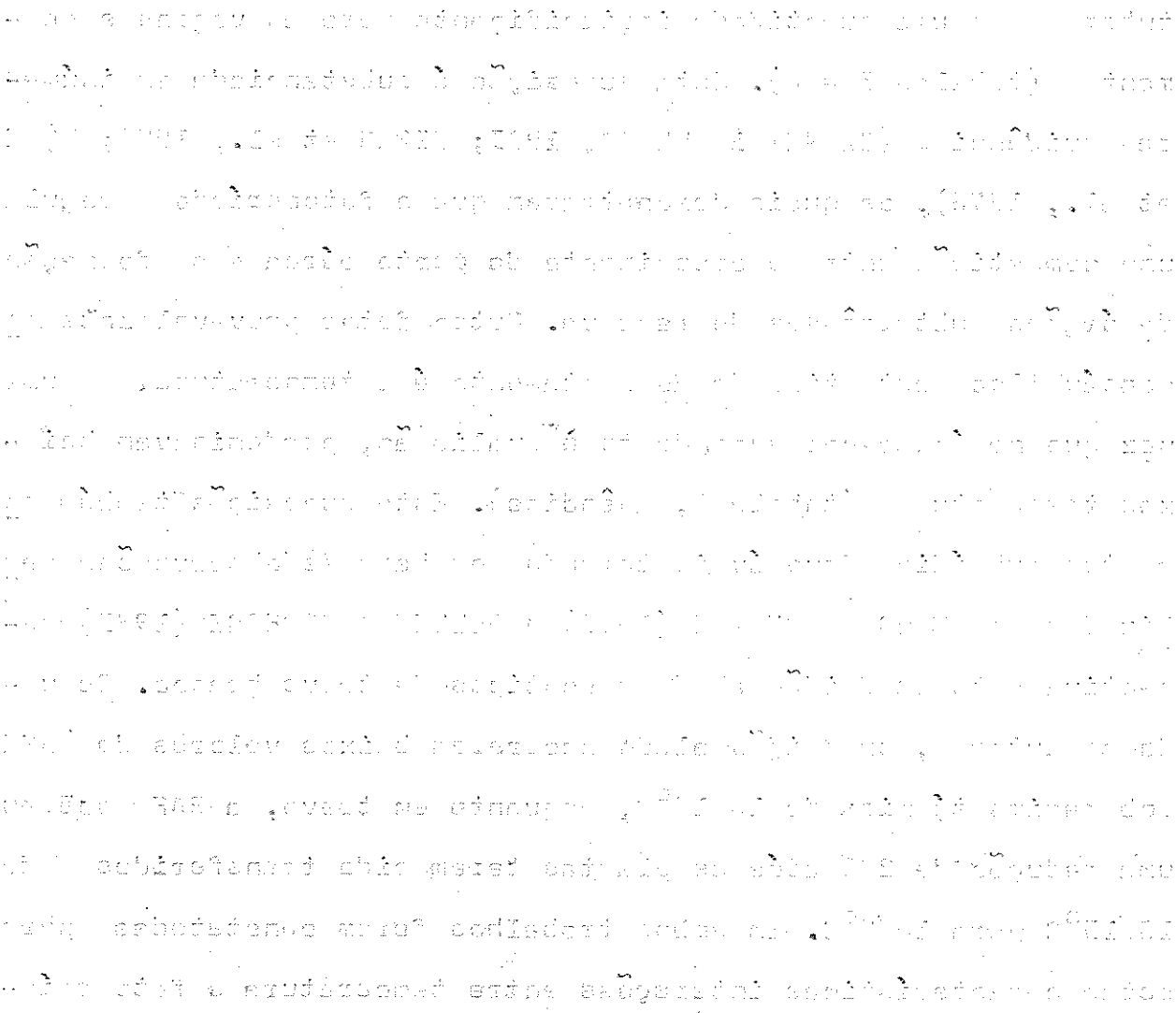
* valores significativos ($p=0,05$)

** correlação seg. SPEARMAN

Razão de área foliar (RAF) e Área foliar específica (AFE) foram outros parâmetros avaliados (figuras 4A e 4B). Estes resultados mostram de certa forma tendência semelhante entre RAF e AFE nas duas épocas de plantio, apesar do plantio de outono ter promovido inicialmente um crescimento de superfície foliar proporcionalmente maior que o acúmulo de matéria seca foliar (AFE) ou total (RAF) em relação ao plantio de primavera. Entre 90 e 120 DAS, foram observadas quedas acentuadas nestas relações, sobretudo no plantio de outono, e a partir de então, um comportamento de certa forma semelhante em ambas as épocas de plantio. As prováveis razões para este tipo de comportamento principalmente entre 90 e 120 DAS, seriam entre outras, a grande demanda de fotoassimilados destinados à formação de raízes tuberosas e uma quantidade insignificante para as vagens e sementes (tabelas 5 e 6). Esta suposição é substantiada em inúmeras evidências (GARNER & ALLARD, 1923; BIRAN et al., 1972; LOWE et al., 1976), os quais demonstraram que o fotoperíodo regula uma competição entre o crescimento da parte aérea e a formação de órgãos subterrâneos de reserva. Outro fator provavelmente responsável por este tipo de comportamento é a temperatura, uma vez que na época correspondente à avaliação, predominavam baixas temperaturas (tabela 2, apêndice). Esta suposição também encontra subsídios favoráveis tomando por base as observações realizadas por WONG & SCHWABE (1979) e BOLLER & NOBERGER (1983) respectivamente em feijão alado e ecotipos de trevo branco. Segundo os autores, em feijão alado ocorreram baixos valores de AFE sob regime térmico de 18/18°C, enquanto em trevo, a RAF sofreu uma redução de 29% após as plantas terem sido transferidas de 18/13°C para 10/7°C. Em ambos trabalhos foram constatadas para estas características interações entre temperatura e fotoperíodo.

razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) foram obtidos por meio de cálculos realizados a partir das medidas de área foliar e peso seco das folhas. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

FIGURA 4 - Razão de área foliar (A) e área foliar específica (B) de P. tuberosus, cultivados em canteiros para duas épocas de plantio (Primavera/83 — e Outono/84 -----).



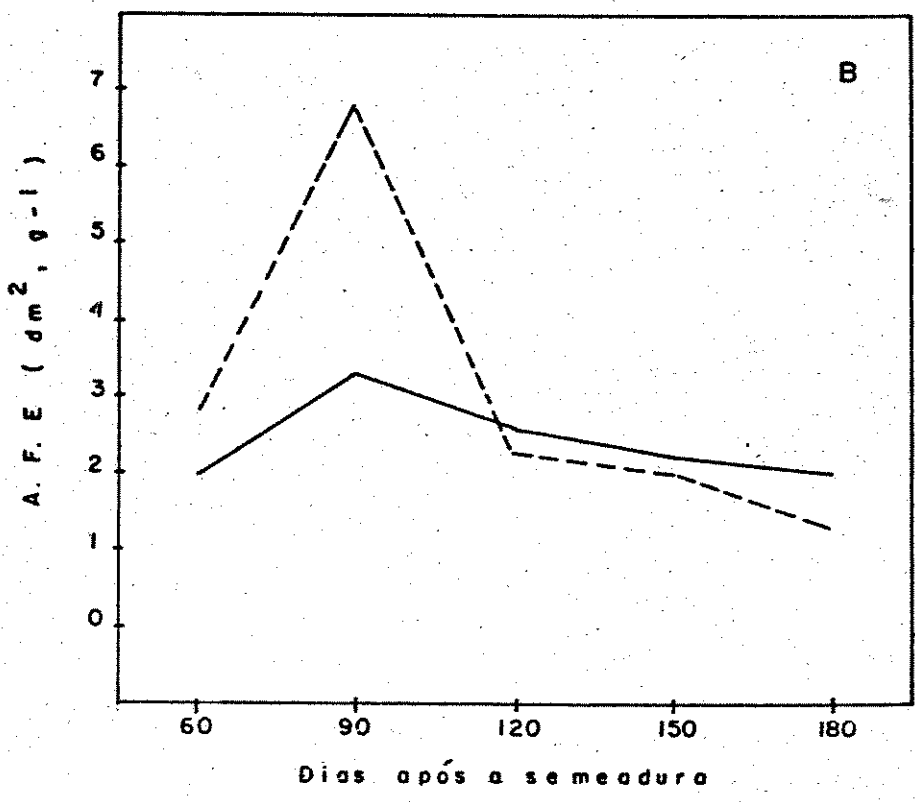
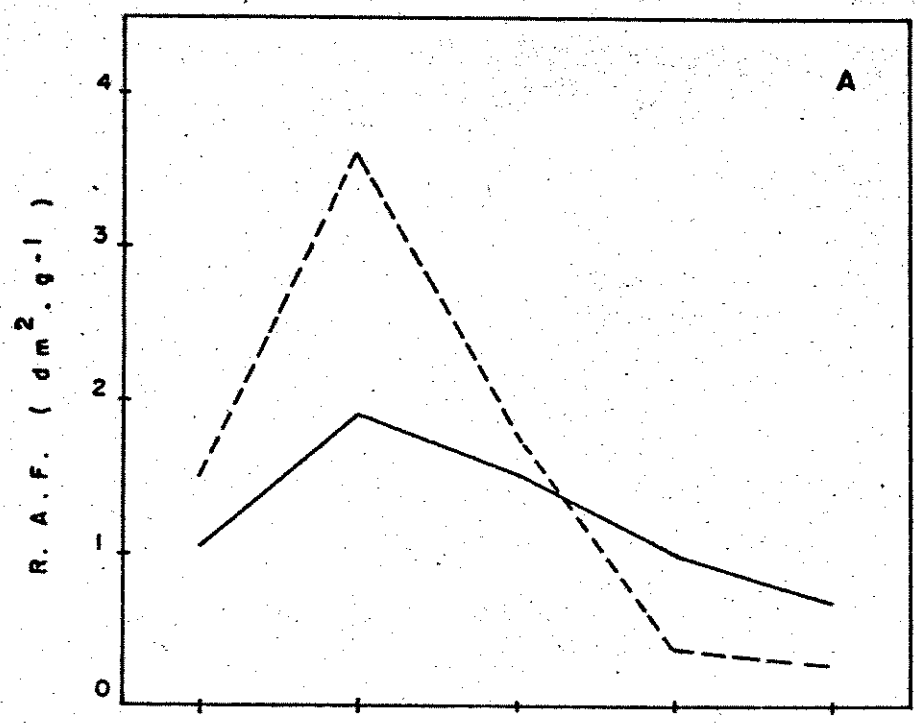


TABELA 5 - Valores médios relativos ao número, pesos de matérias fresca e seca de raízes tuberosas de plantas de P. tuberosus, cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (Primavera/83 e Outono/84).*

Épocas de Plantio	Peso (g/planta)		Nº de raízes por planta
	Mat. Fresca	Mat. Seca	
Setembro (Primave ra)	695,4 b	111,2 b	3,7 a
Março (Outono)	1224,6 a	191,8 a	4,2 a
C.V. (%)	26,6	25,0	31,5

* Colheita realizada aos 180 DAS.

As médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6 - Valores médios relativos ao número de sementes, va-
gens e peso de sementes de P. tuberosus, cultiva-
dos sob condições de canteiros, em duas épocas de
plantio (Primavera/83 e Outono/84).*

Épocas de Plantio	Número / Planta		Peso de Sementes/ Planta (g)
	Vagens	Sementes	
Setembro (Primavera)	17,2 a	87,0 a	33,6 a
Março (Outono)	5,3 b	18,0 b	8,4 b
(D.M.S. (P=0,05))			
C.V. (%)	18,9	39,6	45,7

* Colheita realizada aos 180 DAS.

As médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

1.1.2. Componentes de produção

1.1.2.1. Raízes tuberosas

Na tabela 5 são apresentados os resultados relativos ao número e peso de raízes do Jacatupé aos 180 DAS. Não houve diferença quanto ao número de raízes em relação às duas épocas de plantio. Entretanto, as plantas cultivadas no período de março a setembro (plantio de outono), apresentaram raízes mais vigorosas e com peso superior em 76% com relação ao plantio de primavera. De acordo com os resultados da tabela 2 e figura 1 (apêndice), verifica-se que no período correspondente ao outono e inverno houve quedas progressivas na temperatura e fotoperíodo, cujos fatores sabe-se que afetam tanto a iniciação e o crescimento quanto o número de raízes ou tubérculos (DRIVER & HAWKES, 1943; GREGORY, 1956, 1965; LOWE et al., 1976; WONG & SCHWABE, 1979; STEWARD et al., 1981). Os resultados obtidos podem ser explicados com base em observações realizadas por outros autores (GARNER & ALLARD, 1923; MOSER & HESS, 1968; BIRAN et al., 1972; LOWE et al., 1976), os quais demonstraram que o fotoperíodo regula uma competição entre o crescimento da parte aérea e a tuberização. Em dália, BIRAN et al. (1972) mostraram que o crescimento da parte aérea é inibido antes mesmo que ocorra a iniciação da tuberização. Os resultados contidos na tabela 3 oferecem subsídios favoráveis a esta evidência, pelo fato da matéria seca foliar acumulada no plantio de outono ser inferior em cerca de 7,3 vezes em média aos valores obtidos no plantio de primavera. Isto sugere que a iniciação e o crescimento das raízes tuberosas possam ser o resultado de uma

inibição no crescimento da parte aérea, associada à síntese de algum estímulo favorável à tuberização. Apesar de existir pouca evidência em espécies tropicais, é possível que no Jacatupé, os dias mais longos venham favorecer em maior escala o crescimento de caules e parte aérea de forma semelhante ao que ocorre com mandioca (LOWE et al., 1976), e como resultado limitem a disponibilidade e o suprimento de assimilados para o crescimento de raízes tuberosas. As maiores produções de raízes de mandioca foram obtidas segundo LOWE et al. (1976) em dias curtos de 8 horas, enquanto em dias longos de 20 horas, as raízes foram finas e fibrosas. Resultados semelhantes foram obtidos por WONG & SCHWABE (1979) em feijão alado, sob dias curtos, porém nenhuma raiz tuberosa foi formada em fotoperíodo de 16 horas.

A temperatura é sem dúvida outro fator que provavelmente tenha contribuído para esta diferença na produção de raízes tuberosas. Esta suposição se baseia em observações realizadas especialmente em batata (DRIVER & HAWKES, 1943; GREGORY, 1956, 1965; STEWARD et al., 1981) e em feijão alado (WONG & SCHWABE, 1979), segundo os quais temperaturas mais baixas, sobretudo noturnas, favorecem efetivamente o processo de tuberização em associação com fotoperíodos curtos. Em feijão alado, WONG & SCHWABE (1979), verificaram que o fotoperíodo foi mais importante que a temperatura, uma vez que houve tuberização somente em dias curtos, independentemente dos regimes térmicos testados.

1.1.2.2. Vagens e Sementes

Conforme se observa na tabela 6, as maiores produções de vagens e sementes ocorreram no plantio de primavera. Os resultados obtidos foram consequência dos aumentos graduais que ocorreram tanto na temperatura (tabela 2) como no fotoperíodo (figura 1, apêndice) a partir do mês de setembro. Estes fatores ambientais foram provavelmente, os responsáveis pelo aumento da capacidade fotossintética das plantas (figura 3B), pelo acúmulo de matéria seca foliar (tabela 3) e finalmente pela adequada distribuição de assimilados para a formação de vagens e grãos (GARNER & ALLARD, 1923; WENT, 1956; EVANS, 1975; WANN & RAPPER, 1979; WONG & SCHWABE, 1979; CHATTERTON & SILVIUS, 1981; GBIKPI & CROOKSTON, 1981; BOLLER & NOSBERGER, 1983; HUBER et al., 1984). Os aumentos verificados nestes componentes primários de produção são coincidentes com os resultados relativos ao número de folhas, área foliar e matéria seca total (figuras 2A, 2B e tabela 3), cujos valores para o plantio de primavera foram muitas vezes superiores aos obtidos no plantio de outono.

A propósito, as baixíssimas produções de vagens e sementes observadas neste plantio, provavelmente foram devidas aos dias relativamente mais curtos e sobretudo às baixas temperaturas, que reduziram de forma extremamente significativa a área foliar e conseqüentemente a produção de matéria seca tanto foliar quanto total (figura 2B e tabela 3). Além disto, existem evidências de que o fotoperíodo regula mudanças no direcionamento do fluxo de fotoassimilados, favorecendo sob dias curtos, a formação de órgãos subterrâneos de reserva (GARNER & ALLARD, 1923), o que pode ser verificado na tabela 5. Por esta

razão, são causadas alterações no crescimento da parte aérea e conseqüentemente na produção de flores, vagens e sementes, pela falta de um suprimento adequado de carboidratos, conforme observações anteriores (GARNER & ALLARD, 1923). Esta evidência foi também confirmada por MOSER & HESS (1968); BIRAN et al. (1972); LOWE et al., (1976), os quais demonstraram que sob condições fotoperiódicas favoráveis, há um crescimento harmônico entre parte aérea e órgãos subterrâneos de reserva. Este fato poderá ser naturalmente aplicado à temperatura conforme observações realizadas por HERATH & ORMROD (1979); WONG & SCHWABE (1979); RUSSEL & STUBER (1983) e TOLLEMAR & HUNTER (1983).

1.2. Relações fonte-dreno no Jacatupé

Efeito da remoção de estruturas vegetativas e/ou reprodutivas em duas épocas de plantio sobre os componentes de produção.

1.2.1. Vagens e sementes

Os resultados apresentados na tabela 7 demonstram que a amplitude de resposta dos componentes de produção do Jacatupé é extremamente variável, quando sujeito a manipulação de fonte e dreno. As plantas submetidas a 33% de desfolha ao longo de seu biociclo, não tiveram os seus componentes primários de produção alterados em relação ao controle, nas duas épocas de plantio. Contudo, 66% de desfolha causou severas reduções na produção de vagens e sementes (peso e número), sobretudo no plantio de primavera. De um modo geral, a remoção de

... e consequentemente na produção de vagens e sementes de P. tuberosus, em plantios de primavera/84 e outono/85*

TABELA 7 - Efeito da desfolha parcial e da remoção de ramos laterais na produção de vagens e sementes de P. tuberosus, em plantios de primavera/84 e outono/85*

Tratamento	Primavera/84		Outono/85	
	Vagens (kg/ha)	Sementes (kg/ha)	Vagens (kg/ha)	Sementes (kg/ha)
1. Controle
2. Desfolha parcial
3. Remoção de ramos laterais
4. Desfolha parcial + remoção de ramos laterais

Tratamentos	Nº de vagens/		Nº de Sementes/		Peso de Sementes/			
	planta		planta		planta (g.)			
	Primav.	Outono	Primav.	Outono	Primav.	Outono		
Desfolha 33%	53,8 aA	94,0 aB	6,9 aA	6,3 aA	360,8 aA	57,1 aB	227,6 aA	14,4 aB
Desfolha 66%	19,2 bA	3,5 aA	7,5 aA	3,7 bB	143,0 bA	13,1 aA	56,3 bA	4,9 aA
Remoção ramos lat.	52,9 aA	9,6 aB	6,4 aA	2,7 bB	340,8 aA	24,8 aB	211,9 aA	16,0 aB
Controle	57,4 aA	5,1 aB	6,8 aA	4,5 aB	385,7 aA	18,0 aB	204,6 aA	8,4 aB
C.V. (%)	40,7	104,6	23,8	19,1	25,4	168,5	15,7	200,6
C.V. geral (%)	95,2		36,2		105,6		113,6	

* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (dentro da época) e pelas maiúsculas na horizontal (entre épocas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

gemas ou ramos laterais não afetou os referidos componentes. Com relação à desfolha, os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por PANDEY (1983) em lentilha, cujas produtividades de grãos foram reduzidas em 24 e 62,9% respectivamente para 25 e 75% de desfolha realizada entre a floração e maturação. No entanto, em duas cultivares de feijão (JALO EEP-558 e RICO 23), SANTA CECÍLIA et al. (1980) não encontraram diferenças quanto ao número de vagens e produtividade de grãos nos tratamentos com 33 e 66% de desfolha. Os resultados obtidos (tabela 7) sugerem a princípio, que as plantas submetidas a 33% de desfolha e cultivadas entre os meses de setembro e março, tenham colocado em prática um mecanismo compensatório, que segundo WILLIAMS et al. (1976), as plantas podem recuperar-se de uma eventual perda de folhas, através de um aumento na superfície foliar e posterior recuperação na síntese de fotoassimilados para a formação de vagens e enchimento de grãos. Entretanto, observou-se em 66% de desfolha uma queda vertiginosa nestes componentes de produção, devido provavelmente à redução no suprimento e distribuição de fotoassimilados. Esta suposição encontra subsídio favorável nas evidências de HANSON & WEST (1982); PANDEY (1983), DOWNES & GLADSTONES (1984) e WILKERSON et al. (1984), os quais demonstraram que o desfolhamento ou remoção de ramos laterais causam profundas alterações nas relações fonte-dreno, como por exemplo na síntese e distribuição de fotoassimilados.

Com relação ao plantio de outono, não foram observadas diferenças na produção de vagens e grãos, porém estes componentes foram inferiores em relação ao plantio de primavera, conforme os resultados da tabela 6. Esta

redução observada no plantio de outono é naturalmente justificada pela predominância de baixas temperaturas (tabela 2) e pela redução no fotoperíodo (figura 1, apêndice), e ainda pelo decréscimo na intensidade e qualidade da luz, que segundo GARNER & ALLARD (1923); KETRING (1979); BOLLER & NOSBERGER (1983) reduzem sensivelmente a síntese e disponibilidade de fotoassimilados para formação de estruturas reprodutivas como flores, frutos e sementes.

1.2.2. Raízes tuberosas

Tomando por base os resultados apresentados na tabela 8, verifica-se que a desfolha, as remoções de ramos laterais e inflorescências praticadas isoladamente ou em combinação não afetaram os pesos das raízes considerando-se o plantio de primavera, enquanto no de outono, apenas a desfolha em 33% associada a remoção de inflorescências é que proporcionaram maiores pesos de raízes em relação às plantas controle. As práticas de desfolhas em 33 e 66% associadas à remoção de inflorescências propiciaram no plantio de outono, pesos de raízes superiores em relação ao plantio de primavera.

De um modo geral, os tratamentos empregados não afetaram o número de raízes tuberosas. Todavia, as plantas desfolhadas em 66% e sem inflorescências apresentaram menor número de raízes. Apesar da carência quase que absoluta de informações a respeito dos efeitos da desfolha e da remoção de flores na formação de órgãos subterrâneos de reserva, constatou-se que os resultados obtidos divergem bastante daqueles encontrados por NODA et al. (1984) no próprio Jacatupé. Segundo os autores, em ensaios conduzidos pelo INPA na região de Ma -

... observando-se que a redução da produção de raízes tuberosas de P. tuberosus nos plantios de primavera/84 e outono/85, em relação ao outono/84, foi de 10,0% e 15,0%, respectivamente, quando se compararam os tratamentos com e sem remoção das estruturas vegetativas e reprodutivas. A redução da produção de raízes tuberosas de P. tuberosus nos plantios de primavera/84 e outono/85, em relação ao outono/84, foi de 10,0% e 15,0%, respectivamente, quando se compararam os tratamentos com e sem remoção das estruturas vegetativas e reprodutivas.

TABELA 8. - Efeito da remoção de estruturas vegetativas e reprodutivas na produção de raízes tuberosas de P. tuberosus nos plantios de primavera/84 e outono/85.*

Table with 2 columns: Tratamento and Produção de raízes tuberosas (kg/ha). The table content is extremely faint and illegible due to the quality of the scan.

Tratamentos	Peso de raízes tuberosas (g)/planta				Nº de raízes tuberosas / planta	
	Peso fresco		Peso seco		Primav.	Outono
	Primav.	Outono	Primav.	Outono		
Desfolha 33%	649a A	147 b B	95a A	27 b B	3,0ab A	2,5 b B
Desfolha 66%	412a A	178 b A	63a A	33 b A	3,6ab A	3,3ab A
Pl.sem flores	1176a A	741ab B	183a A	137ab A	3,1ab B	5,1a A
Pl.sem ramos lat.	844a A	392 b B	132a A	73 b B	2,6ab B	2,8ab A
Pl.s/flores e s/ramos lat.	1061a A	696ab B	165a A	129ab B	4,0ab A	3,2ab A
Desfolha 33% s/flores	763a B	1296a A	118a B	240a A	2,8ab B	3,8ab A
Desfolha 66% s/flores	426a B	593ab A	67a B	110ab A	2,4 b B	4,2ab A
Controle	1225a A	404 b B	192a A	77 b B	4,6a A	3,7ab B
C.V. (%)	54,5	70,8	60,1	64,4	33,6	32,3
C.V. Geral(%)	49,1		47,5		26,1	

* As médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (dentro da época) e pela maiúscula na horizontal (entre épocas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

naus, a produção de raízes foi significativamente aumentada pela remoção das flores. Entretanto, em ensaios conduzidos no CIAT por SCHOONHOVEN et al. (1974), observaram em mandioca var. "Lhanera" que a desfolha em níveis de 20 e 40% praticada nos primeiros 6 meses do ciclo não afetou a produção de raízes, uma vez que estas plantas compensaram rapidamente a área foliar perdida pelo aumento da superfície foliar remanescente e pelo desenvolvimento de novas folhas. Este mecanismo compensatório em questão, foi também confirmado mais tarde por WILLIAMS et al. (1976), os quais verificaram que há uma recuperação na síntese e no suprimento de fotoassimilados para a formação de sementes ou de órgãos de reserva.

1.3. Composição química

Os resultados contidos nas tabelas 9a e 9b e figura 5, indicam que houve variações nos níveis de compostos orgânicos nutritivos, ao considerar tanto o estágio de desenvolvimento de vagens, sementes e raízes, quanto a época de plantio.

1.3.1. Açúcares solúveis totais e redutores

De um modo geral, verifica-se na tabela 9a, que o plantio de primavera favoreceu de forma significativa o acúmulo destes compostos em vagens, sementes e raízes, devido às condições climáticas favoráveis durante o período de desenvolvimento da cultura (tabela 2 e figura 1, apêndice), e naturalmente no processo fotossintético (figura 3 A). Considerando o período entre os estádios inicial e final de desenvol-

naus, a produção de raízes foi significativamente aumentada
 na época das flores. Entretanto, em ensaios conduzidos
 GIAT por SCHOGHOVEN et al. (1974), observaram em raízes
 var. "Miserere" que a taxa de produção de raízes foi maior
 nos períodos de florescimento e de formação de tubérculos, do que
 nos períodos de desenvolvimento vegetativo e de maturação dos
 tubérculos. Entretanto, a taxa de produção de raízes foi maior
 nos períodos de florescimento e de formação de tubérculos, do que
 nos períodos de desenvolvimento vegetativo e de maturação dos
 tubérculos.

**TABELA 9a - Teores médios de açúcares solúveis totais, açúcares
 redutores e amido em relação à matéria seca de
 diferentes órgãos das plantas de P. tuberosus, cul
 tivadas sob condições de canteiros em duas épocas
 de plantio (primavera/83 e outono/84)***

- Vag. = vagem; E₁, E₂ e E₃ (estádios de desenvolvi -
 mento)
- S.P.C. = sementes posto de colheita (12% de umida -
 de)
- E₃ = estágio de maturidade fisiológica da semen
 te
- D.E. = dentro da época
- N.A. = não avaliado

Órgãos da Planta	mg. g ⁻¹ M.S.					
	Açúc. sol. totais		Açúc. redutores		Amido	
	Primav.	Outono	Primav.	Outono	Primav.	Outono
vag. E ₁	291,96 bA	202,62 b B	196,32 a c A	107,51 b B	N.A	N.A
vag. E ₂	499,55 aA	305,42a B	271,63 a A	247,41a B	N.A	N.A
vag. E ₃	209,38 bcA	120,70 bcA	129,51 bc A	108,79 b B	N.A	N.A
semente (E ₃)	146,06 cB	156,51 bcA	127,65 bc	9,34 cB	217,31a B	346,15a A
S.P.C	159,56 cA	101,49 cB	115,68 c A	91,30 b B	40,78 bB	53,89 cA
raiz tuberosa	264,13 b A	172,06 b B	225,81 b A	107,92 b B	194,68a A	168,04b A
c.v. (%) D.E	12,07	15,62	27,11	37,25	31,42	37,88
c.v. (%) geral	54,95		55,50			66,30

* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 9b - Teores médios de proteínas e aminoácidos ($\mathcal{L}\text{NH}_2$) em relação à matéria seca de diferentes órgãos das plantas de P. tuberosus, cultivadas sob condições de canteiros em duas épocas de plantio (primavera/83 e outono/84)*.

Significados das abreviaturas :

Vag = vagem; E₁; E₂ e E₃ (estádios de desenvolvimento);

S.P.C. = sementes ponto de colheita (12% de umidade) e

D.E. = dentro da época

Órgãos da planta	mg.g ⁻¹ MS Proteína		moles.g ⁻¹ MS Aminoácidos (NH ₂)	
	Outono		Outono	
	Primav.	Outono	Primav.	Outono
vag. E ₁	13,59 b B	41,85 c A	195,74abc B	363,79ab A
vag. E ₂	7,72 b B	16,34 dA	239,26abc B	396,97ab A
vag. E ₃	17,71 b B	68,88 b A	95,24 c B	288,23 b A
Semente(E ₃)	53,87a A	7,96 CB	251,00ab B	446,71a A
S.P.C.	57,35a B	109,29a A	271,92a B	432,81a A
raiz tuberosa	12,05 b B	48,23 bc A	122,29 c B	309,44 b A
c.v.(%) D.E.	34,08	21,49	28,53	16,63
c.v.(%) geral	79,57		43,07	

* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey , ao nível de 5% de probabilidade.

vimento das vagens, observou-se que houve reduções nos teores das duas classes de açúcares, enquanto ocorreram elevações nos níveis destes açúcares nas sementes. Isto reflete os efeitos positivos tanto da temperatura como do fotoperíodo sob condições favoráveis na síntese e translocação de carboidratos das fontes para as regiões de consumo, ou mesmo de uma possível remobilização. Os resultados obtidos são concordantes com os encontrados por SMITH (1970); CHATTERTON & SILVIUS (1979); GBIKPI & CROOKSTON (1981); THOMAS et al. (1981); TING (1981); HUBER et al. (1984), os quais demonstraram que fotoperíodos mais longos associados a temperaturas ligeiramente mais altas estimulam a síntese e posterior translocação de carboidratos e outros fotoassimilados para os grãos e outros drenos. Por outro lado, em trabalho com soja cv. Santa Rosa, TEIXEIRA (1984) encontrou níveis de açúcares solúveis mais elevados em temperaturas mais amenas, como as observadas durante o ano agrícola 78/79 em relação às de 79/80.

1.3.2. Amido

Conforme pode ser verificado na tabela 9a, os maiores acúmulos de amido nas sementes ocorreram no plantio de outono, o que contrariam as evidências de CHATTERTON & SILVIUS (1980,1981); SICHER et al.(1982) e HUBER et al.(1984). Segundo estes autores a redução do período fotossintético sob condições de dias curtos, resulta num maior acúmulo de amido nas folhas, uma queda na síntese de sacarose e naturalmente na sua translocação. Estes eventos culminam com uma imediata queda na síntese e acúmulo de amido nas sementes, visto que a sacarose além de ser a forma primária de transporte de carboidra -

tos na planta (TING, 1981), é ainda o ponto de partida para a síntese de amido (EDERMAN, 1959).

Com relação às raízes tuberosas, não foi observada variação no conteúdo de amido, considerando-se as duas épocas de plantio.

1.3.3. Proteínas

De um modo geral, o acúmulo de proteínas nos diferentes órgãos estudados foi significativamente superior no plantio de outono, exceção feita às sementes no ponto de maturidade fisiológica (E_3), cujos níveis proteicos foram maiores no plantio de primavera (tabela 9b). O fato mais surpreendente foi o nível de proteínas encontrado nas raízes tuberosas que superou em cerca de 4 vezes o obtido no plantio primavera. Sob o ponto de vista fotoperiódico, os resultados obtidos responderam as expectativas, tomando por base as observações de SCURE et al. (1982) em soja. Este estudo mostrou na cv. Ranson, maior acúmulo de nitrogênio nas estruturas reprodutivas em relação às vegetativas, uma vez que as plantas sob dias curtos mobilizaram nitrogênio de forma mais eficiente que em dias longos. Provavelmente estas observações poderão ser extrapoladas para temperaturas, visto que em condições de campo, o fotoperíodo decresceu gradativamente e simultaneamente com a temperatura no local de realização dos ensaios (lat. $22^{\circ}54'S$).

Comparando os resultados obtidos com os encontrados em girassol por DHAWAN et al. (1983), verifica-se uma certa semelhança, uma vez que os plantios realizados no inverno e

sobretudo em janeiro, proporcionaram nas sementes de girassol um nível proteico de 23% contra 19,4% para o plantio realizado no verão (maio). Em soja, TEIXEIRA (1984) encontrou maior acúmulo de proteínas nos grãos no ano agrícola 78/79, cujas temperaturas foram ligeiramente mais baixas que no ano agrícola de 79/80.

Com relação ao nível proteico nos órgãos subterrâneos de reserva, as tendências foram semelhantes aos resultados obtidos por STEWARD et al. (1981) em tubérculos de batata, os quais encontraram sob temperaturas mais amenas (24°C), maiores taxas de acúmulo de proteínas independente do fotoperíodo. Os resultados obtidos mostraram que o nível de proteínas encontrado nas raízes tuberosas do Jacatupé é superior em 4 vezes ao nível encontrado para a mandioca e aproximadamente 2,5 vezes para a batata. (NODA et al., 1984).

1.3.4. Aminoácidos (CNH_2)



Segundo STEWARD et al. (1981), as condições climáticas ambientais exercem um rigoroso controle na composição nitrogenada das plantas. Esta evidência foi confirmada pelos resultados apresentados na tabela 9b, que mostraram a superioridade nos níveis de aminoácidos (CNH_2) presentes em vagens, sementes e raízes tuberosas das plantas cultivadas entre os meses de março a setembro em relação ao plantio de primavera. Estes resultados obtidos concordam com as observações de STEWARD et al. (1981), que encontraram em tubérculos de batata quantidades maiores de compostos nitrogenados solúveis não proteicos (aminoácidos e amidos) sob dias curtos de 10 horas e temperatura de 24°C em relação a fotoperíodos longos de 14

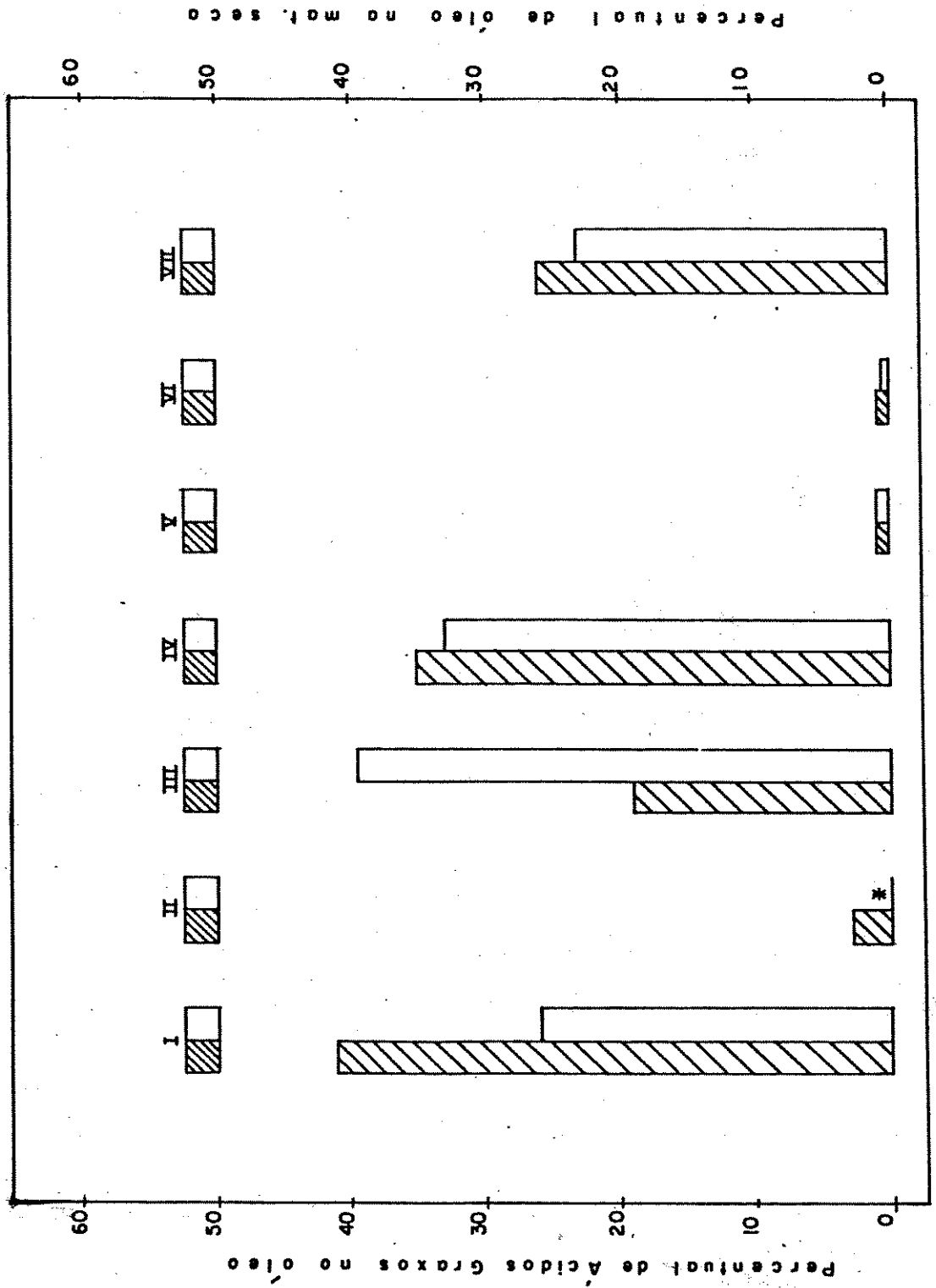
horas e temperaturas de 12 ou 24°C. Torna-se oportuno considerar ainda que as sementes de ambas as classes ontogênicas apresentaram maiores níveis de compostos LNH_2 que as raízes tuberosas.

1.3.5. Óleo e Ácidos Graxos

Os resultados apresentados na figura 5 mostram que as épocas de plantio afetaram o acúmulo de óleo nas sementes de Jacatupé e também a proporção dos principais ácidos graxos contidos no óleo. De um modo geral, o plantio realizado na primavera proporcionou maior acúmulo de óleo e favoreceu de forma efetiva a síntese e também o acúmulo de ácidos graxos, a exceção do ácido oleico, cujo acúmulo foi maior no plantio de outono e o ácido esteárico cuja presença não foi detectada nesta época. Nas duas épocas de plantio consideradas, a produção final de óleo foi superior ao da soja cv. Santa Rosa encontrada por TEIXEIRA (1984) no ano agrícola 78/79, cujo valor atingiu 21,8% aos 81 DAF. Os resultados apresentados na figura 5 estão de acordo com as observações de CANVIN (1965) e DHAWAN et al. (1983), os quais trabalhando com girassol, verificaram que temperaturas mais altas como as que ocorrem no verão, desempenham importante papel na biossíntese e acúmulo de óleo. Com base nestas observações, nota-se que a maior produção de ácidos graxos e óleo obtidos no plantio de primavera se devem às elevações gradativas de temperatura e fotoperíodo entre o período de primavera e verão, e sobretudo nesta última estação, cujas temperaturas são consideravelmente mais altas e o fotoperíodo mais longo do ano (tabela 2 e figura 1, apêndice).

FIGURA 5 - Valores percentuais de óleo de de ácidos graxos em relação à matéria seca de sementes de P. tuberosus em duas épocas de plantio.

Legenda : Primavera  ; Outono  ;
(I) ácido palmítico; (II) ácido esteárico; (III) ácido oléico; (IV) ácido linoléico; (V) ácido araquídico; (VI) ácido beênico; (VII) percentual total de óleo na matéria seca.
* não detectado.



1.3.6. Rotenóides

Na tabela 10 são apresentados os resultados relativos aos conteúdos de rotenona e paquirrizina nas sementes de Jacatupé e nos seus respectivos exsudatos em diferentes períodos de embebição. Verifica-se de um modo geral que os níveis de rotenona nos eixos embrionários permaneceram mais ou menos constantes entre os períodos extremos de embebição, ao contrário da paquirrizina, cujos níveis aumentaram com o tempo de embebição. Porém, nos cotilédones é que foram encontradas as maiores quantidades de paquirrizina. Trabalhando com sementes de Cabriúva, INENAMI (1984) verificou que a cumarina, estruturalmente semelhante a paquirrizina, também aumentou nos embriões com o tempo de embebição. Entretanto, os níveis de paquirrizina cotiledonares permaneceram mais ou menos constantes em 6 e 48 horas de embebição, de forma semelhante aos resultados obtidos em Coumarouna por VALID (1973), cujos níveis de cumarina com base nos pesos fresco e seco também permaneceram constantes nos cotilédones durante a germinação. Com relação aos exsudatos, observou-se que tanto os níveis de rotenona como de paquirrizina aumentaram com o tempo de embebição, mostrando no final de 48 horas quantidades de rotenona e paquirrizina na ordem de 0,380 e 0,026 mM respectivamente.

As quantidades totais destes rotenóides nas sementes de Jacatupé estão ao redor de 7,84 e 0,71 mM de rotenona e paquirrizina respectivamente, considerando as sementes embebidas por 6 horas. O nível de rotenona encontrado nestas sementes é cerca de 10 vezes inferior a média encontrada nas sementes de Jicama Mexicano (P. erosus Urban), que foi de 0,25% ou 72,6 mM (SCHROEDER, 1968).

TABELA 10 - Conteúdos médios ($\mu\text{g.g}^{-1}\text{MS}$) de rotenona e paquirizina em cotilédones, eixos embrionários e exsudatos de sementes de P. tuberosus embebidas por diferentes períodos, sob câmara de crescimento à temperatura de 25°C e luz contínua.*

Períodos de Embebição (horas)	rotenona ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MS)		CV %	paquirizina ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MS)		CV %
	Exsudatos	Embrião Cotilédones		Exsudatos	Embrião Cotilédones	
06	17 bc	1878 cA	12,54	0,75 bc	39,37 cB	35,01
24	179 aB	1418 bA	7,85	8,20 ac	121,72 bB	9,63
48	149 bc	2024 aA	7,23	8,63 ac	145,25 aB	7,93
c.v. (%)	7,30	9,25		8,35	9,85	7,36

* Na vertical, as médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de $p=0,05$, o mesmo ocorrendo com as letras maiúsculas na horizontal.

2. Condições de câmaras de crescimento

2.1. Crescimento, desenvolvimento e produção de raízes tuberosas do Jacatupé em diferentes regimes termoperiódicos.

2.1.1. Análise do crescimento

Estão apresentados na tabela 11 e figuras 6A e 6B os resultados relativos às análises de crescimento do Jacatupé aos 95 DAS, sob diferentes regimes térmicos ($20/15^{\circ}\text{C}$; $25/20^{\circ}\text{C}$ e $30/25^{\circ}\text{C}$). De um modo geral, verificou-se que nesta amplitude térmica não houve alteração no acúmulo de matéria seca da maioria dos órgãos estudados, o mesmo ocorrendo com o número de folhas. Entretanto, sob regime de $20/15^{\circ}\text{C}$, foi observada uma redução na superfície foliar em relação aos outros regimes termoperiódicos, sem contudo variar o número de folhas. Comparando os resultados de RAF e AFE contidos nas figuras 6A e 6B com os da tabela 11, observa-se que as plantas cultivadas em temperaturas mais elevadas ($30/25^{\circ}\text{C}$), apresentaram quedas na matéria seca foliar acumulada em relação ao regime de $25/20^{\circ}\text{C}$, apesar das respectivas áreas terem sido equivalentes. Os resultados contidos na tabela 11 se assemelham parcialmente aos obtidos por KETRING (1984) em amendoim, apesar de sua resposta à temperatura ser bastante diversificada em relação à cultivares e ao padrão normal de outras plantas. Em temperaturas iguais ou superiores a $32/22^{\circ}\text{C}$, a superfície foliar foi reduzida, sem contudo afetar o número de folhas. Entretanto, HERATH & ORMROD (1979) encontraram em feijão alado

2. Condições de câmaras de crescimento

2.1. Crescimento, desenvolvimento e produção de raízes tuberosas

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

2.1.1. Análise de crescimento

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

TABELA 11 - Peso de matéria seca, número de nós do caule principal, número de folhas e área foliar de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento, sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos. Média de 8 repetições.*

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

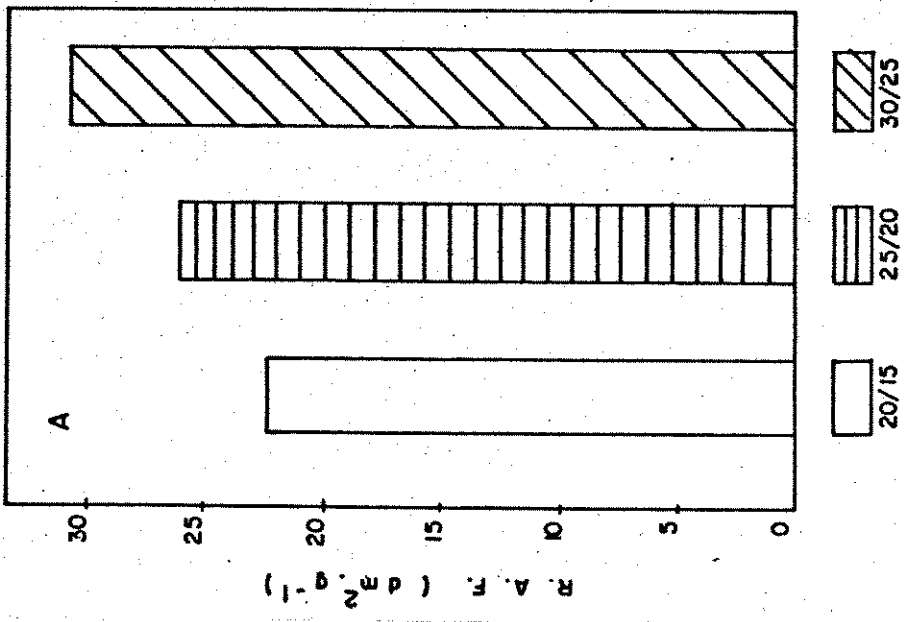
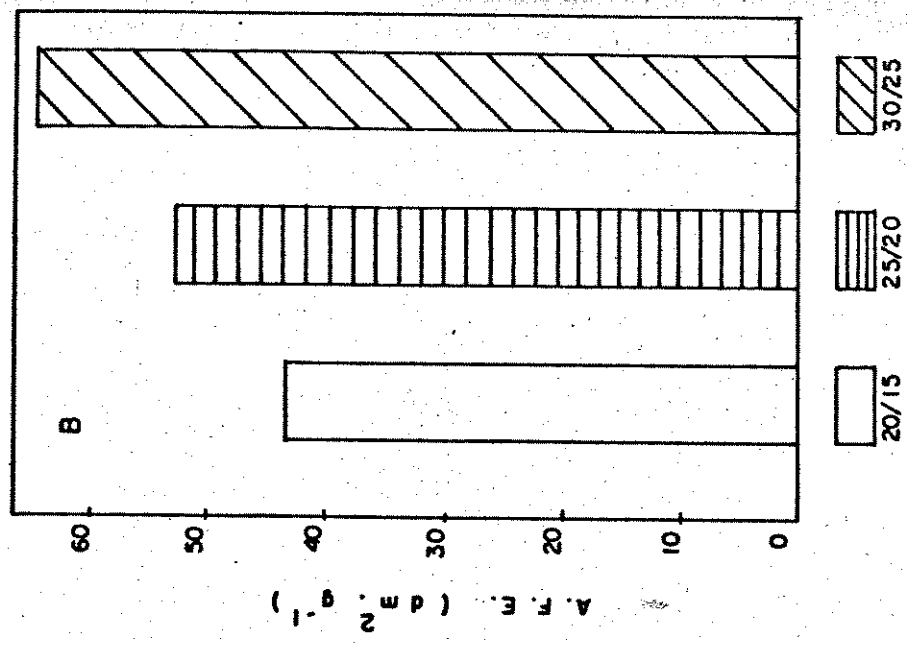
As plantas foram cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperiódicos.

Termoperíodos	Matéria seca (gs)							
	Raízes	Caula e pecíolo	Folhas	Parte aérea	Parte aérea: raízes	Nº de folhas	Área (dm ²)	Nº de nós caule princ.
20/15	0,68a	1,94a	2,87ab	4,81a	7,22a	10,87a	124,22 b	12,90 b
25/20	1,06a	2,56a	3,29a	5,85a	5,76a	11,37a	173,35a	15,50a
30/25	0,61a	2,16a	2,50 b	4,66a	7,86a	11,12a	161,84a	13,90 b
C.V. (%)	41,07	20,65	9,79	13,63	19,90	6,09	8,89	6,90

Avaliação realizada 95 DAS.

* As médias seguidas pelas mesmas letras na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de $p=0,05$.

FIGURA 6 - Razão de área foliar (A) e Área foliar específica (B) de P. tuberosus, cultivados em câmaras de crescimento, sob três regimes termoperiódicos e fotoperíodo de 11 horas, aos 95 dias após a semeadura.



reduções em número de folhas e nas respectivas áreas pelo acréscimo na temperatura diurna de 26 para 32 °C. Outro parâmetro avaliado foi o número de nós do caule principal (tabela 11). Observa-se que esta característica é sensivelmente afetada por regimes extremos de temperatura, porém beneficia das por temperaturas intermediárias (25/20°C).

2.1.2. Frequência estomática

A densidade estomática é um parâmetro morfológico fundamental pelo seu relacionamento com o crescimento da planta. Na tabela 12 estão os resultados referentes a este parâmetro na face abaxial do folíolo central da 5ª folha trifoliolada. Observa-se que tanto a frequência estomática quanto o número total de estômatos decresceram com o aumento da temperatura. Resultados semelhantes foram obtidos por HERATH & ORMROD (1979) em feijão alado. Com base nos resultados da tabela 12, verifica-se que as variações observadas ocorreram sem mesmo terem havido alterações nas superfícies dos referidos folíolos. Comparando os resultados das tabelas 11 e 12, conclui-se que não houve uma correspondência entre os aumentos de área foliar e peso da matéria seca com a densidade estomática, fato este observado por HERATH & ORMROD (1979). Entretanto, segundo CIHA & BRUN (1975), podem ocorrer naturalmente variações na frequência estomática dentro de certos limites, em decorrência sobretudo de modificações verificadas nas dimensões das células epidérmicas, e mesmo no desenvolvimento da própria lamina foliar.

respostas em número de folhas e nos respectivos
acréscimo na temperatura diurna de 20 para 22 °C. Outro parâ-
metro avaliado foi o número de nós do caule principal. Já
a temperatura de crescimento é sensivelmente
afetada por regimes extremos de temperatura, sendo benéfico
das por temperaturas intermediárias (22-25°C).

1.1.1. Freqüência estomática

**TABELA 12 - Freqüência estomática, área e número total de es-
tômatos na epiderme abaxial do folíolo central da
5ª folha trifoliolada de plantas de P. tuberosus,
cultivadas em câmaras de crescimento sob três re-
gimes termoperiódicos e fotoperíodo de 11 horas,
aos 90 DAS.**

*** Média de 5 repetições.**

TABLE WITH 3 COLUMNS: REGIME, AREA, AND NUMBER OF STOMATA. THE TABLE IS HEAVILY DEGRADED AND THE DATA IS ILLEGIBLE.

Caract. avaliadas	Termoperíodo (°C)			C.V. %
	20/15	25/20	30/25	
Área folíolo central (mm ²)	520,40a	633,30a	574,80a	12,50
Freq. estomática/mm ²	278,31a	200,79 b	203,96 b	7,11
Nº estômatos total folíolo central	144832a	133184a	117236 b	8,54

* As médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

2.1.3. Conteúdo de clorofilas

Os resultados das análises de clorofilas a, b, total e relação a:b contidas nos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada estão na tabela 13. Observa-se que a temperatura aqui de forma proeminente nos teores clorofilianos, apresentando valores crescentes com o aumento da temperatura. Resultados semelhantes foram obtidos por WONG & SCHWABE (1979) e ARMITAGE & CARLSON (1981), porém contrários aos de HERATH & ORMROD (1979) em feijão alado, que encontraram maior quantidade de clorofila total a 25/20°C em relação a 30/25°C. Quanto a relação a:b, verificou-se maior valor em temperaturas mais baixas (20/15°C), sugerindo que estas temperaturas favoreçam a síntese e/ou redução da degradação de clorofila a, enquanto a síntese de clorofila b provavelmente seja estimulada por temperaturas mais altas. Logo, a relação a:b está sujeita a variações de acordo com a temperatura reinante e ainda com a idade do tecido.

Comparando os resultados das tabelas 11 e 13, observa-se que a matéria seca acumulada na parte aérea das plantas não foi correlacionada com os aumentos verificados nos conteúdos de clorofilas. Isto vem contrariar no entanto, as evidências de RABINOWITCH (1951) e FREELAND (1970), os quais relataram que a taxa fotossintética foliar é determinada por seu conteúdo clorofiliano.

2.1.3. Conteúdo de clorofilas

Os resultados das análises de clorofilas e relação a:b são apresentados nas tabelas 13 e 14. Os dados são expressos em porcentagem da clorofila total, com exceção da relação a:b, que é expressa em partes por parte. Os dados são apresentados em forma percentual nos gráficos, possibilitando a comparação direta entre os tratamentos. Os resultados são apresentados nas tabelas 13 e 14.

TABELA 13 - Conteúdo de clorofilas a, b, total e relação a:b dos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento sob três regimes termoperiódicos e fotoperíodo de 11 horas, aos 90 DAS.

*** Média de 5 repetições**

Termoperíodo °C(D/N)	Conteúdo de clorofilas(mg.g ⁻¹ MF)			Relação a b
	a	b	total	
20/15	2,48 c	0,92 b	3,44 c	2,69 a
25/20	3,48 b	1,63 b	5,17 b	2,13 b
30/25	4,83 b	2,45 a	7,26 a	1,97 b
C.V.(%)	3,06	5,03	10,29	6,30

* As médias seguidas pelas mesmas letras na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

2.1.4. Floração

Alguns dos principais parâmetros florais foram avaliados e os resultados obtidos são apresentados na tabela 14. Observa-se que a floração tomando por base a emissão da 1ª flor foi mais precoce nos regimes térmicos mais baixos (20/15^o). Por outro lado, as temperaturas mais elevadas (30/25^oC) além de tornar a floração mais tardia em cerca de aproximadamente duas semanas, fez com que a emissão da 1ª flor ocorresse no nó imediatamente superior (11^o), e as plantas apresentassem menor número de flores em relação às plantas cultivadas em temperaturas mais baixas. Além disto, apenas 50% das plantas atingiram a floração aos 80 DAS. Em feijão alado, HERATH & ORMROD (1979) e WONG & SCHWABE (1979) verificaram que em temperaturas relativamente elevadas como 30/25^oC e 32/22^oC, há inibição absoluta da floração, o mesmo ocorrendo em amendoim (WOOD, 1968 ; KETRING, 1984). Os resultados obtidos reforçam ainda mais a teoria de que as temperaturas mais elevadas causam acentuados danos na iniciação floral, enquanto que em geral, aumentam as taxas de desenvolvimento dos botões florais (SNYDER, 1940). Além do mais, os resultados obtidos sugerem uma certa semelhança do Jacatupé com plantas de Hyoscyamus niger (PDL), cuja floração é geralmente estimulada por temperaturas ligeiramente mais baixas (LANG, 1965).

2.1.5. Produção de raízes tuberosas

Na tabela 15 estão contidos os resultados relativos aos componentes primários da produção de raízes do Jacatupé, aos 90 DAS. O melhor desempenho das plantas para produção de

Figuras dos principais parâmetros físicos (temperatura, umidade, etc.) e da produção de tubérculos em função da temperatura e do fotoperíodo. As curvas mostram a influência da temperatura e do fotoperíodo na produção de tubérculos. A temperatura ótima para a produção de tubérculos é de 18°C. O fotoperíodo ótimo é de 11 horas.

TABELA 14 - Influência da temperatura sobre alguns parâmetros florais de P. tuberosus, em condições de câmaras de crescimento sob fotoperíodo de 11 horas.*

Table with 4 columns: Temperatura (°C), Número de flores por planta, Número de tubérculos por planta, e Produção de tubérculos (g/planta). The table shows that the number of flowers and tubercles increases with temperature up to 18°C, after which it decreases. The production of tubercles is highest at 18°C.

Os resultados demonstram que a temperatura e o fotoperíodo são fatores importantes para a produção de tubérculos em P. tuberosus. A temperatura ótima para a produção de tubérculos é de 18°C, e o fotoperíodo ótimo é de 11 horas. A produção de tubérculos é diretamente proporcional à temperatura e ao fotoperíodo.

Parâmetros florais *	Termoperíodo - °C(D/N)		
	20/15	25/20	30/25
Emissão da 1ª inflorescência(dias)	64	64	80
Nº corresp. à 1ª inflorescências	10º	11º	11º
Nº médio de inflorescência	2,5	3,4	1,5
% de plantas floridas	100	100	50

* Avaliação realizada 80 DAS.

TABELA 15 - Influência da temperatura na formação de raízes
tuberosas de P. tuberosus, em condições de câma
ras de crescimento sob fotoperíodo de 11 horas,
aos 90 DAS.

* Média de 8 repetições.

Termoperíodo °C(D/N)	Peso de raízes/planta(g.)		Nº de raízes/ planta
	Mat. fresca	Mat. seca	
20/15	13,90 b	2,10 b	5,00 a
25/20	65,40 a	9,80 a	4,10 b
30/25	0,00	0,00	0,00
C.V.(%)	10,20	10,60	20,30

* As médias seguidas pelas mesmas letras na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

raízes foi sob 25/20°C em relação ao regime de 20/15°C. Apesar do menor número de raízes produzidas, estas apresentaram maior peso, o que constitui sem dúvida um aspecto importante na comercialização. Contudo, as plantas cultivadas sob 30/25°C não formaram raízes tuberosas, pelo menos até o período de avaliação (90 DAS). Estes resultados entretanto, divergem dos obtidos em feijão alado por WONG & SCHWABE (1979), que ao testarem diversos regimes térmicos (18/18°C; 26/14°C; 26/26°C ; 32/18°C e 32/22°C) verificaram a presença de raízes em todos os regimes, porém com maior produção em 26/14°C. O tipo de comportamento ocorrido com o Jacatupé em relação à temperatura, coincide com as observações de GREGORY (1956, 1965) em batata, o qual encontrou estímulos para produção de tubérculos sob condições de baixas temperaturas noturnas, ao contrário das temperaturas mais elevadas que chegam a atrasar substancialmente a sua iniciação ou até mesmo inibirem. Por ser o Jacatupé uma planta de origem tropical e com um período médio de 7 a 8 meses para a colheita de raízes (NODA et al. , 1984), supõe-se que esta inibição imposta por temperaturas noturnas mais elevadas seja removida com o tempo, atrasando assim a iniciação de raízes. Esta suposição fundamenta-se em observações realizadas sob condições de campo, cujas plantas cultivadas entre setembro e março, iniciaram a formação de raízes entre 95 e 100 DAS, enquanto as cultivadas de março a setembro iniciaram-se entre 65 e 70 DAS. (Veja a tabela 2 relativa às temperaturas médias mensais nos respectivos períodos).

2.2. Crescimento e desenvolvimento do Jacatupé em diferentes regimes fotoperiódicos.

2.2.1. Análise do crescimento

A faixa fotoperiódica mais adequada para o desenvolvimento do Jacatupé, foi determinada através de um experimento preliminar, cujos estudos abrangeram uma faixa fotoperiódica mais ampla (dados não apresentados). Em face dos resultados obtidos, decidiu-se trabalhar com 8, 9 e 10 horas de fotoperíodo.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 16, verifica-se que o padrão de crescimento das plantas aos 97 DAS não foi afetado pelos fotoperíodos mencionados anteriormente, tomando por base a matéria seca acumulada. Entretanto, observou-se que as plantas submetidas a fotoperíodo de 10 horas, apresentaram maior número de folhas e maior superfície fotossintética, sem contudo incrementar o acúmulo de matéria seca. Comportamentos semelhantes foram observados com a RAF e AFE, cujos resultados estão contidos nas figuras 7A e 7B. Comparando os resultados da área foliar (tabela 16) com RAF e AFE (figuras 7A e 7B), verifica-se que as plantas cultivadas em fotoperíodo mais curto (8 horas), apresentaram acúmulos de matéria seca entre órgãos equivalentes aos outros fotoperíodos, apesar da área foliar ter sido menor. As prováveis causas destes comportamentos talvez sejam a pequena amplitude fotoperiódica testada e o autosombreamento verificado nas câmaras de crescimento, sobretudo no fotoperíodo de 10 horas. Os resultados obtidos nestes parâmetros de crescimento concordam parcialmente com as observações realizadas em outras espécies por GARNER & ALLARD (1923);

2.2. Crescimento e desenvolvimento do tubérculo em diferentes regimes fotoperiódicos.

2.2.1. Análise de crescimento

Para a análise fotoperiódica, foram utilizadas plantas de tubérculo de 100g, cultivadas em câmaras de crescimento sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N). Média de 8 repetições.

TABELA 16 - Peso de matéria seca, número de nós do caule principal, número de folhas e área foliar de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento, sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N). Média de 8 repetições.*

Table with 4 columns: Treatment (Fotoperíodo), Dry Matter Weight (Peso de matéria seca), Number of nodes (Número de nós do caule principal), Number of leaves (Número de folhas), and Leaf Area (Área foliar). The table contains data for three photoperiod treatments: 12h, 16h, and 20h.

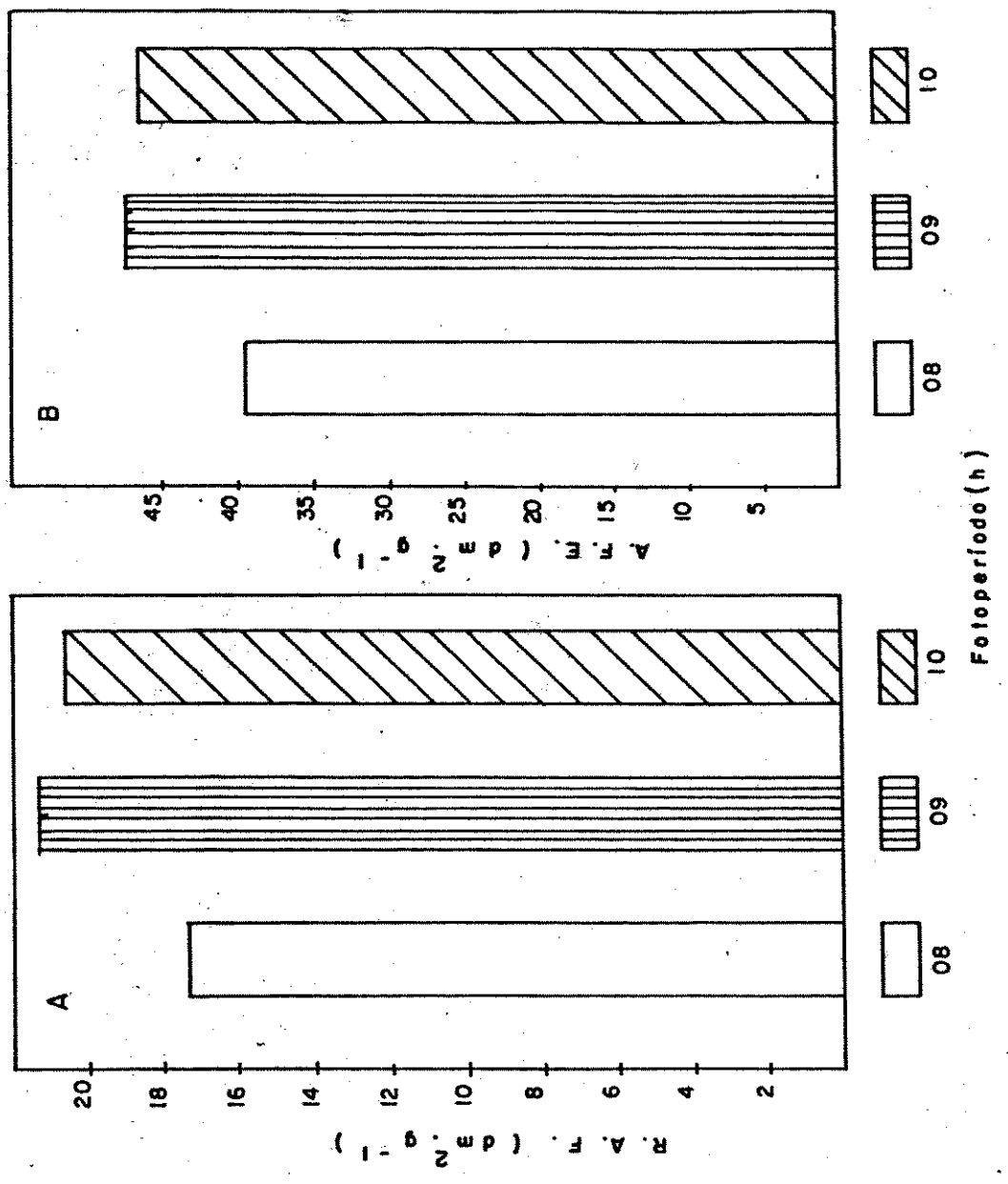
Fotoperíodo (horas)	Matéria Seca (g)							Nº de nós caule prin.
	raízes	caule e pecíolo	folhas	parte aérea	parte aérea raízes	Nº folhas	Área (dm ²)	
08	1,02a	3,01a	3,92a	7,88a	7,72a	15,25 b	154,58 b	13,5a
09	0,99a	2,78a	3,94a	7,71a	7,79a	14,25 b	186,90ab	14,4a
10	1,08a	3,23a	4,31a	8,62a	7,98a	16,00a	200,77a	13,2a
C.V. (%)	20,77	12,56	13,48	11,88	22,95	7,75	14,28	11,60

* Avaliação realizada 97 DAS.

As médias seguidas pelas mesmas letras na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

FIGURA 7 - Razão de área foliar (A) e Área foliar específica (B) de P. tuberosus, cultivados em câmaras de crescimento, sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N), aos 97 dias após a sementeira.

Tempo (h)	Temperatura (°C)	Área Foliar (cm²)	Área Foliar Específica (g/cm²)
10	25/20	1.2	0.8
15	25/20	1.5	0.9
20	25/20	1.8	1.0



STEVENSON & GOODMAN (1972); ALLISON & DAYNARD (1979); HERATH & ORMROD (1979); METIVIER & VIANA (1979); WONG & SCHWABE (1979), MERRIT & KOLL Jr. (1982, 1985); TOLLEMAR & HUNTER (1983); RUSSEL & STUBER (1984), os quais demonstraram de forma inequívoca a importância, sobretudo de fotoperíodos mais longos no incremento da produção de matéria seca, em decorrência dos aumentos verificados na superfície fotossintética das plantas.

Outro parâmetro avaliado foi o número de nós do caule principal, que não foi alterado pelos tratamentos fotoperiódicos (tabela 16). Os resultados obtidos foram contrários aos observados por KIRSZENZAFT & VALIO (1979), METIVIER & VIANA (1979) e WONG & SCHWABE (1979) respectivamente em picão, Stevia e feijão alado, cujo número de nós foi reduzido nas plantas sob dias longos (16 horas). Segundo KIRSZENZAFT & VALIO (1979), a alteração do número de nós poderá ocorrer em virtude de um maior ou menor alongamento dos entrenós.

2.2.2. Frequência estomática

A tabela 17 mostra os resultados da densidade estomática, número total de estômatos e área do folíolo central da 5ª folha trifoliolada do Jacatupé submetido a diferentes regimes fotoperiódicos. Verifica-se que os fotoperíodos não alteraram a área do folíolo central, mas por outro lado, os fotoperíodos de 9 e 10 horas reduziram tanto a frequência como o número total de estômatos da epiderme abaxial do folíolo central, em relação ao fotoperíodo mais curto. Os resultados obtidos diferem dos encontrados por HERATH & ORMROD (1979) em feijão alado, que encontraram maior frequência em fotoperíodo mais longo (14 horas). Segundo CIHA & BRUN (1975), as diferenças apresentadas são normais dentro de certos limites, devido

TABELA 17 - Frequência estomática, área e número total de estômatos na epiderme abaxial do folíolo central da 5ª folha trifoliolada de plantas de P. tuberosus, cultivadas em câmaras de crescimento sob três fotoperíodos e temperatura de 25/20°C (D/N), aos 90 DAS.

* Média de 5 repetições.

Caract. Avaliadas	Fotoperíodo (horas)			CV(%)
	08	09	10	
Área folíolo central (mm ²)	643,45 a	630,43 a	615,79 a	3,95
Freq. estomática/mm ²	343,35 a	236,69 b	233,35 b	9,39
Nº total estômatos folíolo central	221190 a	149285 b	143634 b	7,23

* As médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

às variações nas dimensões das células epidérmicas principalmente, ocasionando aumento na superfície foliar. Comparando os resultados das tabelas 17 e 12, observa-se de um modo geral, que o fotoperíodo teve um efeito mais pronunciado que a temperatura, proporcionando maior frequência estomática em relação a todos os tratamentos térmicos estudados.

2.2.3. Conteúdo de clorofilas

De acordo com os resultados da tabela 18, verifica-se que o fotoperíodo afetou sobremaneira os níveis de clorofilas a, b e total dos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada, sem contudo alterar as relações a:b. Comparando os resultados das tabelas 16 e 18, nota-se que as reduções observadas nos teores de clorofilas não alteraram o ganho de matéria seca das plantas, apesar de terem aumentado o número de folhas e suas respectivas áreas. Os resultados obtidos concordam com as observações de WONG & SCHWABE (1979) e HERATH & ORMROD (1979) ambos em feijão alado, que encontraram sob fotoperíodos mais curtos (8 e 11 respectivamente) níveis de clorofila total superiores aos verificados sob fotoperíodos mais longos (16 e 14 horas respectivamente).

2.2.4. Determinação do fotoperíodo crítico para floração do Jacatupé.

Os resultados da tabela 19, mostram que sob fotoperíodo de 10 horas, as plantas floresceram 11 dias mais tarde em relação às cultivadas na mesma temperatura (25/20°C) e 5 dias mais cedo em relação às cultivadas sob 30/25°C, porém sob fotoperíodo de 11 horas (tabela 14). Logo, deduz-se que o fotoperíodo

Fotoperíodo (horas)	Conteúdo de clorofilas (mg.g ⁻¹ MF)			Relação a/b
	a	b	total	
08	2,87 a	1,81 a	4,61 a	1,59 a
09	2,07 b	0,76 b	2,83 b	2,71 a
10	2,18 b	0,80 b	3,02 b	2,75 a
C.V. (%)	3,41	6,32	5,76	29,36

* As médias seguidas pelas mesmas letras na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 19 - Influência do fotoperíodo sobre alguns parâmetros florais em plantas de P. tuberosus, cultivadas em condições de câmaras de crescimento à temperatura de 25/20°C (D/N). Determinação do fotoperíodo crítico.*

Parâmetros Florais	Fotoperíodo(horas)		
	08	09	10
Emissão da 1ª inflorescência (dias)	ND	ND	75
Nó correspondente à 1ª inflorescência	ND	ND	79
Nº médio de inflorescências	0,0	0,0	1,7
% de plantas floridas	0,0	0,0	100

* Avaliações realizadas aos 75 e 97 DAS.

ND - não detectado (a).

do crítico do Jacatupé esteja entre 9 e 10 horas.

2.2.5. Número de ciclos fotoindutivos para a floração do Jacatupé.

Pelos resultados apresentados na tabela 20, são necessários um mínimo de 8 ciclos fotoindutivos sob um fotoperíodo de pelo menos 10 horas (tabela 19), para que as plantas de Jacatupé iniciem o processo de floração. Segundo EVANS (1969), ARULRAJAH & ORMROD (1973); HUXLEY et al. (1976); ZAIDAN & SCHWABE (1984), a resposta fotoperiódica das plantas é variável sob diferentes condições térmicas. Frente ao exposto, o número de fotociclos necessários para a indução floral constitui um fator extremamente variável entre espécies, uma vez que as reações de síntese do denominado hormônio floral (florígeno) se sucedem a diferentes velocidades. Portanto, em plantas como o Jacatupé e Stevia (VALIO & ROCHA, 1977), são necessários respectivamente um mínimo de 8 e 9 fotociclos indutivos, valores estes superiores em cerca de 8 e 9 vezes em relação às plantas de Xanthium strumarium, e Ocimum sellowii Benth que são induzidas à floração com apenas 1 fotociclo curto inferior a 15:30 horas (SALISBURY, 1963; YAZBEK et al., 1984). Conforme pode ser observado na tabela 20, as plantas submetidas a um número maior de fotociclos indutivos tiveram o início da floração antecipado em 23 dias, além de terem apresentado um ligeiro aumento do número de inflorescências. Estes resultados concordam com os obtidos em quiabo por NWOKE (1980b), o qual verificou que os números de flores, frutos e sementes são proporcionais ao número de fotociclos recebidos.

Estudo sobre a influência da duração do período de indução fotoperiódica sobre o desenvolvimento floral de *P. tuberosus* em câmara de madeira, revestida de isopor, submetida a diferentes números de ciclos fotoindutivos de 10 horas e temperatura de 25/20°C em câmara de crescimento, e plantas controle sob fotoperíodos não indutivo natural de 8 horas.

TABELA 20 - Parâmetros florais em plantas de *P. tuberosus* cultivadas em câmara de madeira, revestida de isopor e submetida à diferentes números de ciclos fotoindutivos de 10 horas e temperatura de 25/20°C em câmara de crescimento, e plantas controle sob fotoperíodos não indutivo natural de 8 horas.

Número de ciclos fotoindutivos	Temperatura (°C)	Índice de floração	Índice de desenvolvimento floral	Índice de formação de tubérculos
0	25/20	0,0	0,0	0,0
1	25/20	0,2	0,5	0,1
2	25/20	0,4	1,0	0,2
3	25/20	0,6	1,5	0,3
4	25/20	0,8	2,0	0,4
5	25/20	1,0	2,5	0,5
6	25/20	1,2	3,0	0,6
7	25/20	1,4	3,5	0,7
8	25/20	1,6	4,0	0,8
9	25/20	1,8	4,5	0,9
10	25/20	2,0	5,0	1,0
11	25/20	2,2	5,5	1,1
12	25/20	2,4	6,0	1,2
13	25/20	2,6	6,5	1,3
14	25/20	2,8	7,0	1,4
15	25/20	3,0	7,5	1,5
16	25/20	3,2	8,0	1,6
17	25/20	3,4	8,5	1,7
18	25/20	3,6	9,0	1,8
19	25/20	3,8	9,5	1,9
20	25/20	4,0	10,0	2,0

Parâmetros florais*	Nº de ciclos fotoindutivos fotoperíodo de 10 h				Controle fotop. não indutivo 8 h.
	04	08	12	16	
Emissão da 1ª inflor. (dias)	ND	87	64	64	ND
Nº corresp. à 1ª in - florescência	ND	10º	10º	10º	ND
Nº médio de inflores- cência	0,0	1,7	2,0	2,0	0,0
% de plantas floridas	0,0	60	60	60	0,0

* Avaliações realizadas aos 64 e 87 DAS.

ND - Não detectado (a).

Não foram observadas diferenças quanto ao 1º nó floral, o mesmo ocorrendo em relação à percentagem de plantas floridas.

3. Condições de Casa de Vegetação

3.1. Número de ciclos fotoindutivos para a floração do Jacatupé.

A tabela 21 mostra de forma semelhante ao ensaio realizado em condições de câmara de crescimento (tabela 20), que são necessários também um mínimo de 8 ciclos fotoindutivos para que o Jacatupé inicie o processo de floração. Todavia, a floração tornou-se mais precoce nas plantas que receberam um número de fotociclos superior a 8, enquanto que 4 fotociclos curtos de 11:40 horas foram insuficientes para produzir o estímulo necessário à indução floral das plantas.

Comparando os resultados das tabelas 21 e 20, verifica-se que não foram constatadas diferenças quanto ao tempo necessário para a emissão da 1ª inflorescência e o seu nó correspondente, apesar de que nas câmaras o fotoperíodo indutivo foi de 10 horas e na casa de vegetação 11:40 horas.

Todavia, sob condições de câmaras, observou-se um ligeiro aumento do número de gemas florais (inflorescências), fato este que não ocorreu com o percentual de plantas floridas. Os resultados obtidos sugerem que há um efeito aditivo da temperatura ao fotoperíodo no processo de indução da floração, cujas evidências têm sido amplamente relatadas (HAMNER & BONNER, 1938; VINCE-PRUE, 1975; HERATH & ORMROD, 1979; WONG & SCHWABE,

As formas apresentadas diferem quanto ao tipo de raiz e ao modo de crescimento em relação às plantas típicas.

Classificação de acordo com o tipo de raiz.

As plantas são classificadas em dois tipos de raiz: raiz aérea e raiz subterrânea.

TABELA 21 - Parâmetros florais em plantas de P. tuberosus cultivadas em câmara de madeira revestida de isopor, sob diferentes números de ciclos fotoindutivos naturais de 11:40 horas e plantas controle sob fotoperíodo não indutivo natural de 8 horas.

Tratamento	Parâmetro	Valor
Controle (8h)	Floração	...

1 ciclo (11:40h)	Floração	...

2 ciclos (11:40h)	Floração	...

3 ciclos (11:40h)	Floração	...

4 ciclos (11:40h)	Floração	...

Parâmetros Florais *	Nº de ciclos fotindutivos fotoperíodo natural , 11:40 h.				Controle fotop.não In dutivo-8 h.
	04	08	12	16	
Emissão da 1ª inflor. (dias)	ND	87	63	63	ND
Nº corresp. à 1ª inflor.	ND	10º	10º	10º	ND
Nº médio de inflorescên- cias	0,0	1,0	1,2	1,7	0,0
% de plantas floridas	0,0	20	100	80	0,0

* Avaliações realizadas aos 63 e 87 DAS.

ND - não detectado (a).

1979). Em Xanthium strumarium por exemplo, há uma redução sig-^{111.}nificativa da floração com o declínio sobretudo da temperatura noturna (HAMNER & BONNER, 1938). Outros argumentos favoráveis a esta suposição poderão ser observados na tabela 22, referente às temperaturas médias de mínima e máxima, sobretudo durante os meses de maio e junho, cujo período se processou a floração. As baixas temperaturas noturnas predominantes nas condições de casa de vegetação, foram as prováveis causas do menor número de inflorescências presentes nas plantas em relação às cultivadas sob temperaturas constantes de 25/20°C em câmara de crescimento. Por outro lado, a maior percentagem de plantas floridas ocorreu sob condições fotoperiódicas naturais de 11:40 horas e com 12 ciclos fotoindutivos.

3.2. Determinação do fotoperíodo crítico para formação de raízes tuberosas no Jacatupé.

Os resultados relativos aos efeitos do fotoperíodo na formação de raízes tuberosas estão na tabela 23. Verifica-se que aos 90 DAS não houve iniciação de raízes tuberosas nas plantas cultivadas em fotoperíodos acima de 14 horas. Em fotoperíodos mais curtos, o número de raízes foi superior em relação aos dias mais longos, porém não foram observadas diferenças quanto aos pesos de matérias fresca e seca. Os resultados obtidos reforçam as observações realizadas em batata (DRIVER & HAWKES, 1943; WENT, 1950; GREGORY, 1956; CHAPMAN, 1958; STEWART et al., 1981), os quais demonstraram os efeitos promotores dos dias curtos na tuberização e formação de raízes tuberosas de mandioca (LOWE et al., 1976). Apesar de haver pouca evidência quanto ao efeito do fotoperíodo na formação de órgãos de reserva de espécies tropicais, parece que este efei-

- as seguintes: a) a temperatura mínima e máxima mensais registradas em câmara de madeira revestida de isopor, no período de março a junho de 1985.

TABELA 22 - Valores de temperaturas mínima e máxima mensais registradas em câmara de madeira revestida de isopor, no período de março a junho de 1985.

Mês	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)
Março	18,5	28,5
Abril	19,0	29,0
Maio	19,5	29,5
Junho	20,0	30,0

Temperaturas

Meses

°C	Março	Abril	Maió	Junho
Mínima	20,7	17,9	13,3	10,0
Máxima	36,6	32,7	30,9	26,0

TABELA 23 - Influência do fotoperíodo na formação de raízes tuberosas de P. tuberosus, sob condições de casa de vegetação. Determinação do fotoperíodo crítico.*

Fotoperíodos (horas)	Peso de raízes/planta(g)		Nº de raízes por planta
	Matéria fresca	Matéria seca	
10	1,56a	0,23a	2,62a
12	1,64a	0,23a	1,87ab
14	1,90a	0,28a	1,62 b
16	0,00	0,00	0,00
C.V.(%)	25,00	13,20	29,41

* Avaliação realizada aos 90 DAS.

As médias seguidas pelas mesmas letras na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

to favorável no Jacatupé seja semelhante ao que ocorre em mandioca. Segundo LOWE et al. (1976), fotoperíodos inferiores a 14 horas promoveram a iniciação e o crescimento precoce de raízes de mandioca var. Lhanera, ao contrário dos dias longos, que além de impedirem a síntese do estímulo para iniciação de raízes, limitaram o suprimento de fotoassimilados para a formação de raízes, em detrimento da promoção do crescimento da parte aérea. De acordo com os resultados apresentados na tabela 23, deduz-se que o fotoperíodo crítico para iniciação de raízes tuberosas no Jacatupé esteja entre 14 e 16 horas, sendo esta espécie considerada uma planta de dia curto para tuberização.

4. Efeitos fisio-metabólicos dos rotenóides

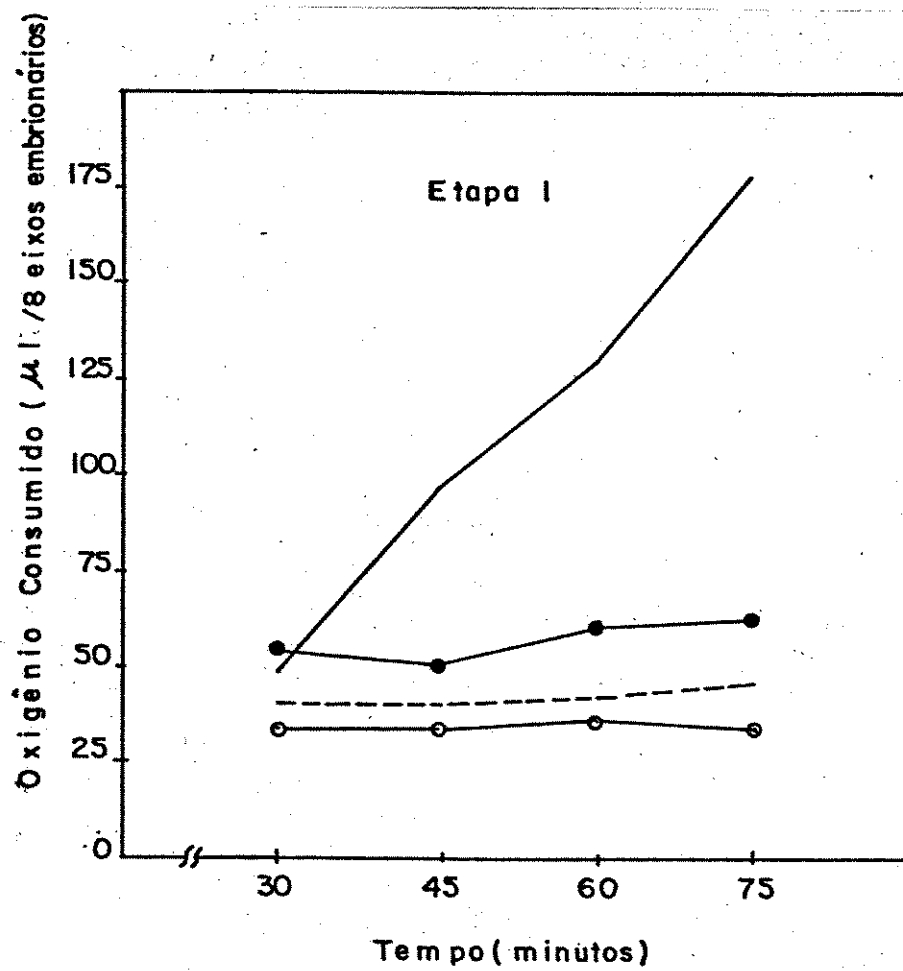
4.1. Atividades respiratórias - Consumo de O_2 por eixos embrionários isolados de sementes de Jacatupé.

Os resultados apresentados na figura 8a, mostram que os eixos embrionários tratados por 24 horas com rotenona, paquirizina e mistura de ambas a $10^{-4}M$, inibiram de forma quase que absoluta o consumo de O_2 em relação ao controle. Nos tratamentos com rotenona e mistura com a paquirrizina, as inibições mantiveram-se mais ou menos constantes durante todo o período de avaliação. No entanto, os eixos tratados apenas com paquirrizina, apresentaram aos 45 minutos de avaliação um ligeiro aumento no consumo de O_2 . No período de 45 a 75 minutos de avaliação, foram ainda observados elevados graus de inibição no consumo de O_2 , cujas taxas atingiram valores na ordem de 100; 82,3 e 89,9%, respectivamente para rotenona, paquirrizina e mistura, em comparação ao controle.

to favorável no aspecto, esse semelhante ao que ocorre em man-
dicos. Segundo LOWE et al. (1976), fotoperíodos inferiores a
14 horas promovem a inicição e o crescimento precoce da raí-
zes de mandioca var. Lancers, em condições de dias longos, que
volte a inibir a iniciação de raízes e a formação de tubérculos de raí-
zes, limitando o crescimento da tubérculo. Já em condições de dias
de noites, em condições de crescimento de tubérculos de raízes de
côncavos. De acordo com os resultados da pesquisa de Bodelle et al.

FIGURA 8a - Volume de oxigênio consumido (μ l) por 8 eixos em-
brionários de sementes de P. tuberosus, após serem
submetidas 24 horas em soluções 10^{-4} M de rotenona
(o—o), paquirrizina (●—●), mistura de ambas so-
luções a 10^{-4} M (----) e água destilada como con-
trole (—).

...



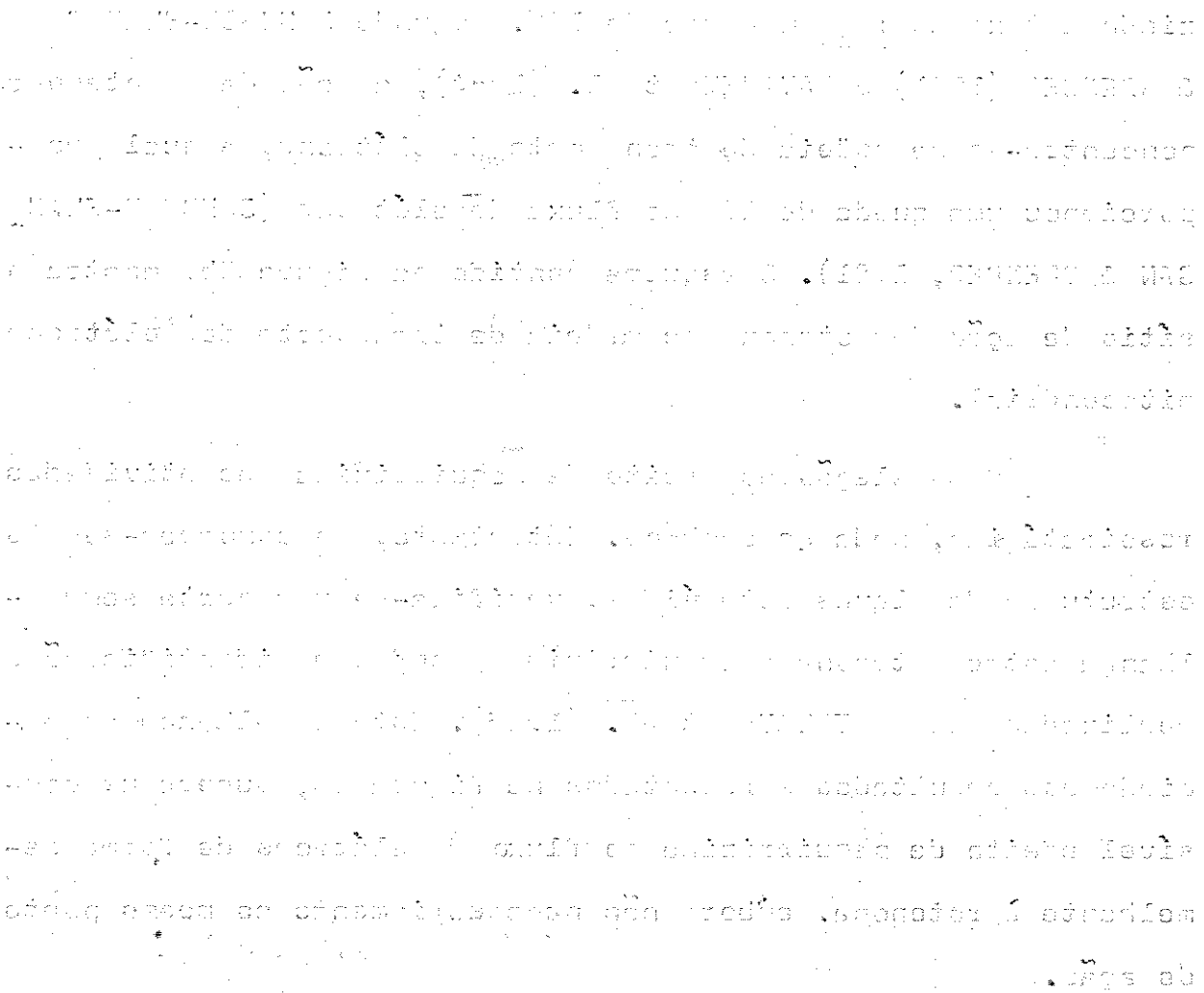
Devido aos elevados graus de inibição apresentados por estes dois rotenóides, tornou-se difícil detectar a existência de um possível efeito sinérgico, apesar da mistura de ambas, ter ainda proporcionado um aumento de 7,6% na inibição, em relação ao efeito isolado proporcionado pela paquirrizina. A inibição apresentada pela rotenona neste estudo, foi superior àquela obtida em cotilédones de ervilha estiolada por JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER (1981), os quais encontraram inibição máxima a 20 μM , o que resultou numa redução na taxa ADP:O_2 de 2,5 para 1,6. Efeitos semelhantes foram observados por WISKICH & DAY (1982) em batata e couve-flor, cujo efeito da rotenona foi inibir todos os substratos ligados ao NAD, reduzindo a taxa ADP:O_2 em cerca de 30%. Segundo JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER (1981) e RAVANEL et al. (1984), a ação da rotenona concentra-se na cadeia de transporte de elétrons, a qual proporcionou uma queda de 29% no fluxo de elétrons (JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER, 1981). O esquema contido na figura 8b, mostra o sítio de ação da rotenona na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial.

Com relação ao efeito da paquirrizina nas atividades respiratórias, nada se conhece. Entretanto, ao comparar-se as estruturas de alguns rotenóides, verifica-se uma certa semelhança entre rotenona e paquirrizina, conforme identificações realizadas por BORTOLATO et al. (1985). Esta semelhança associada aos resultados apresentados na figura 8a, sugere um possível efeito da paquirrizina no fluxo de elétrons de forma semelhante à rotenona, embora não necessariamente no mesmo ponto de ação.

A figura 9, mostra que os consumos de O_2 pelos eixos embrionários do Jacatupé, sofreram reduções acentuadas ao lon-

D) Dada a natureza dos efeitos da rotenona sobre a cadeia de transporte de elétrons, é possível afirmar que a ação da rotenona é específica para o complexo I, II, III e IV, não afetando o complexo V. Isso ocorre porque a rotenona atua como um inibidor da cadeia de transporte de elétrons, impedindo a passagem de elétrons através dos complexos I, II, III e IV, o que resulta na diminuição da produção de ATP.

FIGURA 8b - Esquema representativo do sítio de ação da rotenona na cadeia de transporte de elétrons mitocondrial. I, II, III e IV representam os complexos transportadores de elétrons.



Em resumo, a rotenona atua como um inibidor da cadeia de transporte de elétrons, impedindo a passagem de elétrons através dos complexos I, II, III e IV, o que resulta na diminuição da produção de ATP.

CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS MITOCONDRIAL

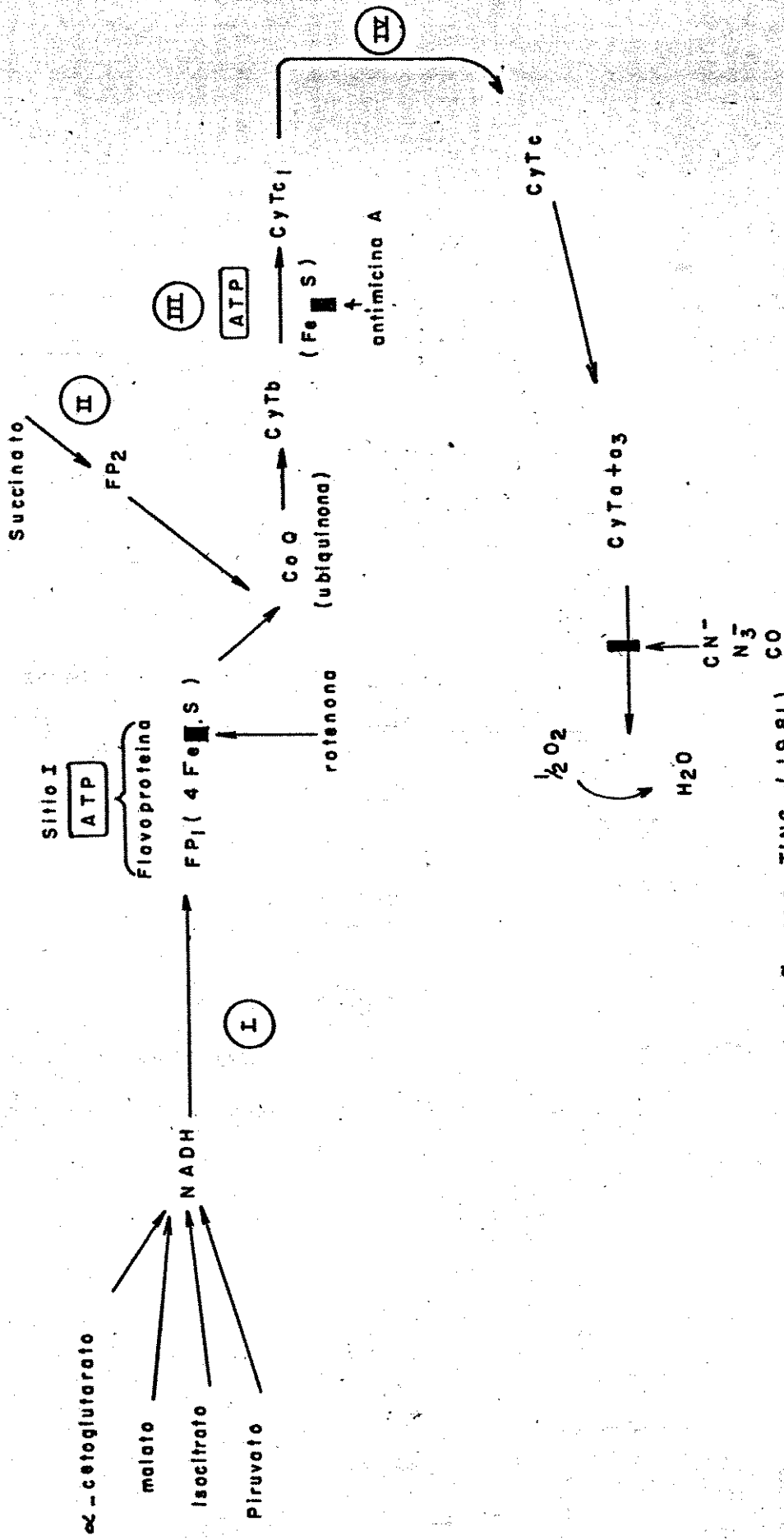
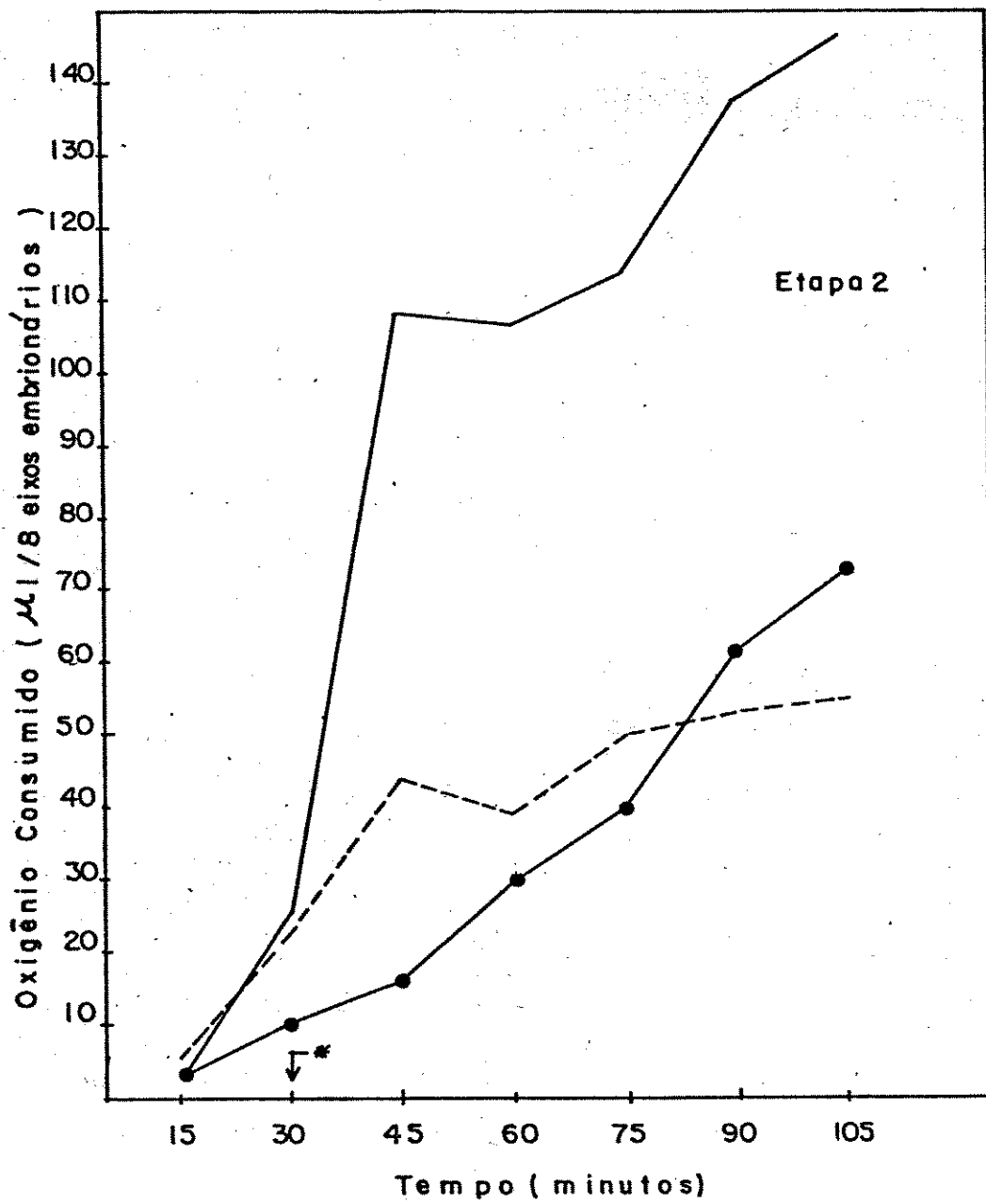


FIGURA 9 - Volume de oxigênio consumido (l) por 8 eixos em -
brionários de sementes de P. tuberosus, antes e após
a adição de rotenona (●—●) e paquirrizina (-----),
ambas a 10^{-4} M, tendo como controle a água destilada
(——).

* Momento da adição dos rotenóides.



go dos períodos de avaliações, porém, não de forma absoluta como os resultados apresentados na figura 8a. A razão provável para esta diferença de comportamento dos eixos embrionários seja a forma pela qual estes eixos foram tratados. Analizando-se o período de avaliação entre 30 e 105 minutos, verifica-se que o efeito inibitório da paquirrizina no consumo de O_2 foi mais pronunciado que o da rotenona, cujas taxas de inibição foram respectivamente 73,8 e 48,4% em relação ao controle. O efeito inibitório da rotenona no consumo de O_2 obtido neste trabalho, vem confirmar as observações realizadas por WISKICH & DAY (1982). Contudo, a ligeira ascensão observada no consumo de O_2 pelos eixos embrionários tratados com a rotenona, possivelmente seja uma consequência da perda gradativa de sua atividade, através de um processo degradativo como por exemplo a foto-oxidação.

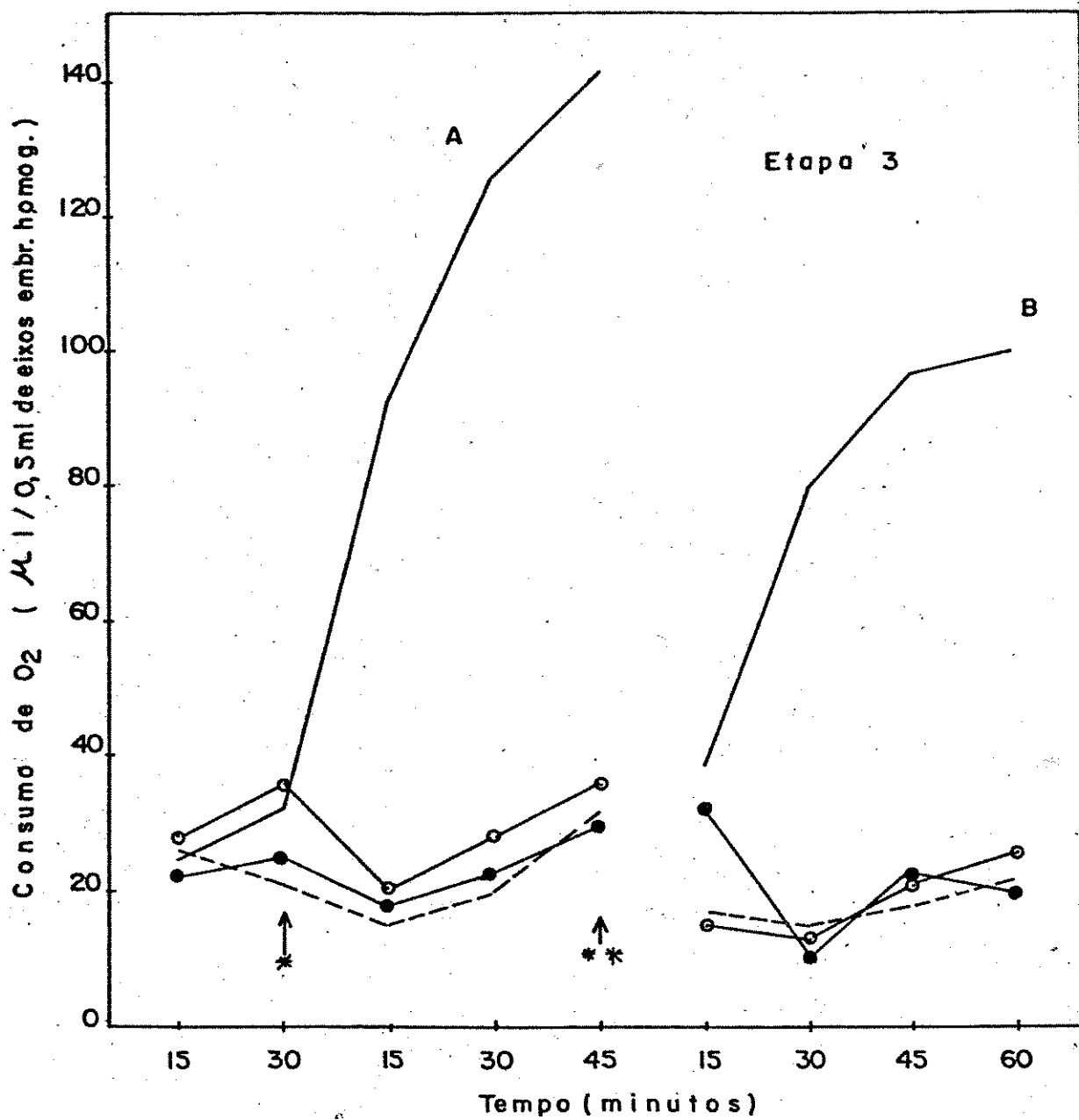
4.2. Consumo de O_2 por homogenatos de eixos embrionários de sementes de Jacatupé.

A figura 10A mostra inicialmente, que os homogenatos embrionários tratados com rotenona, paquirrizina e mistura de ambas a $10^{-4}M$, apresentaram reduções acentuadas no consumo de O_2 em comparação ao controle, cujos consumos aumentaram progressivamente ao longo do período de avaliação. A partir da primeira avaliação após a adição dos rotenóides, observaram-se ligeiros aumentos no consumo de O_2 pelos homogenatos dos eixos embrionários, sem contudo, atingirem as taxas apresentadas pelo controle. Entre o período de 15 e 45 minutos de avaliação, verificou-se que os consumos de O_2 ainda persistiram baixos, cujas taxas inibitórias atingiram respectivamente 65,3; 67,3 e 75,5 % para rotenona, paquirrizina e mistura, em relação ao controle.

co dos períodos de avaliações, porém, não de forma absoluta co- mo os resultados apresentados na figura 10. A razão provável pa- ra esta diferença de comportamento dos eixos embrionários seja a forma pela qual estes foram avaliados. Assim, quando se avalia a emergência de eixos embrionários, a abertura do sistema é feita imediatamente após a adição das soluções de rotenóides, enquanto que, no caso da avaliação da emergência de eixos embrionários, a abertura do sistema é feita após 15 minutos da adição das soluções de rotenóides.

FIGURA 10 - Volume de oxigênio consumido (μ l) por 0,5 ml de ho- mogenato de eixos embrionários de sementes de P. tu- berosus, em tampão fosfato pH 7,0, 15 minutos após a adição de rotenona (----), paquirrizina (o—o), mistura das duas (●—●), todas a 10^{-4} M, e tampão fosfato como controle (—).

- * Momento da adição das soluções de rotenóides.
- ** Momento da abertura do sistema.



A figura 10B, representa o mesmo tipo de estudo, porém as avaliações foram retomadas após o sistema ter atingido novo equilíbrio, devido a ocorrência de leituras relativamente elevadas nos manômetros do tratamento controle.

Considerando o período de avaliação entre 30 e 60 minutos, verificou-se uma continuidade dos efeitos inibitórios sobre os homogenatos de eixos embrionários, no que se refere ao consumo de O_2 . As taxas de inibição apresentadas foram respectivamente de 65; 35 e 50% para rotenona, paquirrizina e mistura de ambas, em relação ao controle.

Comparando-se os resultados contidos nas figuras 10A e 10B, verificam-se aparentemente, que não houve sinergismo entre rotenona e paquirrizina, de forma semelhante aos resultados apresentados na figura 8a. Ao comparar-se os resultados das figuras 8a, 9, 10A e 10B, observam-se que os consumos de O_2 pelos eixos embrionários foram de certa maneira dependentes da forma pela qual os referidos eixos foram tratados, e também do tempo de exposição aos rotenóides. O menor grau de inibição apresentado pelos rotenóides em estudo (figura 9) em relação aos resultados contidos na figura 8a, aparentemente se devem à necessidade de um maior tempo de exposição dos eixos embrionários nas soluções de rotenóides, a fim de que estas possam atingir os sítios de ação.

4.3. Crescimento de eixos embrionários

4.3.1. Efeito de rotenóides endógenos

Os resultados apresentados na figura 11, mostram que os rotenóides presentes nos exsudatos das sementes de Jacatupé reduziram de forma significativa o crescimento de seus

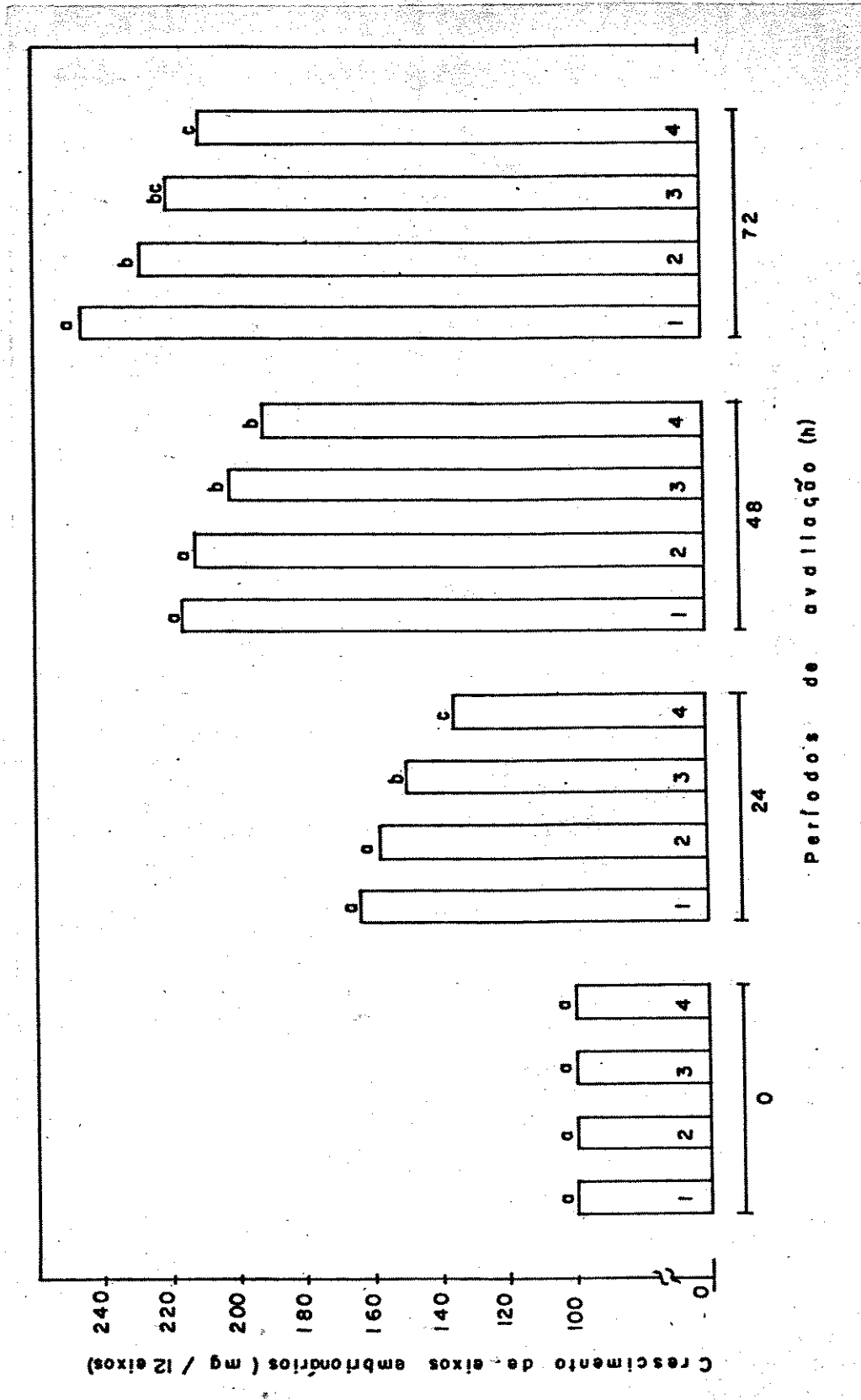
... A figura 10B, representa o mesmo tipo de ...
... com as seguintes ...
... devido a ocorrência de ...
... tratamento ...

... período de ...
... resultados ...
... resultados ...
... resultados ...

FIGURA 11 - Crescimento de eixos embrionários (mg/12 eixos) de sementes de P. tuberosus em exsudatos das próprias sementes, embebidas por 6, 24 e 48 horas, à temperatura de 25°C e luz contínua. Sequência dos tratamentos: Controle em água destilada (1) e os tratamentos 2, 3 e 4 representam respectivamente 6, 24 e 48 horas de embebição das sementes.

... resultados ...
... resultados ...
... resultados ...
... resultados ...

... resultados ...
... resultados ...
... resultados ...
... resultados ...



próprios eixos embrionários. Nesta figura o tempo 0, representa a padronização das pesagens, visando uma uniformização dos eixos antes de serem submetidos aos tratamentos. Analisando os resultados desta figura, verificam-se que os graus de inibição foram diretamente associados aos períodos de embebição das sementes, que proporcionaram aumentos consideráveis nas quantidades de rotenona e paquirrizina para o meio de crescimento dos eixos embrionários. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que os níveis endógenos destes rotenóides existentes nos eixos, também aumentam com o tempo de embebição (tabela 10). Estas quantidades de rotenona e paquirrizina endógena presentes nos eixos, se associam às existentes nos exsudatos, intensificando os seus efeitos no crescimento.

Comparando os resultados apresentados nas figuras 8a, 9, 10A, 10B e 11, observam-se que os eixos embrionários comportaram-se de maneira semelhante em relação aos rotenóides. Isto nos permite sugerir que a amplitude de inibição detectada no crescimento dos eixos (figura 11), tenha sido provavelmente o resultado de uma redução nas atividades metabólicas, ocasionadas pela diminuição no consumo de O_2 e ainda uma possível ação dos rotenóides presentes e outros compostos de natureza inibitória não analisados nos exsudatos sobre os processos da divisão celular e/ou alongamento celular. Por outro lado, a exposição dos eixos por períodos prolongados (24 horas) nos exsudatos, permitiu uma recuperação gradativa na taxa de crescimento, conforme mostra a figura 11. Esta retomada de crescimento, nos leva a acreditar numa possível perda da atividade inibitória dos rotenóides, por alguma mudança verificada em suas estruturas moleculares. Esta suposição é uma analogia baseada em informações obtidas por MAYER & EVENARY (1952) em trigo e al -

face, os quais observaram que qualquer alteração molecular ocorrida na cumarina por exemplo é suficiente para destruir parcial ou totalmente a sua atividade na germinação de sementes.

4.3.2. Efeito de rotenóides exógenos

Na figura 12 estão apresentados os resultados relativos aos efeitos repressores dos rotenóides exógenos no crescimento de eixos embrionários do Jacatupé. Após 24 horas de tratamento com rotenona, paquirrizina e mistura de ambos 10^{-4} M, foram observadas reduções significativas nos pesos de matéria fresca dos eixos, com destaque para a paquirrizina a 10^{-4} M, que apresentou os maiores índices de inibição, sobretudo nas duas últimas avaliações. Por outro lado, a 10^{-5} M, os dois rotenóides em questão, apresentaram efeitos equivalentes. Muito embora haja uma semelhança molecular entre paquirrizina e cumarina, estes inibidores podem apresentar efeitos um tanto quanto divergentes, ao considerar o crescimento de embriões em relação ao processo de germinação de sementes.

Em Coumarouna odorata Aublet, VALIO (1973) encontrou que a cumarina exógena a 0,4 e 4mM estimulou ligeiramente o crescimento de embriões, ao contrário do que ocorreu com os resultados da figura 12, cujo efeito da paquirrizina em doses consideravelmente inferiores (0,1 e 0,01 mM), foi reprimir de forma acentuada o crescimento dos eixos embrionários. Considerando-se os resultados apresentados respectivamente nas figuras 12 e 11, verificam-se de um modo geral nos três períodos de avaliação considerados, que os rotenóides exógenos (rotenona e paquirrizina a 10^{-4} e 10^{-5} M) foram mais efetivos na redução do crescimento dos eixos embrionários que as rotenóides

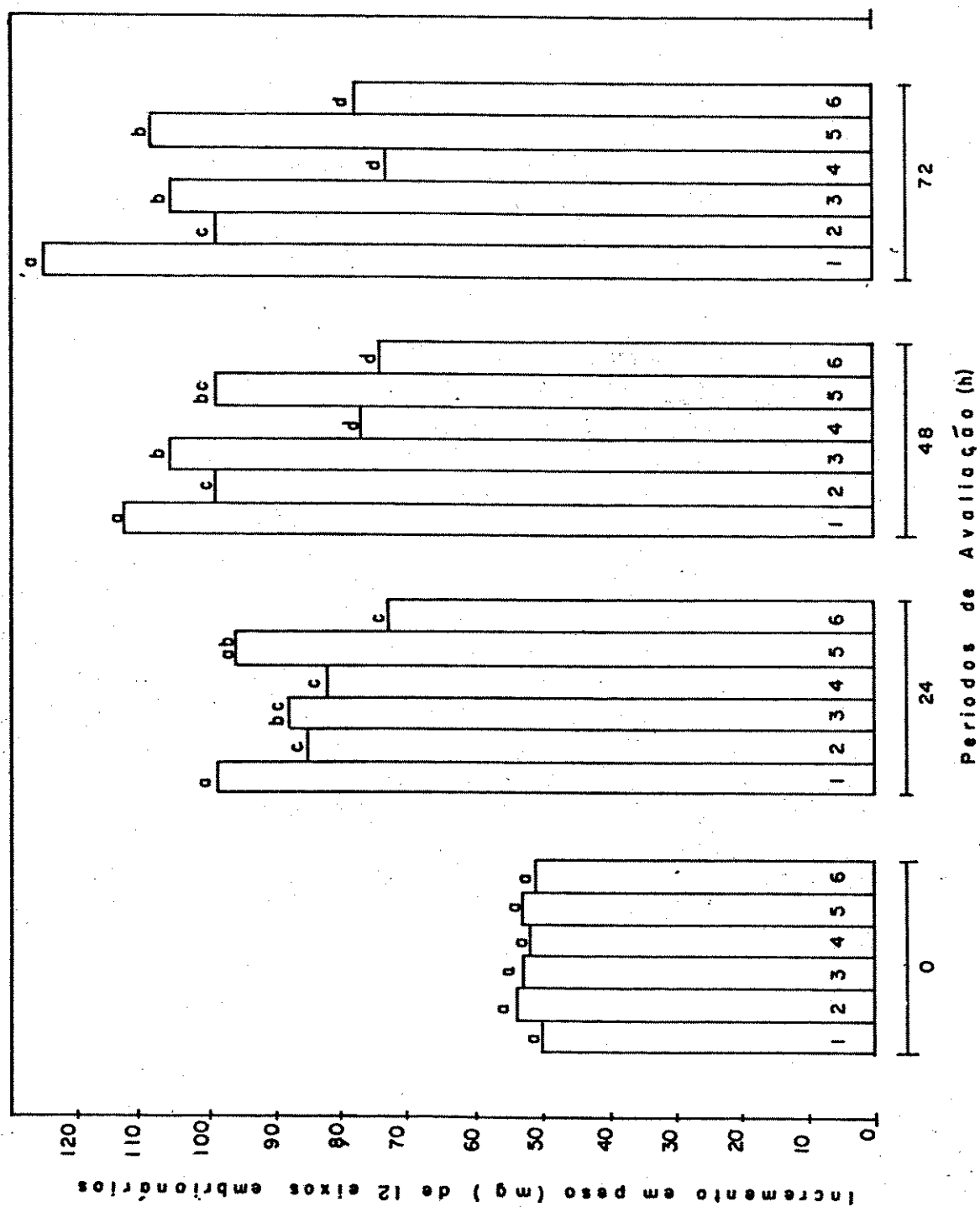
face, as quais observaram que qualquer atividade molecular ocorrida na cultura por exemplo é suficiente para destruir parte das estruturas de crescimento e sua atividade em germinação de sementes.

4.3.1. Efeito de rotênicos em sementes de *P. tuberosus*

Na figura 12 estão apresentadas as condições de cultivo das sementes em meios contendo soluções de rotenona e paquirrizina (10^{-4} e 10^{-5} M), misturas de rotenona e paquirrizina a 10^{-4} M e controle (água destilada), à temperatura de 25°C e luz contínua. Sequência dos tratamentos: Controle (1), rotenona 10^{-4} e 10^{-5} M (2 e 3), paquirrizina 10^{-4} e 10^{-5} M (4 e 5) e rotenona + paquirrizina a 10^{-4} M (6).

FIGURA 12 - Incremento em peso (mg) de 12 eixos embrionários de sementes de *P. tuberosus* em meios contendo soluções de rotenona e paquirrizina (10^{-4} e 10^{-5} M), misturas de rotenona e paquirrizina a 10^{-4} M e controle (água destilada), à temperatura de 25°C e luz contínua. Sequência dos tratamentos: Controle (1), rotenona 10^{-4} e 10^{-5} M (2 e 3), paquirrizina 10^{-4} e 10^{-5} M (4 e 5) e rotenona + paquirrizina a 10^{-4} M (6).

Os resultados apresentados na sequência de investigações demonstram que a aplicação de rotenona e paquirrizina em sementes de *P. tuberosus* resulta em uma redução significativa do crescimento dos eixos embrionários. A aplicação de rotenona a 10^{-4} M e 10^{-5} M, paquirrizina a 10^{-4} M e 10^{-5} M, e a combinação de rotenona + paquirrizina a 10^{-4} M resultou em uma redução de aproximadamente 50% no peso dos eixos embrionários em comparação com o controle (água destilada). A aplicação de rotenona + paquirrizina a 10^{-4} M resultou na maior redução de peso dos eixos embrionários, com uma redução de aproximadamente 70% em relação ao controle.



endógenos. Esta maior eficiência se deve provavelmente à presença dos próprios rotenóides nos eixos (tabela 10), cujos níveis somaram-se aos efeitos inibitórios da rotenona e paquirrizina exógena no crescimento dos referidos eixos.

4.4. Germinação de Sementes

4.4.1. Efeito de rotenóides endógenos

A presença dos rotenóides rotenona, paquirrizina e possivelmente de outros inibidores presentes nos exsudatos de sementes de Jacatupé, afetaram de forma significativa a germinação das sementes de alface (figura 13).

A inibição máxima da germinação foi observada 24 horas após a exposição das sementes de alface nos exsudatos das sementes de Jacatupé embebidas por 48 horas. Esta inibição tornou-se menos drástica nas últimas 24 horas de tratamento, sugerindo uma possível alteração metabólica ou mesmo uma foto-oxidação dos referidos rotenóides com o tempo de exposição à luz, uma vez que a germinação foi conduzida sob luz contínua. Esta suposição é substantiada nas observações realizadas por MAYER & EVENARI (1952) em sementes de trigo e alface, os quais mostraram que qualquer alteração na estrutura molecular da cumarina é suficiente para destruir parcial ou totalmente a sua atividade inibitória na germinação de sementes.

Os resultados apresentados na figura 13 mostraram uma certa semelhança em relação aos obtidos por VALIO (1973) em Coumarouna odorata Aublet, cuja germinação de suas sementes foi retomada na sua plenitude após 5 dias de incubação em

Endógenos. Esta maior eficiência se deve provavelmente à presença
 - Inicial (01) e final (02) nos sítios de aplicação das sementes
 - e também aos efeitos inibitórios da substância sobre a germinação
 - e o crescimento das sementes.

4.4. Resultados da germinação

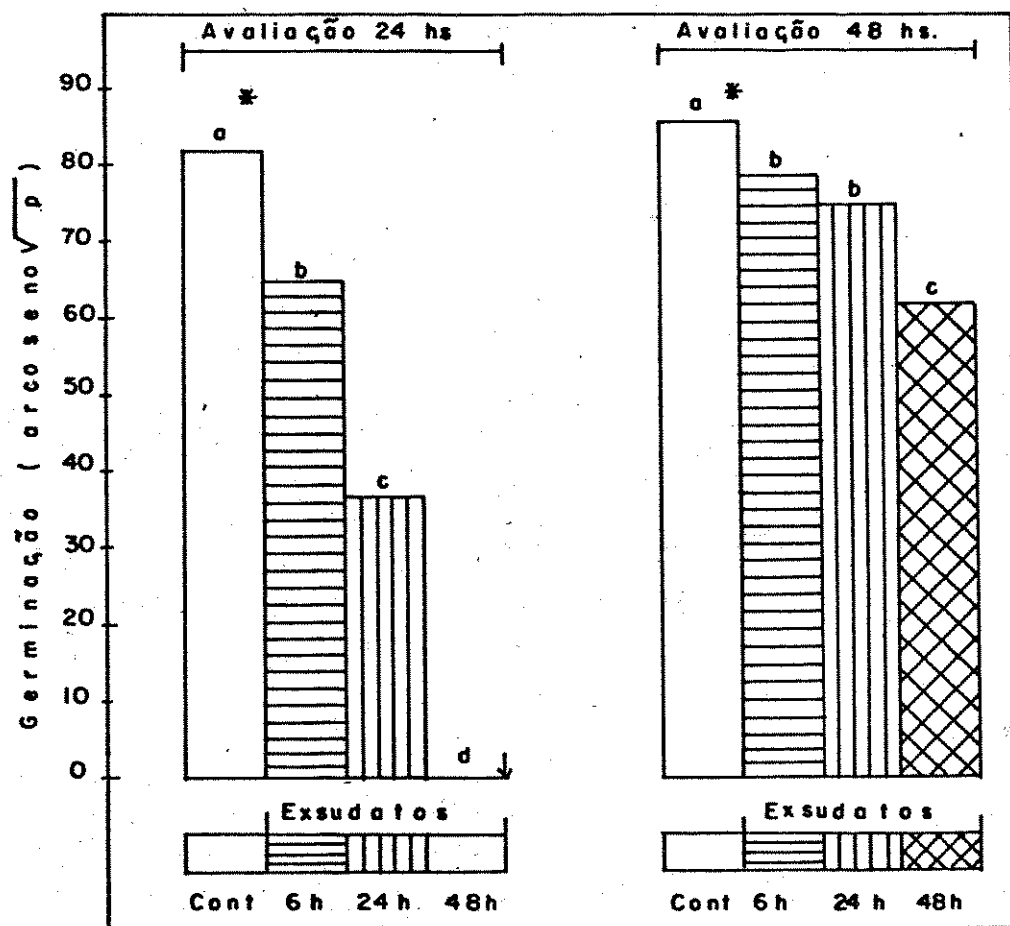
4.4.1. Efeito de exsudatos de sementes

FIGURA 13 - Efeito de exsudatos de sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, sobre a germinação de sementes de alface "Lactuca sativa L. , var. Grand Rapids", à temperatura de 25°C e luz contínua.

* Controle em água destilada.

Os resultados da germinação das sementes de alface submetidas aos exsudatos das sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, são apresentados na Figura 13. Os dados são expressos em porcentagem de germinação e comprimento médio da raiz. Os resultados mostram que a germinação das sementes de alface submetidas aos exsudatos das sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, é significativamente maior do que a germinação das sementes de alface submetidas ao controle em água destilada. O comprimento médio da raiz das sementes de alface submetidas aos exsudatos das sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, é significativamente maior do que o comprimento médio da raiz das sementes de alface submetidas ao controle em água destilada.

Os resultados da germinação das sementes de alface submetidas aos exsudatos das sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, são apresentados na Figura 13. Os dados são expressos em porcentagem de germinação e comprimento médio da raiz. Os resultados mostram que a germinação das sementes de alface submetidas aos exsudatos das sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, é significativamente maior do que a germinação das sementes de alface submetidas ao controle em água destilada. O comprimento médio da raiz das sementes de alface submetidas aos exsudatos das sementes de P. tuberosus submetidas a três períodos de embebição, é significativamente maior do que o comprimento médio da raiz das sementes de alface submetidas ao controle em água destilada.



cumarina. Em alface, INENAMI et al. (1984) encontraram também efeitos inibitórios da cumarina no processo de germinação, após a exposição destas sementes em extratos de sementes de cabriúva contendo cumarina. Esta semelhança de comportamento entre alguns rotenóides como a paquirrizina e cumarina, nos leva a acreditar que o efeito de ambas na germinação de sementes seja parecido, já que a cumarina é considerada inibidora natural da germinação (MAYER & EVENARY, 1952), e indutora de dormência em sementes de alface (BERRIE, 1968).

Quanto ao efeito da rotenona como de outros rotenóides na germinação de sementes nada se conhece. Entretanto, o efeito primário da rotenona parece ser como inibidor da cadeia de transporte de elétrons, particularmente no complexo I (RAVANEL et al., 1984), o que viria afetar drasticamente a absorção de O_2 e conseqüentemente o metabolismo da germinação. Além do mais, o não conhecimento da existência de uma via alternativa resistente à rotenona em sementes de alface, reforça ainda mais o seu efeito repressivo no processo de germinação de sementes.

A presença de rotenóides nos exsudatos de sementes de Jacatupé com propriedades inibitórias na germinação, pode ainda sugerir um efeito alelopático semelhante ao da cumarina, cujos resultados obtidos por VALIO (1973) mostraram a ausência de malervas em vasos, nos quais foram cultivadas plântulas de Coumarouna. Este fato nos leva a acreditar também numa vantagem ecológica do Jacatupé pela inibição da germinação e o crescimento precoce de outras espécies, diminuindo assim a competição durante os primeiros estádios de crescimento da cultura.

4.4.2. Efeito de rotenóides exógenos

Os estudos envolvendo rotenona e paquirrizina exógena a 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} M, indicaram que estes rotenóides inibem sensivelmente a germinação de sementes de alface (tabela 24). Estes resultados mostram que a paquirrizina em concentrações mais elevadas inibiu totalmente a germinação 24 horas após o tratamento, enquanto neste mesmo período, a rotenona a 10^{-3} M proporcionou uma inibição de 56,5% em relação ao controle. A retomada da capacidade germinativa das sementes surgiu ao final das 48 horas de tratamento, sobretudo nas concentrações mais baixas, enquanto a paquirrizina a 10^{-3} M manteve o seu poder inibitório máximo. Com relação a rotenona a 10^{-3} M, observou-se na última avaliação uma inibição de 47,7% em relação ao controle.

Os resultados obtidos principalmente com a paquirrizina, mostram uma certa semelhança aos de INENAMI et al. (1984), que demonstraram após 24 horas efeito inibitório da cumarina isolada de sementes de cabriúva na germinação de alface. Resultados semelhantes foram encontrados por VALIO (1973) em Coumarouna, cuja cumarina presente nos extratos de suas sementes, inibiu a germinação das próprias sementes. Todavia, esta inibição foi sendo paulatinamente removida com o tempo, apresentando ao final de 5 dias de incubação, uma germinação máxima. As retomadas gradativas no processo de germinação (tabela 24), sugerem a princípio uma possível alteração molecular dos rotenóides com a progressão do tempo, de maneira semelhante aos resultados da figura 13.

4.4.2. Efeito de rotenona e paquirrizina

Os estudos envolvendo rotenona e paquirrizina em sementes de alfafa var. "Grand Rapids" (arco seno \sqrt{P}) submetidas à diferentes concentrações de rotenona e paquirrizina à temperatura de 25°C e luz contínua.

TABELA 24 - Valores médios de germinação de sementes de alfafa var. "Grand Rapids" (arco seno \sqrt{P}) submetidas à diferentes concentrações de rotenona e paquirrizina à temperatura de 25°C e luz contínua.*

Table with 4 columns: Concentração de rotenona (mg/L), Concentração de paquirrizina (mg/L), Germinação (%), and Ervas daninhas (%). The table contains data for various concentrations of rotenone and paquirriza, showing their effects on germination and weed emergence in alfalfa seeds.

Tratamentos	Germinação (arco seno \sqrt{p})	
	24 horas	48 horas
Rotenona 10^{-3} M	37,30 eB	45,29 dA
Rotenona 10^{-4} M	56,73 dA	60,60 cA
Rotenona 10^{-5} M	75,81 bA	81,85 aA
Paquirrizina 10^{-3} M	0,00	0,00
Paquirrizina 10^{-4} M	0,00	37,46 e
Paquirrizina 10^{-5} M	68,09 cB	77,24 bA
Controle (água destilada)	87,76 aA	86,61 aA
C.V. (%)	4,90	5,70

* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de $p=0,05$.

Na tabela 25 estão os resultados representativos aos efeitos da rotenona e paquirrizina isoladamente e em associação a $10^{-4}M$, sobre a germinação de sementes de alface. Os resultados dos rotenóides isolados na germinação foram semelhantes aos apresentados na tabela 24. Entretanto, foi observado um sinergismo entre rotenona e paquirrizina a $10^{-4}M$ na germinação, fato este não observado na mesma concentração durante o crescimento dos eixos embrionários (figura 12).

Na tabela 25 estão os resultados representativos das
 efeitos de rotenona e paquirrizina isoladamente e em associação
 a $10^{-4}M$ sobre a germinação de sementes de alfaca. Os resultados
 das duas substâncias isoladas em associação com a rotenona são
 apresentados na tabela 26. Os resultados da associação com a
 rotenona e paquirrizina são apresentados na tabela 27. Os resultados
 da associação com a rotenona e paquirrizina são apresentados na
 tabela 28. Os resultados da associação com a rotenona e paquirrizina
 são apresentados na tabela 29.

TABELA 25 - Valores médios de germinação de sementes de alfaca
 "var. Grand Rapids" (arco seno \sqrt{P}) submetidas à
 rotenona, paquirrizina e mistura a $10^{-4}M$, à tempe-
 ratura de $25^{\circ}C$ e luz contínua.*

Tratamentos	Germinação (arco-seno \sqrt{P}) *	
	24 horas	48 horas
Rotenona $10^{-4}M$	57,74 bA	59,58 bA
Paquirrizina $10^{-4}M$	0,00	37,31 c
Rot. + Paquirrizina $10^{-4}M$	0,00	25,44 c
Controle (água destilada)	85,10 aA	86,53 aA
C.V. (%)	3,65	4,70

* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e pelas maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de $p=0,05$.

IV - DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES

No presente estudo, verificou-se inicialmente que a época de plantio afetou sobremaneira o padrão de crescimento das plantas de Jacatupé, conforme pode ser observado pelas figuras 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B e tabelas 3 e 4. Os resultados obtidos mostraram melhor desempenho do Jacatupé no plantio de primavera em relação ao de outono. Este tipo de comportamento se deve aos fatores climáticos luz, através da elevação gradativa do fotoperíodo (figura 1, apêndice) e também da temperatura (tabela 2). Estes resultados comprovaram uma vez mais a importância destes fatores no crescimento das plantas, conforme observações realizadas por inúmeros autores (GARNER & ALLARD, 1920, 1923; SCHWABE, 1956; ALLISON & DAYNARD, 1979; HERATH & ORMROD, 1979; WONG & SCHWABE, 1979; TOLLEMAR & HUNTER, 1983; KETRING, 1984).

Em relação aos componentes de produção, observou-se maior produção de raízes tuberosas em termos de peso no plantio realizado no outono (tabela 5), mostrando que fotoperíodos curtos associados a temperaturas mais baixas favorecem o desenvolvimento de órgãos subterrâneos de reserva como raízes tuberosas e tubérculos (GARNER & ALLARD, 1923; DRIVER & HAWKES, 1943; LOWE et al., 1976; WONG & SCHWABE, 1979 e STEWARD et al., 1981). Outros componentes primários da produção foram analisados, como vagens e sementes, cujos valores foram superiores no plantio de primavera (tabela 6), ao contrário das raízes tuberosas que apresentaram maiores produções no plantio de outono (tabela 5). Os aumentos verificados nas produções de vagens e sementes foram coincidentes com o melhor desenvolvimento da

superfície foliar (figura 2B), com as maiores taxas fotossintéticas líquidas (figura 3B) e as maiores produções de matéria seca foliar (tabela 3).

Estudos de desfolhamento em Jacatupé, demonstraram que a remoção de 33% de folhas ao longo do seu biociclo e nas duas épocas de plantio não influenciaram as produções de vagens e sementes, enquanto a desfolha em 66% proporcionou reduções acentuadas, sobretudo no plantio de primavera (tabela 7). Não foram observadas diferenças quanto à remoção de gemas ou ramos laterais. Os resultados obtidos com 33% de desfolha, sugerem a princípio, que as plantas cultivadas no período primavera/verão tenham feito um melhor aproveitamento da radiação solar ou usufruído de um mecanismo compensatório, que segundo WILLIAMS et al. (1976), as plantas podem recuperar-se de uma eventual desfolha, através de um aumento na superfície foliar, o que resultaria numa recuperação da síntese de fotoassimilados e sua distribuição para a formação de vagens e enchimento de grãos. Por outro lado, nas plantas cujas desfolhas foram mais drásticas (66%), este mecanismo não foi acionado ou não foi suficiente.

Os resultados contidos na tabela 8 mostram que a produção de raízes tuberosas não foi afetada nem pela prática de desfolhas, remoção de ramos laterais e inflorescências e nem tão pouco pelas combinações dos tratamentos, considerando-se o plantio de primavera. Contudo, a prática da desfolha em 33% associada à remoção das inflorescências (flores) no plantio de outono, proporcionou maior peso de raízes em relação ao controle, o mesmo ocorrendo com a prática da desfolha em 33% com relação ao plantio de primavera. Os resultados obtidos divergem bastante dos encontrados por NODA et al. (1984) no próprio Ja-

catupé, que encontraram na região de Manaus, aumentos significativos na produção de raízes com a prática da remoção de flores.

Com relação à composição química de vagens, sementes e raízes, verifica-se de um modo geral, que o plantio de primavera favoreceu de forma acentuada os acúmulos tanto de açúcares solúveis totais como de redutores (tabela 9a), devido as condições climáticas favoráveis da época, sobretudo no aumento da eficiência fotossintética (figura 3B), e na distribuição de fotoassimilados para as regiões de acúmulo como sementes e raízes (CHATTERTON & SILVIUS, 1979; THOMAS et al., 1981; TING, 1981 ; HUBER et al., 1984).

Por outro lado o acúmulo de amido nas sementes foi maior no plantio de outono (tabela 9a), o que vem contrariar as evidências de CHATTERTON & SILVIUS (1980, 1981) e SICHER et al. (1982), os quais mostraram que sob fotoperíodos mais curtos há maior acúmulo de amido nas folhas, o que acarretaria reduções no nível e translocação de sacarose para outras regiões de acúmulo, visando a síntese de amido (EDERMAN, 1959). Nas raízes não foram observadas diferenças no conteúdo de amido em relação às épocas de plantio.

Considerando os compostos nitrogenados, verifica-se na tabela 9b, que tanto os níveis de proteínas como de aminoácidos foram maiores no plantio de outono, a exceção das sementes no ponto de maturidade fisiológica (E_3), cujo nível protéico foi maior no plantio de primavera.

Os resultados da tabela 10 mostram de um modo geral que os níveis de rotenona nos eixos embrionários permaneceram estáveis com o tempo de embebição das sementes, ao contrário da paquirizina cujos níveis aumentaram. Nos cotilédones foram en-

contradas as maiores quantidades de paquirrizina. Ambos os rotenóides aumentaram nos exsudatos das sementes com o tempo de embebição, e no final de 48 horas, apresentaram 0,380 e 0,026 mM de rotenona e paquirrizina respectivamente. Nas sementes embebidas por 6 horas, os níveis chegaram respectivamente a 7,84 e 0,71 mM para rotenona e paquirrizina, sendo a quantidade de rotenona encontrada inferior em cerca de 10 vezes a média observada por SCHROEDER (1968) em sementes de Jicama Mexicano (P. erosus Urban).

Na figura 5 estão contidos os teores de óleo e os respectivos ácidos graxos presentes nas sementes. De um modo geral, o plantio de primavera proporcionou maior acúmulo de óleo e favoreceu de forma substancial a síntese e o acúmulo dos principais ácidos graxos, a exceção do ácido oleico, cujo acúmulo foi maior no plantio de outono e o ácido esteárico, cuja presença não foi detectada nesta época. A produção total de óleo nas sementes de Jacatupé foi superior ao encontrado em soja por TEIXEIRA (1984), cujo valor obtido na var. Santa Rosa atingiu 21,8% aos 81 DAF.

Em estudos realizados sob condições de câmaras de crescimento, verificou-se de um modo geral, que as temperaturas testadas não afetaram o padrão de crescimento das plantas (tabela 11 e figuras 6A e 6B). Apesar de não ter sido observada variação na superfície foliar (figura 6B) em temperaturas mais elevadas (30/25°C), houve por outro lado, redução na matéria seca foliar em relação a 25/20°C. Regimes térmicos extremos (20/15 e 30/25°C) reduziram o número de nós do caule principal. Com relação a RAF e AFE (figuras 6A e 6B), elas mostraram comportamentos semelhantes frente aos regimes térmicos estudados.

Outro parâmetro morfológico analisado foi a frequência estomática (tabela 12), que foi menor em temperaturas mais altas. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por HERATH & ORMROD (1979) em feijão alado, inclusive nas mesmas temperaturas (30/25°C). Não houve correspondência entre densidade estomática com a área foliar e a respectiva matéria seca produzida (tabela 11), porém observada por HERATH & ORMROD (1979).

Quanto à composição química, foi analisado neste tipo de estudo, apenas o conteúdo clorofiliano. Os níveis de clorofilas a e b aumentaram com os regimes de temperaturas (tabela 13). Resultados semelhantes foram obtidos por WONG & SCHWABE (1979), ARMITAGE & CARLSON (1981), porém contrários aos de HERATH & ORMROD (1979), que encontraram maior quantidade de clorofila total sob 25/20°C em relação a 30/25°C. Comparando os resultados da tabela 11 com os da tabela 13, observa-se que a matéria seca acumulada na parte aérea não foi correlacionada com os aumentos dos níveis de clorofilas, o que contraria as evidências de RABINOWITCH (1951) e FREELAND (1970), os quais relataram que a taxa fotossintética foliar é determinada pelo seu conteúdo clorofiliano.

Analisando a produção de raízes tuberosas, notou-se maior produção sob 25/20°C, muito embora o número de raízes tenha sido superior a 20/15°C (tabela 15). Entretanto, nenhuma raiz foi formada sob 30/25°C até os 90 DAS. Este tipo de comportamento coincide com as observações de GREGORY (1956, 1965) em batata, cuja produção de tubérculos foi favorecida por temperaturas noturnas mais baixas, ao contrário do que ocorreu com temperaturas mais elevadas, que atrasaram ou até mesmo chegaram a inibir a sua formação.

Com relação aos principais parâmetros florais analisados (tabela 14), verifica-se que a floração tomando por base a emergência da 1ª inflorescência (flor) foi mais precoce em regimes térmicos mais baixos (20/15 e 25/20°C). Por outro lado, as temperaturas mais altas além de tornar a floração mais tardia em cerca de duas semanas, a 1ª inflorescência surgiu no nó acima (11º) e ainda reduziram o número de gemas florais por planta e a percentagem de plantas floridas.

Em condições de câmaras de crescimento também foi determinado o fotoperíodo crítico para a floração do Jacatupé (tabela 19), e chegou-se à conclusão que esta espécie não floresce em fotoperíodos inferiores a 10 horas, o mesmo ocorrendo em fotoperíodos igual ou superior a 18 horas (resultados não publicados). Logo o Jacatupé deverá ser considerado uma planta fotoperiódica quantitativa.

Com relação ao número de ciclos fotoindutivos para a floração, descobriu-se que são necessários um mínimo de 8 fotociclos sob fotoperíodo de pelo menos 10 horas, para que ocorra a floração (tabela 20). Como pode observar-se, o Jacatupé é bem menos sensível que outras plantas como por exemplo o Xanthium strumarium (PDC), que são induzidas à floração com apenas um fotociclo curto inferior a 15:30 h. (SALISBURY, 1963). Entretanto, a floração do Jacatupé poderá tornar-se mais precoce, se estas plantas forem submetidas a um maior número de ciclos fotoindutivos, o que também contribuiria para aumentar o número de gemas florais (tabela 20). Comparando os resultados da tabela 20 com os da tabela 21, verifica-se que as plantas submetidas a um número crescente de ciclos fotoindutivos sob fotoperíodo natural de 11:40 h, apresentaram menor número de gemas florais e maior percentual de plantas floridas, sem

contudo sofrerem alterações no tempo de emissão da 1ª inflorescência e no seu nó correspondente.

O fotoperíodo crítico para a iniciação de raízes tuberosas foi determinado em condições de casa de vegetação, porém sob câmaras de polietileno escuro (tabela 23). Observou-se que não houve iniciação da tuberização nas plantas cultivadas em fotoperíodo superior a 14 horas. Logo o Jacatupé é considerada uma PDC para formação de raízes tuberosas, apresentando um fotoperíodo crítico entre 14 e 16 horas. Contudo, para a obtenção de uma boa produtividade de sementes e raízes, torna-se necessário a escolha de um fotoperíodo intermediário entre o crítico para a floração e o crítico para tuberização, ou seja na faixa de 12 a 13 horas e temperatura média ao redor de $22 \pm 6^{\circ}\text{C}$.

Os resultados relativos às análises de crescimento do Jacatupé sob três fotoperíodos estão na tabela 16 e figuras 7A e 7B. O padrão de crescimento das plantas tomando por base o acúmulo de matéria seca (tabela 16), não foi alterado pelos tratamentos fotoperiódicos testados, apesar das plantas terem apresentado sob fotoperíodo de 10 horas, um maior número de folhas e conseqüentemente maior superfície fotossintética (tabela 16). As prováveis causas destas respostas, talvez sejam a pequena amplitude fotoperiódica utilizada e o autossombreamento verificado nas plantas sob 10 horas de fotoperíodo.

Com relação à densidade estomática (tabela 17), verificou-se que os fotoperíodos de 9 e 10 horas reduziram a frequência estomática e o número total de estômatos do folíolo central da 5ª folha trifoliolada, apesar de não ter havido variação na respectiva área do folíolo. Estes resultados diferem dos encontrados por HERATH & ORMROD (1979), cuja densidade es-

tomática foi maior em fotoperíodo mais longo (14 horas). Comparando os resultados das tabelas 12 e 17, verifica-se um efeito mais pronunciado do fotoperíodo em relação à temperatura, o qual proporcionou maior frequência estomática.

O único componente químico analisado foi o conteúdo de clorofilas das folhas (tabela 18). Observa-se que os níveis de clorofilas a, b e total dos folíolos laterais da 5ª folha trifoliolada reduziram significativamente com o aumento do fotoperíodo, sem contudo alterar as respectivas relações. Estas quedas nos níveis clorofilianos não influenciaram o ganho de matéria seca das plantas, apesar da superfície foliar ter aumentado (tabela 16).

Neste trabalho, os primeiros estudos bioquímicos envolvendo rotenóides foram relacionados com o consumo de O_2 por eixos embrionários de sementes de Jacatupé. Os tratamentos destes eixos por 24 horas com rotenona, paquirrizina e mistura de ambas a $10^{-4}M$, inibiram de forma quase que absoluta o consumo de O_2 em relação ao controle (figura 8a), sendo este grau de inibição superior ao obtido por JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER (1981) em cotilédones de ervilha estiolada, quando estes utilizaram rotenona a $20 \mu M$. Segundo LEHNINGER (1976), JOHNSON-FLANAGAN & SPENCER (1981) e RAVANEL et al. (1984), o efeito inibitório da rotenona concentra-se na cadeia de transporte de elétrons, culminando com a redução no consumo de O_2 , conforme demonstra a figura 8b.

Com relação ao efeito da paquirrizina no consumo de O_2 pouco se conhece. Contudo, suspeita-se que o seu efeito inibitório seja semelhante ao da rotenona, possivelmente devido a semelhança estrutural existente entre ambas (BORTOLATO et al., 1985), embora, não necessariamente no mesmo ponto de ação.

Os resultados apresentados na figura 9 indicam que os consumos de O_2 pelos eixos embrionários também foram reduzidos na presença dos referidos rotenóides, porém não de forma absoluta quanto aos resultados contidos na figura 8a. No período compreendido entre 15 e 105 minutos de avaliação, verificou-se que o efeito inibitório da paquirrizina no consumo de O_2 foi mais pronunciado em relação à rotenona, cujas taxas foram respectivamente 73,8 e 48,4% em comparação ao controle. A ligeira ascensão observada no consumo de O_2 pelos eixos embrionários tratados com rotenona, possivelmente tenha sido uma consequência da perda gradativa de atividade deste rotenóide, através de um processo degradativo como por exemplo a foto-oxidação.

Na figura 10A, verifica-se nos primeiros 15 minutos que os homogenatos embrionários tratados com rotenona, paquirrizina e mistura de ambas a $10^{-4}M$ apresentaram reduções acentuadas nos consumos de O_2 em comparação ao controle. Apesar de ter sido observados aumentos progressivos nos consumos de O_2 entre o período de 15 a 45 minutos, verificou-se que estes consumos ainda persistiam baixos em relação ao controle, cujas taxas inibitórias foram de 65,3; 67,3 e 75,5% respectivamente para rotenona, paquirrizina e mistura.

Os resultados contidos na figura 10B mostram entre 30 e 60 minutos de avaliação, que os efeitos inibitórios destes rotenóides sobre o consumo de O_2 ainda persistiam consistentes, apresentando taxas de 65; 35 e 50% respectivamente para rotenona, paquirrizina e mistura de ambas em relação ao controle. Comparando-se os resultados apresentados nas figuras 8a, 9, 10A e 10B, verificam-se que os consumos de O_2 pelos eixos embrionários foram de certa forma dependentes da maneira

pela qual estes eixos foram tratados e também do tempo de exposição aos rotenóides, a fim de que os mesmos possam atingir os sítios de ação.

Com relação ao crescimento destes eixos, foi observado que o grau de inibição proporcionados pelos rotenóides endógenos foi diretamente associados aos períodos de embebição das sementes (figura 11). Os efeitos inibitórios destes rotenóides presentes nos exsudatos das sementes se associaram aos níveis endógenos de rotenona e paquirrizina existentes nos próprios eixos (tabela 10), intensificando assim as suas atividades inibitórias no crescimento (figura 11). Por esta figura, verifica-se que a inibição apresentada após 24 horas de tratamento, tornou-se gradualmente mais suave, proporcionando uma retomada progressiva no crescimento dos eixos de forma semelhante ao que ocorreu com o consumo de O_2 (figuras 9, 10A e 10B), sugerindo uma possível perda de atividade inibitória dos rotenóides, através de alguma mudança verificada nas suas estruturas moleculares.

Em relação ao efeito dos rotenóides exógenos (figura 12), observou-se que o efeito inibitório da paquirrizina a $10^{-4}M$ no crescimento dos eixos embrionários foi superior ao apresentado pela rotenona e mistura na mesma concentração, sobretudo nas últimas avaliações. Entretanto, a $10^{-5}M$, os graus de inibição entre estes rotenóides foram equivalentes. De um modo geral, verificou-se que os rotenóides exógenos a 10^{-4} e $10^{-5}M$ foram mais eficientes em reduzir o crescimento em relação aos endógenos, devido a própria presença destes rotenóides nos eixos (tabela 10), que vieram somar-se aos efeitos inibitórios da rotenona e paquirrizina exógenas no crescimento dos referidos eixos.

No tocante ao efeito de rotenóides na germinação de sementes, verifica-se pela figura 13, que a rotenona e paquirrizina endógena oriunda de exsudatos de sementes de Jacatupé afetaram de forma significativa a germinação de sementes de alface. O maior grau de inibição foi causado por exsudato de sementes embebidas por 48 horas. Entretanto, esta inibição tornou-se mais suave ao final das 48 horas de tratamento, sugerindo uma possível alteração metabólica destes rotenóides ou mesmo uma foto-oxidação, uma vez que a germinação foi conduzida sob luz contínua. A presença de rotenona e paquirrizina nos exsudatos das sementes de Jacatupé com ação inibitória na germinação de sementes, poderá sugerir um efeito alelopático semelhante ao da cumarina, cujos resultados obtidos por VALIO (1973) mostraram a ausência de malervas em potes nos quais foram cultivadas plântulas de Coumarouna. Este fato nos leva a acreditar numa possível vantagem ecológica do Jacatupé pela exsudação destes rotenóides e possivelmente de outros inibidores de germinação não analisados, diminuindo assim a competição nos primeiros estádios de crescimento da cultura.

Outros estudos de germinação envolvendo rotenona e paquirrizina exógenas a 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} M também mostraram efeitos inibitórios na germinação de sementes de alface (tabela 24). A paquirrizina a 10^{-3} e 10^{-4} M inibiram de forma absoluta a germinação após 24 horas de tratamento, enquanto a rotenona a 10^{-3} M, apresentou uma inibição de 56,5% em relação ao controle. Ao final das 48 horas de tratamento, a paquirrizina ainda manteve sua inibição máxima, enquanto os outros tratamentos apresentaram uma substancial recuperação na germinação.

Finalmente, observou-se na tabela 25, um sinergismo entre rotenona e paquirrizina a 10^{-4} M na germinação das semen-

tes de alface, ao final de 48 horas de tratamento. Este sinergismo apresentou uma inibição de 70,6% em relação ao controle, 57,4% em relação à rotenona e 31,8% em relação à paquirrizina, ambas a 10^{-4} M.

V. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos principais estudar os efeitos térmicos e fotoperiódicos sobre o desenvolvimento, produção e alguns aspectos bioquímicos do Jacatupé.

No estudo de épocas de plantio, as plantas apresentaram melhora comportamento no plantio de primavera, onde se obteve um bom rendimento de sementes e raízes ruberosas, ao contrário do plantio de outono, cujos rendimentos de vagens e sementes foram insignificantes, muito embora a produção de raízes tenha sido superior em relação ao plantio de primavera.

As práticas da desfolha em 33% e a remoção de gemas ou ramos laterais não influenciaram as produções de vagens e sementes, ao contrário do desfolhamento em 66% que reduziu acentuadamente o rendimento destes componentes de produção, sobretudo no plantio de primavera. No plantio de outono, 33% de desfolha combinada com a remoção de inflorescência proporcionaram maior peso de raízes, o mesmo ocorrendo com o desfolhamento em 33% no plantio de primavera.

Os acúmulos de açúcares solúveis totais e redutores nas sementes e raízes foram maiores no plantio de primavera, enquanto o acúmulo de amido nas raízes permaneceu estável nas duas épocas de plantio. Em relação aos compostos nitrogenados, constataram-se maiores níveis de proteínas e aminoácidos no plantio de outono, à excessão das sementes no ponto de maturidade fisiológica, cujo nível proteico foi maior no plantio de primavera. Este plantio favoreceu de forma inequívoca a produção de óleo na colheita e o acúmulo dos principais ácidos gra-

xos das sementes, à excessão do ácido oleico. Todavia, a presença do ácido esteárico não foi detectada no plantio de outono.

Nos estudos realizados em câmaras de crescimento, verificou-se de um modo geral que a temperatura não afetou o padrão de crescimento das plantas, muito embora a frequência estomática tenha reduzido com o aumento da temperatura, ao contrário dos níveis de clorofilas que aumentaram com a temperatura. Em regimes térmicos mais elevados (30/25°C), nenhuma raiz tuberosa foi formada até 90 DAS.

Em relação à floração, tomando por base a emissão da 1ª inflorescência, verificou-se maior precocidade em temperaturas mais baixas (20/15 e 25/20°C), apresentando sob 25/20°C, maior número de inflorescências e maior percentagem de plantas floridas com relação ao regime de 30/25°C.

Quanto ao fotoperíodo crítico para a floração, concluiu-se que o Jacatupé é uma planta que responde quantitativamente ao fotoperíodo abrangendo uma faixa de 10 a 16 horas, e com uma exigência de no mínimo 8 ciclos indutivos sob fotoperíodo de 10 ou 11:40 h.

Para a iniciação de raízes tuberosas, concluiu-se que o Jacatupé é uma PDC, com fotoperíodo crítico entre 14 e 16 horas.

Entre os fotoperíodos de 8, 9 e 10 horas, testados nas câmaras de crescimento, verificou-se maior densidade estomática e número total de estômatos no folíolo central da 5ª folha trifoliolada sob fotoperíodo mais curto (8 h), o mesmo ocorrendo com os níveis de clorofilas. Não foi observada influência destas características no acúmulo de matéria seca, ape-

sar da superfície foliar ter aumentado.

Nos primeiros estudos bioquímicos envolvendo rotenóides, verificou-se que a rotenona, paquirrizina e mistura a 10^{-4} M inibiram acentuadamente o consumo de O_2 por eixos em brionários intactos e macerados do Jacatupé, sendo esta inibição atenuada com o tempo. Em relação ao crescimento destes eixos, foi observado que os graus de inibição proporcionados pela rotenona e paquirrizina endógena existentes nos exsudatos das sementes foram diretamente associados aos períodos de embebição, com níveis de rotenona e paquirrizina respectivamente de 0,380 e 0,026 mM, ao final de 48 horas de embebição. Esta inibição tornou-se gradualmente mais suave, após 24 horas de tratamento.

Por outro lado, o efeito inibitório da paquirrizina exógena a 10^{-4} M no crescimento embrionário foi superior ao efeito apresentado pela rotenona isolada, sobretudo 48 e 72 horas após o início dos tratamentos. Os dois rotenóides estudados mostraram-se ações inibitórias equivalentes na concentração de 10^{-5} M.

Na germinação de sementes de alface, a rotenona e paquirrizina endógena presentes nos exsudatos das sementes de Jacatupé inibiram de forma significativa, sendo a maior inibição proporcionada pelo exsudato de sementes embebidas por 48 horas, muito embora tenha havido uma retomada na germinação ao final de 48 horas de tratamento. Também estes mesmos rotenóides, porém exógenos a 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} M também inibiram efetivamente a germinação das sementes de alface, com destaque especial para a paquirrizina a 10^{-3} e 10^{-4} M, que inibiram de forma absoluta a germinação após 24 horas de tratamento, enquanto a rotenona a 10^{-3} M, apresentou uma inibição de 56,5% em rela-

ção ao controle. Ao final de 48 horas, observou-se um sinergismo entre os referidos rotenóides a 10^{-4} M, com uma inibição de 70,6% em relação ao controle, 57,4% em relação à rotenona e 31,8% em relação à paquirrizina, ambos a 10^{-4} M.

VI - ABREVIATURAS

- AFE - área foliar específica
- BSA - albumina soro bovina
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical
- C/N - relação carbono/nitrogênio
- c.v. - cultivar
- DAF - dias após a floração
- DAS - dias após a semeadura
- DC - dia curto
- D/N(°C) - temperatura dia/noite (°C)
- E₃ - estágio de maturidade fisiológica da semente
- freq. - frequência
- lat.S - latitude sul
- MF - matéria fresca
- MS - matéria seca
- MCW - metanol clorofórmio e água
- N - nitrogênio
- N:P:K - nitrogênio, fósforo e potássio
- p=0,05 - probabilidade de 5%
- P. - Pachyrrhizus
- PCA - ácido perclórico
- PDC - planta de dia curto
- PDL - planta de dia longo
- RAF - razão de área foliar
- SFS - sacarose fosfato sintetase
- TAL - taxa assimilatória líquida
- TCR - taxa de crescimento relativo
- t_c - valor do teste t calculado
- TNC - carboidratos totais não estruturais

Vag. E_1 , E_2 e E_3 - vagens em 3 estádios de desenvolvimento

Var. - variedade.

VII - LITERATURA CITADA

- ABDALA, A.A. 1967. Effect of temperature and photoperiod on bulbing of the common onion (Allium cepa L.) under arid tropical conditions of the Sudan. Exp. Agric., 3:137-142.
- ADEDIPE, N.O. & ORMROD, D.P. 1975. Effects of light intensity on growth and chlorophyll, carbohydrate and phosphorus contents of the cowpea (Vigna unguiculata L.) Biochem. Physiol. Pflanzen, 167:301-309.
- AITKEN, Y. 1977. Evaluation of maturity genotype climate interactions in maize. (Zea mays L.). Z. Pflanzenzuecht, 78: 216-237.
- ALEGRE, G. 1957. Contribution a l'étude du photoperiodism de l'arachide en relation avec la temperature. L'Agron. Trop., 12:494-507.
- ALLISON, J.C.S. & DAYNARD, T.B. 1979. Effect of change in time of flowering, induced by altering photoperiod or temperature, on attributes related to yield in maize. Crop Sci., 19(1):1-4.
- ALVARENGA, A.A. de., OLIVEIRA, L.E.M. & GOMIDE, M.B. 1983. Seleção de cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz) resistentes ao déficit hídrico. Ciência e Prática, ESAL, 7(1):15-22.
- A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis. Washington, AOAC, 1015p.
- ARMITAGE, A.M. & CARLSON, W.H. 1981. The effect of quantum flux density, day and night temperature and phosphorus and potassium status on anthocyanin and chlorophyll content in

- marigold leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106(5):639-642.
- ARNON, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts . Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol., 24 : 1-15.
- ARULRAJAH, T. & ORMROD, D.P. 1973. Response of okra (Hisbiscus esculentus L.) to photoperiod and temperature. Ann. Bot., 37:331-340.
- BEINHART, G. 1964. Free sugar concentrations in white clover, Trifolium repens L., grown at different temperatures and light intensities. Crop Sci., 4:625-631.
- BERRIE, A.M.M. 1968. The interaction of coumarin and temperature in the germination of lettuce seeds. Physiol. Plant, 21:960-965.
- BIRAN, I., GUR, I. & HALEVY, A.H. 1972. The relation between exogenous growth inhibitors and endogenous levels of ethylene and tuberization of dahlias. Physiol. Plant., 27:226 - 230.
- BLANEY, L.T. & HAMNER, K.C. 1957. Interrelations among effects of temperature, photoperiod, and dark period on floral initiation of Biloxi soybean. Bot. Gaz., 119:10-24.
- BOLHUIS, G.G. & DEGROOT, W. 1959. Observations on the effect varying temperatures on the flowering and fruit set in three varieties of groundnut. Neth. J. Agric. Sci., 7:317-326.
- BOLLER, B.C. & NOSBERGER, J. 1983. Effects of temperature and photoperiod on stolon characteristics, dry matter partitioning, and nonstructural carbohydrate concentration of two white clover ecotypes. Crop Sci., 23:1057-1062.

- BORTHWICK, H.A. & PARKER, M.W. 1938a. Influence of photoperiod upon the differentiation of meristems and the blossoming of Biloxi soybeans. Bot. Gaz., 99:825-839.
- _____ & _____. 1938b. Effectiveness of photoperiodic treatments of plants of different age. Bot. Gaz., 100:245-249.
- _____ & _____. 1938c. Photoperiodic perception in Biloxi soybeans. Bot. Gaz., 100:374-387.
- _____ & _____. 1939. Photoperiodic response of several varieties of soybeans. Bot. Gaz., 101:341-365.
- BORTOLATO, C.A.; MAGALHÃES, E.G. & VALIO, I.F.M. 1985. Rotenóides de Pachyrrhizus tuberosus. In: Química de Produtos Naturais, seção D.2.5. Res. 37ª Reunião Anual SBCP, Belo Horizonte (M.G.), pp.308.
- BOYLE, T.H. & STIMART, D.P. 1983. Developmental responses of zinnia to photoperiod. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108(6) : 1053-1059.
- BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein - dye binding. Anal. Biochem., 72:248-251.
- BRIGGS, G.E., KIDD, R. & WEST, C. 1920. Quantitative analysis of plant growth. Ann. Appl. Biol., 7(103):202-223.
- BROWN, D.M. & CHAPMAN, L.J. 1960. Soybean ecology. II. Development temperature moisture relationships from field studies. Agron. J., 52(9):496-499.
- BUNTING, E.S. 1968. The influence of date of sowing on development and yield of maize in England. J. Agric. Sci., Camb. 71:117-125.

- BUTTERY, B.R. & BUZZEL, R.L. 1977. The relationship between chlorophyll content and rate of photosynthesis in soybeans. Can. J. Pl. Sci., 57:1-5.
- CANVIN, D.T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty-acid composition of the oils from several oilseed crops. Can. J. Bot., 43:63.
- CARLSON, W.H., TURNER, C.A. & SCHNABEL, J. 1979. Effect of inductive photoperiodic cycles on flowering of Kalanchoe cultivars. HortScience, 14(1):62-63.
- CARPENTER, B.H. & LINCOLN, R.G. 1959. Requirements for floral initiation of Los Angeles Xanthium. Science, 129:780 - 781.
- CATHEY, H.M. 1954. Chrysanthemum temperature study. C. The effect of night, day and mean temperature upon the flowering of Chrysanthemum morifolium. Proc. Am. Soc. Hort.Sci. 64:499-502.
- C.I.A.T. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1973. Ann. Report, Cali, Colombia (1974).
- CHAPMAN, H.W. 1958. Tuberization in the potato plant. Physiol. Plant., 11:215-224.
- CHASE, S.S. & NANDA, D.K. 1967. Number of leaves and maturity classification in Zea mays L. Crop Sci., 7:431-432.
- CHATTERTON, N.J. & SILVIUS, J.F. 1979. Photosynthate partitioning into starch in soybean leaves. I. Effect of photoperiod versus photosynthetic period duration. Plant Physiol., 64:749-753.
- _____ & _____. 1980. Photosynthate partitioning into leaf starch as affected by daily photosynthetic period duration in six species. Physiol. Plant., 49:141-144.

- CHATTERTON, N.J. & SILVIUS, J.F. 1981. Photoynthate partitioning int starch in soybean leaves. II. Irradiance level and daily photosynthetic period duration effects. Plant Physiol., 67:257-260.
- CHAVEAU, M. & LANCE, C. 1971. Les mitochondries de l'inflorescence de choufleur. II. Action des inhibiteurs de transport des elétrons. Physiol. Veg., 9:353-372.
- CIHA, A.J. & BRUN, W.A. 1975. Stomatal size and frequency in soybeans. Crop. Sci., 15:509-513.
- CLAUSEN, R.T. 1944. A botanical study of the yam beans (*Pachyrhizus*). Mem. Cornell Agric. Exp. Stat. 264p. 38 bibl. 17 (BA 3481, 1946).
- CURE, J.D.; PATTERSON, R.P., RAPER Jr., C.D. & JACKSON, W. A. 1982. Assimilate distribution in soybeans as affected by photoperiod during seed development. Crop Sci., 22:1245 - 1250.
- DALE, J.E. 1964. Some effects of alternating temperature on the growth of french bean plants. Ann. Bot., 28:127-135.
- DHAWAN, K., GUPTA, S.K. & CHHABRA, M.L. 1983. Effect of date of sowing and variety on chemical composition of sunflower. Indian J. Agric. Sci., 53(7):612-613.
- DONOVAN, L.S.; MARR, H. & CARSON, R.B. 1967. Some empirical relationships between climate and seed quality in Mandarin (Ottawa) soybean. Can. J. Plant Sci., 47:273-279.
- DORNHOFF, G.M. & SHIBLES, R.M. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. Crop Sci., 10: 42 -45.

- DOWNES, R.H. & GLADSTONES, J.S. 1984. Physiology of growth and seed production in Lupinus angustifolius L. III. Effects of defoliation and lateral branch excision on dry matter and seed production at different growth temperatures. Aust. J. Agric. Res., 35:511-520.
- DRIVER, C.M. & HAWKER, J.G. 1943. Photoperiodism in Potato. Imp. Bur. Plant Breed. and Gen., Cambridge, England, 36p.
- DUNCAN, W.G. & HESKETH, J.D. 1968. Net photosynthesis rates, relative leaf growth rates, and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures. Crop Sci., 8:670-674.
- DYKE, G.V. 1956. The effect of date of planting on the yield of potatoes. The J. of Agric. Sci., 47:122-128.
- EDERMAN, J. 1959. Physiological and biochemical aspects of carbohydrate metabolism during tuber growth. Proc. 4th. Int. Cong. Biochem., 13:336, Pergamon, London.
- EVANS, L.T. 1969. The nature of flower induction. In: The induction of flowering : some case histories, p. 457-480. Ed. EVANS, L.T., Cornell Univ. Press, New York, 1971.
- _____. 1975. The physiological basis of crop yield. In: Crop Physiology, some case histories. Ed. L.T. EVANS, Cambridge Univ. Press, pp. 327-355.
- FAIREY, N.A. 1980. The effects of hybrid maturity, date of planting, and date of harvesting on growth and development of forage maize. Can. J. Plant Sci., 60:1367-1375.
- _____. 1983. Yield, quality and development of forage maize as influenced by dates of planting and harvesting. Can. J. Plant Sci., 63:157-168.

FORTANIER, E.I. 1957. Control of flowering in Arachis hypogaea L. Doct. Thesis Agric. Univ. Wageningen.

FOWLER, D.B. 1983. Influence of date of planting on yield and other agronomic characters of winter wheat and rye rye grown in Saskatchewan. Can J. Plant. Sci., 63:109-113.

FRANCIS, C.A. 1970. Effective day lengths for the study of photoperiod sensitive reactions in plants. Agron. J., 62 (6):790-793.

FREELAND, R.O. 1970. Photosynthesis in relation to stomatal frequency and distribution. Plant Physiol., 23:595-597.

GANDOLFI, V.H. & MÜLLER, L. 1981. Fotoperiodismo. In: A Soja no Brasil, eds. SY. MYASAKA & J.C. MEDINA, 1ª ed., pp. 129-145.

GARNER, W.W. & ALLARD, H.A. 1920. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agric. Res., 18(2):553-606.

_____ & _____ 1923. Further studies in photoperiodism. The response of the plant to relative length of day and night. J. Agric. Res., 23(2):871-919.

GAUTREAU, J. 1973. Influence of climatic factors on the growth and development of early groundnut. Oleagineux, 28:567-577.

GBIKPI, P.J. & CROOKSTON, R.K. 1981. Effect of flowering date in accumulation of dry matter and protein in soybean seeds. Crop Sci., 21:652-655.

GOMES, F.P. 1973. Estatística Experimental, 5ª ed., Piracicaba, 430p.

- GREGORY, L.E. 1956. Some factors for tuberization in the potato plant. Amer. J. Bot., 43:281-288.
- _____. 1965. Physiology of tuberization in plants (Tubers and tuberous roots). In: Encyclopedia of Plant Physiology, vol. XV, Part 1, ed. Ruhland, W. pp. 1328-1254, Springer - Verlag, Berlin.
- HAMNER, K.C. & BONNER, K. 1938. Photoperiodism in relation to hormones as factors in floral initiation. Bot. Gaz., 100: 388-431.
- HANSBERRY, R. & LEE, C. 1943. The Yam bean, Pachyrrhizus erosus Urban, as a possible insecticide. J. Econ. Ent., 36 : 351-352.
- HANSON, W.D. & WEST, D.R. 1982. Source-sink relationships in soybeans. I. Effects of source manipulation during vegetative growth on dry matter distribution. Crop Sci., 22:372-376.
- HARBONE, J.B. 1971. In: J.B. HARBONE, D. BOUTER, B.L. TURNER, eds. Chemotaxonomy of the Leguminosae. Academic Press, London, pp. 31-71.
- HARTMAN, L. & LAGO, R.C.A. 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Lab. Prac., 1:475-476.
- HEIDE, O.M. 1977. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. Physiol. Plant., 409:21-26.
- HERATH, H.M.W. & ORMROD, D.P. 1978. Some growth characteristics of indigenous and introduced selections of winged beans (Psophocarpus tetragonolobus L.). Proc. Intern. Winged Bean Workshop, Los Banos, Laguna, Philippines.

- HERATH, H.M.W. & DRMOOD, D.P. 1979. Effects of temperature and photoperiod on Winged beans | Psophocarpus tetragonolobus (L.) D.C. |. Ann. Bot., 43:729-736.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. 1938. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. , Circ. 347:1439.
- HOWELL, R.W. & CARTER, J.L. 1953. Physiological factors affecting composition of soybeans. I. Correlation of temperatures during certain portions of the pod filling. stage with oil percentage in mature beans. Agron. J., 45: 526 - 528.
- _____ & _____. 1958. Physiological factors affecting composition of soybeans. II. Response of oil and other constituents of soybeans to temperature under controlled conditions. Agron. J., 50:664-667.
- HUBER, S.C. & ISRAEL, D.W. 1982. Biochemical basis for partitioning of photosynthetically fixed carbon between starch and sucrose in soybean (Glycine max L. | Merr. |) leaves. Plant Physiol., 69:691-696.
- _____ ; RUFTY, T.W. & KERR, P.S. 1984. Effect of photoperiod on photosynthate and diurnal rhythms in sucrose phosphate synthase activity in leaves of soybean (Glycine max L. | Merr. |) and Tobacco (Nicotiana tabacum L.). Plant Physiol., 75:1080-1084.
- HUNTER, R.B.; HUNT, L.A. & KANNENBERG, L.W. 1974. Photoperiod and temperature effects on corn. Can. J. Plant Sci., 54:71-78.

- HUXLEY, P.A., SUMMERFIELD, R.J. & HUGLES, A.P. 1976. Growth and development of soybean c.v. TK 5 as affected by tropical daylengths, day/night temperatures and nitrogen nutrition. Ann. Appl. Biol., 82:117-133.
- INENAMI, T.O. 1984. Estudo do inibidor de germinação em sementes de Myroxylon periferum L. f. (Cabriúva - leguminosa). Tese de Mestrado, UNICAMP, 89p.
- _____ ; MAGALHÃES, E.G. & VALIO, I.F.M. 1984. Detecção e identificação de um inibidor de germinação em sementes de Myroxylon periferum L.f. (Cabriúva). An. IV Congr. SBCP, Taubaté (S.P.), pp.15-20.
- JACOBS, W.P. 1951. The growth of peanuts plants at various diurnal and nocturnal temperatures. Science, 114:205-206.
- JOHNSON-FLANAGAN, A.M. & SPENCER, M.S. 1981. The effect of rotenone on respiration in pea cotyledon mitochondria. Plant Physiol., 68:1211-1217.
- KANOE, S. 1976. The growth responses of soybean plant to photoperiod and temperature. I- Responses in vegetative growth. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan, 45:443-449.
- KETRING, D.L. 1979. Light effects on development of an indeterminate plant. Plant Physiol., 64:665-667.
- _____. 1984. Temperature effects on vegetative and reproductive development of peanut. Crop Sci., 24:877-882.
- KIRSZENZAFIT, S.L. & FELIPPE, G.M. 1978. Effects of photoperiod and growth regulators on flowering of Bidens pilosa L. Ciênc. Cult., 30(3):357-360.
- _____ & VALIO, I.F.M. 1979. Vegetative growth of Bidens pilosa L. under different photoperiods. Rev. Bras. Bot., 2:41-44.

- LANG, A. 1965. Physiology of flower initiation. In: Encyclopedia of Plant Physiology, ed. RUHLAND, W., Spring Verlag, vol. 15(1):1380-1536.
- LAWN, R.G. 1979. Agronomic studies on Vigna spp in South-eastern Queensland. II. Vegetative and reproductive response of cultivars to sowing date. Aust. J. Agric. Res., 30:871-882.
- LEHNINGER, A.L. 1976. Inibidores do transporte de elétrons. In: Bioquímica, vol. 2; Tradução da 2ª ed. americana, editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, pp. 353.
- LINCOLN, R.G.; RAVEN, K.A. & HAMNER, K.C. 1958. Certain factors influencing expression of the flowering stimulus in Xanthium. II. Relative contribution of buds and leaves to effectiveness of inductive treatment. Bot. Gaz., 119: 179-185.
- LONG, E.M. 1939. Photoperiodic induction as influenced by environmental factors. Bot. Gaz., 101:168-188.
- LOWE, S.B., MAHON, J.D. & HUNT, L.A. 1976. The effect of daylength on shoot growth and formation of root tubers in young plants of cassava (Manihot esculenta Crantz). Plant Sci. Letters, 6:57-62.
- LUSH, W.M. & EVANS, L.T. 1980. Photoperiodic regulation of flowering in cowpea (Vigna unguiculata L. | Walp. |). Ann. Bot., 46:719-725.
- MAC-WILLIAN, J.R. & MAYLOR, A.W. 1958. Temperature and plant adaptation. I. Interactions of temperature and light in the synthesis of chlorophyll in wheat. Plant Physiol., 42: 1711-1715.

- MAGALHÃES, A.C. 1979. Análise quantitativa do crescimento. In: Fisiologia Vegetal, ed. M.G. Ferri, Vol. 1, EDUSP, pp. 331-350.
- _____ & HAGEMAN, R.H. 1974. Temperature stress effecting nitrate assimilation in soybean seedlings. Plant Physiol., 55 (suppl.):65.
- _____ ; PETERS, D.B. & HAGEMAN, R.H. 1975. Temperature effects on nitrate reductase activity and net photosynthesis of soybean leaves. Plant Physiol., 56(suppl.):36.
- MAYER, A.M. & EVENARI, M. 1952. The relation between the structure of coumarin and its derivatives and their activity as germination inhibitors. J. Exp. Bot., 3:246-252.
- _____ & POLJAKOFF-MAYBER, A. 1975. The germination of seeds. Pergamon Press Ltd., Oxford.
- MEIYER, T.M. 1936. Approximate colorimetric determination of Derris extract. Rec. Des. Trav. Chim. Des Pays. Bas., 55:954-958.
- MENICHINI, F.; DELLE-MONACHE, F. & MARINI-BETTOLO, G.B. 1982. Flavonoids and rotenoids from Tephrosiadae and related tribes of Leguminosae. Planta Med., 45:243-244.
- MERRIT, R.H. & KOHL Jr., H.C. 1982. Effect of root temperature and photoperiod on growth and crop productivity efficiency of petunia. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107(6):997 - 1000.
- _____ & _____. 1985. Photoperiod and soil temperature effects on crop productivity efficiency and growth seedling geraniums in the greenhouse. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110(2):204-207.

- METIVIER, J. VIANA, A.M. 1979. The effect on long and short day length upon the growth of whole plants and the level of soluble proteins, sugars and stevioside in leaves of Stevia rebaudiana Bert. J. Exp. Bot., 30(119):1211-122.
- MILLER, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem., 31:426-428.
- MORAN, C.H., SPRAGUE, V.G. & SULLIVAN, J.T. 1953. Changes in the carbohydrate reserves of ladino white clover following defoliation. Plant Physiol., 28:467-474.
- MOSER, B.C. & HESS, C.E. 1968. The physiology of tuberous root development in dahlia. Amer. Soc. Hor. Sci., 33: 595-603.
- NANDA, K.K. & KRISHNAMOORTHY, H.N. 1967. Photoperiodic studies on growth and development of Impatiens balsamina L. II. Floral bud initiation, flower opening and extension growth. Planta, 72:338-343.
- NJOKU, E. 1958. The photoperiodic response of some Nigerian plants. J. W. Agr. Sci. Ass., 4:99-111.
- NODA, H., PAIVA, W.O. & BUENO, C.R. 1984. Hortaliças da Amazonia. In: Ciência Hoje, 3(13):32-37.
- NWOKE, F.I.O. 1980a. Effects of number of photoperiodic cycles on induction and development of flowers and fruits in Corchorus olitorius L. (var. oniyaya Epen). Ann. Bot., 45:569-576.
- _____. 1980b. Effect of number of photoperiodic cycles on flowering and fruiting in early and late varieties of okra (Abelmoschus esculentus L. | Moench|). J. Exp. Bot., 31(125):1657-1664.

- PALMER, J.M. 1976. The organization and regulation of electron transport in mitochondria. Ann. Rev. Plant Physiol., 27:133-157.
- _____ & ARRON, G.P. 1976. The influence of exogenous nicotinamide adenine dinucleotide on the oxidation of malate by Jerusalem artichoke mitochondria. J. Exp. Bot., 27:418-430.
- PANDEY, R.K. 1983. Effect of leaf and flower removal on seed yield of lentil (Lens esculenta L.). J. Agric. Sci., 100:493-503.
- PECHAN, P.A. & MORGAN, D.G. 1985. Defoliation and its effects on pod and seed development in oil seed rape (Brassica napus L.). J. Exp. Bot., 36(164):458-468.
- PINTHUS, M.J. & NERSON, H. 1984. Effect of photoperiod at different growth stages on the initiation of spikelet primordia in wheat. Aust. J. Plant Physiol., 11:17-22.
- RABINOWITCH, E.I. 1951. "Photosynthesis and related processes", vol. 2, Part. 1, Wiley (Interscience), New York.
- RADFORD, P.J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. Crop Sci., 7:171-174.
- RAVANEL, P.; TISSUT, M. & DOUCE, R. 1984. Effects of rotenoids on isolated plant mitochondria. Plant Physiol., 75:414-420.
- ROBINSON, J.C. 1971. Studies on the performance and growth of various short day onion varieties (Allium cepa L.) in the Rhodesian lowveld in relation to date of sowing. Rhod. J. Agric. Res., 9:31-38.

- ROOD, S.B. & MAJOR, D.J. 1980. Responses of early corn in buds to photoperiod. Crop Sci., 20(6):679-682.
- RUBER, S.C.; RUFTY, T.W. & KERR, P.S. 1984. Effect of photoperiod on photosynthate partitioning and diurnal rhythms in sucrose phosphate synthase activity in leaves of soybean (Glycine max L. |Merr.|) and Tobacco (Nicotiana tabacum L.). Plant Physiol., 75:1080:1084.
- RUELKE, D.C. & SMITH, D. 1956. Overwintering trends of cold resistance and carbohydrates in medium red ladino, and comon white clover. Plant Physiol., 31:364-368.
- RUSSEL, W.K. & STUBER, C.W. 1983. Effects of photoperiod and temperatures on the duration of vegetative growth in maize. Crop. Sci., 23:847-850.
- SALISBURY, F.B. 1963. Biological timing and hormone synthesis in flowering of Xanthium. Planta, 59:518-534.
- SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P. & GOMIDE, M.B. 1980. Efeito do desfolhamento sobre a produção de feijão (Phaseolus vulgaris L.). Ciênc. Prát., Lavras (ESAL), 4(1):66-72.
- SAOUMA, E. 1981. Seguridad alimentaria frente a las crises. Ceres Revista de la FAO sobre Agricultura y Desarrollo nº 80, 14(2):15-19.
- SCHROEDER, C.A. 1968. The Jicama, A Root Crop From Mexico. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 11:65-71.
- SCHOONHOVEN, A.V.; PEREZ, H.A.M. & PENÃ, R.J.E. 1974. Influência de la desfollacion artificial en la production de raíces de yuca y su correlacion com el dano causado por Erimayis ello (L.). Mem. do 2º Cong. de la Soc. Entomol. Colombiana, pp.145-163.

- SCHWABE, W.W. 1956. Effects of natural and artificial light in arctic latitudes on long and short day plants as revealed by growth analysis. Ann. Bot., 20:587-622.
- SICHER, R.C.; HARRIS, W.G.; KREMER, D.F. & CHATTERTON, N.J. 1982. Effects of shortened day length upon translocation and starch accumulation by maize, wheat, and pangola grass leaves. Can J. Bot., 60:1304-1309.
- SHANNON, J.C. 1968. A procedure for the extraction and fractionation of carbohydrates from immature Zea mays Kernels. Res. Bulletin, 842:1-8.
- SILVIUS, J.E.; CHATTERTON, N.J. & KREMER, D.F. 1979. Photosynthate partitioning in soybean leaves at two irradiance levels. Plant Physiol., 64:872-875.
- SINCLAIR, T.R. & DeWIT, C.T. 1975. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production of various crops. Science, 189:565-567.
- _____ & _____. 1976. Analysis of the carbon and nitrogen limitation to soybean yield. Agron. J., 68:319-324.
- SMITH, D. 1970. Influence of temperature on the yield and chemical composition of five forage legume species. Agron. J., 62:520-523.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1967. Statistical Methods, Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, 593p.
- SNYDER, W.E. 1940. Effect of light and temperature on floral initiation in cocklebur and biloxi soybean. Bot. Gaz., 102:302-322.

- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics, 2^a ed., Mc-Graw Hill Book Company, New York, 633p.
- STEER, B.T. 1980. The bulbing response to day length and temperature of some Australasian Cultivars of Onion (Allium cepa L.). Aust. J. Agric. Res., 31:511-518.
- STEVENSON, J.C. & GOODMAN, M.M. 1972. Ecology of exotic races of maize. I. Leaf number and tillering of 16 races under four temperatures and two photoperiods. Crop Sci., 12:864-868.
- STEWART, F.C.; MORENO, V. & ROCA, W.M. 1981. Growth, form and composition of potato plants as affected by environment. Ann. Bot., 48(2):1-45.
- TEIXEIRA, J.P.F. 1984. Translocação de compostos nitrogenados da planta para os frutos em desenvolvimento e acúmulo de substâncias de reserva em grãos de soja (Glycine max(L.) Merrill), c.v. Santa Rosa. Tese de Mestrado, UNICAMP, 168p.
- TING, I.P. 1981. Environmental influences on vegetative growth. In: Plant Physiology, Ed. I.P. TING, Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Philippines, pp. 537-541.
- THOMAS, J.F. & RAPER, Jr., C.D. 1976. Photoperiodic control of seed filling for soybeans. Crop Sci., 16:667-672.
- _____ & _____. 1984. Photoperiod regulation of floral initiation for soybean plants at different ages. Crop Sci. 24:611-614.
- _____ ; _____ & WEEKS, W.W. 1981. Day and night temperature effects on nitrogen and soluble carbohydrate allocation during early reproductive growth in soybeans. Agron. J., 73(4):577-582.

TOLLEMAR, M. & HUNTER, R.B. 1983. A photoperiod and temperature sensitive period for leaf number of maize. Crop Sci., 23:457-460.

UMBREIT, W.W.; BURRIS, R.H. & STAUFFER, J.F. 1964. Manometric Techniques, 4^a ed., Burges Publishing Company, Minneapolis, 338p.

VALIDO, I.F.M. 1973. Effect of endogenous coumarin on the germination of seeds of Coumarouna odorata Aublet. J. Exp. Bot., 24(79):442-449.

_____ & ROCHA, R.F. 1977. Effect of photoperiod and growth regulator on growth and flowering of Stevia rebaudiana Bertoni. Japan J. Crop. Sci., 46(2):243-248.

VINCE-PRUE, D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill Book Company Ltd., London, 444p.

WANN, M. & RAPER, Jr., C.D. 1979. A dynamic model for plant growth: Adaptation for vegetative growth of soybeans. Crop Sci., 19:461-467.

WENT, F.W. 1953. The effect of temperature on plant growth. Ann. Rev. Plant Physiol., 4:347-362.

_____. 1956. The role of environment in plant growth. Am. Sci., 44:378-398.

WILKERSON, G.G.; JONES, J.W. & POE, S.L. 1984. Effect of defoliation on peanut plant growth. Crop Sci., 24:536-531.

WILLIAMS, J.H.; WILSON, J.H.H. & BATE, G.C. 1975. The growth of groundnuts (Arachis hypogaea L., c.v. Makulu Red) at three altitudes in Rhodesia. Rhod. J. Agric. Res., 13:33-43.

- WILLIAMS, J.H.; WILSON, J.H.H. & BATE, G.C. 1976. The influence of defoliation and pod removal on growth and dry matter distribution in groundnuts. (Arachis hypogea L. c.v. Makulu Red). Rhod. J. Agric. Res., 14:111-117.
- WILSON, R.H. & HANSON, J.B. 1969. The effect of respiratory inhibition on NADH, succinate and malate oxidation in corn mitochondria. Plant Physiol., 44:1335-1341.
- WISKICH, J.T. & DAY, D.A. 1979. Rotenone insensitive malate oxidation by isolated plant mitochondria. J. Exp. Bot. , 30:99-107.
- _____ & _____. 1982. Malate oxidation, rotenone resistance and alternative path activity in plant mitochondria. Plant. Physiol., 70:959-964.
- WONG, K.C. & SCHWABE, W.W. 1979. Effects of daylength and day/night temperature on the growth, flowering and tuber formation of winged bean | Psophocarpus tetragonolobus (L.) D.C. |. In: Proc. of the conference on legumes in the Tropics, Univ. Pertanian, Malaysia, Serlang.
- WOOD, I.M.W. 1968. The effect of temperature at early flowering on the growth and development of peanuts. Aust. J. Agric. Res., 19:241-251.
- WYNNE, J.C.; EMERY, D.A. & DOWNS, R.J. 1973. Photoperiodic responses of peanuts. Crop. Sci., 13:511-514.
- XAVIER, F.E. 1976. Análise de crescimento de quatro cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.), em duas épocas de plantio em Viçosa, Minas Gerais. Tese de Mestrado, UFV , 26p.

YASBEK, L.C.A.; LOTTO, V.M.; LADEIRA, A.M. & DIETRICH, S.M.C.
1984. Estudos sobre a germinação e floração de plantas me-
dicinais. Res. IV. Congr. SBSP, Taubaté (S.P.), pp. 48.

YEMM, E.W. & COCKING, E.C. 1955. The determination of amino
acid with ninhydrin. Analyst, 80:209-213.

_____ & _____ WILLIS, A.J. 1954. The estimation of
carbohydrate in plant extracts by anthrone. Biochem. J. ,
57:508-514.

ZAIDAN, L.B.P. & SCHWABE, W.W. 1984. Floração em Hyptis bre-
vipes Poit. Efeito do fotoperíodo e da temperatura. Res.
IV Congr. SBSP, Taubaté (S.P.), pp.50.

TABLE I - Analysis of the results of the experiment
on the effect of the treatment on the yield of the crop

APÊNDICE

TABELA 1 - Análises químicas do solo de canteiros. Departamento de Fisiologia Vegetal - UNICAMP - Setembro/83.

BRUNO S. P.

CaCl ₂	pH	Água (Resina)	P μg/cm ³	K	Ca	Mg	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	S	CTC	V %	Carbono %
5,0	5,4	10,0	0,61	3,1	1,0	-	1,8	4,7	6,5	72,4	2,4	

e.mg/100 ml. de T.F.S.A.

* FONTE : ICASA - Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo Ltda., Campinas, S.P.

Temp. Média °C.	M e s e s											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1983									18,2	20,7	22,4	22,4
1984	24,3	25,5	23,4	21,0	20,5	18,7	19,0	17,9	19,1	22,7	22,8	22,3
1985	22,4	23,8	23,1	21,8								

*FONTE : Secção de Climatologia do I.A.C., Campinas (S.P.)

FIGURA 1 - Duração máxima da insolação diária (horas) nos vários meses do ano no local de 22°54' L.S.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez
4,22	4,22	7,05	7,05								
8,22	8,22	9,22	9,22	8,22	8,22	8,22	8,22	8,22	8,22	8,22	8,22

(...)

