

EXP

12

Boletim de Pesquisa

JSN 1517-2228

 **Ministério
da Agricultura
e do Abastecimento**

Número, 8

Dezembro, 1999

EMERGÊNCIA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE CUPUAÇUZEIRO NA AUSÊNCIA DE LUZ

Embrapa

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Geral
Jorge Alberto Gazel Yared - Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha - Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio
Antonio Ronaldo Teixeira Jatene - Chefe Adjunto de Administração

ISSN 1517-2228

Boletim de Pesquisa Nº 8

Dezembro, 1999

**EMERGÊNCIA E MOBILIZAÇÃO DE
RESERVAS DE SEMENTES DE
CUPUAÇUZEIRO NA AUSÊNCIA DE LUZ**

Francisco José Câmara Figueirêdo
Olinto Gomes da Rocha Neto
Cláudio José Reis de Carvalho

Embrapa

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (91) 276-6653, 276-6333

Fax: (91) 276-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Joaquim Ivanir Gomes

Antonio de Brito Silva

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Antonio Pedro da S. Souza Filho

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Expedito Ubirajara Peixoto Galvão

Revisores Técnicos

José Edmar Urano de Carvalho – Embrapa Amazônia Oriental

Sérgio de Mello Alves – Embrapa Amazônia Oriental

Walterloo Napoleão de Lima – Universidade Federal do Pará

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Rosa Maria Melo Dutra

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Moacyr Bernardino Dias Filho (texto em Inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. da; CARVALHO, C.J.R. de.
Emergência e mobilização de reservas de sementes de cupuaçuzeiro na ausência de luz. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 37p.
(Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 8).

ISSN 1517-2228

1. Cupuaçu – Análise da semente. 2. Teste de emergência. 3. Teste de vigor. 4. Fisiologia da semente. 5. Iluminação. I. Rocha Neto, O.G. da, colab. II. Carvalho, C.J.R. de, colab. III. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). IV. Título. V. Série.

CDD: 634.65

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

EMERGÊNCIA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE CUPUAÇUZEIRO NA AUSÊNCIA DE LUZ

Francisco José Câmara Figueirêdo¹

Olinto Gomes da Rocha Neto¹

Cláudio José Reis de Carvalho²

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o de estudar alguns aspectos da emergência e da mobilização de reservas de sementes de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.), na ausência da luz, em sala de crescimento, sob condições de temperatura e umidade relativa de Belém, PA. A qualidade fisiológica das sementes, mensurada pela porcentagem de emergência e vigor, foi avaliada a cada cinco dias, a partir do 25º dia até o 100º dia após a semeadura. A mobilização de reservas foi estudada a partir do 15º dia e, para tanto, foram consideradas as partes estruturais das plântulas devidamente diferenciadas quando das amostragens realizadas em intervalos variáveis de tempo. Os resultados permitem inferir que as sementes dessa espécie podem germinar na ausência de luz, sem prejuízos nos resultados finais de porcentagem de emergência. A prorrogação dos testes de emergência na ausência de luz, além de 45 dias após a semeadura, concorre para a redução da porcentagem final de emergência e aumentos nas taxas de anormalidades de plântulas. O aproveitamento e a mobilização das reservas, como de carboidratos e de potássio, se processam de modo mais lento até 94 dias após a semeadura, em contraposição ao que ocorre com as de proteínas, aminoácidos, nitrogênio e fósforo. As raízes e o epicótilo são os principais sítios de reservas mobilizadas ou ressintetizadas, principalmente de amido, que teve baixa taxa de conversão em outros produtos metabolizados.

Termos para indexação: vigor, lipídios, ácidos graxos, carboidratos, amido, açúcares solúveis, proteínas, aminoácidos, nitrogênio, fósforo, potássio.

¹Eng.-Agr., Doutor, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA, e-mail: fjcf@cpatu.embrapa.br e olinto@cpatu.embrapa.br

²Eng.-Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, e-mail: carvalho@cpatu.embrapa.br

EMERGENCE AND RESERVE MOBILIZATION OF "CUPUAÇU" SEEDS IN THE ABSENCE OF LIGHT

ABSTRACT: The objective of this study was to study some aspects of the emergence and reserve mobilization of "cupuaçu" seeds (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex-Spreng.) Schum.) in the absence of light, in growth room, under temperature and relative humidity of Belém, PA. The physiological quality of the seeds was measured by the emergence and vigor evaluated every five days, starting from the 25th day and until the 100th day after of planting. Reserve mobilization was studied starting from the 15th day, and the structural parts of the seedling in variable intervals of time were considered. Seeds of *T. grandiflorum* can germinate satisfactorily in the absence of light, with no deleterious effect on the final emergence. The extension of the emergence tests in the absence of light, besides 45 days after planting, causes reduction on the final percentage of emergence and increases the rate of abnormal seedling. The use and mobilization of reserves such as carbohydrate and potassium, is slow up to 94 days after planting, which is contrary to the what happens to proteins, amino acids, nitrogen and phosphorus. Roots and epicotily are the main sites of mobilized or synthesized reserves, mainly of starch, that had low conversion rate in another metabolic products.

Index terms: vigor, lipids, fatty acids, carbohydrato, starch, soluble sugars, proteins, amino acids, nitrogen, phosphorus, potassium.

INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.) é nativo do Pará, e pertence à família *Sterculiaceae*. A cultura do cupuaçuzeiro passa pela fase de acúmulo de conhecimentos, científicos e tecnológicos, com vistas à sua domesticação.

A germinação, do ponto de vista morfológico, é a transformação do embrião em uma plântula e, quanto ao aspecto bioquímico, é a alteração das substâncias de reservas, através de processos oxidativos ou de sínteses, que resultam no crescimento e desenvolvimento de um novo indivíduo (Heydecker, 1980). Esses processos ocorrem tanto em sementes ortodoxas como recalcitrantes, muito embora nestas sejam contínuos até a formação de nova planta.

As sementes do cupuaçuzeiro, por apresentarem comportamento recalcitrante, perdem rapidamente a capacidade de germinar quando expostas a condições ambientais com baixas temperatura e umidade relativa do ar (Villachica et al. 1996). Por outro lado, as sementes de cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.), também recalcitrantes, conservaram o poder germinativo (97,5 %) até depois de um mês de armazenamento, na ausência de luz, quando mantidas em ambiente de 28 °C e semeadas sem o tegumento (Sánchez & Velázquez, 1989).

A germinação das sementes de cupuaçuzeiro se prolonga até o 25º dia e, sob condições normais, o percentual final gira em torno de 90 % (Villachica et al. 1996). Müller & Figueirêdo (1990), ao trabalharem com classes de tamanho de sementes dessa espécie, obtiveram porcentagens de emergência que variaram de 90 % a 98 %. Figueirêdo et al. (1998) obtiveram porcentagens de emergência superiores a 90 % nos tratamentos-controle, quando estudaram os efeitos de estresses térmicos sobre a qualidade fisiológica de sementes de cupuaçuzeiro.

A germinação das sementes pode ser regulada por fatores internos e externos e, entre esses, destaca-se a luz.

A resposta à luz fez com que as sementes fossem classificadas em fotoblásticas positivas e negativas (Bewley & Black, 1985; Attridge, 1990). As primeiras têm maior capacidade de germinar na presença da luz, enquanto as últimas na ausência dessa.

De acordo com Borges & Rena (1993), quanto a sensibilidade à luz, existem comportamentos variáveis por parte das sementes de muitas espécies, algumas só germinam após longos períodos de exposição à luz, outras com breves "flash", algumas necessitam de escuro, outras requerem longos ou curtos fotoperíodos diários, enquanto a maioria são indiferentes à presença ou ausência de luz. Labouriau (1983) também refere-se ao fato de que algumas espécies de sementes necessitam apenas de um "flash" de luz para que possam dar início ao processo de germinação, após o qual podem ser mantidas no escuro.

As plantas armazenam em seus tecidos quantidades de materiais de reservas, que se distribuem por todas as suas partes estruturais, como os carboidratos e os lipídios.

Nas sementes os lipídios são armazenados na forma de triglicerídios (óleos), ácidos graxos livres e fosfolipídios que, nas oleaginosas, representam de 30 % a 40 % de seu peso. Na degradação dos lipídios, os triglicerídios, insolúveis em água, são transformados em açúcares. A sacarose obtida é transportada para os tecidos de reservas da semente e embrião, porém a energia produzida e os esqueletos de carbono são utilizados no crescimento e na formação da planta (Borges & Rena, 1993)

Segundo Halmer (1985), Griffith et al. (1987a, 1987b), Beck & Zeigler (1989) e Farrant (1991), nas sementes, o amido, principal forma de armazenamento de carboidratos, ocorre nas formas de amilose e amilopectina que, ao serem hidrolisadas, são convertidas em oligossacarídeos utilizados no processo inicial de germinação.

As proteínas são substâncias complexas fundamentais à arquitetura das células e para a constituição dos tecidos, sendo importantes à reprodução, nutrição e adaptação ao meio ambiente. Galleschi & Capochhi (1986) afirmam que a mobilização de reservas de proteínas durante a germinação de sementes é importante fonte de nutrientes para o crescimento das plântulas. Na germinação das sementes ocorre o declínio do conteúdo de nitrogênio nos tecidos de reservas, com conseqüente aumento no embrião em desenvolvimento, sugerindo que durante a germinação as proteínas de reservas sejam hidrolisadas a aminoácidos e imediatamente translocadas para o embrião (Borges & Rena, 1993). Os aminoácidos acumulados no embrião são utilizados para a produção de novos aminoácidos e proteínas e fornecem energia e esqueletos carbonados por meio da via respiratória (Beevers, 1976; Bewley & Black, 1985).

O nitrogênio nas sementes normalmente está presente nas proteínas, nos aminoácidos livres e nas amidas, ou ainda na forma de alcalóides, como na piperina de *Piper nigrum*, cafeína em *Coffea* sp., teobromina em *Theobroma cacao* (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975).

O fósforo é encontrado, principalmente, na forma orgânica, como compostos dos ácidos nucléicos, fosfolípidios, fosfoglicídios e fitina (Popinigis, 1977). Os fosfatos são essenciais no processo germinativo e são importantes na síntese das proteínas, no controle da permeabilidade das membranas e têm papel destacado nos sistemas de produção de energia celular.

O potássio é essencial para que as plantas se desenvolvam e completem o ciclo biológico, pois participa direta ou indiretamente de vários processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração (Malavolta & Crocomo, 1982). Para esses autores, esse íon é ativador de elevado número de enzimas encontradas nas células vegetais e está intimamente relacionado com os processos de assimilação de gás carbônico e de

nitrogênio, o que favorece a formação de compostos nitrogenados de altos pesos moleculares, como as proteínas, além de participar da síntese, translocação e armazenamento de açúcares.

Com base na premissa de que as funções fisiológicas e bioquímicas de sementes de cupuaçuzeiro sejam afetadas pelas condições do ambiente, o objetivo deste trabalho foi o de estudar a emergência e a mobilização de reservas na ausência de luz, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os efeitos da ausência de luz sobre o comportamento fisiológico foram avaliados pelos testes de emergência e vigor e mobilização de reservas, através de determinações de teores de gorduras, carboidratos, proteínas, aminoácidos, nitrogênio, fósforo e potássio. As sementes de cupuaçuzeiro foram de frutos procedentes do município de Tomé-Açu, PA, e adquiridos na feira livre do Ver-o-Peso, em Belém, PA.

As sementes foram despulpadas manualmente e, em seguida, submetidas à determinação do grau de umidade, com base no que prescrevem as regras para análise de sementes (Brasil, 1992).

Os tratamentos colocados em competição foram representados pelos testes de emergência e o vigor, com tempo de duração de 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 e 100 dias após a semeadura. Aos 25 dias após a semeadura, foi realizada a contagem inicial ou controle de cada tratamento.

O substrato, constituído de areia lavada e serra-gem curtida, respeitando a relação volumétrica de 1:1, foi esterilizado a 105 ± 3 °C e as sementes tratadas com a mistura de benlate mais talco inerte (1:3). As bandejas utilizadas para a semeadura foram mantidas, em sala de crescimento

sem o controle de temperatura e umidade relativa do ar, sob estrutura de madeira protegidas por lona de plástico de cor preta.

Os resultados de emergência e vigor, avaliados pelo peso seco e o comprimento médio, foram expressos pela média de quatro repetições de 50 sementes, com base no número de plântula normal observado ao final dos testes.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento completamente casualizado, com duas repetições. Quando da análise estatística, os valores em porcentagens foram previamente transformados em valores do arco seno, onde $y = \arcsen \sqrt{\%/100}$. A comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na segunda fase, sob as mesmas condições do teste de emergência, foram semeadas cinco mil sementes, em substrato de serragem curtida, esterilizada em cozimento até aproximadamente 180 minutos após o início da fervura. Este estudo teve a finalidade de conhecer os sítios de reservas, bioquímicas e minerais, durante a emergência de sementes e no decorrer do desenvolvimento de plântulas de cupuaçuzeiro na ausência de luz.

As tomadas de amostras foram realizadas a partir da diferenciação sucessiva de partes estruturais, em pelo menos 100 plântulas, após a amostragem anterior. Os tratamentos considerados durante o período experimental, com o máximo previsto para 100 dias, foram os seguintes:

- 0 dia, testemunha representada pela amostragem de 100 sementes antes da semeadura;
- 15 dias após a semeadura, plântulas apenas com a protusão da raiz;
- 18 dias, plântulas com raiz e epicótilo em forma de cabo de guarda-chuva;

- 22 dias, plântulas com raiz e epicótilo em posição ereta;
- 27 dias, plântulas com raiz e epicótilo, antes da expansão do primeiro par de folhas;
- 32 dias, plântulas com raiz e epicótilo, após a expansão do primeiro par de folhas;
- 37 dias, plântulas com raiz e com o desenvolvimento do epicótilo após a inserção do primeiro par de folhas;
- 42 dias, plântulas com raiz e epicótilo, antes da expansão do segundo par de folhas;
- 49 dias, plântulas com raiz e epicótilo, após a expansão do segundo par de folhas;
- 66 dias, plântulas com raiz e desenvolvimento do epicótilo após o segundo par de folhas;
- 71 dias, plântulas com raiz e epicótilo, antes da expansão do terceiro par de folhas;
- 86 dias, plântulas com raiz e epicótilo, após a expansão do terceiro par de folhas; e
- 94 dias, plântulas com raiz, epicótilo e terceiro par de folhas, no estágio de aparente esgotamento de reservas.

A partir desse período, não foi possível amostrar o mínimo de 100 plântulas consideradas normais para constituir outro tratamento.

A matéria seca (MS), para as determinações bioquímicas e minerais, foi preparada com base nas recomendações de Lara et al. (1976) e de Williams (1984). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de estatística descritiva, com informações sobre o desvio padrão da média e coeficiente de variação.

As determinações de teores de lipídios solúveis totais foram realizadas de acordo com o proposto por Lara et al. (1976) e Williams (1984) e, para as de ácidos graxos livres, levaram-se em consideração os procedimentos adotados por Baker (1964), Pearson (1970) e Williams (1984).

Quanto aos carboidratos, as dosagens de amido e açúcares solúveis totais foram realizadas pelo método de Yemm & Willis (1954) e a de açúcares solúveis redutores foi feita pelo método de Somogyi-Nelson (Nelson, 1944).

As frações de proteínas solúveis (sementes e cotilédones após o início da emergência) foram dosadas de acordo com o que propõe o método de Goa (1953) e as de proteínas solúveis totais (raiz, epicótilo e folhas) foram baseadas na determinação de nitrogênio (fator = 6,25) pelo método de Kjeldahl (Lara et al. 1976).

As dosagens de aminoácidos solúveis totais foram realizadas com base no protocolo adaptado do método proposto por Yemm & Cocking (1955).

As dosagens de nitrogênio foram realizadas com base no protocolo adaptado do método de Solorzano (1969), as frações de fósforo foram feitas com base no método proposto por Chen et al. (1956) e os teores de potássio foram determinadas a partir das recomendações de Salinas & Garcia (1985).

Os valores das determinações bioquímicas e minerais foram estabelecidos pela média de duas leituras. Os resultados médios obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, para o estabelecimento do coeficiente de variação e desvio padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística acusou diferença altamente significativa entre os tratamentos para a porcentagem de emergência, peso seco e comprimentos total, da raiz e do epicótilo de plântulas normais. Os coeficientes de variação foram sempre inferiores a 4 %.

As sementes utilizadas neste estudo apresentavam, antes da sementeira, o grau médio de umidade de $46,1 \pm 0,8\%$ ($n = 4$).

Na Fig. 1 encontram-se discriminados os resultados médios de emergência, contagens inicial (controle) e final, que corresponde ao tempo máximo de duração dos testes estabelecidos para a identificação dos tratamentos.

Na contagem inicial, realizada aos 25 dias após a sementeira, a média de emergência de todos os tratamentos em competição foi de 98 %. A taxa média de emergência variou de 100 %, na contagem controle do tratamento de 75 dias após a sementeira, a 68 % na última do de 100 dias.

Os resultados de emergência de sementes de cupuaçuzeiro, quando semeadas na ausência de luz, não foram afetados, de modo significativo, até 45 dias após a sementeira. Estes resultados são equivalentes aos obtidos por Figueirêdo et al. (1998), nos tratamentos controles (97 % e 98 %) e compatíveis com os observados por Venturieri et al. (1993), quando comparou, experimentalmente, o efeito de luz na germinação de sementes de cupuaçuzeiro ($> 90\%$).

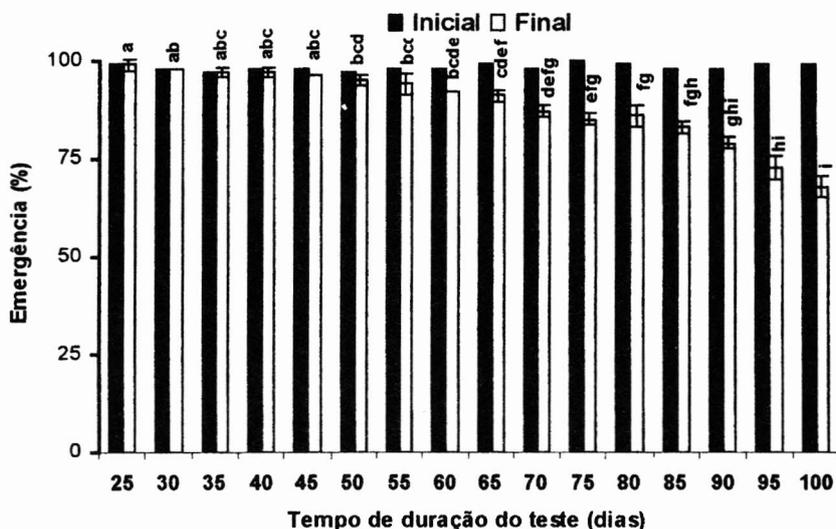


FIG. 1. Porcentagem média de emergência ($n=2$), inicial e final de sementes de cupuaçuzeiro semeadas na ausência de luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, e a representação gráfica do desvio padrão da média (I). Nas colunas, letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as contagens finais (Tukey, 5 %).

Os resultados obtidos permitem afirmar que as sementes de cupuaçuzeiro independem, para simples testes de avaliação da emergência, das condições de luz. Logo, podem ser consideradas como fotoblásticas neutras, segundo a classificação mencionada por Popinigis (1977). Por outro lado, a porcentagem de sobrevivência das plântulas diminuiu com o aumento do tempo de duração do teste de emergência, provavelmente devido ao gradativo esgotamento das reservas.

Os resultados de vigor, avaliados pelo peso seco e comprimentos médios de plântulas, raízes principais e epicótilos, estão representados nas Figs. 2, 3, 4 e 5.

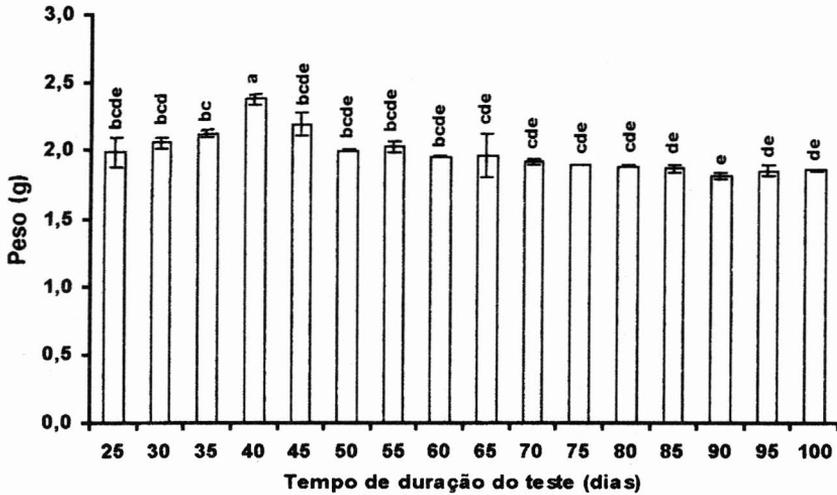


FIG. 2. Peso seco médio de plântulas de cupuacuzeiro, oriundas de sementes semeadas na ausência de luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, e a representação gráfica do desvio padrão da média (I). Nas colunas, letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tukey, 5 %).

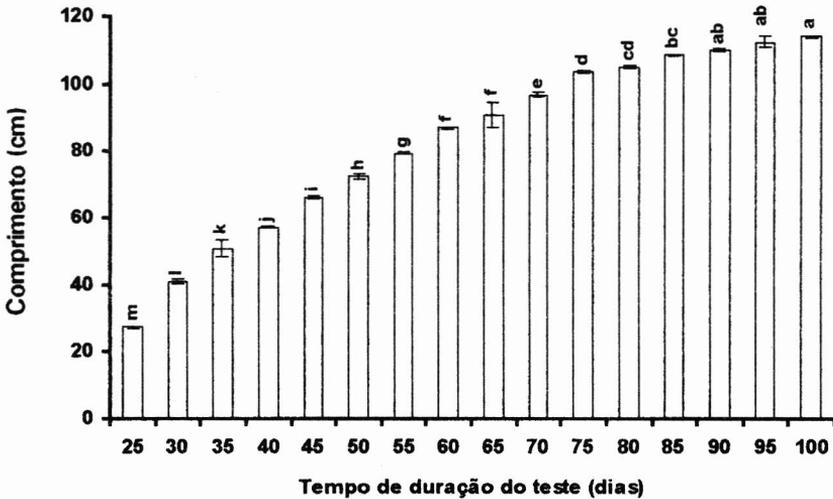


FIG. 3. Comprimento médio de plântulas de cupuacuzeiro, oriundas de sementes semeadas na ausência de luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, e a representação gráfica do desvio padrão da média (I). Nas colunas, letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tukey, 5 %).

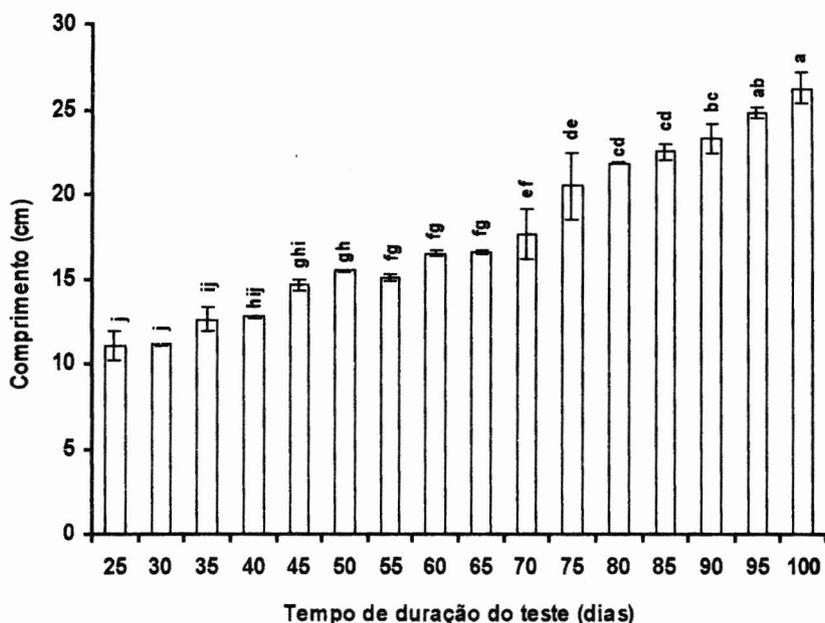


FIG. 4. Comprimento médio de raiz principal de plântulas de cupuaçuzeiro, oriundas de sementes semeadas na ausência de luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, e a representação gráfica do desvio padrão da média (I). Nas colunas, letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tukey, 5 %).

O peso seco médio de plântula normal de cupuaçuzeiro originada de sementes semeadas na ausência de luz foi de 1,99 g, com todos os valores obtidos situados entre os extremos de 2,37 g (40 dias) e 1,85 g (95 e 100 dias após a semeadura), Fig. 2.

Na confrontação dos pesos médios alcançados, observou-se que os tratamentos 40 e 45 dias após a semeadura não diferiram entre si, mas somente o primeiro superou os demais, enquanto o último foi estatisticamente igual aos correspondentes 35, 30, 55, 50, 25, 65 e 60 dias. O pior desempenho foi registrado para o de 90 dias, que só foi significativamente inferior aos tratamentos de 40, 45, 35 e 30 dias após a semeadura.

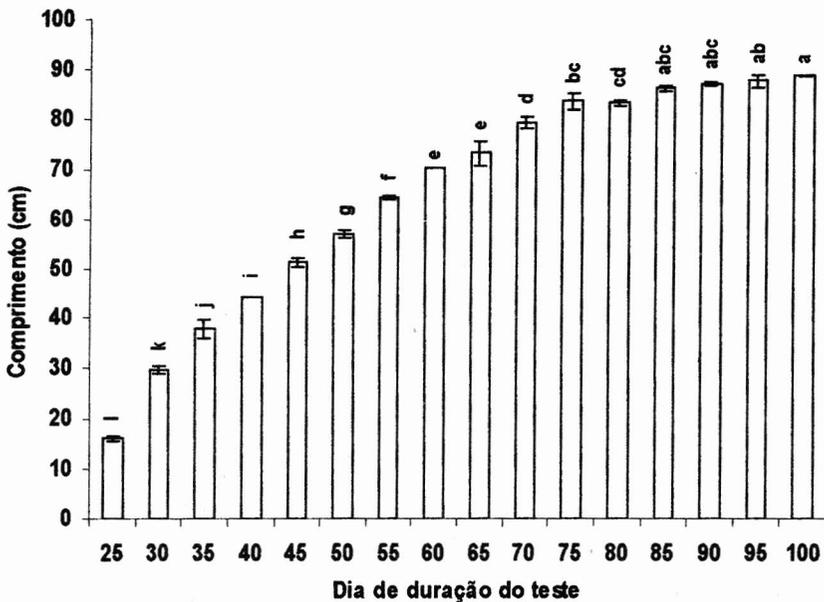


FIG. 5. Comprimento médio de epicótilo de plântulas de cupuçuzeiro, oriundas de sementes semeadas na ausência de luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, e a representação gráfica do desvio padrão da média (I). Nas colunas, letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tukey, 5 %).

As plântulas, a partir das avaliações realizadas aos 25 dias e até 40 dias após a semeadura, converteram progressivamente, em termos de peso, as reservas disponíveis para o desenvolvimento (Fig. 2). A redução de peso verificada a partir dos 45 dias e daí até à última época de amostragem (100 dias) decorreu, provavelmente, da diminuição ou do esgotamento das reservas cotiledonárias.

Comparando-se esses resultados com os obtidos por Figueirêdo et al. (1998), observou-se que somente aos 40 dias após a semeadura, foi que as plântulas, crescidas na ausência de luz, tiveram o peso equivalente ao das que se desenvolveram na presença de luz aos 30 dias após a seme-

adura. Esses resultados indicam que as sementes de cupuaçuzeiro, nas fases iniciais de crescimento, convertem melhor as suas reservas na presença da luz. Thomas & Costa (1993), quando estudaram o crescimento de plântulas de soja, observaram que as maiores médias de peso seco foram registradas para as plântulas em que os cotilédones estavam expostos à luz.

As Figs. 3, 4 e 5 ilustram que à medida que foi prolongado o teste de emergência, os comprimentos médios de plântula, raiz principal e epicótilo aumentaram progressivamente, até a última amostragem. Os aumentos foram mais pronunciados nos epicótilos.

As plântulas normais tiveram comprimentos médios que variaram de 27,5 cm a 113,9 cm, o que permite inferir que a média experimental foi de 82,5 cm. Ao serem comparadas as médias de comprimento de plântula, observou-se que os tratamentos de 100, 95 e 90 dias após a semeadura foram estatisticamente iguais, mas somente o primeiro foi significativamente superior aos outros tratamentos, enquanto os outros dois não diferiram do de 85 dias que, por sua vez, não foi diferente do de 80 dias. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos 80 e 75 dias da semeadura, mas, a partir deste, em ordem decrescente de tempo de duração do teste de emergência, todos foram diferentes entre si.

Embora tenham sido observados diferentes estratos de significância, pode-se verificar que, para comprimentos de raiz principal (Fig. 4) e epicótilo (Fig. 5) houve a mesma tendência registrada para comprimento de plântula, com os maiores valores sendo obtidos pelos tratamentos em que foram prorrogadas a duração dos testes de emergência.

O comprimento médio total de plântulas crescidas no escuro (Fig. 3) aumentou progressivamente a partir da primeira (25 dias após a semeadura) até a última avaliação (100 dias). A maior variação da taxa de crescimento, entre

uma avaliação e a seguinte, foi registrada entre 25 e 30 dias, cerca de 49,5 %. A das duas últimas (95 e 100 dias) foi de apenas 1,4 %, o que caracteriza que houve, embora inversamente ao que ocorreu com os valores absolutos referentes ao crescimento, a redução da taxa de variação entre essas medidas, evidenciando a evolução do esgotamento das reservas armazenadas nos cotilédones.

Ao compararem-se os resultados de desenvolvimento da plântula obtidos neste estudo (Fig. 3), com os alcançados por Figueirêdo et al. (1998), verificou-se que os comprimentos médios foram equivalentes entre os tratamentos 30 dias e o controle (T1) daquele estudo, também aos 30 dias após a semeadura. As plântulas com essas idades apresentavam comprimentos médios de 40,90 cm e 40,76 cm, respectivamente. As plântulas do tratamento de 25 dias alcançaram o comprimento médio de 27,35 cm, que foi cerca de 26,7 % maior do que os obtidos por Garcia (1994), quando avaliou o desenvolvimento de plântulas de cupuaçuzeiro resultantes de sementes semeadas em ambiente de câmara de germinação, a 30 °C, sem fornecimento de luz. Essa diferença pode ter sido decorrente de variação de vigor entre os lotes de sementes, ou devido às características de qualidade fisiológica, decorrente do período de tempo entre a coleta de frutos e a instalação dos experimentos. Neste estudo foi de aproximadamente 24 horas, enquanto que no ensaio de Garcia (1994) foi de quatro dias.

Quanto ao comprimento da raiz principal (Fig. 4), a equivalência com o tratamento controle (T1) do ensaio conduzido por Figueirêdo et al. (1998) só foi observada aos 65 dias, o que induz afirmar que a ausência de luz, na fase de desenvolvimento da plântula, tornou mais lento o crescimento da raiz.

Os resultados expressos na Fig. 5 permitem inferir que, em termos médios, o comprimento do epicótilo correspondeu a 78,8 % do comprimento da plântula e cerca de 73,0 % maior que o comprimento da raiz. A desproporciona-

lidade de crescimento entre essas partes da plântula evidenciaram que o maior desenvolvimento do epicótilo decorreu da ausência de luz, o que pode caracterizar a necessidade desta quando da condução da emergência para a produção de mudas. No estudo conduzido no escuro por Garcia (1994), a 30 °C, essas relações foram de 63,9 % e 56,5 %, respectivamente. Nos tratamentos controles, considerados por Figueirêdo et al. (1998), foram de 60,5 % e 65,0 %, o que evidencia que houve mais equilíbrio no crescimento quando a emergência ocorreu em ambiente com luz.

Comparando-se os resultados de peso seco e de comprimento de plântula (Figs. 2 e 3), observou-se, a partir da prorrogação do teste de emergência para 45 dias, que a conversão de energia foi melhor aproveitada pelo crescimento e não pelo ganho de peso, fato este que talvez possa ser explicado pela necessidade de busca da luz, como forma de garantir o desenvolvimento normal e a sobrevivência da planta.

No estudo de mobilização de reservas, os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva. Os coeficientes de variação oscilaram de 11,6 % (potássio em folhas) a 129,7 % (amido em sementes e cotilédones). Estes resultados demonstram que as reservas foram mobilizadas de modo diferenciado a partir dos tratamentos considerados.

Na Tabela 1 estão discriminados os dados, em porcentagens, de lipídios solúveis totais e ácidos graxos livres.

Os resultados de lipídios evidenciaram a tendência esperada de gradativa utilização das gorduras presentes nos tecidos de reservas (cotilédones), à medida que aumentou o número de dias após a sementeira, todavia a redução entre o tratamento de maior porcentagem (22 dias) variou em até 94,7 % quando comparado com o menor 94 dias. Os percentuais de ácidos graxos aumentaram a partir do tratamento testemunha (0 dia) até 66 dias após a sementeira, para, em seguida, decrescerem até 94 dias.

TABELA 1. Porcentagens de lipídios solúveis totais e ácidos graxos livres de amostras de sementes (0 dia) e de cotilédones (demais amostras) de cupuaçuzeiro, no estágio inicial de desenvolvimento, mantidos em ambiente sem luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

Trat.	Dias após a semeadura												
	0	15	18	22	27	32	37	42	49	66	71	86	94
LT%	55,4	60,0	59,5	60,4	55,6	49,5	43,9	41,8	38,3	17,8	11,0	5,4	3,2
AGx%	0,65	1,13	1,26	1,28	1,59	2,11	2,98	4,53	4,59	4,77	1,91	0,63	0,10

Trat. = tratamento; LT = lipídios totais; AGx = ácidos graxos livres.

Ao compararem-se os resultados obtidos neste experimento com os alcançados por Figueirêdo (1998), pode-se verificar que as amostras de sementes apresentavam, praticamente, os mesmos teores de lipídios solúveis totais nos tratamentos controles e testemunhas dos respectivos estudos, que equivaleram aos informados por Venturieri et al. (1993). Quando as amostragens foram realizadas em intervalos menores de tempo, observou-se, até a amostragem do 49º dia, alternâncias de superioridade nas porcentagens de lipídios. No caso de ácidos graxos livres, os aumentos progressivos foram observados até aos 66 dias após a semeadura, para decrescer acentuadamente até a última avaliação (94 dias).

Com base nos resultados da Tabela 1, pode-se inferir que na ausência de luz, a oxidação das gorduras se processa de forma mais lenta, haja vista que aos 30 dias após a semeadura, a porcentagem de lipídios armazenados nos cotilédones foi maior que o valor observado no mesmo período por Figueirêdo (1998), mas com suprimento de luz. Esse fato não pode ser comprovado quando se faz a comparação entre os teores de ácidos graxos livres, obtidos nessas amostragens, que foi 13 % inferior ao valor médio obtido no experimento conduzido por aquele autor. Assim, pode-se inferir que esses ácidos foram oxidados mais rapidamente, provavelmente, para suprir a ausência de luz e garantir o desenvolvimento da plântula.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das determinações de amido, açúcares solúveis totais e açúcares solúveis redutores de amostras de sementes e de cotilédones (a partir da início da emergência), raízes, epicótilos e folhas de cupuaçuzeiro, no estágio de desenvolvimento inicial, mantidas em ambiente de sala de crescimento na ausência de luz.

TABELA 2. Teores (g.kg^{-1} MS) de amido, açúcares solúveis totais e açúcares solúveis redutores de amostras de sementes (testemunha) e de cotilédones (15 a 94 dias a emergência) de cupuaçuzeiro, no estágio inicial de desenvolvimento, mantidos em ambiente sem luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

Trat.- (dias)	Amido				A. Solúveis totais				A. Solúveis redutores			
	S / C	RZ	EP	FL	S / C	RZ	EP	FL	S / C	RZ	EP	FL
0	128,1	-	-	-	80,9	-	-	-	2,3	-	-	-
15	55,9	11,2	-	-	96,2	93,6	-	-	1,1	48,7	-	-
18	22,9	12,0	4,5	-	46,9	57,8	79,9	-	9,2	44,2	48,5	-
22	18,6	14,4	11,5	2,9	49,7	52,0	187,2	0,3	17,8	41,5	150,8	4,5
27	15,3	17,6	7,9	3,1	51,9	48,4	171,9	1,0	26,3	25,3	135,8	5,4
32	14,6	22,4	10,4	3,4	64,2	46,7	132,4	4,5	43,7	28,8	109,0	10,0
37	13,3	31,7	18,2	4,9	43,9	44,8	120,3	7,6	96,9	32,8	108,7	14,1
42	12,8	49,3	23,9	4,9	48,4	42,9	112,5	29,6	128,7	56,8	99,4	43,0
49	11,7	62,2	40,2	7,7	58,7	38,0	100,6	17,7	148,4	41,5	84,5	27,3
66	11,1	113,1	98,0	4,3	64,5	35,4	52,1	9,4	182,7	28,3	32,5	16,4
71	10,9	127,5	106,4	4,1	66,8	34,3	46,3	4,3	190,1	27,0	28,5	9,6
86	10,8	136,0	142,4	3,5	35,9	28,8	33,8	9,0	94,1	12,5	14,3	15,9
94	10,2	139,1	176,3	3,2	37,5	29,7	36,4	10,5	50,4	10,7	12,8	17,8

Trat. = tratamento; A = açúcares; SC = sementes ou cotilédones (a partir da emergência); RZ = raízes; EP = epicótilos; FL = folhas.

Segundo os dados da Tabela 2, na amostragem testemunha (0 dia - sementes), predominam, entre os carboidratos, as frações de amido (60,6 %), vindo em seguida os açúcares solúveis totais (38,3 %) e açúcares solúveis redutores (1,1 %). Nas amostras de cotilédones (a partir da emergência inicial, 15 dias após a semeadura), as quantidades desses carboidratos variaram com a época de amostragem, mas pode-se deduzir que os teores de amido diminuíram com o desenvolvimento da planta; as concentrações de açúcares solúveis totais não apresentaram esse comportamento, pois aumentavam ou diminuíam nas amostragens subsequentes, muito embora nas duas últimas amostragens (86 e 94 dias após a semeadura) e possa ter havido indícios de reduções; e as de açúcares solúveis redutores aumentaram progressivamente até 71 dias, para declinarem acentuadamente nas amostragens seguintes (86 e 94 dias).

Ainda com base nos resultados apresentados na Tabela 2, pode-se inferir que nas raízes predominaram as frações de amido, cuja média foi de $64,1 \text{ g.kg}^{-1}$, seguiram-se as de açúcares solúveis totais ($44,7 \text{ g.kg}^{-1}$) e açúcares solúveis redutores ($33,7 \text{ g.kg}^{-1}$). Nos epicótilos, as maiores médias obtidas foram de $94,1 \text{ g.kg}^{-1}$ de açúcares solúveis totais, $73,4 \text{ g.kg}^{-1}$ de açúcares solúveis redutores e $58,8 \text{ g.kg}^{-1}$ de amido. Enquanto isso, nas folhas sobressaíram-se as de açúcares solúveis redutores ($16,7 \text{ g.kg}^{-1}$), seguidas das de açúcares solúveis totais ($9,6 \text{ g.kg}^{-1}$) e de amido ($4,6 \text{ g.kg}^{-1}$).

Observou-se nos primeiros 15 dias após a semeadura, que as reações hidrolíticas provocaram a redução das reservas de amido em mais de 50 %, o que deve ter contribuído para o aumento do conteúdo de açúcares solúveis totais em 19 %, embora tenha sido registrada, também, a conversão em mais de 50 % do total inicial de açúcares solúveis redutores. Na fase inicial da emergência, Giorgini & Campos (1992) também observaram aumento no conteúdo de açúcares solúveis no eixo embrionário de sementes de cafeeiro.

Na amostragem dos 22 dias após a semeadura, as quantidades de amido, ainda disponíveis nos cotilédones, foram equivalentes às obtidas, ao final do teste de emergência, por Figueirêdo (1998), quando realizou estudo semelhante na presença da luz, porém, foram cerca de 80 % maiores que as verificadas na última avaliação (94 dias). Quanto às reservas de açúcares solúveis totais, as quantidades obtidas aos 22 dias foram 70 % menor que as observadas por aquele autor aos 30 dias após a semeadura. Com relação aos açúcares solúveis redutores, a ausência de luz deve ter contribuído para acúmulos crescentes desse carboidrato até na avaliação aos 71 dias, que a partir da amostragem do 32º dia foram sempre maiores que os registrados aos 30 dias da semeadura no estudo de Figueirêdo (1998).

Nas plântulas de cupuaçuzeiro desenvolvidas na ausência de luz, o acúmulo de amido nas raízes e epicótilos cresceu continuamente até a avaliação dos 94 dias após a semeadura. No tratamento correspondente a 32 dias, os valores registrados foram cerca de 40 % menor que o obtido por Figueirêdo et al. (1998) ao final do teste de emergência (30 dias). Esses resultados foram concordantes com os obtidos por Boyce & Volenec (1992), até 35 dias depois da desfolhação de plantas de alfafa. Por outro lado, são totalmente discordantes dos obtidos por Giorgini & Campos (1992), que observaram o aumento do teor de amido no eixo hipocótilo-radicular somente até o 20º dia após a semeadura e manteve-se estável até o 40º dia. Nas folhas, o pico de amido foi alcançado na amostragem realizada aos 54 dias.

A dinâmica de mobilização dos açúcares solúveis totais nas raízes foi totalmente diferente da que ocorreu com o amido e as reduções foram constantes, em contraposição ao observado por Figueirêdo (1998). Nos epicótilos observou-se que houve aumento bastante expressivo entre as avaliações aos 18 e 22 dias, e, a partir de então, esses açúcares passaram a ser aproveitados com maior intensidade para a produção de energia, com vistas a garantir o desenvolvimen-

to da plântula. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Giorgini & Campos (1992) com plântulas de cafeeiro e, também com os de Boyce & Volenec (1992), quando trabalharam com plantas de alfafa desfolhadas.

Nas raízes, os açúcares solúveis redutores alteram aumentos e reduções até a avaliação aos 42 dias, para decrescer gradativamente à medida que o experimento alcançar a última amostragem (94 dias). Nos epicótilos, o máximo de acúmulo desse carboidrato foi observado na amostragem aos 22 dias para decrescer até a última avaliação. Nas folhas, os aumentos foram registrados até a amostragem aos 42 dias, para seguir-se de reduções gradativas e tornar a aumentar nas avaliações aos 86 e 94 dias depois da semeadura.

Os resultados das determinações de frações de proteínas (albuminas, globulinas e glutelinas) em amostras de sementes e cotilédones, e de proteínas totais, também de sementes e cotilédones, bem como de raízes, epicótilos e folhas de cupuaçuzeiro no estágio inicial de desenvolvimento, mantidos em ambiente de sala de crescimento na ausência de luz, são apresentados na Tabela 3.

Observou-se que na testemunha (0 dia), a fração de glutelina nas sementes representou 58,4 % do total, albumina 25,2 % e globulinas 16,4 %. Por outro lado, a somatória dessas frações de proteínas representou apenas 82,8 % do total de proteínas totais. É possível inferir que, em termos médios, a fração de glutelina alcançou a $48,4 \text{ g.kg}^{-1}$, a de albumina $20,9 \text{ g.kg}^{-1}$ e globulina $13,6 \text{ g.kg}^{-1}$.

Por outro lado, observou-se que as quantidades dessas frações foram sendo reduzidas gradativamente nas reservas cotiledonárias, à medida que aumentou o número de dias após a semeadura. Este fato também pode ser constatado nas determinações de proteínas solúveis totais.

TABELA 3. Teores (g.kg^{-1} MS) de frações de proteínas e de proteínas solúveis totais de amostras de sementes (0 dia) e de cotilédones (15 a 94 dias após a emergência) de cupuaçuzeiro, no estágio inicial de desenvolvimento, mantidos em ambiente sem luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

Trat. (dias)	Frações de proteínas			Proteínas totais			
	ALB-S / C	GLO-SC	GLU-SC	S / C	RZ	EP	FL
0	53,7	34,8	124,2	256,8	-	-	-
15	46,5	26,5	92,8	195,3	14,7	-	-
18	32,2	23,5	66,0	168,9	15,8	16,9	-
22	28,8	19,4	59,1	160,1	17,4	17,5	6,4
27	24,3	18,2	44,0	142,5	18,4	21,9	7,3
32	19,1	17,1	35,4	132,3	18,2	24,1	8,0
37	15,3	16,8	25,3	108,1	18,8	24,6	8,6
42	12,7	15,0	18,2	90,5	15,3	23,2	8,9
49	10,8	14,7	12,4	78,8	14,1	21,2	7,6
66	5,8	10,0	5,6	28,2	7,6	12,4	4,9
71	4,5	9,8	4,6	19,4	6,7	9,9	4,3
86	3,3	6,8	3,6	15,0	6,1	7,1	3,2
94	1,3	4,8	2,9	12,8	5,2	5,9	2,1

Trat. = tratamento; ALB = albumina; GLO = globulina; GLU = glutelinas; S / C = sementes ou cotilédones; RZ = raízes; EP = epicótilos; FL = folhas.

As quantidades de proteínas solúveis totais, em raízes, epicótilos e folhas, aumentaram até a amostragem aos 37 dias e, a partir desta, foram decrescendo progressivamente. Os resultados obtidos permitiram deduzir que, em média, as maiores concentrações de proteínas totais, em todas as épocas de amostragens, ocorreram nos epicótilos ($16,9 \text{ g.kg}^{-1}$), seguindo-se as das raízes ($13,1 \text{ g.kg}^{-1}$) e folhas ($6,1 \text{ g.kg}^{-1}$). Esses resultantes estão de acordo com os observados por Figueirêdo (1998). Neste e naquele experimento, o comportamento das frações de proteínas nos cotilédones foi caracterizado pela redução das reservas à medida que as plântulas foram ficando mais velhas, e a degradação de todas as frações de proteínas ocorreu de forma mais lenta, para períodos de 30 dias após a semeadura.

Nos cotilédones, as concentrações de proteínas solúveis decresceram com o progresso do desenvolvimento da plântula, fato também observado por Figueirêdo (1998) com sementes de cupuaçuzeiro e por Elamrani et al. (1994) com as de feijoeiro.

Nas diferentes partes das plântulas (raiz, epicótilo e folha), com base nos resultados constantes da Tabela 3, pode-se inferir que, em termos médios, as maiores concentrações de proteínas solúveis totais se deu nos epicótilos, resultados concordantes com os alcançados por Figueirêdo (1998) na presença da luz e até 30 dias após a semeadura. Observou-se que, ao contrário do que ocorreu naquele estudo, as concentrações de proteínas tenderam a aumentar até determinada época de avaliação, para decrescerem progressivamente até o final do experimento. De Kok & Graham (1989) observaram que as reservas de proteínas diminuíram nas folhas de *Arabidopsis thaliana* após exposição a diferentes períodos de escuro.

Os resultados das determinações de aminoácidos solúveis totais, obtidos de amostras de sementes e cotilédones, bem como de raízes, epicótilos e folhas de cupuaçuzeiro no estágio inicial de desenvolvimento, mantidas em ambiente de sala de crescimento na ausência de luz, estão discriminados na Tabela 4.

A partir da matéria seca de sementes (0 dia), e até a dos 37 dias após a semeadura, as quantidades de aminoácidos presentes nas amostras aumentaram gradativamente, para decrescerem, de modo semelhante, até o tratamento correspondente a 94 dias. Fato idêntico ocorreu com as amostras de epicótilos e folhas, que apresentaram as maiores quantidades de aminoácidos na amostragem aos 49 e 66 dias, respectivamente. Os maiores acúmulos em amostras de raízes ocorreu na amostra tomada aos 15 dias, e, a partir de então, apresentaram o mesmo comportamento de cotilédones, epicótilos e folhas.

TABELA 4. Teores (g.kg^{-1} MS) de aminoácidos solúveis totais de amostras de sementes (0 dia) e de cotilédones (15 a 94 dias após a emergência) de cupuaçuzeiro, no estágio inicial de desenvolvimento, mantidos em ambiente sem luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

Trat. (dias)	S / C	RZ	EP	FL
0	9,9	-	-	-
15	27,8	26,3	-	-
18	27,9	25,0	13,0	-
22	28,1	24,3	15,2	8,8
27	28,3	23,8	17,6	9,8
32	28,9	23,4	18,8	11,1
37	30,2	22,6	21,9	12,0
42	29,4	22,9	24,4	12,8
49	25,1	21,8	26,1	14,3
66	18,2	19,9	19,8	15,4
71	18,7	19,1	18,1	15,2
86	11,4	18,4	16,0	12,1
94	10,1	16,8	12,5	10,8

Trat. = tratamento; S / C = sementes ou cotilédones; RZ = raízes; EP = epicótilos; FL = folhas.

Desse modo, pode-se inferir que devido à mobilização de reservas, as maiores concentrações de aminoácidos ocorreram nas raízes ($21,8 \text{ g.kg}^{-1}$), seguiram-se as de epicótilos ($19,3 \text{ g.kg}^{-1}$) e de folhas ($12,9 \text{ g.kg}^{-1}$). No entanto, foram exceções os resultados registrados nas amostragens aos 42 e 49 dias, quando os maiores acúmulos ocorreram nos epicótilos.

As reservas de aminoácidos livres nas sementes (testemunha) utilizadas neste estudo foram equivalentes às observadas por Figueirêdo (1998), assim como foram equivalentes às quantidades obtidas nas avaliações aos 30 dias após a semeadura.

Nas raízes, a tendência foi de redução gradativa do teor de aminoácidos à medida que as plântulas ficaram mais velhas, mas houve certo equilíbrio entre as quantidades obtidas neste e no experimento conduzido na presença de luz por Figueirêdo (1998) aos 30 dias após a semeadura. Ao final deste ensaio, a concentração desses aminoácidos foi de 175 % maior que a observada na amostragem aos 15 dias da semeadura.

Nos epicótilos e folhas, as concentrações de aminoácidos aumentaram progressivamente até às avaliações realizadas aos 49 e 66 dias após a semeadura, respectivamente. De Kok & Graham (1989), também verificaram que as concentrações de aminoácidos aumentaram nas folhas de *Arabidopsis thaliana* até 72 horas de exposição ao escuro.

De modo geral, à medida que se elevaram as concentrações de aminoácidos diminuíram as de proteínas, Tabelas 4 e 3, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Afria & Mukherjee (1981) em folhas de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), cujas plantas foram submetidas a ambientes com diferentes períodos de ausência de luz; e por Peeters & Van Laere (1992) em folhas de plantas de trigo, após 14 dias de escuro.

Na Tabela 5 estão discriminados os resultados decorrentes das determinações de nitrogênio, fósforo e potássio, obtidos de amostras de sementes e cotilédones, bem como de raízes, epicótilos e folhas de cupuaçuzeiro no estágio de desenvolvimento inicial, mantidas em ambiente de sala de crescimento na ausência de luz.

Nas sementes, a maior concentração registrada foi a de potássio, seguindo-se a de nitrogênio e, por último, a de fósforo, que representaram, entre os macronutrientes, 55,79 %, 42,75 % e 1,45 %, respectivamente, do total de 32,92 g.kg⁻¹ de matéria seca. A partir da amostragem aos 15 dias, as reservas cotiledonárias de nitrogênio, fósforo e potássio sofreram reduções progressivas até aos 94 dias depois da semeadura.

TABELA 5. Teores (g.kg^{-1} MS) de nitrogênio, fósforo e potássio de amostras de sementes (0 dia) e de cotilédones (15 a 94 dias após a emergência) de cupuaçuzeiro, no estágio inicial de desenvolvimento, mantidos em ambiente sem luz e sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

Trat. (dias)	Nitrogênio				Fósforo				Potássio			
	SC	RZ	EP	FL	SC	RZ	EP	FL	SC	RZ	EP	FL
0	14,1	-	-	-	0,48	-	-	-	18,4	-	-	-
15	13,1	18,7	-	-	0,42	0,37	-	-	17,9	19,4	-	-
18	12,7	21,4	13,2	-	0,39	0,43	0,35	-	17,2	16,9	11,1	-
22	12,5	23,5	14,0	15,5	0,33	0,46	0,42	0,30	12,2	16,4	15,7	8,8
27	11,3	26,1	12,1	17,3	0,31	0,47	0,44	0,31	11,9	15,7	16,4	9,4
32	9,9	29,5	11,3	16,2	0,27	0,51	0,45	0,32	11,4	16,4	15,4	9,8
37	9,5	22,9	9,4	18,4	0,20	0,52	0,49	0,38	11,4	11,5	14,4	10,5
42	9,4	20,2	7,9	18,8	0,14	0,42	0,44	0,40	11,0	12,7	13,9	11,1
49	9,4	17,5	6,8	16,8	0,11	0,36	0,42	0,36	7,6	8,9	13,7	10,0
66	7,9	8,8	5,7	7,9	0,06	0,33	0,34	0,13	7,1	9,6	9,8	9,1
71	7,6	8,4	4,8	5,2	0,06	0,32	0,28	0,08	7,1	8,9	11,0	8,8
86	7,5	6,3	3,9	4,8	0,05	0,30	0,24	0,06	6,6	7,9	14,9	8,6
94	6,3	5,5	2,4	4,0	0,04	0,28	0,23	0,06	5,9	6,6	15,2	6,9

Trat. = tratamento; S / C = sementes ou cotilédones; RZ = raízes; EP = epicótilos; FL = folhas

No decorrer do desenvolvimento da planta, as concentrações de nitrogênio aumentaram gradativamente até as amostragens realizadas aos 32, 22 e 42 dias após a semeadura, em amostras de raízes, epicótilos e folhas, respectivamente. Comportamento semelhante ocorreram nas amostragens aos 37 dias (raiz e epicótilo) e 42 dias (folha), nas determinações das quantidades de fósforo.

Quanto ao potássio, observou-se que as quantidades decresceram nas raízes a partir da amostragem aos 15 dias. Nos epicótilos registraram-se alternâncias de aumentos e reduções das concentrações desse elemento nos estádios de desenvolvimento da planta, com picos registrados

nas amostragens aos 27 dias e 94 dias depois da semeadura. Nas folhas, houve um ciclo de aumentos das quantidades de potássio, que se prolongou até a amostragem aos 42 dias, para seguir-se de outro com decréscimos progressivos até a última amostragem (94 dias).

Com base nos resultados da Tabela 5, pode-se inferir que a partir das sementes e depois nos cotilédones, as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio decresceram continuamente até a última avaliação (94 dias). Esse fato também foi observado por Figueirêdo (1998) entre a semeadura e o final do teste de emergência (30 dias após a semeadura) na presença de luz. No entanto, os resultados obtidos são contrastantes com os de Bueno (1997) quando analisou os teores de nutrientes nos cotilédones de sementes de cupuaçuzeiro e encontrou quantidades de nitrogênio (19,6 g), fósforo (4,1 g) e de potássio (16,3 g) por quilograma de matéria seca.

CONCLUSÕES

a) Os resultados de emergência de sementes de cupuaçuzeiro não são prejudicados quando conduzidos na ausência da luz;

b) as reservas bioquímicas e minerais de sementes de cupuaçuzeiro são suficientes para nutrir satisfatoriamente as plântulas até 45 dias após a semeadura;

c) o aproveitamento e a mobilização das reservas, em especial de carboidratos e de potássio, se processam de modo mais lento até 94 dias após a semeadura, em contraposição ao que ocorre com as de proteínas, aminoácidos, nitrogênio e fósforo;

d) as raízes e o epicótilo são os principais sítios de reservas mobilizadas ou resistetizadas, principalmente de amido, que teve baixa taxa de conversão em outros produtos metabolizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRIA, B.S.; MUKHERJEE, D. Biochemical changes in leaves of certain C₃ and C₄ plants under prolonged darkness and exposure to light. **The Plant Biochemical Journal**, v.8, n.1, p.1-12, 1981.
- ATTRIDGE, T. H. Seedling development. In: LIGHT and plant responses: a study of plant photophysiology and natural environment. Great Britain: Hodder & Stoughton, 1990. p.65-113.
- BAKER, D. A colorimetric method for determining free fatty acids in vegetable oils. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**. v.41, p.21-22, 1964.
- BECK, E.; ZEIGLER, P. Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.40, p.95-117, 1989.
- BEEVERS, H. **Nitrogen metabolism in plants**. London: E. Arnold, 1976. 333p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. Berlin: Spinger-Verlag, 1985. 367p.
- BORGES, E.E. de L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B. de, PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B., eds. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.
- BOYCE, P.J.; VOLENEC, J.J. Taproot carbohydrate concentrations and stress tolerance of contrasting alfalfa genotypes. **Crop Science**, v.32, p.757-761, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

- BUENO, N. Alguns aspectos recentes da nutrição do cupuaçuzeiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém, PA. **Anais**. Belém: Embrapa-CPATU/JICA, 1997. p.77-87. (Embrapa-CPATU. Documentos, 89).
- CHEN JUNIOR, P.S.; TORIBARA, T.Y.; WARNER, H. Micro determination of phosphorus. **Analytical Chemistry**, v.28, p.1756-1758, 1956.
- DE KOK, L.J.; GRAHAM, M. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark-induced and natural senescence. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.27, n.2, p.203-209, 1989.
- ELAMRANI, A.; GUADILLÈRE, J.-P.; RAYMOND, P. Carbohydrate starvation is a major determinant of the loss of greening capacity in cotyledons of dark-grown sugar beet seedlings. **Physiologia Plantarum**, v.91, p.56-64, 1994.
- FARRANT, J. M. **Some aspects of the development of the homoiohydrous (recalcitrant) seeds of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.** Durban: University of Natal, 1991. 201p.
- FIGUEIRÊDO, F. J. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da emergência de sementes e do estágio inicial do desenvolvimento de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex.Spreng) Schum.).** Belém: UFPa - Centro de Ciências Biológicas, 1998. 231p. (Tese Doutorado).
- FIGUEIRÊDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. da; CARVALHO, C.J.R. de. **Emergência de plântulas de cupuaçuzeiro oriundas de sementes submetidas a estresses térmicos.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 39p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 202).

- GALLESCHI, L.; CAPOCCHI, A. Mobilization of storage proteins in *xHaynaldoticum sardoum* seeds. I. Purification and some properties of a serine carboxy-peptidase in germinating seeds. **Physiologie Végétale**, v.24, n.6, p.719-727, 1986.
- GARCIA, L. C. Influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Speng.) Scgum.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.7, p.1145-1150, 1994.
- GIORGINI, J.F.; CAMPOS, C.A.S.P. Changes in the content of soluble sugars and starch synthesis and degradation during germination and seedling growth of *Coffea arabica* L. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.4, n.1, p.11-15, 1992.
- GOA, J. A micro biuret method for protein determination: determination of total protein in cerebrospinal fluid. **Scandinavian Journal Clinical Laboratory Investigation**, v.5, p.218-22, 1953.
- GRIFFITH, S.M.; JONES, R. J.; BRENNER, M.L. *In vitro* sugar transport in *Zea mays*, L. kernels. I. Characteristics of sugar absorption and metabolism by developing maize endosperm. **Plant Physiology**, v.84, p.467-471, 1987a.
- GRIFFITH, S.M.; JONES, R. J.; BRENNER, M. L. *In vitro* sugar transport in *Zea mays*, L. kernels. II. Characteristics of sugar absorption and metabolism by isolated developing embryos. **Plant Physiology**, v.84, p.472-475, 1987b.
- HALMER, P. The mobilization of storage carbohydrates in germinated seeds. **Physiologie Végétale**, v.23, n.1, p.107-125, 1985.

- HEYDECKER, W. Stresse and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A., ed. **Biochemistry of Seed Dormancy and Germinations**. New York: North-Holland Publishing, 1980. p.237-282.
- LARA, A.B.W.H., NAZÁRIO, G.; ALMEIDA, M.E.W. de; PREGNO LATTO, W., coord. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976. v.1. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 377p.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, D.C.: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O potássio e a planta. In: YAMADA, T., IGUE, K., MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. ed. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato / Instituto internacional da Potassa. Londrina: IAPAR, 1982. p.95-162.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 2. ed. New York: Pergamon Press, 1975. 192p.
- MÜLLER, C.H.; FIGUEIRÊDO, F.J.C. **Tamanho de sementes de cupuaçuzeiro, *Theobroma grandiflorum*: emergência e vigor**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 19p. (EMBRAPA-CPATU, Boletim Pesquisa, 111).
- NELSON, N.N.A. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v.153, p.375-380, 1944.
- PEARSON, D. **The chemical analysis of food**. 6. ed. New York: Chemical Publishing Company, 1970. 604p.
- PEETERS, K.M.U.; VAN LAERE, A.J. Ammonium and amino acid metabolism in excised leaves of wheat (*Triticum aestivum*) senescing in the dark. **Physiology Plantarum**, v.84, p.243-249, 1992.

- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- SALINAS, J.G.; GARCIA, R. **Métodos químicos para el análisis de suelos acidos y plantas forrajera**. Cali: CIAT, 1985. 83p.
- SÁNCHEZ, J.E.; VELÁZQUEZ, A.A. Conservación de las semillas del cacao (*Theobroma cacao*). **Turrialba**, v.39, n.4, p.483-487, 1989.
- SOLORZANO, L. Deterioration of ammonia in natural waters by the phenol hypochlorite method. **Limnology Oceanographic**, v.14, p.799-801, 1969.
- THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Crescimento de plântulas de soja afetado pelo sombreamento dos cotilédones e suas reservas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.8, p.925-929, 1993.
- VENTURIERI, G.A.; RONCHI-TELES, B.; FERRAZ, I.D.K.; LOURDE, M.; HAMADA, N. Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108p.
- VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H.; DÍAZ, S.C.; ALMANZA, M. Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia.**, 1996. 367p.
- WILLIAMS, S., ed. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 14 ed. Arlington: AOAC, 1984. 1141p.
- YEMM, E.W.; COCKING, E.C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, v.80, p.209-213, 1955.
- YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v.57, p.508-514, 1954.



Amazônia Oriental

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Fax (91) 276-9845, Fone (91) 276-6333, CEP 66095-100
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br*

