

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO SUBSTRATO
NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO VIGOR DE
PLÂNTULAS DE CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*
(WILLD. EX SPRENG.) SCHUM.)

LUCINDA CARNEIRO GARCIA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Biologia Tropical e
Recursos Naturais do Convênio INPA/FUA,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de mestre em Ciências
Biológicas, área de concentração,
Botânica

BIBLIOTECA DO CPAA/MANAUAS,
UMA PEQUENA CONTRIBUIÇÃO DA
AUTORA J. *Hyacinth*

T
02/09/91

1991

Influencia da temperatura e ...
1991 TS-PP-1991.00050



CPAA-3054-1

Carmo Canto

-1991.00050

EMBRAPA-CPAA
Biblioteca

MANAUS - AMAZONAS

1991

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO SUBSTRATO
NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO VIGOR DE
PLÂNTULAS DE CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*
(WILLD. EX SPRENG.) SCHUM.)

LUCINDA CARNEIRO GARCIA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Biologia Tropical e
Recursos Naturais do Convênio INPA/FUA,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de mestre em Ciências
Biológicas, área de concentração,
Botânica

Orientador: Dr. Acilino do Carmo Canto



MANAUS - AMAZONAS

1991

A BIBLIOTECA DO CPAA/MANAUS,
UMA PEQUENA CONTRIBUIÇÃO DA
AUTORA. *Lucinda*

T
02/0/91

| | |
|----------------------|---------|
| EMBRAPA/DIE | |
| Valor Aquisição Cr\$ | |
| Nº N. Fiscal Fatura | |
| Fornecedor | Cultura |
| N: Ordem Compra | |
| Origem | Wocação |
| Nº de Tomada | 50991 |

QUE OS NOSSOS ESFORÇOS DESAFIEM AS IMPOSSIBILIDADES.
 LEMBRAI-VOS DE QUE AS GRANDES PROEZAS DA HISTÓRIA FORAM
 CONQUISTAS DO QUE PARECIA IMPOSSÍVEL.

(Charlie Chaplin)

- . Ao meu pai, José, *in memoriam*.
- . À minha mãe, Libânia, modelo de força e humildade.
- . Aos meus queridos filhos, Paloma e Rafael, razão maior da minha busca por um mundo melhor.
- . Ao meu marido, Silas, pela força nas horas difíceis da vida.

EMBRAPA-CPAA
 Biblioteca

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- . Ao INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA) e FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS (FUA), pela oportunidade para a realização deste curso;
- . Ao CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo;
- . Ao CENTRO DE PESQUISA AGROFLORESTAL DA AMAZÔNIA OCIDENTAL (CPAA/EMBRAPA/MANAUS), pelo apoio e concessão de recursos para a execução deste trabalho;
- . Ao Dr. ACILINO DO CARMO CANTO, pelo incentivo e orientação;
- . Ao Dr. NILTON TADEU VILELA JUNQUEIRA, pelas valiosas sugestões na programação dos experimentos;
- . Aos colegas de trabalho SILAS GARCIA e ANTÔNIO FRANCO DE SÁ, pelo apoio e valiosa colaboração na instalação dos experimentos;
- . Aos membros da banca examinadora: Dra. MARLENE FREITAS DA SILVA, Dr. CARLOS ROBERTO BUENO, Dr. HIROSHI NODA e Dra. ANA FRANCISCA FERNANDES CÔRREA, pelas críticas e sugestões que muito contribuíram para o enriquecimento deste trabalho;
- . Ao Dr. BRUCE WALKER NELSON, pela colaboração na confecção do *Summary*;
- . Ao Cel. JOSÉ ALÍPIO CARVALHO, pela presteza na doação das sementes trabalhadas;
- . As laboratoristas VERA NÚBIA DA SILVEIRA LIMA e MARIA ANTONIETA MARTINS DA SILVA, pela ajuda nos trabalhos

laboratoriais;

- . Ao programador JOSÉ RAIMUNDO DA SILVA BARBOSA, pela eficiência nas análises dos dados obtidos;
- . À bibliotecária PALMIRA COSTA NOVO SENA, pela colaboração eficiente na revisão bibliográfica;
- . À Sra. ROBENÍZIA OLIVEIRA GOMES, pelo esforço e presteza na datilografia da versão preliminar deste trabalho;
- . A todos aqueles, que de maneira direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho, expresso o meu sincero "Muito Obrigada".

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| RESUMO | viii |
| SUMMARY | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Sementes de Cupuaçuzeiro | 4 |
| 2.2. Germinação da Semente | 5 |
| 2.2.1. Importância da Temperatura na Germinação de Sementes | 5 |
| 2.2.2. Importância do Substrato na Germinação de Sementes | 6 |
| 2.3. Qualidade Fisiológica das Sementes | 7 |
| 2.3.1. Viabilidade | 8 |
| 2.3.1.1. Teste de Germinação | 10 |
| 2.3.1.2. Teste Topográfico de Tetrazólio | 11 |
| 2.3.2 - Vigor | 11 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3.1. Umidade das sementes de Cupuaçuzeiro | 14 |
| 3.2. Viabilidade | 14 |
| 3.2.1. Teste de Germinação | 15 |
| 3.2.1.1. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) | 16 |
| 3.2.1.2. Percentagem de Sementes Germinadas e Percentagem de Plântulas Normais | 16 |
| 3.2.2. Teste Topográfico de Tetrazólio | 17 |

| | |
|--|----|
| 3.3. Vigor | 17 |
| 3.3.1. Altura da Parte Aérea da Plântula | 17 |
| 3.3.2. Peso da Matéria Seca da Parte Aérea | 17 |
| 3.3.3. Comprimento da Radícula da Plântula | 17 |
| 3.3.4. Peso da Matéria Seca da Radícula | 18 |
| 3.3.5. Peso da Matéria Seca dos Cotilédones | 18 |
| 3.4. Análise Estatística | 18 |
| 3.4.1. Análise de Variância | 18 |
| 3.4.2. Comparação de Médias | 18 |
| 3.5 - Ocorrência de Fungos | 18 |
| | |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| 4.1. Umidade das Sementes de Cupuaçuzeiro | 20 |
| 4.2. Viabilidade | 22 |
| 4.2.1. Teste de Germinação | 22 |
| 4.2.1.1. Índice de Velocidade de Germinação | 27 |
| 4.2.1.2. Percentagem de Sementes Germinadas e de Plântulas Normais | 30 |
| 4.2.2. Teste Topográfico de Tetrazólio | 36 |
| 4.3. Vigor | 36 |
| 4.3.1. Altura da Parte Aérea da Plântula | 36 |
| 4.3.2. Peso da Matéria Seca da Parte Aérea | 39 |
| 4.3.3. Comprimento da Radícula da Plântula | 41 |
| 4.3.4. Peso da Matéria Seca da Radícula | 43 |
| 4.3.5. Peso da Matéria Seca dos Cotilédones | 45 |
| 4.4. Ocorrência de Fungos | 47 |
| 4.5. Considerações Gerais | 50 |
| | |
| 5. CONCLUSÕES | 52 |
| | |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |
| APÊNDICE | 60 |

. LISTA DE TABELAS

| Tabela | Página |
|---|--------|
| 1 - Umidade das sementes de cupuaçuzeiro no período de pós-colheita e pré-germinação. EMBRAPA/CPAA, Manaus-AM, 1990. | 21 |
| 2a - Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente sob diferentes temperaturas, no substrato areia. EMBRAPA/CPAA, Manaus - AM, 1990. | 24 |
| 2b - Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente sob diferentes temperaturas, no substrato serragem. EMBRAPA/CPAA, Manaus - AM, 1990. | 25 |
| 2c - Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente sob diferentes temperaturas, no substrato vermiculita. EMBRAPA/CPAA, Manaus - AM, 1990. | 26 |
| 3 - Índice de Velocidade de Germinação das sementes de cupuaçuzeiro, submetidas a 5 temperaturas e 3 substratos. Médias por tratamento. EMBRAPA/CPAA, Manaus-AM, 1990 | 28 |
| 4 - Percentagem de germinação de sementes e de plântulas normais de cupuaçuzeiro, submetidas a 5 temperaturas e 3 substratos, após 25 dias da semeadura. EMBRAPA/CPAA. Manaus - AM, 1990. | 32 |
| 5 - Fungos encontrados nas sementes de cupuaçuzeiro, submetidas a 5 temperaturas e 3 substratos, no período de 25 dias. EMBRAPA/CPAA, MANAUS-AM, 1990. . . | 49 |
| 6 - Valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem de germinação e de plântulas normais (%), altura da plântula e comprimento da radícula (cm), e peso da matéria seca da plântula, radícula e cotilédones (g) de cupuaçuzeiro. EMBRAPA/CPAA. Manaus-AM, 1990. | 51 |
| 1A - Efeito da temperatura e substrato sobre o I.V.G. e na %S.G. de plântulas de cupuaçuzeiro | 61 |
| 2A - Efeito da temperatura e substrato sobre a %P.N.; A.P.; C.R.; P.S.P. ; P.S.R. e P.S.C. de cupuaçuzeiro . | 62 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|--------|
| 1 - Índice de velocidade de germinação de sementes de cupuaçuzeiro, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos. | 29 |
| 2 - Percentagem de germinação de sementes de cupuaçuzeiro, obtida em função de diferentes temperaturas e substratos. | 33 |
| 3 - Percentagem de plântulas normais de cupuaçuzeiro, obtidas em função de diferentes temperaturas e substratos. | 35 |
| 4 - Médias de altura da parte aérea de plântula de cupuaçuzeiro, obtidas em função de diferentes temperaturas e substratos. | 38 |
| 5 - Peso da matéria seca da parte aérea de plântula de cupuaçuzeiro, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos | 40 |
| 6 - Médias de comprimento da radícula de plântula de cupuaçuzeiro, obtidas em função de diferentes temperaturas e substratos. | 42 |
| 7 - Peso da matéria seca da radícula de plântula de cupuaçuzeiro, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos. | 44 |
| 8 - Peso da matéria seca dos cotilédones de plântulas de cupuaçuzeiro, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos. | 46 |

INFLUENCIA DA TEMPERATURA E DO SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO VIGOR DE PLÂNTULAS DE CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)

RESUMO

O presente experimento objetiva determinar a influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.), através de testes de viabilidade e vigor.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto no esquema fatorial 5x3, com 12 repetições, com 17 sementes cada. Os fatores testados foram: temperaturas (15, 20, 25, 30 e 35°C) e substratos (areia, serragem e vermiculita), na ausência de luz.

O período decorrido entre a coleta das sementes e a instalação do experimento foi de quatro dias e, ao quinto dia após a semeadura, iniciou-se as observações.

Avaliou-se a viabilidade e o vigor das sementes da espécie através de testes com diferentes temperaturas e substratos.

A viabilidade das sementes foi estimada pelos testes de germinação e topográfico de tetrazólio. No teste de germinação, avaliou-se a percentagem diária de germinação, a percentagem total de germinação e a percentagem de plântulas normais. Os dados da germinação diária foram transformados em índice de velocidade de germinação. O teste de tetrazólio

consistiu em avaliar o poder germinativo de uma amostra de sementes não germinadas à temperatura de 15°C.

O vigor das plântulas foi determinado através da altura e matéria seca da plântula; comprimento e matéria seca da radícula e matéria seca dos cotilédones.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Foi o substrato areia, à temperatura de 25°C, o melhor tratamento para o teste de germinação de sementes de cupuaçuzeiro. Observou-se que à temperatura de 15°C houve uma inibição no processo de germinação das sementes da espécie.

Na temperatura de 35°C ocorreu uma aceleração no processo germinativo das sementes de cupuaçuzeiro. Entretanto, esta temperatura provocou queima no hipocótilo e na radícula das plântulas.

A faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes da espécie, situou-se entre 20 a 30°C, independente do substrato que foi utilizado.

O desenvolvimento de vários gêneros de fungos também foi detectado nas sementes, nos diferentes tratamentos, sendo a temperatura de 25°C, em todos os substratos testados, a que apresentou maior variedade desses microrganismos, nas sementes da espécie.

EFFECT OF TEMPERATURE AND SUBSTRATE ON SEED GERMINATION AND SEEDLING VIGOR OF CUPUAÇU TREES, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.

SUMMARY

No standard method has been established for testing the seeds germination success of cupuaçu trees, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. We therefore set up an experiment to determine the effect of substrate and temperature on germination and seed physiology, using tests of seedling viability and vigor.

The experimental design was entirely random, using a five x three factorial setup with twelve repetitions, each with seventeen seeds. We tested five temperature factors (15, 20, 25 30 and 35°C) and three substrate factors (sand, sawdust and vermiculite).

The experiment was set up four days after seed collection. Five days after seeding physiological evaluation was initiated, by daily counts of germination. These data were transformed into a Germination Velocity Index.

Viability was based on percent germination and tetrazol test. Vigor was measured as: percentage of normal seedlings; height and dry weight of seedlings; lengths and dry weight of the radicle; and dry weight of the cotyledons. All indicators were compared using Tukey's Mean Test, at the five percent probability level.

Our study indicates that sand substrate

at 25°C is ideal for a germination test of cupuaçu. At 15°C germination is inhibited. At 35°C the germination process accelerates but the hipocotyle and radicle are "burned".

For cultivation purposes, seeds should be germinated at a temperature of 20 to 30°C, independent of substrate.

Several genera of fungi were found on the seeds in the different treatments.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura poderá ser um dos fatores de maior importância na Amazônia, tendo em vista sua enorme diversidade de espécies, tipicamente regionais, com grande potencial econômico. Dentre esta grande variedade, destaca-se o cupuaçuzeiro que vem surgindo como uma das alternativas promissoras, diante do volume de matéria-prima que poderá ser utilizada industrialmente. A indústria alimentícia opera com o fruto na confecção de sucos, sorvetes, geléias, bombons, compotas, doces e licores, bem como suas sementes podem ser utilizadas para a produção do chocolate branco, considerado de ótima qualidade (CALZAVARA, 1970; VASCONCELOS *et al.*, 1975; BARBOSA *et al.*, 1978; CALZAVARA, 1982; CALZAVARA *et al.*, 1984; VENTURIERI & ALVES, 1984). A casca do fruto triturada também pode ser usada na região como complemento de ração animal e adubo orgânico (VASCONCELOS *et al.*, 1975; CALZAVARA *et al.*, *ibid.*).

A qualidade das sementes, bem como a capacidade de produzir plântulas normais, é expressa pelo teste de germinação. Cada espécie exige determinadas condições de germinação nas quais suas sementes conseguem expressar o máximo potencial de vigor (FIGLIOLIA, 1984).

Por qualidade fisiológica da semente

compreende-se todas as características que contribuem para a sua capacidade de desempenhar funções vitais e o nível de qualidade fisiológica é avaliado através de dois parâmetros fundamentais: **viabilidade e vigor** (POPINIGIS, 1985).

A viabilidade de sementes é medida principalmente pelo Teste Padrão de Germinação (TPG), que é efetuado sob as melhores condições possíveis, tais como: **temperatura, substrato, umidade e exigência quanto à luz**. Essas condições ótimas são convencionais e padronizadas, onde irão permitir resultados reproduzíveis, quando executados por diferentes laboratórios. Esses padrões estão especificados nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980), exceto para as sementes de algumas espécies tropicais, dentre elas o cupuaçuzeiro.

O teste de germinação nem sempre evidencia a real qualidade de um lote de sementes. Todavia, através do teste de vigor de plântula permite-se constatar que sementes em processo degenerativo dão origem a plântulas anormais.

A temperatura é uma variável que influencia em todos os processos bioquímicos e fisiológicos da semente (CLEGG & EASTIN, citados por MACEDO, 1985) e também, o fator que mais afeta a velocidade, a uniformidade e a percentagem de germinação (HEGARTY, citado por MACEDO, *ibid.*).

Assim como a temperatura, o substrato usado no teste de germinação é de fundamental importância. Ao se escolher o substrato, deve-se considerar o tamanho da semente, a exigência desta com relação à umidade e sensibilidade ou não à luz (BRASIL, *ibid.*).

Para o cupuaçuzeiro não existem dados referentes à influência da temperatura no processo de germinação das sementes. Com relação ao substrato, STROSKI (1982), fez um estudo preliminar sobre os efeitos deste na produção de mudas da espécie. Entretanto, é imprescindível conhecer-se a qualidade fisiológica das sementes que originarão os futuros pomares

comerciais da cultura. Partindo-se desse pressuposto, o presente trabalho teve por objetivo determinar a influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro, através de testes de viabilidade e vigor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sementes de Cupuaçuzeiro

A semente de cupuaçu tem forma circular e achatada, sendo possível se observar grande variação em seu formato, peso e coloração, provavelmente devido a heterogeneidade genotípica existente na espécie.

De acordo com BARBOSA *et al.* (1978), a semente tem em média 2,6 cm de comprimento por 2,3 cm de largura e 0,9 cm de espessura e representa 16% do fruto. Este, tem um número médio de 45 a 50 sementes. Segundo os mesmos autores, as sementes da espécie apresentam-se superpostas em torno de um eixo central, longitudinalmente disposto em relação ao comprimento do fruto. Acham-se revestidas e firmemente aderidas por uma polpa amarelada, abundante e de difícil remoção.

As sementes do cupuaçuzeiro são consideradas como sucedâneas do cacau verdadeiro, por possuírem ótima matéria-prima para a fabricação de chocolate branco de fina qualidade (CALZAVARA, 1970; CALZAVARA, 1982; CALZAVARA *et al.*, 1984; CALZAVARA, 1987). Para VENTURIERI *et al.* (1985), em termos de valor nutritivo, as sementes são mais importantes que a polpa. Apresentam de 59-60% de gordura com alto coeficiente de digestibilidade e composição química semelhante a das sementes

de cacau. VASCONCELOS *et al.* (1975) determinaram, em análise comparativa das sementes de cupuaçu e de cacau, uma série de constantes físicas e químicas de gorduras, mostrando que existem apenas diferenças quantitativas na fração ácida liberada e nas purinas da gordura.

2.2. Germinação da Semente

A germinação é um processo biológico que envolve uma série de reações químicas, onde cada espécie exige determinadas condições para germinar, nas quais suas sementes conseguem expressar o máximo potencial de vigor (FIGLIOLIA, 1984). Para POPINIGIS (1985), a germinação é o reinício do crescimento do embrião paralisado nas fases finais da maturação. Do ponto de vista fisiológico, a germinação consiste no processo que se inicia com o suprimento de água à semente desidratada e termina quando o crescimento da plântula se inicia, pela emergência da radícula através do tegumento (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980; BIANCHETTI, 1981).

Dentre as condições para a semente germinar, a temperatura e o substrato são de importância vital.

2.2.1. Importância da Temperatura na Germinação de Sementes

De acordo com CLEGG & EASTIN, citados por MACEDO (1985), a temperatura é considerada uma variável que influencia em todos os processos bioquímicos e fisiológicos da semente. Para HEGARTY, citado por MACEDO (*ibid.*), é o fator que mais afeta a velocidade, a uniformidade e a percentagem de germinação, tendo sido demonstrado em muitos estudos que pequenas diferenças de temperatura causam grandes modificações na resposta germinativa da semente (RAMOS & BIANCHETTI, 1984).

Segundo TOOLE (1973), estudos intensivos

foram desenvolvidos sobre os efeitos de diferentes temperaturas, bem como seus pontos cardinais (mínimo, ótimo e máximo) nas diferentes classes de sementes: temperatura mínima é aquela que abaixo da qual não há germinação; temperatura máxima é aquela que o processo germinativo não ocorre acima dela e, temperatura ótima é definida como aquela em que ocorre a maior percentagem de germinação, no menor intervalo de tempo (POPINIGIS, 1985; MALAVASI, 1988).

A germinação será tanto mais rápida e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, até um certo limite (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988). Nas sementes de espécies tropicais ou subtropicais utiliza-se, preferencialmente, temperaturas constantes de 30 a 35°C, ou alternadas de 20 a 35°C (FIGLIOLIA, 1984; MACEDO, 1985). De acordo com MALAVASI (*ibid.*), as temperaturas alternadas podem também acelerar a germinação em sementes não dormentes.

Existem espécies em que baixas temperaturas favorecem a germinação. Entretanto, há outras, como por exemplo o cacaueteiro, em que ocorre o oposto, ou seja, as sementes dessa cultura são muito sensíveis às mudanças de temperatura e perdem rapidamente seu poder germinativo quando expostas a baixas temperaturas (CARLETTO, 1974). Sua exposição por quatro minutos à temperatura de 2°C reduz sua viabilidade a um nível de 6% (BOROUGHES & HUNTER, 1961; BOROUGHES & LABARCA, 1962). De acordo com HUNTER (1959), a faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes do cacaueteiro é de 24 a 30°C.

2.2.2. Importância do Substrato na Germinação de Sementes

Como a temperatura, o substrato é de fundamental importância para a germinação das sementes. O meio em que a semente é posta para germinar tem a função de manter a umidade, preservando as condições ideais para que esta ocorra (RODRIGUES & VIEIRA, 1988). De acordo com as prescrições ditadas

pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980), ao escolher o substrato, deve-se considerar o tamanho da semente, a exigência desta com relação à umidade e sua sensibilidade ou não à luz.

Os substratos para germinação de sementes variam um do outro em sua composição, aeração, capacidade de retenção de umidade, toxicidade às sementes e associação com patógenos (JUSTICE, citado por MACEDO, 1985; RAMOS & BIANCHETTI, 1984). Portanto, o substrato desejável para um gênero ou grupo de sementes é aquele que apresenta boa absorção de umidade, que seja livre de microrganismos e que seja atóxico às sementes e plântulas. Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, *ibid.*), a necessidade de variação na quantidade de água por substrato, está condicionada à natureza e dimensão deste, sendo que o mesmo deve ser suficientemente úmido durante os testes, a fim de oferecer às sementes a quantidade de água necessária para sua germinação.

Dentre os diversos materiais utilizados como substrato para testes de germinação de sementes, encontram-se a areia, a serragem e a vermiculita.

Para RODRIGUES & VIEIRA(1988), o uso da areia como substrato requer que esta apresente uma textura uniforme obtida com seu peneiramento; também deve ser esterilizada antes do uso. A vermiculita, por não ser tão pesada quanto a areia, seu manejo é facilitado quando empregada em testes com sementes grandes e a esterilização também é necessária antes do seu uso. Quando se utiliza serragem como substrato, esta deve estar bem curtida, para anular o efeito do excesso de calor provocado pela fermentação do material vegetal, e também deve ser previamente esterilizada.

2.3. Qualidade Fisiológica das Sementes

Por qualidade das sementes entende-se todos os atributos como viabilidade, teor de umidade, vigor,

longevidade, tamanho e aparência que indicam sua capacidade de desempenhar funções vitais (BIANCHETTI, 1981). POPINIGIS (1985) reforça que a qualidade fisiológica da semente é caracterizada pela sua germinação, seu vigor e sua longevidade.

CARVALHO & NAKAGAWA (1980) definem longevidade como o período de vida da semente que é determinado por suas características genéticas. Para MALAVASI (1988), os fatores ambientais e as condições de armazenamento têm efeitos decisivos na longevidade de qualquer espécie de semente. De acordo com o mesmo autor, é difícil se formular uma regra geral sobre condições ideais de armazenamento, sendo que as sementes de espécies tropicais, entre outras as do gênero *Theobroma*, deterioram-se rapidamente, quando não armazenadas em condições de alta temperatura e alta umidade.

Para POPINIGIS (*ibid.*), o nível da qualidade fisiológica da semente é avaliado através de dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor. Estes parâmetros são avaliados por meio de testes de germinação, executados em laboratório sob condições controladas.

2.3.1. Viabilidade

A viabilidade é uma característica fisiológica da semente que varia de acordo com os caracteres genéticos da espécie, efeitos do meio ambiente durante sua formação, permanência no campo e armazenamento (CARVALHO & NAKAGAWA, *ibid.*). Segundo os mesmos autores, a semente apresenta maior viabilidade por ocasião da sua maturação fisiológica.

As sementes de cacau apresentam problemas relativos à conservação de sua viabilidade ou seja, não possuem período de repouso entre a maturação e a germinação, ficando seu poder germinativo limitado a poucos dias após sua coleta (PIKE *et al.* 1934; PIKE, 1935; EVANS, 1950; FIGUEIREDO, 1986a). SANCHEZ & VELAZQUEZ (1989) também reforçam que a conservação das sementes de cacau à temperatura ambiente tem como consequência a perda

imediate de seu poder germinativo. Para CASAS & IBAÑEZ (1964), a perda da viabilidade das sementes de cacau pode ser provocada por fatores genéticos, fatores ambientais ou pela combinação de ambos os fatores, sendo que as sementes dessa cultura não podem ser armazenadas por muitos dias sem perder a viabilidade, ou ocorra a germinação no período de armazenamento.

Entre os principais fatores que afetam a qualidade de um lote de sementes durante o armazenamento está a umidade. BIANCHETTI (1981) afirma que a redução do teor de umidade da semente, para algumas espécies, provoca a perda da viabilidade.

HUNTER (1959) afirma que as sementes de cacau não podem ser armazenadas por período de tempo mínimo, a temperaturas baixas ou muito altas, porque perdem a sua viabilidade. Segundo o mesmo autor, a temperatura de armazenamento deverá estar entre 18-30°C e a umidade do ambiente em torno de 50%.

De acordo com IBAÑEZ (1963a) e IBAÑEZ *et al.* (1963), o efeito inibitório do frio sobre as sementes de cacau é de natureza física e não bioquímica, afetando os cotilédones, inibindo, assim, a viabilidade das sementes dessa espécie.

ROBERTS (1973) classificou as sementes de cacau, entre outras espécies, como café, citrus e seringueira, de sementes recalitrantes, ou seja, para terem longevidade aumentada, necessitam ser armazenadas em ambiente com alta umidade e alta temperatura.

HARRINGTON, citado por POPINIGIS (1985) classifica as sementes como "longevas", aquelas que apresentam longevidade de 10 anos ou mais e, "de vida curta" aquelas com poder germinativo inferior a 10 anos. Geralmente, conservando-se a semente em baixa temperatura e com baixo teor de umidade, aumenta-se a longevidade da espécie. Entretanto, existem espécies em que as condições de conservação da semente são opostas, como por exemplo o cacau, onde maior longevidade é obtida mantendo-se elevado teor de umidade na semente, enquanto

baixas temperaturas lhes são letais (POPINIGIS, 1985). As sementes desta espécie são consideradas como "de vida curta", cuja longevidade vai a poucas semanas, segundo o mesmo autor.

Quanto às sementes do cupuaçuzeiro, VENTURIERI & ALVES (1984), relatam que estas perdem rapidamente o poder germinativo. Porém, se tratadas com defensivos e postas para secar à sombra, segundo os mesmos autores, as sementes permanecem viáveis por 18 dias.

A oleosidade das sementes do cupuaçuzeiro, dentre outras espécies tropicais, poderá ser considerada um dos fatores limitantes do poder germinativo das sementes dessa espécie. Tal fato, aliado à afinidade botânica do cupuaçu com o cacau, juntamente com algumas observações preliminares permitem caracterizar as sementes da espécie como sendo também "de vida curta".

De acordo com as prescrições nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980), a viabilidade é determinada, principalmente, pelo Teste Padrão de Germinação (TPG), podendo também ser estimada através do teste de tetrazólio.

2.3.1.1. Teste de Germinação

O teste de germinação determina, numa amostra, a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais, sob condições favoráveis (POPINIGIS, *ibid.*). Segundo FIGLIOLIA (1984), é através do teste de germinação que cada espécie demonstra determinadas condições para germinar, nas quais suas sementes conseguem expressar o máximo potencial de vigor. De acordo com AGUIAR (1984), o teste de germinação deve ser efetuado em laboratório, tendo em vista que no campo ocorrem flutuações ambientais.

Para a realização do teste de germinação, devem ser consideradas as principais condições ambientais favoráveis como temperatura, substrato e umidade.

2.3.1.2. Teste Topográfico de Tetrazólio

Dentre os testes de viabilidade utilizados para estimar o poder germinativo de um lote de sementes, o teste de tetrazólio é o que revela resultados mais rápidos (BRASIL, 1980; POPINIGIS, 1985). Segundo BARROS & MARCOS FILHO (1990), uma das principais vantagens deste teste é a de possibilitar a avaliação da viabilidade das sementes em poucas horas, fator fundamental em programas de controle de qualidade. MACKAY, citado por BARROS & MARCOS FILHO (*ibid.*) cita outra vantagem deste teste, que é o de ser menos influenciado pelas condições do ambiente do que o teste de germinação, reduzindo, inclusive problemas com microrganismos.

Como citado em BRASIL (*ibid.*), outro objetivo para o teste de tetrazólio é o de determinar a viabilidade de sementes que por algum motivo não germinaram, quando submetidas às condições normais de germinação, e se encontram firmes, duras ou dormentes. De acordo com SMITH, citado por BRASIL (*ibid.*), este teste tem a capacidade de medir a atividade metabólica da semente e avalia a ação de enzimas do grupo desidrogenases, que estão envolvidas na atividade respiratória dessa semente. Desta forma, os tecidos vivos tornam-se avermelhados e os tecidos que não respiram mantêm a sua cor natural.

2.3.2 - Vigor

PERRY (1972) relata que vigor é uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente. Explica, ainda, que a influência do vigor da semente pode persistir através da vida da planta e alterar a produtividade da espécie.

Vigor é um atributo da plântula que resulta da germinação de suas sementes (LABOURIAU, 1983b). De

acordo com AGUIAR (1984), uma das formas de expressar o vigor das sementes é através de sua energia germinativa, caracterizada pela velocidade de germinação da espécie.

Segundo PERRY (1972), as sementes que apresentam bom desempenho no campo são classificadas como "vigorosas", enquanto que aquelas com fraco desempenho são chamadas "sementes de baixo vigor". HEYDECKER, citado por POPINIGIS (1985), afirma que o nível de vigor na semente pode apresentar variações de origem genética, fisiológica, morfológica, microbiótica, entre outras. Entretanto, é importante ressaltar que sementes com baixo vigor nem sempre morrem, sendo, portanto, capazes de emergir tardiamente e originar plantas com pouco vigor. Para se avaliar o desenvolvimento dessas sementes, utiliza-se o teste de vigor, que tem como objetivo complementar os resultados do teste de germinação das sementes da cultura.

De acordo com PERRY (*ibid.*), o teste de vigor poderá ser classificado em métodos diretos e métodos indiretos. Entre os métodos diretos encontram-se a velocidade de emergência no campo, peso da matéria seca da planta e taxa de crescimento em teste de germinação de um lote de sementes. Os métodos indiretos dão respostas sobre a capacidade fisiológica da semente, concernentes às atividades enzimáticas, taxa de respiração, entre outras. Para o mesmo autor, a percentagem de emergência de um lote de sementes não pode ser predita através do teste de vigor, tendo em vista que a germinação de sementes depende dos fatores ambientais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental - CPAA/EMBRAPA, em Manaus, Km 30 da rodovia AM-010.

As sementes utilizadas no presente trabalho pertencem à espécie *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. . Foram provenientes de um pomar de cupuaçuzeiros, com cerca de dez anos de idade, originados de pé franco, situado no Km 23 da rodovia BR-174 (Manaus-Caracarái).

Os frutos foram coletados maduros, após a queda natural e, sem qualquer classificação quanto ao tamanho, procedeu-se o beneficiamento dos mesmos, retirando as sementes. Estas foram classificadas de acordo com o tamanho, descartando-se aquelas pequenas e murchas e em seguida foi retirada a polpa que as envolve, através do método de friccionamento manual das mesmas em peneira de arame, com serragem não curtida, autoclavada, seguindo metodologia de FIGUEIREDO (1986 a,b,c). Os dados médios de comprimento, largura e espessura para as sementes trabalhadas foram 2,9cm; 2,3cm e 1,5cm, respectivamente. A média de peso para as referidas sementes foi de 6,29g por unidade da espécie.

3.1. Umidade das sementes de Cupuaçuzeiro

A determinação do teor de umidade das sementes de cupuaçuzeiro foi feita por amostragem, pelo método de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, preconizado por BRASIL (1980), considerando que este é o método padrão para qualquer tipo de semente.

Na análise de umidade das sementes, procedeu-se de duas maneiras para se determinar a percentagem de umidade das amostras: 1º) logo após a coleta, sete lotes de dez sementes foram pesados para determinação do peso da matéria fresca (PF) e, em seguida, foram levados à estufa, à temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas, encontrando-se o peso da matéria seca (PS); 2º) outros sete lotes de dez sementes foram mantidos em embalagem semipermeável e sem substrato, com umidade em torno de 90-95% e temperatura ambiente variando entre $27-29^{\circ}\text{C}$ durante 7 dias. Após esse período, quando as sementes atingiram o estágio de pré-germinação, procedeu-se a pesagem para a determinação do peso da matéria fresca e logo em seguida, foram colocadas na estufa na mesma temperatura e período supracitados, para se encontrar o teor de umidade das amostras, através da fórmula:

$$\%U = \frac{(PF - PS)}{PF} \times 100$$

3.2. Viabilidade

A viabilidade foi avaliada através dos Testes de Germinação e Topográfico de Tetrazólio, sendo que foi também por meio do teste de germinação que se avaliou a influência da temperatura e do substrato no processo germinativo e na qualidade fisiológica das sementes do cupuaçuzeiro.

3.2.1. Teste de Germinação

Baseados no fato de não haver nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1980) nenhuma prescrição para sementes do cupuaçuzeiro, utilizou-se como substrato para o teste de germinação areia fina peneirada, serragem curtida e vermiculita nº 3, na proporção de um litro de substrato para cada recipiente com semente. Todo material foi previamente esterilizado em estufa, à temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas.

O experimento foi instalado e conduzido em câmara de germinação tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), combinando-se cinco temperaturas constantes (15, 20, 25, 30 e 35°C) e três substratos (areia, serragem e vermiculita), na ausência de luz. O ensaio foi implantado no dia 10/03/90 e teve a duração de vinte e cinco dias. O tempo decorrido entre a coleta das sementes e a instalação do experimento foi de quatro dias.

As sementes foram acondicionadas em bandejas descartáveis, de alumínio, com dimensões de 20,0 cm x 34,5 cm e com profundidade em torno de 5 cm. As sementes foram semeadas a uma profundidade de aproximadamente 1,0 cm, com as bandejas destampadas, sendo que durante o período experimental, estas permaneceram no escuro, expondo-se à luz fluorescente no ato da coleta de dados e irrigação.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto no esquema fatorial 5×3 , com 12 repetições de 17 sementes cada.

Para a irrigação inicial dos substratos, foram utilizados 300 ml de água destilada para a areia e 600 ml para a vermiculita, por bandeja. Para a serragem, o método mais prático de molhá-la uniformemente foi colocando-a em caixas de madeira e irrigando-a ao todo. Os substratos foram irrigados diariamente, de acordo com a necessidade, com água destilada e com o auxílio de uma pisseta, até a conclusão do experimento.

A avaliação do teste consistiu da

primeira contagem das sementes germinadas ao quinto dia da sementeira, prosseguindo-se diariamente, à mesma hora, até o vigésimo quinto dia, quando deu-se por encerrado o teste de germinação. Avaliou-se os seguintes parâmetros:

3.2.1.1. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) - a contagem da germinação foi feita diariamente, tendo-se iniciado ao quinto dia da instalação do experimento, para todas as temperaturas e substratos. O número de sementes germinadas foi cumulativo até esse número tornar-se constante, considerando-se germinadas aquelas sementes que apresentaram radícula de aproximadamente 1,0 cm de comprimento. Estes números foram transformados em "Índice de Velocidade de Germinação" (I.V.G.), dividindo-se o número de sementes germinadas a cada dia, pelo número de dias transcorridos desde a data da sementeira, obtendo-se índices. Os índices diários foram somados, obtendo-se o índice final de velocidade de emergência para cada repetição, dentro de cada tratamento, através da fórmula:

$$IVG = \sum \frac{N_i}{d_i}, \text{ onde:}$$

N_i = número de sementes germinadas diariamente.

d_i = dias transcorridos desde a sementeira.

3.2.1.2. Percentagem de Sementes Germinadas e Percentagem de Plântulas Normais - por ocasião do encerramento do teste de germinação, ao vigésimo quinto dia da instalação do experimento, foi avaliado o percentual de sementes germinadas (total de plântulas normais + plântulas anormais), bem como o percentual de plântulas normais. Considerou-se plântula normal aquela que apresentou as estruturas primordiais, como: radícula, caulículo e plúmula.

3.2.2. Teste Topográfico de Tetrazólio

Levando-se em consideração que uma das finalidades do teste de tetrazólio é verificar o poder germinativo de um lote de sementes que por algum motivo não germinou, procedeu-se a execução do mesmo com o objetivo de se averiguar se as sementes não germinadas, após duas semanas de semeadura, à temperatura de 15°C, permaneciam viáveis.

De cada substrato utilizado, testou-se uma amostra de sementes com duas repetições, contendo dez sementes por repetição.

A solução de tetrazólio foi preparada na concentração de 0,1%, segundo DELOUCHE *et al.* (1976), e os procedimentos do teste foram seguidos conforme os mesmos autores.

3.3. Vigor

Para se avaliar o vigor, considerou-se os seguintes parâmetros:

3.3.1. Altura da Parte Aérea da Plântula (cm) - aos vinte e cinco dias após a semeadura, mediu-se o caulículo de cada plântula, para cada tratamento.

3.3.2. Peso da Matéria Seca da Parte Aérea (g/plântula) - após a mensuração da parte aérea, as plântulas foram seccionadas por partes (parte aérea, cotilédones e raiz), e acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação forçada de ar, regulada em 65 a 70°C, aí permanecendo até se obter peso constante (PS).

3.3.3. Comprimento da Radícula da Plântula (cm) - o comprimento da raiz principal foi determinado logo em seguida

a mensuração da parte aérea, para as mesmas plântulas, em todos os tratamentos.

3.3.4. Peso da Matéria Seca da Radícula (g/plântula) - obtido seguindo-se a mesma metodologia usada para o peso da matéria seca da parte aérea da plântula.

3.3.5. Peso da Matéria Seca dos Cotilédones (g/plântula) - obteve-se através da mesma metodologia empregada para o peso da matéria seca da parte aérea e da radícula.

3.4. Análise Estatística

Para avaliação estatística dos parâmetros estudados, os dados obtidos no trabalho foram submetidos à análise de variância e teste de médias.

3.4.1. Análise de Variância

Utilizou-se, para verificação de diferenças significativas entre os tratamentos, a análise de variância, por meio do teste F, usando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 12 repetições por tratamento.

3.4.2. Comparação de Médias

O teste estatístico utilizado para comparação das médias dos diferentes parâmetros foi o de Tukey, ao nível de 5% de significância, segundo STEEL & TORRIE (1960).

3.5 - Ocorrência de Fungos

Durante o período experimental,

procurou-se observar o desenvolvimento de fungos nas sementes em todos os tratamentos. Os fungos desenvolvidos foram isolados em meio de cultura BDA (batata dextrose agar), para identificação. A mesma procedeu-se através de observações macroscópicas das características das colônias, bem como por meio de lâminas microscópicas, onde verificou-se a morfologia dos fungos, seguindo metodologia de BARNETT & HUNTER (1972). A identificação ocorreu a nível de classe e gênero.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Umidade das Sementes de Cupuaçuzeiro

Os dados de umidade para sementes de pós-colheita e sementes pré-germinadas de cupuaçuzeiro, encontram-se na Tabela 1.

Observando-se os resultados, verifica-se que as sementes no estágio de pré-germinação apresentaram maior teor de umidade, quando comparadas com as sementes obtidas logo após a coleta dos frutos.

O teor de umidade das sementes de cupuaçuzeiro no período de pós-colheita são comparáveis aos encontrados por CASAS & IBÁÑEZ (1964), para as sementes de cacau. Segundo aqueles autores, as sementes de cacau ao atingirem sua maturidade fisiológica, apresentam de 40% a 45% de água sobre o peso de sua matéria fresca. Observa-se, entretanto, que a média do teor de umidade das sementes usadas neste trabalho está um pouco acima dos teores obtidos para cacau, talvez pelo fato das sementes de cupuaçuzeiro serem maiores que as de cacau.

Como no início do processo germinativo, a semente naturalmente apresenta maior umidade, era de se esperar que o teor de umidade das sementes da espécie fosse mais elevado no estágio de pré-germinação, como verifica-se pelos resultados

TABELA 1 - Umidade das sementes de cupuaçuzeiro no período de pós-colheita e pré-germinação. EMBRAPA/CPAA, Manaus-AM, 1990.

| LOTE | % UMIDADE | |
|-------|--------------|----------------|
| | PÓS-COLHEITA | PRÉ-GERMINAÇÃO |
| 1 | 48.1 | 57.1 |
| 2 | 48.6 | 56.6 |
| 3 | 49.5 | 60.9 |
| 4 | 53.7 | 63.9 |
| 5 | 56.0 | 63.0 |
| 6 | 53.6 | 62.1 |
| 7 | 52.2 | 59.1 |
| MÉDIA | 51.7 | 60.4 |

da Tabela 1, quando comparados com o período de pós-colheita. Segundo POPINIGIS (1985), a germinação é o reinício do crescimento do embrião paralisado na fase final de maturação e, do ponto de vista fisiológico, a germinação consiste no processo que se inicia com o suprimento de água para a semente. HUNTER (1959) afirma, também, que um dos fatores mais importantes para que ocorra a germinação das sementes de cacau, refere-se ao conteúdo de umidade das sementes da cultura. Sabe-se, também, que as sementes, de modo geral, germinam quando atingem um teor de umidade superior a 45-60% (HARRINGTON, citado por POPINIGIS, 1976).

4.2. Viabilidade

A avaliação da viabilidade das sementes de cupuaçuzeiro apresentou, de acordo com os parâmetros considerados, os seguintes resultados:

4.2.1. Teste de Germinação

Observando-se a percentagem diária de sementes germinadas nos diferentes tratamentos (Tabelas 2a; 2b; 2c), pôde-se constatar a influência da temperatura na germinação das sementes estudadas.

Ao quinto dia de semeadura, observou-se que, à temperatura de 15°C, nos substratos testados, a percentagem de germinação das sementes da espécie foi 0,0%, bem como a 20°C, nos mesmos substratos, a germinação não ultrapassou 10,0%. Comparando-se esses resultados com aqueles encontrados para as temperaturas de 25, 30 e 35°C no mesmo espaço de tempo e substratos utilizados, verificou-se que nestas temperaturas a percentagem de germinação ultrapassou os 40,0%, ficando portanto, caracterizado o processo de retardamento pelo qual as sementes de cupuaçuzeiro passam, quando submetidas a temperaturas relativamente baixas. Isso se explica, provavelmente, pelo fato

das sementes do cupuaçuzeiro serem semelhantes às do cacauzeiro, no que concerne as exigências para germinar. Fato constatado por HUNTER (1959), que afirma ser a temperatura um dos fatores que mais influenciam a germinação das sementes de cacau, sendo que as sementes dessa cultura são inibidas em seu processo germinativo, quando encubadas em ambiente frio.

Observou-se, também, que a percentagem de germinação das sementes da espécie aumentou gradativamente à medida que se foi aumentando a temperatura de incubação das mesmas. Esse resultado está em concordância com a citação de CARVALHO & NAKAGAWA (1988), em que a germinação será tanto mais rápida e o processo mais eficiente quanto maior for a temperatura de incubação das sementes, até um certo limite. Entretanto, constata-se através desses resultados (Tabelas 2a; 2b; 2c), que ao décimo dia de semeadura, as percentagens de germinação na temperatura de 35°C se estabilizaram, em todos os substratos testados.

TABELA 2a - Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente sob diferentes temperaturas, no substrato areia. EMBRAPA/CPAA, Manaus - AM, 1990.

| DIAS APÓS A SEMEADURA | TEMPERATURAS NO GERMINADOR (°C) | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
| | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| | ————— % DE GERMINAÇÃO ————— | | | | |
| 5 | 0.0 | 8.8 | 52.9 | 60.3 | 82.3 |
| 6 | 0.0 | 44.1 | 66.6 | 75.5 | 85.3 |
| 7 | 7.8 | 63.7 | 79.4 | 85.8 | 86.2 |
| 8 | 12.2 | 74.5 | 85.2 | 88.2 | 87.2 |
| 9 | 19.1 | 89.2 | 94.6 | 91.6 | 87.7 |
| 10 | 29.4 | 92.1 | 95.1 | 92.1 | 87.7 |
| 11 | 42.1 | 93.6 | 97.5 | 93.1 | 87.7 |
| 12 | 48.0 | 94.1 | 97.5 | 93.1 | 87.7 |
| 13 | 50.0 | 94.6 | 97.5 | 93.1 | 87.7 |
| 14 | 51.5 | 95.1 | 97.5 | 93.6 | 87.7 |

TABELA 2b - Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente sob diferentes temperaturas, no substrato serragem. EMBRAPA/CPAA, Manaus - AM, 1990.

| DIAS APOS A SEMEADURA | TEMPERATURAS NO GERMINADOR (°C) | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
| | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| | ————— % DE GERMINAÇÃO ————— | | | | |
| 5 | 0.0 | 6.9 | 42.1 | 69.1 | 86.7 |
| 6 | 0.0 | 43.6 | 59.8 | 82.3 | 89.7 |
| 7 | 10.8 | 61.2 | 73.0 | 89.7 | 89.7 |
| 8 | 13.7 | 66.2 | 81.8 | 90.7 | 89.7 |
| 9 | 22.5 | 80.9 | 88.7 | 93.6 | 89.7 |
| 10 | 35.8 | 87.7 | 89.7 | 94.6 | 89.7 |
| 11 | 48.0 | 91.2 | 93.1 | 94.6 | 89.7 |
| 12 | 50.5 | 92.1 | 93.1 | 94.6 | 89.7 |
| 13 | 52.9 | 92.6 | 93.1 | 95.1 | 89.7 |
| 14 | 54.4 | 92.6 | 93.1 | 95.1 | 89.7 |

TABELA 2c - Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente sob diferentes temperaturas, no substrato vermiculita. EMBRAPA/CPAA, Manaus - AM, 1990.

| DIAS APÓS A SEMEADURA | TEMPERATURAS NO GERMINADOR (°C) | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
| | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| | ————— % DE GERMINAÇÃO ————— | | | | |
| 5 | 0.0 | 3.9 | 48.0 | 43.1 | 87.2 |
| 6 | 0.0 | 42.1 | 62.2 | 59.3 | 89.2 |
| 7 | 11.7 | 58.8 | 74.5 | 66.2 | 89.2 |
| 8 | 18.6 | 69.1 | 81.3 | 76.0 | 89.2 |
| 9 | 27.9 | 84.8 | 87.7 | 82.8 | 90.7 |
| 10 | 36.7 | 89.7 | 89.2 | 85.7 | 91.1 |
| 11 | 46.5 | 91.6 | 90.6 | 87.2 | 91.1 |
| 12 | 51.0 | 92.1 | 91.1 | 87.7 | 91.1 |
| 13 | 54.4 | 92.6 | 91.6 | 90.2 | 91.1 |
| 14 | 55.9 | 92.6 | 92.1 | 91.1 | 91.1 |

4.2.1.1. Índice de Velocidade de Germinação

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios dos índices de velocidade de germinação de sementes de cupuaçuzeiro, nas diferentes temperaturas e substratos testados, após 25 dias da sementeira.

Através dos valores dos índices de velocidade de germinação de sementes de cupuaçuzeiro, verifica-se, nitidamente, o processo inibitório pelo qual se submeteram as sementes nas temperaturas de 15°C, ficando confirmado que as sementes dessa espécie são sensíveis a baixas temperaturas para germinar. PIKE *et al.* (1934) e PIKE (1935) trabalhando com várias temperaturas na germinação de sementes do cacauzeiro, constataram que foi aproximadamente 10°C o limite superior letal às sementes da cultura. Através do trabalho de HUNTER (1959), ficou comprovado que sementes de cacau perdem sua viabilidade quase completamente quando armazenadas a temperaturas inferiores a 8°C, pelo período de 24 horas.

Observa-se também que a melhor faixa de temperatura para que ocorra maior velocidade de germinação das sementes de cupuaçuzeiro, está entre 25 a 35°C, independente do substrato usado (Figura 1). Esta constatação reforça a teoria de CARVALHO & NAKAGAWA (1988), de que a velocidade de germinação de sementes de espécies tropicais é acelerada à medida que se aumenta sua temperatura de incubação.

Com relação aos substratos testados, verificou-se que os mesmos não exerceram influência significativa no índice de velocidade de germinação das sementes, nas diferentes temperaturas controladas (Tabela 3 e Tabela 1A).

TABELA 3 - Índice de Velocidade de Germinação das sementes de cupuaçuzeiro, submetidas a 5 temperaturas e 3 substratos, após 25 dias da semeadura. Médias por tratamento. EMBRAPA/CPAA, Manaus-AM, 1990

| TEMPERATURA(°C) | SUBSTRATO | | | MÉDIAS |
|-----------------|-----------|----------|-------------|---------|
| | AREIA | SERRAGEM | VERMICULITA | |
| 15 | 0.87 aA | 1.04 aA | 1.06 aA | 0.99 A |
| 20 | 2.38 aB | 2.27 aB | 2.27 aB | 2.31 B |
| 25 | 2.84 aB | 2.64 aB | 2.66 aB | 2.71 C |
| 30 | 2.86 aB | 2.99 aB | 2.54 aB | 2.80 CD |
| 35 | 2.93 aB | 3.03 aB | 3.05 aB | 3.00 D |
| MÉDIAS | 2.38 a | 2.39 a | 2.32 a | |

Coeficiente de Variação (%) = 15.52

. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

INDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

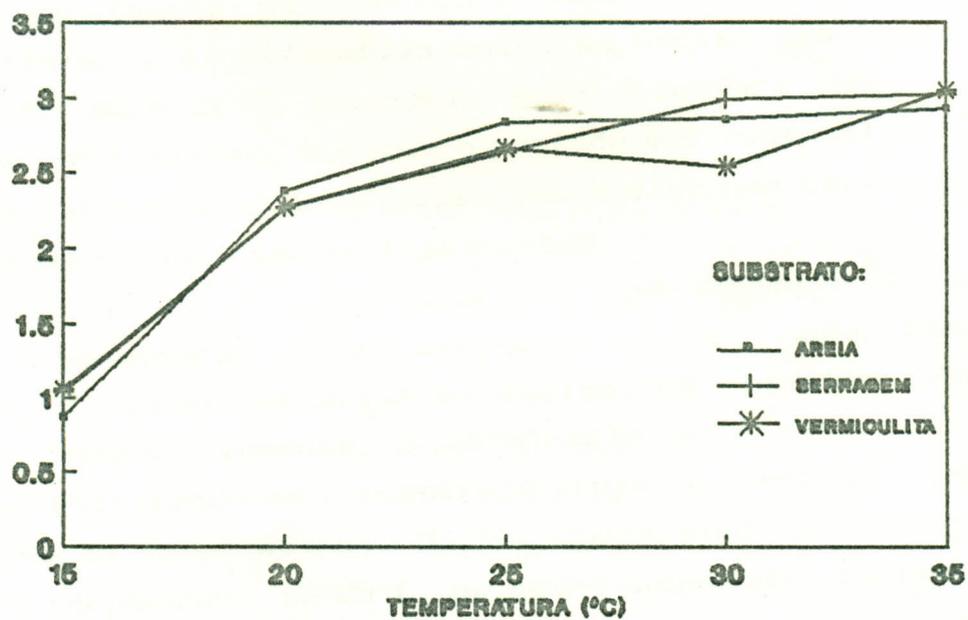


FIGURA 1 - Índice de velocidade de germinação de sementes de cupuaçu, obtidos em função de diferentes temperaturas e substratos

4.2.1.2. Percentagem de Sementes Germinadas e de Plântulas Normais

Os resultados do percentual de sementes germinadas bem como o percentual de plântulas normais, para as diferentes temperaturas e substratos testados, encontram-se na Tabela 4.

Os resultados obtidos para a percentagem total de germinação de sementes de cupuaçuzeiro mostram que não houve diferença significativa entre as médias das temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, ocorrendo essa diferença somente a 15°C (Tabela 4). Entretanto, durante o período experimental, observou-se à temperatura de 25°C no substrato areia, uma certa tendência a sobressair-se dos demais tratamentos.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (1988), a germinação ocorre dentro de determinados limites de temperatura, sendo que acima ou abaixo dos limites superior e inferior, respectivamente, a germinação será inferior ou não ocorrerá. Utilizando-se o substrato areia, à temperatura de 15°C, a germinação total atingiu 53,9%. Comparando-se esse resultado com o da temperatura de 25°C, no mesmo substrato, percebe-se que a esta temperatura a percentagem de germinação chegou a 98,5%. Com esse resultado fica evidenciado que as sementes de cupuaçu, assim como as sementes de outras culturas, dentre elas o cacauzeiro, são susceptíveis a injúrias causadas por baixas temperaturas no período de embebição, conforme citação de CARVALHO & NAKAGAWA (1980).

Assim, pode-se considerar a temperatura como um fator limitante no processo germinativo das sementes do gênero *Theobroma*, muito embora, IBAÑEZ (1963a), trabalhando com sementes de cacau, tenha constatado que o bloqueio da seqüência metabólica que conduz à germinação das sementes da cultura, poderá ser reversível, caso as sementes sejam colocadas logo a seguir em temperaturas em torno de 25 a 45°C, por um período

variável de tempo.

Verificou-se, também, que apesar da temperatura de 35°C ter se destacado como a melhor para iniciar o processo germinativo das sementes em estudo, a percentagem total de germinação, após 25 dias da semeadura, tende a ser inferior, em todos os substratos utilizados, quando comparada com as temperaturas de 20, 25 e 30°C (Figura 2). Essa ocorrência deve-se, provavelmente, ao fato das sementes terem sido submetidas por tempo prolongado ao grau de calor gerado pela temperatura de 35°C, no germinador, acarretando com isso um bloqueio no processo germinativo da espécie e a diminuição do total de sementes germinadas.

A análise de variância, pelo teste F a 1% de significância, aplicada aos dados da percentagem de germinação das sementes de cupuaçuzeiro, revelou que não houve diferença significativa entre os substratos utilizados (Tabela 1A).

TABELA 4 - Percentagem de germinação de sementes e de plântulas normais de cupuaçuzeiro, submetidas a 5 temperaturas e 3 substratos, após 25 dias da semeadura. EMBRAPA/CPAA. Manaus - AM, 1990.

| TEMPERATURA(°C) | SUBSTRATO | %GERMINAÇÃO | %PLÂNTULAS NORMAIS |
|-----------------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| 15 | AREIA | 53.9 | 0.0 |
| | SERRAGEM | 60.3 | 0.0 |
| | VERMICULITA | 59.3 | 0.0 |
| | | $\bar{x} = 57.8$ a | $\bar{x} = 0.0$ a |
| 20 | AREIA | 96.5 | 86.7 |
| | SERRAGEM | 93.1 | 83.8 |
| | VERMICULITA | 95.1 | 83.8 |
| | | $\bar{x} = 94.9$ b | $\bar{x} = 84.8$ b |
| 25 | AREIA | 98.5 | 90.2 |
| | SERRAGEM | 94.1 | 87.7 |
| | VERMICULITA | 92.1 | 85.2 |
| | | $\bar{x} = 94.9$ b | $\bar{x} = 87.7$ b |
| 30 | AREIA | 93.6 | 88.7 |
| | SERRAGEM | 95.1 | 88.2 |
| | VERMICULITA | 91.6 | 84.3 |
| | | $\bar{x} = 93.4$ b | $\bar{x} = 87.1$ b |
| 35 | AREIA | 87.7 | 79.9 |
| | SERRAGEM | 89.7 | 85.3 |
| | VERMICULITA | 91.1 | 79.9 |
| | | $\bar{x} = 89.5$ b | $\bar{x} = 81.7$ b |
| Coeficiente de Variação (%) | | 17.15 | 12.63 |

. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

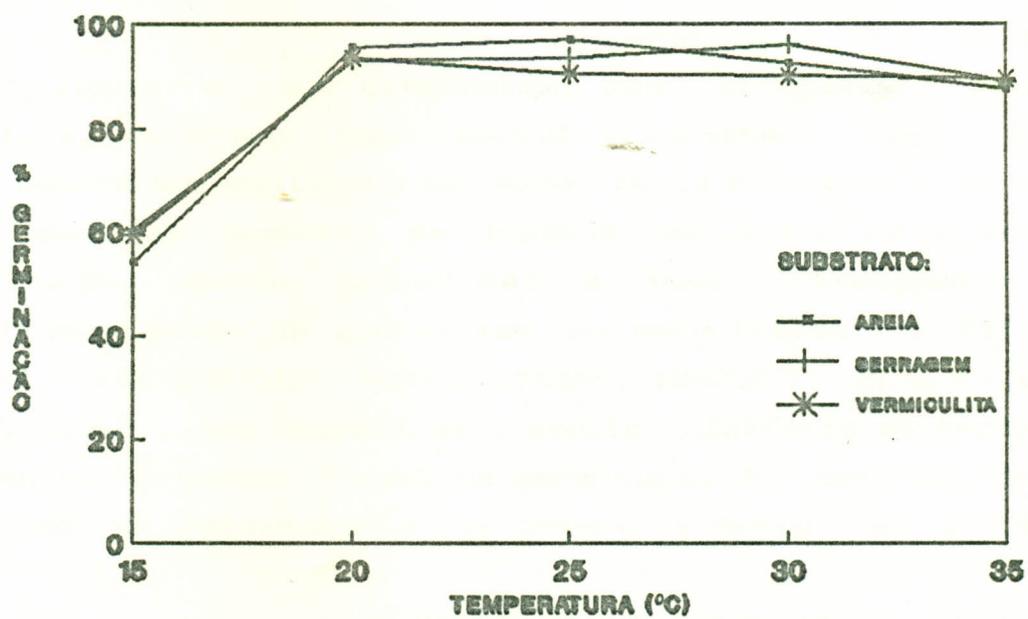


FIGURA 2 - Percentagem de germinação de sementes de cupuaçu, obtida em função de diferentes temperaturas e substratos

Os valores médios de percentagem de plântulas normais foram estatisticamente semelhantes, quando comparados entre as temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, independente do substrato testado (Tabela 4). Porém, comparando-se as médias de percentagem de germinação e percentagem de plântulas normais, a 25°C, na areia (98,5% e 90,2%, respectivamente), observa-se que estas tendem a ser superiores às médias dos outros tratamentos, embora as diferenças não tenham sido significativas.

Para a temperatura de 15°C, as sementes de cupuaçuzeiro que germinaram, não atingiram o estágio de plântula, no prazo experimental determinado (Figura 3). Este fato poderá ser explicado em decorrência do processo de inibição pelo qual as sementes da espécie passaram, para iniciar a germinação, quando submetidas a este tratamento. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por PIKE *et al.* (1934), PIKE (1935), HUNTER (1959), IBAÑEZ (1963 a, b) e IBAÑEZ *et al.* (1963), que observaram o efeito inibitório de temperaturas baixas no processo normal de germinação das sementes de cacau, causando um retardamento no desenvolvimento da plântula da espécie.

Verificou-se através da análise de variância, pelo teste F a 1%, aplicada aos dados de percentagem de plântulas normais, que os substratos usados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, para a espécie em estudo (Tabela 2A).

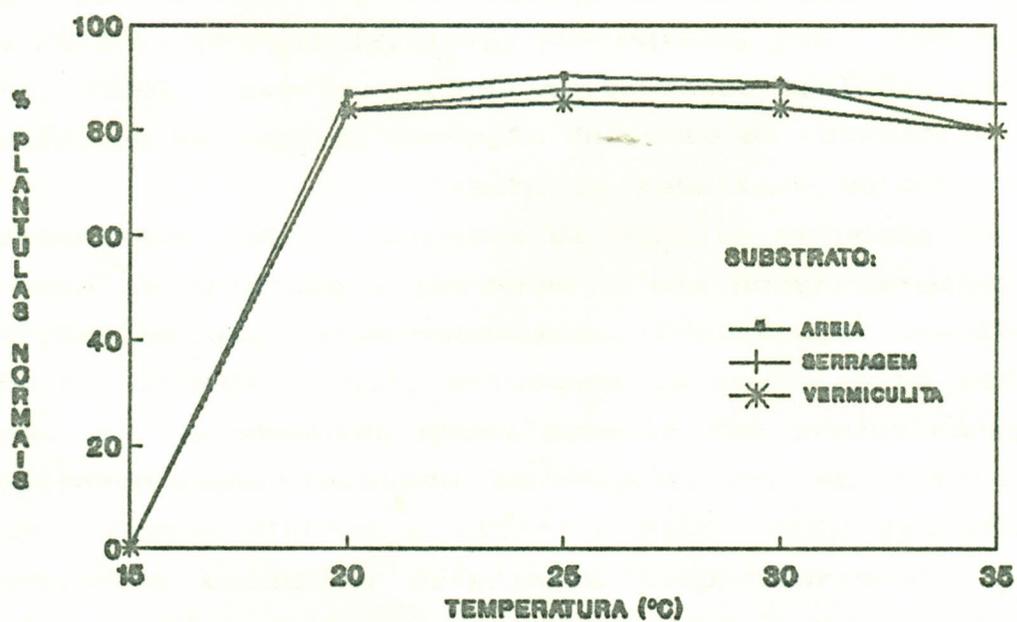


FIGURA 3 - Percentagem de plântulas normais de cupuaçuzeiro, obtidas em função de diferentes temperaturas e substratos

4.2.2. Teste Topográfico de Tetrazólio

De acordo com o resultado do teste de tetrazólio, que objetivou estimar a viabilidade de uma amostra de sementes que não germinou a 15°C, nos substratos testados, verificou-se que os tecidos das mesmas permaneceram incolores.

Como o potencial de germinação da semente, nesse teste, é estimado pela interpretação das áreas coloridas do embrião, em função de alterações na atividade respiratória (POPINIGIS, 1976; POPIPINIGIS, 1985; BARROS & MARCOS FILHO, 1990), observou-se que as sementes testadas não estavam viáveis, no período da execução do teste de tetrazólio.

Diante do resultado encontrado, ficou caracterizado que as sementes da espécie estudada sofreram um processo de inibição e perderam o seu poder germinativo, nas condições em que foram submetidas. Constatação semelhante foi feita por HUNTER (1959), estudando as sementes de cacau, onde afirma que as sementes dessa espécie são prejudicadas em sua viabilidade quando encubadas em ambiente com temperatura inferior a 18°C. Também PIKE *et al.* (1934) e PIKE (1935) trabalhando com sementes de cacau em diferentes temperaturas de incubação, verificaram que o limite superior de temperatura letal para germinação de sementes da cultura, ficou em torno de 10°C.

4.3. Vigor

4.3.1. Altura da Parte Aérea da Plântula

De acordo com os resultados obtidos (Figura 4), a temperatura de 30°C foi a que se destacou entre as demais testadas, favorecendo o melhor desenvolvimento da parte aérea das plântulas de cupuaçuzeiro. Estas plântulas atingiram a altura de 15,49 cm; 13,17 cm e 12,72 cm, quando cultivadas em areia, serragem e vermiculita, respectivamente. Esse resultado, está de acordo com o encontrado por FIGUEIREDO (1986a), para a

cultura do cacau, onde ficou constatado que foi a temperatura de 30°C que permitiu o completo desenvolvimento da plântula, dentro do período pré-estabelecido.

Observou-se que ocorreu um crescimento gradativo das plântulas, quando se compara as médias da altura destas, em função da temperatura em cada substrato, registrando-se a 20°C: 6,32 cm; 6,21 cm e 6,23 cm, para areia, serragem e vermiculita, respectivamente; 25°C: 11,06 cm; 11,40 cm e 10,82 cm, para areia, serragem e vermiculita, respectivamente e 30°C (médias supracitadas). Entretanto, observa-se também, através da Figura 4, que a 35°C ocorreu uma queda no desenvolvimento das plântulas da espécie, em todos os substratos testados. Esse fato se explica, provavelmente, pelo forte calor em que as plantas foram submetidas, nesta temperatura, estando em concordância com o que se observou, também, em outros parâmetros como percentagem total de germinação e percentagem de plântulas normais, neste tratamento.

Com relação aos substratos utilizados, observa-se através da análise de variância, pelo teste F a 1% de significância, que os mesmos são estatisticamente semelhantes, no concernente a altura da parte aérea da plântula de cupuaçuzeiro (Tabela 2A).

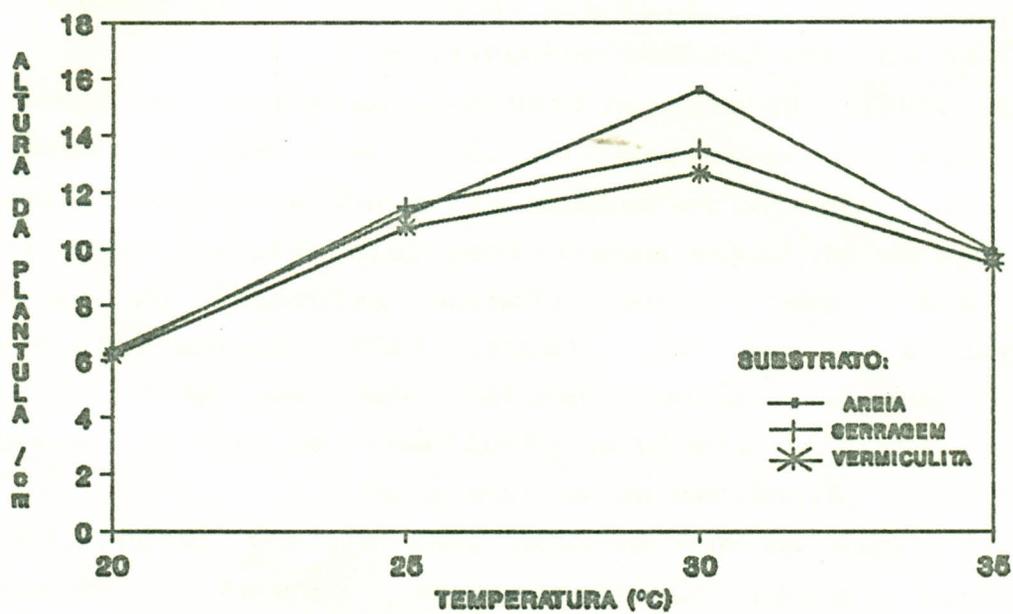


FIGURA 4 - Médias de altura da parte aérea de plântula de cupuaçuzeiro, obtidas em função de diferentes temperaturas e substratos

4.3.2. Peso da Matéria Seca da Parte Aérea

Conforme os resultados, os maiores valores médios do peso da matéria seca da parte aérea da plântula (Figura 5), foram encontrados na faixa de 25 a 30°C, em todos os substratos testados. Estes resultados seguem a mesma tendência daqueles observados para altura da plântula, em que se observou a temperatura de 30°C como a que melhor promoveu o desenvolvimento da parte aérea da plântula.

Verificou-se também, através da Figura 5, que houve um decréscimo acentuado no peso da matéria seca da parte aérea, a 35°C, em todos os substratos testados. Este resultado apresenta coerência com aqueles encontrados para altura da parte aérea da plântula, percentagem total de germinação e percentagem de plântulas normais, nessa temperatura. Fato justificável, segundo REIS (1978), por ser a temperatura considerada como um dos fatores ambientais que afetam sensivelmente a taxa de crescimento da planta.

Pela análise de variância, teste F a 1% de significância, (Tabela 2A), nota-se que os substratos não apresentaram diferença significativa, neste parâmetro, concordando assim, com o resultado de altura da parte aérea da plântula .

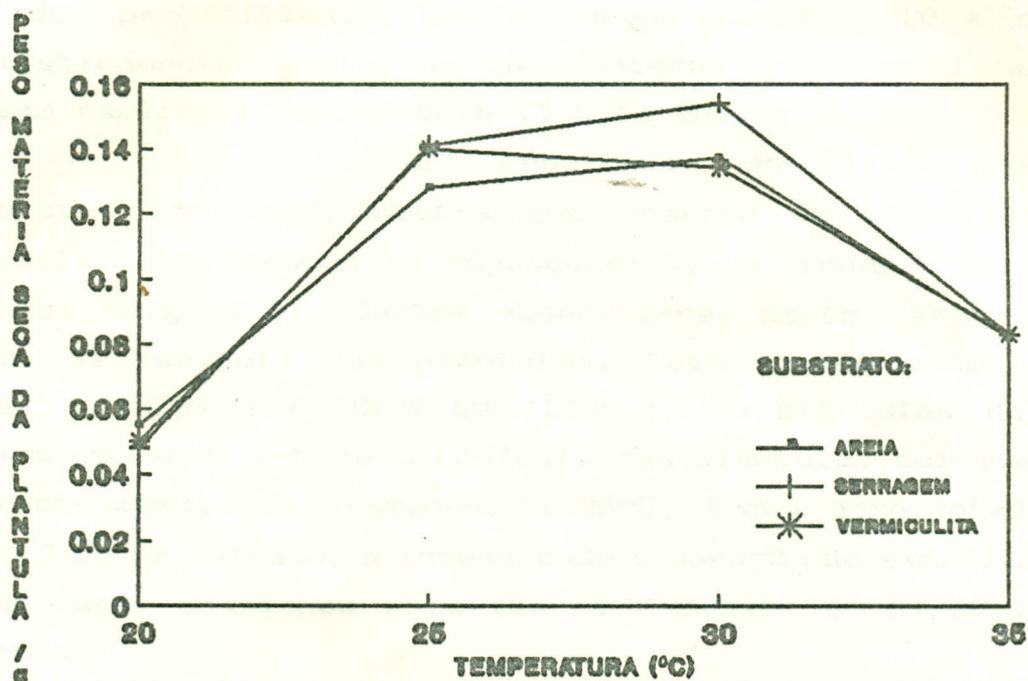


FIGURA 5 - Peso da matéria seca da parte aérea de plântulas de cupuaçu, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos

4.3.3. Comprimento da Radícula da Plântula

Através da Figura 6, observa-se que as plântulas cultivadas em serragem, a 30°C, apresentaram um sistema radicular mais desenvolvido, atingindo a média de 8,54 cm de comprimento, enquanto que, aquelas cultivadas em areia e vermiculita, na mesma temperatura (30°C), atingiram médias de 7,41 cm e 7,43 cm, respectivamente.

Verificou-se através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, que as temperaturas de 20 e 25°C são estatisticamente iguais, no que concerne ao desenvolvimento do sistema radicular da espécie (Tabela 2A).

O resultado encontrado para a temperatura de 35°C, mostra que ocorreu um atrofiamento no desenvolvimento da raiz do cupuaçuzeiro, em todos os substratos testados (Figura 6). Também observou-se, neste tratamento, a queima da radícula das plântulas. Fato também observado por HUNTER (1959) e FIGUEIREDO (1986a), em plântulas de cacau, confirmando que, embora a radícula das plântulas cultivadas nos diversos substratos testados, a 35°C, tenha apresentado maior velocidade de emissão, a intensidade e duração de exposição nesta temperatura, ocasionou a queima da radícula e hipocótilo das plântulas.

Com relação aos substratos utilizados, verifica-se que houve diferença significativa entre eles, para o parâmetro avaliado, tendo a serragem se destacado dos demais, proporcionando um melhor desenvolvimento da radícula (Tabela 2A). Também observou-se que foi neste substrato onde ocorreu um maior desenvolvimento de raízes secundárias, formando-se um emaranhado de pequenas raízes, em todas as temperaturas, com exceção de 35°C. Provavelmente, se poderá atribuir este fato a características inerentes a este material, tais como: maior aeração, maior retenção de umidade, maior quantidade de matéria orgânica, material mais leve, dentre outras. STROSKI (1982) testando vários substratos para a produção de mudas de cupuaçuzeiro, detectou que o tratamento terra normal + terra de floresta foi o que melhor favoreceu o desenvolvimento da radícula da espécie.

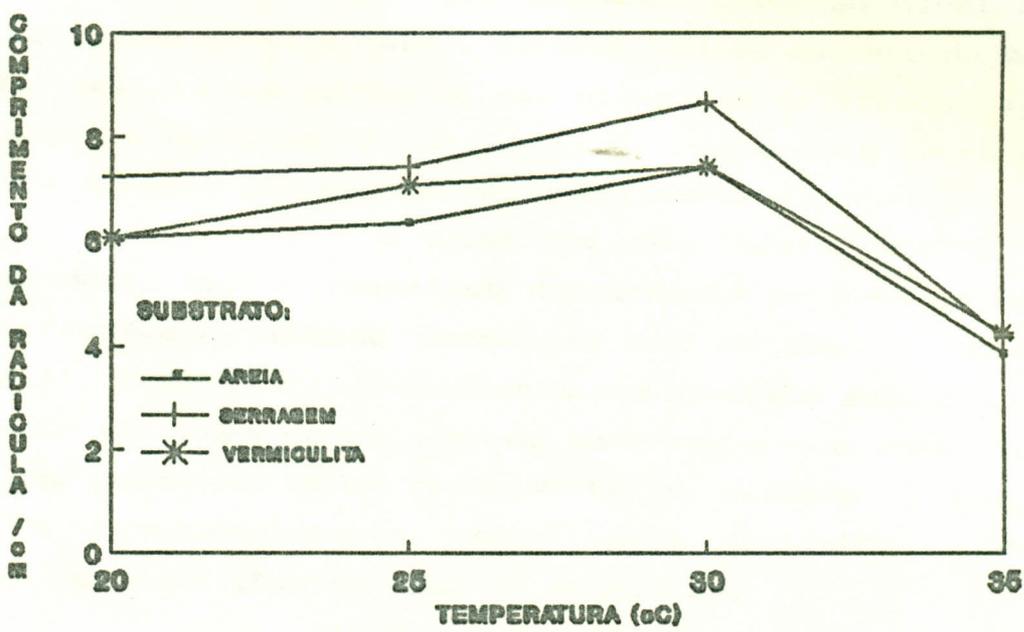


FIGURA 6 - Médias de comprimento da radícula de plântulas de cucurbitáceo, obtidas em função de diferentes temperaturas e substratos

4.3.4. Peso da Matéria Seca da Radícula

Observando-se as médias para o peso da matéria seca da radícula, percebe-se que foi na faixa de 25 a 30°C, onde ocorreram os melhores resultados (Figura 7).

Nota-se através da análise da variância, pelo teste F a 1% (Tabela 2A), que existe diferença significativa entre as temperaturas testadas, para peso da matéria seca da radícula. Pelo teste de Tukey ao nível de 5%, constata-se que os mais baixos valores médios do peso da matéria seca da radícula encontram-se nas plântulas cultivadas a 35°C, confirmando a acentuada paralisação do crescimento da radícula, observada através das medidas de comprimento da mesma.

O substrato vermiculita, a 25°C, foi o que apresentou melhor resultado concernente ao peso de matéria seca da radícula, quando comparado com os demais substratos (Figura 7). MATOS (1972) trabalhando com diversos substratos para a obtenção de mudas de cacauzeiro, observou que o solo argiloso foi o que permitiu maior crescimento do sistema radicular da planta e conseqüentemente, maior peso de matéria seca da radícula, em condições de casa de vegetação.

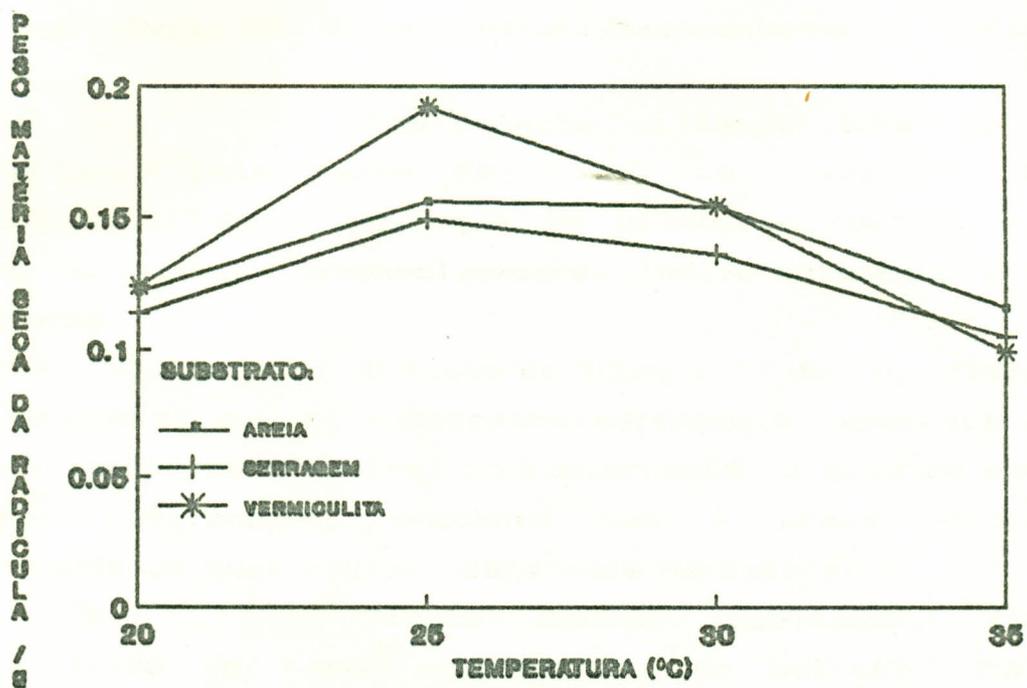


FIGURA 7 - Peso da matéria seca da radícula de plântulas de cupuaçuzeiro, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos

4.3.5. Peso da Matéria Seca dos Cotilédones

Os valores encontrados para peso de matéria seca dos cotilédones demonstram que as temperaturas de 20 e 25°C, nos substratos estudados, apresentaram médias superiores às demais temperaturas (Figura 8). Entretanto, verifica-se através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, que estas temperaturas não diferem estatisticamente entre si (Tabela 2A).

Com relação as temperaturas de 30 e 35°C, nota-se pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância (Tabela 2A), que as plântulas cultivadas nos diversos substratos, desenvolveram-se indiferentemente a estas temperaturas.

O teste de Tukey a 5% de significância, também demonstra que os substratos serragem e vermiculita são estatisticamente semelhantes, no concernente ao peso de matéria seca dos cotilédones, enquanto que a areia apresentou superioridade em suas médias, para esse parâmetro.

Diante desses resultados, fica-se impossibilitado de fazer comparações com outros trabalhos, considerando que a literatura referente a esse assunto, praticamente inexistente. Entretanto, quando se observa as maiores médias para a altura da plântula e comprimento da radícula, percebe-se que estas se encontram na faixa de temperatura de 25 a 30°C, o que, possivelmente, poderá estar ligado ao fato das maiores médias de peso seco de cotilédone encontrar-se também nestas temperaturas. Segundo POPINIGIS (1985), em trabalhos feitos com soja, foi observado que as sementes de alto vigor deram origem a plantas com desempenho superior às aquelas provenientes de sementes de baixo vigor.

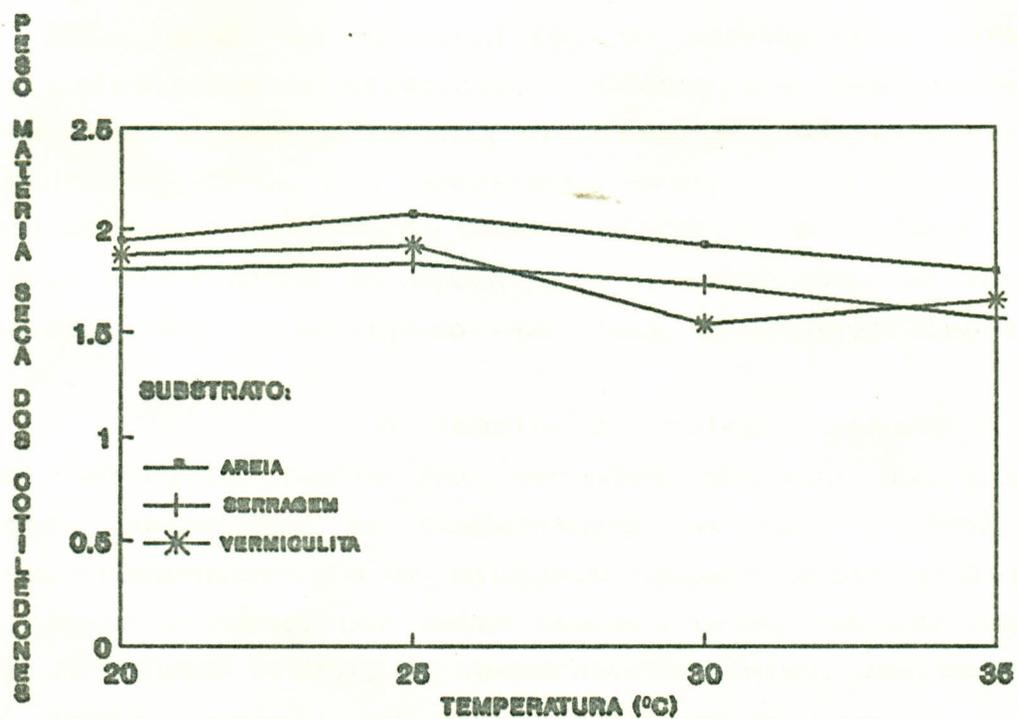


FIGURA 8 - Peso da matéria seca dos cotilédones de plântulas de cupuaçuzeiro, obtido em função de diferentes temperaturas e substratos

4.4. Ocorrência de Fungos

Os resultados referentes a ocorrência de fungos nos diferentes tratamentos, encontram-se na Tabela 5.

Durante o período experimental, observou-se o desenvolvimento de fungos diferentes nos diversos tratamentos. Dentre eles, destacaram-se os gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Rhizoctonia*, que ocorreram nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, na vermiculita. De acordo com STEVENSON (1974), estes gêneros pertencem a Classe dos Deuteromicetos. Também ocorreu o gênero *Agaricus*, da Classe dos Basidiomicetos, à temperatura de 25°C, nos substratos areia e serragem. Porém, observou-se que a infestação desses microrganismos localizou-se superficialmente entre as sementes e o substrato, em todos os tratamentos, não prejudicando com isso, o desenvolvimento das plântulas.

A Tabela 5 indica que não ocorreu desenvolvimento de fungos nas sementes semeadas nos diversos substratos submetidos às temperaturas de 15 e 35°C. Isso deveu-se, provavelmente a um bloqueio causado ao desenvolvimento desses microrganismos, por estas temperaturas, considerando que segundo POPINIGIS (1985), há temperaturas mínima, máxima e ótima para o desenvolvimento das várias espécies de fungos.

À temperatura de 20°C, somente em vermiculita ocorreu desenvolvimento do fungo *Rhizoctonia* e um outro tipo que não foi possível identificar.

Registrou-se o maior desenvolvimento de fungos à temperatura de 25°C, em todos os substratos testados. Constatação esta que poderá ser considerada como incentivo para novos testes, e averiguações posteriores, no sentido de se detectar se esta é a temperatura ótima para o desenvolvimento desses microrganismos nas sementes de espécies tropicais, especificamente o cupuaçuzeiro.

À temperatura de 30°C, não ocorreu desenvolvimento de fungos nos substratos areia e serragem.

Entretanto, em vermiculita registrou-se a presença do gênero *Penicillium* e um outro não identificado. FIGUEIREDO (1986c), também detectou esse fungo, nas sementes de cacau, a esta temperatura.

Verifica-se, finalmente, que entre os substratos testados, houve maior incidência de fungos na vermiculita, nos diferentes tratamentos, podendo-se considerar este material como o mais propício ao desenvolvimento desses microrganismos, nas condições estudadas.

Considerando-se que as câmaras de germinação passaram pelo processo de limpeza e assepsia, e que todos os substratos foram cuidadosamente esterilizados, fica evidenciado que os propágulos dos microrganismos já se encontravam nas sementes trabalhadas, levando-se em conta que estas não passaram por nenhum tratamento anti-fúngico.

TABELA 5 - Fungos encontrados nas sementes de cupuaçuzeiro, submetidas a 5 temperaturas e 3 substratos, no período de 25 dias. EMBRAPA/CPAA, MANAUS-AM, 1990.

| T (°C) | AREIA | SERRAGEM | VERMICULITA |
|--------|--------------------|--------------------|---|
| 15 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | <i>Rhizoctonia sp</i> ; N.I. |
| 25 | <i>Agaricus sp</i> | <i>Agaricus sp</i> | <i>Fusarium sp</i> ; <i>Aspergillus sp</i> ; N.I. |
| 30 | 0 | 0 | <i>Penicillium sp</i> ; N.I. |
| 35 | 0 | 0 | 0 |

N.I. = Não identificado

0 = Não desenvolvido

4.5. Considerações Gerais

A Tabela 6 resume as informações obtidas neste experimento.

Através dos valores médios dos parâmetros avaliados, observa-se que a temperatura é um fator importante no processo germinativo das sementes, bem como no desenvolvimento de plântulas de cupuaçuzeiro, podendo-se registrar um baixo índice de germinação à temperatura de 15°C e a queima do sistema radicular à temperatura de 35°C.

Nota-se, também, que o substrato utilizado na sementeira das sementes, tem influência na germinação e no vigor de plântulas da espécie. Destaca-se, neste trabalho, a areia como o substrato mais favorável à germinação das sementes e a serragem como o substrato que permitiu o melhor desenvolvimento do sistema radicular das plântulas. Diante deste resultado, sugere-se a utilização desses substratos (areia + serragem), numa mistura de partes iguais com terra vegetal, para a formação de mudas de cupuaçuzeiro.

Sugere-se também o tratamento antifúngico nas sementes de cupuaçuzeiro, antes destas serem semeadas, com o propósito de se prevenir o desenvolvimento de fungos no período de sementeira e germinação das sementes da espécie.

TABELA 6 - Valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG), percentagem de germinação e de plântulas normais (%), altura da plântula e comprimento da radícula (cm), e peso da matéria seca da plântula, radícula e cotilédones (g) de cupuaçuzeiro. EMBRAPA/CPAA. Manaus-AM, 1990.

| TEMPERATURA(°C) | SUBSTRATO | IVG | GERMINAÇÃO (%) | PLÂNT.NORMAIS (%) | ALT.PLANT. (cm) | COMP.RADÍC. (cm) | PESO SECO(g) | | |
|-----------------|-------------|------|----------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------|--------|--------|
| | | | | | | | PLANT. | RADÍC. | COTIL. |
| 15 | AREIA | 0,87 | 53,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | SERRAGEM | 1,04 | 60,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | VERMICULITA | 1,06 | 59,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20 | AREIA | 2,38 | 96,5 | 86,7 | 6,32 | 6,06 | 0,05 | 0,12 | 1,94 |
| | SERRAGEM | 2,27 | 93,1 | 83,8 | 6,21 | 7,23 | 0,05 | 0,11 | 1,79 |
| | VERMICULITA | 2,27 | 95,1 | 83,8 | 6,23 | 6,06 | 0,05 | 0,12 | 1,88 |
| 25 | AREIA | 2,84 | 98,5 | 90,2 | 11,06 | 6,30 | 0,13 | 0,15 | 2,07 |
| | SERRAGEM | 2,64 | 94,1 | 87,7 | 11,40 | 7,42 | 0,14 | 0,15 | 1,82 |
| | VERMICULITA | 2,66 | 92,1 | 85,2 | 10,82 | 7,08 | 0,14 | 0,19 | 1,92 |
| 30 | AREIA | 2,86 | 93,6 | 88,7 | 15,49 | 7,41 | 0,13 | 0,15 | 1,92 |
| | SERRAGEM | 2,99 | 95,1 | 88,2 | 13,17 | 8,54 | 0,15 | 0,13 | 1,72 |
| | VERMICULITA | 2,54 | 91,6 | 84,3 | 12,72 | 7,43 | 0,13 | 0,15 | 1,54 |
| 35 | AREIA | 2,93 | 87,7 | 79,9 | 9,89 | 3,84 | 0,08 | 0,11 | 1,80 |
| | SERRAGEM | 3,03 | 89,7 | 85,3 | 9,83 | 4,16 | 0,08 | 0,10 | 1,56 |
| | VERMICULITA | 3,05 | 91,1 | 79,9 | 9,51 | 4,26 | 0,08 | 0,10 | 1,66 |

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho e conforme os resultados obtidos, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

1) A temperatura de 25°C, no substrato areia, foi considerado o melhor tratamento para o teste de germinação de sementes de cupuaçuzeiro.

2) As sementes de cupuaçuzeiro são inibidas em seu processo germinativo quando submetidas à temperatura de 15°C, e perdem sua viabilidade quando expostas por duas semanas a esta temperatura.

3) A germinação das sementes de cupuaçuzeiro foi acelerada à temperatura de 35°C. Entretanto, ocorreu um processo de queima da radícula e hipocótilo, que interferiu no completo desenvolvimento destes.

4) A faixa de temperatura ótima para que ocorra o máximo de germinação das sementes de cupuaçuzeiro está em torno de 20 a 30°C. Esta faixa de temperatura também permitiu o completo desenvolvimento da plântula, dentro do período estabelecido para as observações.

5) A temperatura de 25°C favoreceu maior desenvolvimento de fungos, nas sementes de cupuaçuzeiro, notadamente no substrato vermiculita.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIAR, I. B. de, 1984. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984. Curitiba. Curitiba: UFPR/IUFRO. p. 277-290.
- BARBOSA, W. C., NAZARÉ, R. F. R. de & NAGATA, I., 1978. - Estudo tecnológico de frutas da Amazônia. Belém: EMBRAPA-CPATU. 19p. (Comunicado Técnico, 3.).
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B., 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3. ed. Burgess, Mineapolis, p.51-210.
- BARROS, A.S. do R. & MARCOS FILHO, J., 1990. Testes para avaliação rápida da viabilidade de sementes de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.25, n.10, p.1447-1459, out.
- BIANCHETTI, A., 1981 - Tecnologia de sementes de essências florestais. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.3, n.3.
- BOROUGHS, H. & HUNTER, J. R., 1961. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento de semillas de cacao. Turrialba, v.11, n.4, p.160.
- BOROUGHS, H. & LABARCA, C., 1962. Factores que afectan la germinación del cacao. Turrialba, v.12, n.4, p.210-212.

- BRASIL, Ministério da Agricultura, 1980. Regras para análise de sementes. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudás. 188p.
- CALZAVARA, B. B. G., 1970. Fruteiras: abieiro; abricozeiro; bacurizeiro; biribazeiro; cupuaçuzeiro. IPEAN. Série Culturas da Amazônia, Belém, v.1, n.2, p.45-84.
- CALZAVARA, B. B. G., 1982. O cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum, Schum.). Belém: EMBRAPA-CPATU. s.n. 11p. (Série Cultivos Pioneiros).
- CALZAVARA, B. B. G., MÜLLER, C. H. & KAHWAGE, O. de N. da C., 1984. Fruticultura tropical: O cupuaçuzeiro - cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém: EMBRAPA-CPATU. 101p.
- CALZAVARA, B. B. G., 1987. Cupuaçuzeiro. Belém: EMBRAPA-CPATU. Sp. (Recomendações Básicas, 1).
- CARLETTO, G. A., 1974. O poder germinativo das sementes do cacauzeiro. Cacau Atualidade, Ilhéus, v. 11, n.1, p.2-3.
- CARVALHO, N. M. de & NAKAGAWA, J., 1980. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill. 429p.
- CARVALHO, N. M. de & NAKAGAWA, J., 1988. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill. 424p.
- CASAS, I. A. & IBAÑEZ, M. L., 1964. Relación entre la

respiración y la germinación con el contenido de humedad en las semillas de cacao. Turrialba, v.14, n.3, p.155-156.

- DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M. & LIENHARD, M., 1976. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Trad. de Flávio F. Rocha. Brasília: AGIPLAN.
- EVANS, H., 1950. Results of some experiments on the preservation of cacao seed in viable condition. Tropical Agriculture, Trinidad, v.27, n.1/3, p.48-55
- FIGLIOLIA, M. B., 1984. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes de algumas essências florestais nativas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984. Curitiba. Curitiba: UFPR/IUFRO. p.193-204.
- FIGUEIREDO, S. F. L., 1986a. Conservação da viabilidade da semente de cacau. 2. Tipificação do fruto e descrição da semente e da germinação. Revista Theobroma, Ilhéus, v.16, n.2, p.75-88.
- FIGUEIREDO, S. F. L., 1986b. Conservação da viabilidade da semente de cacau. 3. Solução de éteres celulósicos. Revista Theobroma, Ilhéus, v.16, n.3, p.115-126.
- FIGUEIREDO, S. F. L., 1986c. Conservação da viabilidade da semente de cacau. 4. Efeitos de fungicidas e peletização. Revista Theobroma, Ilhéus, v.16, n.4, p.173-188.

- HUNTER, J. R., 1959. La germinación de Theobroma cacao. Turrialba, v.4, n.4, p.1-8.
- IBAÑEZ, M. L., 1963a. A reversal of cacao seed sensitivity to cold. Turrialba, v.13, n.1, p.31-32.
- IBAÑEZ, M. L., 1963b. The point of irreversibility in cacao seed sensitivity to cold. Turrialba, v.13, n.2, p.127-128.
- IBAÑEZ, M. L.; CASAS, I. P. & REDSHAW, E. S., 1963 - The effects of Krebs's cycle intermediates on respiration in cacao embryos and cotyledons. Turrialba, v.13, n.4, p.238-240. Costa Rica.
- LABOURIAU, L. G., 1983a. A germinação das sementes. Washington, D. C.: O. E. A. 174p. (Biologia. Monografia, 24).
- LABOURIAU, L. G., 1983b. Uma nova linha de pesquisa na fisiologia da germinação das sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., 1983. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil.
- MACEDO, R. L. G., 1985. Influência da temperatura, substrato e luminosidade na germinação e avaliação da qualidade fisiológica das sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Lavras: ESAL. 77p. Tese Mestrado.
- MALAVASI, M. de M., 1988. Germinação de sementes. In: MANUAL DE ANÁLISE DE SEMENTES FLORESTAIS. Campinas: Fundação

Cargill. Cap. 3.

- MATOS, A., 1972. Efeitos de diferentes substratos e regimes de irrigação sobre o desenvolvimento de mudas de cacauzeiros (*Theobroma cacao* L.). Viçosa: UFV. 49p. Tese Mestrado.
- PERRY, D. A., 1972. Seed vigour and field establishment. Horticultural Abstracts, v.42, n.2, p.334-342.
- PIKE, E. E.; LEONARD, E. R. & WARDLAW, C. W., 1934. On the viability of cacao seeds after storage. Tropical Agriculture, Trinidad, v.11, n.12, p.303-307.
- PIKE, E. E., 1935. On the germination of cacao beans with special reference to storage and transportation problems. Annual Report on Cocoa Research, v.4, p.33-40.
- POPINIGIS, F., 1976. Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento. Brasília: EMBRAPA.
- POPINIGIS, F., 1985. Fisiologia da semente. 2. ed. Brasília: AGIPLAN. 289p.
- RAMOS, A. & BIANCHETTI, A., 1984. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984. Curitiba. Curitiba: UFPR/IUFRO. p.252-275.

- REIS, G. G. dos, 1978. Análise de crescimento das plantas - mensuração do crescimento. In: PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO DE LOS TRÓPICOS AMERICANOS. Belém: EMBRAPA-CPATU.
- ROBERTS, E. H., 1973. Predicting the Storage life of seed. Seed Science and Technology, v.1, n.2, p.499-514.
- RODRIGUES, F. C. M. P. & VIEIRA, J. D., 1988. Teste de germinação. In: MANUAL DE ANÁLISE DE SEMENTES FLORESTAIS. Campinas: Fundação Cargill. p.70-90.
- SANCHEZ, J. E. & VELAZQUEZ, A., 1989. Conservación de las semillas del cacao (*Theobroma cacao*). Turrialba, v.39, n.4, p.483-487.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H., 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences. McGRAW. New York: Hill.
- STEVENSON, G. B., 1974. Biologia dos fungos, bactérias e vírus. São Paulo: Polígono. Tradução de Denise Navas Pereira.
- STROSKI, M. do S. R., 1982. Efeitos de diferentes substratos e tratamento de sementes, na produção de mudas de cupuaçuzeiro na Amazônia Ocidental. Manaus: FUA. 42p. Monografia.
- TOOLE, V. K., 1973. Effects of light, temperature and their interactions on the germination of seeds. Seed Science

and Technology, v.1, p.339-396.

- VASCONCELOS, M. N. L.; SILVA, M. L. da; MAIA, J. G. S. & GOTTLIEB, O. R., 1975. Estudo químico das sementes do cupuaçu. Acta Amazônica, Manaus, v.5, n.3, p.293-295.
- VENTURIERI, G. A. & ALVES, M. L. B., 1984. A cultura do cupuaçuzeiro. Manaus: EMATER-AM. Trabalho elaborado para o Curso de Pré-Serviço de Extensionistas da EMATER-AM. Manaus-AM. 19p.
- VENTURIERI, G. A.; ALVES, M. L. B. & NOGUEIRA, M. D., 1985. O cultivo do cupuaçuzeiro. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.4, n.1, p.15-17.

APÉNDICE

TABELA 1A - Efeito da temperatura e substrato sobre o I.V.G. e na %S.G. de plântulas de cupuaçuzeiro

| Fonte de variação | gl | Quadrado médio | |
|-----------------------|-----|----------------|---------------|
| | | I.V.G. | %S.G. |
| temperatura | 4 | 23.43004778** | 9182.600194** |
| substrato | 2 | 0.10504667** | 5.422167** |
| temperatura*substrato | 8 | 0.22546819** | 92.815986** |
| Resíduo | 165 | 0.13477833 | 218.079348 |
| total | 179 | | |
| Coef. Variação | | 15.52 | 17.14 |

** - Significativo a 1%, pelo teste F
 ns - Não significativo

Teste de médias - Tukey 5%

| Tratamentos | MÉDIAS | |
|-----------------------|----------------|---------------|
| | I.V.G. | %S.G. |
| SUBSTRATOS | | |
| V-Vermiculita | [S] 2.3962 a | [S] 86.455 a |
| S-Serragem | [A] 2.3825 a | [A] 86.067 a |
| A-Areia | [V] 2.3170 a | [V] 85.863 a |
| TEMPERATURAS | | |
| 15, 20, 25, 30 e 35°C | [15] 0.9961 a | [15] 57.833 a |
| | [20] 2.3069 b | [35] 89.519 b |
| | [25] 2.7150 c | [30] 93.447 b |
| | [30] 2.8022 cd | [25] 94.919 b |
| | [35] 3.0072 d | [20] 94.922 b |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

I.V.G. - Índice de velocidade de germinação
 S.G.(%) - Sementes germinadas

TABELA 2A - Efeito da temperatura e substrato sobre a %N.; A.P.; C.R.; P.S.P.; P.S.R. e P.S.C. de cupuaçuzeiro

Análise de variância

| Fonte de variacao | gl | Quadrado medio | | | | | |
|-----------------------|-----|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | %N. | A.P. | C.R. | P.S.P | P.S.R. | P.S.C |
| temperatura | 3 | 268.8604629 ^{ns} | 354.08824393 ^{**} | 90.60540552 ^{**} | 0.06701693 ^{**} | 0.02544294 ^{**} | 0.54366667 ^{**} |
| substrato | 2 | 145.1892361 ^{ns} | 9.30491003 ^{ns} | 10.83940188 ^{**} | 0.00035732 ^{ns} | 0.00386595 ^{**} | 0.61955715 ^{**} |
| temperatura*substrato | 6 | 49.6535879 ^{ns} | 6.28043487 ^{ns} | 1.36511094 ^{ns} | 0.00050299 ^{ns} | 0.00186362 ^{**} | 0.08276182 ^{ns} |
| Residuo | 132 | 116.2494318 | 4.36816758 | 0.90319944 | 0.00070766 | 0.00039488 | 0.05652035 |
| total | 143 | | | | | | |
| Coef. Variacao (%) | | 12.63 | 20.44 | 15.04 | 25.99 | 14.74 | 13.18 |

** - Significativo a 1%, pelo teste F

ns - Não significativo

Teste de médias - Tukey 5%

| Tratamentos | MEDIAS | | | | | | |
|--------------------|--------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | %N. | A.P. | C.R. | P.S.P | P.S.R. | P.S.C | |
| SUBSTRATOS | | | | | | | |
| A= AREIA | V 83.308 a | V 9.819625 a | A 5.905020 a | A 0.099791 a | S 0.125020 a | S 1.727166 a | |
| S= SERRAGEM | S 86.256 a | S 10.154167 a | V 6.210000 a | V 0.102041 a | A 0.136791 ab | V 1.748750 a | |
| V=VERMICULITA | A 86.381 a | A 10.692375 a | S 6.837145 b | S 0.105166 a | V 0.142520 b | A 1.933854 b | |
| TEMPERATURA | | | | | | | |
| 20, 25, 30, e 35°C | 35 81.678 a | 20 6.252833 a | 35 4.088611 a | 20 0.050722 a | 35 0.106666 a | 35 1.675805 a | |
| | 20 84.786 a | 35 9.744556 b | 20 6.450000 b | 35 0.082694 b | 20 0.119638 b | 30 1.726388 a | |
| | 30 87.072 a | 25 11.096750 c | 25 6.936444 b | 25 0.135972 c | 30 0.147305 c | 20 1.871638 b | |
| | 25 87.725 a | 30 13.794083 d | 30 7.794500 c | 30 0.139944 c | 25 0.165500 d | 25 1.939194 b | |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.