CONSERVAÇÃO DE SEMENTE DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. cv. CATUAÍ) COM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE, ARMAZENADAS EM EMBALAGENS HERMETICAMENTE FECHADAS

ÉDISON MIGLIORANZA

Orientador: JOSÉ DIAS COSTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro, 1982

A meus pais, Jayme e Lourdes,
que não mediram esforços para
que eu chegasse até esta eta-
pa da minha vida.

A meus irmãos, Mirtes, Edival-
do, Edna e Mirian, que feste-
jaram os momentos alegres e
me encorajaram nos difíceis.

A Lúcia, a partir de quem tu-
do fez mais sentido.

Ao professor José Dias Costa,
que sempre me sirva de modelo
de pessoa.

A Deus, por tudo ...

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Dr. José Dias Costa, pela orientação, dedicação, estímulo e amizade.
- Aos Professores do Departamento de Agricultura e Horticultura que contribuíram para a minha formação na área de Fitotecnia.
- Aos Funcionários do Departamento de Agricultura pela amizade e ajuda nos ensaios.
- Aos estagiários do Laboratório de Sementes, em especial a Yurika e Manuel pela colaboração nas análises de sementes.
- Ao Engº Agrº Paulo E. Takazaki, e a Sementes Agroflora S.A. pelo enlatamento das sementes.
- Ao Professor Vivaldo Antonio da Cruz, pela orientação na parte estatística.
- Aos Funcionários da Biblioteca Central da ESALQ pela atenção dispensada.

ÍNDICE

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Cultivar	18
3.2. Preparo das sementes	18
3.3. Determinação da qualidade fisiológica das se- mentes	20
3.3.1. Teste de germinação	20
3.3.2. Primeira contagem do teste de germina- ção	21
3.3.3. Crescimento da plântula	21
3.3.4. Velocidade de emergência	22
3.4. Métodos estatísticos	23
4. RESULTADOS	24
4.1. Teste de germinação	24
4.2. Primeira contagem de teste de germinação	30
4.3. Crescimento da plântula	36
4.4. Velocidade de emergência	41
5. DISCUSSÃO	47
5.1. Cultivar	47
5.2. Preparo das sementes	48

5.3. Teste de germinação	49
5.4. Primeira contagem do teste de germinação	51
5.5. Crescimento da plântula	52
5.6. Velocidade de emergência	53
6. CONCLUSÕES	54
7. LITERATURA CITADA	56

LISTA DE TABELAS

página

Tabela 1. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de julho de 1978, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	24
Tabela 2. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de setembro de 1978, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	25
Tabela 3. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de dezembro de 1978, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$..	25
Tabela 4. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de fevereiro de 1979, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$..	26
Tabela 5. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de abril de 1979, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	26
Tabela 6. Médias das porcentagens de germinação, transformadas em arc sen $\sqrt{P/100}$, de cada um dos 12 tratamentos durante as 5 épocas	29

Tabela 7. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de julho de 1978, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	30
Tabela 8. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de setembro de 1978 transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	31
Tabela 9. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de dezembro de 1978, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	31
Tabela 10. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de fevereiro de 1979, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	32
Tabela 11. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de abril de 1979, transformados em arc sen $\sqrt{P/100}$	32

Tabela 12. Médias dos dados obtidos na primeira conta gem do teste de germinação de cada um dos 12 tratamentos durante as 5 épocas. Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$	35
Tabela 13. Análise de variância do comprimento do hi- pocótilo+radícula, para o mês de julho de 1978	36
Tabela 14. Análise de variância do comprimento do hi- pocótilo+radícula, para o mês de setembro de 1978	37
Tabela 15. Análise de variância do comprimento do hi- pocótilo+radícula, para o mês de dezembro de 1978	37
Tabela 16. Análise de variância do comprimento do hi- pocótilo+radícula, para o mês de fevereiro de 1979	38
Tabela 17. Análise de variância do comprimento do hi- pocótilo+radícula, para o mês de abril de 1979	38
Tabela 18. Médias por tratamento do comprimento do hi- pocótilo+radícula, para as 5 épocas estuda- das	40

Tabela 19. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de julho de 1978	41
Tabela 20. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de setembro de 1978	42
Tabela 21. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de dezembro de 1978	42
Tabela 22. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de fevereiro de 1979	43
Tabela 23. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de abril de 1979	43
Tabela 24. Médias, por tratamento, da velocidade de emergência nas 5 épocas estudadas	46

RESUMO

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. CV. CATUAI) COM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE, ARMAZENADAS EM EMBALAGENS HERMÉTICAMENTE FECHADAS

Autor: EDISON MIGLIORANZA

Orientador: JOSÉ DIAS COSTA

A revisão de literatura mostra que existe ainda muita controvérsia a respeito da umidade ideal para a conservação de sementes de café.

Assim, o objetivo do presente trabalho é determinar a influência do teor de umidade na longevidade de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí, linhagem H 2077-2-5-81 armazenadas em latas hermêticamente fechadas.

Logo após o despulpamento, a fermentação e a lavagem, as sementes foram submetidas a secagem à sombra. Para atingir teores de umidade menores que 14%, as sementes foram colocadas em secador com circulação forçada de ar quente, no qual tomou-se todo o cuidado para a temperatura não ultrapassar 40°C. Para obtenção de lotes de sementes com diferentes teores de umidade foram retiradas porções de 5 litros de sementes desde o início até o final da secagem.

As sementes foram depositadas, provisoriamente, em recipientes de vidro hermêticamente fechados para que se mantivesse inalterado o seu teor de umidade. Ao todo foram retiradas 12 amostras com os seguintes teores de umidade: 50,0%; 48,3%; 45,1%; 41,6%; 24,1%; 15,6%; 14,2%; 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8%. O conteúdo de cada vidro foi dividido em 5 partes aproximadamente iguais e cada uma dessas partes foi enlatada separadamente. As latas tinham capacidade de 1 (um) litro.

As variações foram feitas através dos testes de germinação e vigor (primeira contagem do teste de germinação, crescimento de plântula e velocidade de emergência), em 5 épocas (julho, setembro, dezembro, fevereiro e abril).

Para o presente trabalho as análises e a interpretação dos resultados permitem as seguintes conclusões:

a. Para armazenamento de sementes de café em embalagens herméticas, é preciso que o seu teor de umidade esteja entre 8% e 10% e de preferência o mais próximo possível de 9%.

b. A porcentagem de germinação e a primeira contagem do teste de germinação, tornam-se estatisticamente menores quando a secagem é conduzida a teores de umidade inferiores a 8%.

c. Teor de umidade de 10,6% já é alto para as sementes armazenadas em ambientes herméticos, pois estas apresentam, ao fim de 11 meses, porcentagem de germinação, primeira contagem do teste de germinação e velocidade de emergência, inferiores às sementes armazenadas com teores entre 8% e 10%.

d. Em embalagens hermeticamente fechadas, teores de umidade entre 24% e 50%, induzem as sementes de café a morte em tempo inferior a seis meses.

SUMMARY

COFFEE SEEDS CONSERVATION (*Coffea arabica* L. CV.
CATUAI, LINEAGE H 2077-2-5-81) WITH DIFFERENT
HUMIDITY AMOUNTS, KEPT HERMETICALLY CLOSED

Author: EDISON MIGLIORANZA

Adviser: JOSÉ DIAS COSTA

The literature reviewed showed that there is still lots of disagreement about the ideal humidity for the coffee seeds conservation.

The object of the present work was to determine the influence of humidity amount on the seeds longevity of *Coffea arabica* L. cultivar Catuai, lineage H 2077-2-5-81 kept hermetically closed.

Immediately after peeling, fermentation and washing, the seeds were dried under shadow. In order to reach humidity under 14% the seeds were dried in forced air circulation drier, with the temperature not going above 40°C. Seed portions were taken out at different intervals since the beginning to the end of the drying process to obtain seeds with different humidity amounts.

The seeds were kept in closed glass containers in order to maintain their humidity amount. Finally 12

samples were kept with the following humidity amounts: 50.0%; 48.3%; 45.7%; 41.6%; 24.1%; 15.6%; 14.2%; 10.6%; 9.9%; 8.9%; 8.3% and 7.8%. The seed portions of each container were divided in equal parts and kept in separate cans of one liter capacity.

The evaluations were made with germination, and vigour test (first counting of the germination test, seedling growing and coming up speed), at 5 different periods (July, September, December, February and April).

The following conclusions are set on the basis of the results:

a. To keep coffee seeds in hermetical containers environment it is necessary to keep the humidity percentage between 8% to 10% preferably at 9%.

b. The germination percentage and the first counting of the germination test were statistically lower when the drying was under 8%.

c. The humidity amount (10.6%) is higher for the seeds kept in hermitical environment, because after eleven months they show the percentage of germination, first counting of the germination test and coming up speed lower than the seeds which were kept in humidity amount between 8% and 10%.

d. Humidity amount between 24% and 50% in hermetical environment induces the death of the seeds earlier than 6 months.

1. INTRODUÇÃO

Quanto às condições de armazenamento, as sementes podem ser divididas em dois grupos. No primeiro, onde se encaixa a grande maioria das espécies, são colocadas as sementes que permanecem viáveis por um longo período, quando a porcentagem de umidade e a temperatura são baixas. No outro são colocadas aquelas que, para armazenamento, mesmo a curtos períodos, exigem umidade e temperaturas altas.

Dentro do segundo grupo são colocadas sementes de algumas espécies de grande interesse econômico para muitos países tropicais, tais como cacau (*Theobroma cacao* L.) e seringueira (*Hevea brasiliensis* Muel).

Pelos resultados obtidos em trabalhos com sementes de café, estas podem ser colocadas ora no primeiro, ora no segundo grupo. No caso das sementes serem armazenadas com baixos teores de umidade, a secagem não deve ser conduzi-

da a teores menores que 8%, pois isso prejudicaria a qualidade das sementes, segundo BACCHI (1955 e 1956). No Brasil o domínio das técnicas de conservação das sementes de café, principalmente no caso da espécie *Coffea arabica* L., pode ser de grande importância, pois permitiria a formação de mudas durante o ano inteiro, o que racionalizaria o trabalho do viveirista.

Sabe-se que na conservação de sementes de qualquer um dos dois grupos, são considerados dois fatores fundamentais: temperatura e umidade. Normalmente, dentro de certos limites, a umidade assume importância maior pelos prejuízos que causa no vigor e posteriormente na germinação das sementes.

O presente trabalho tem o objetivo de estudar o efeito de diferentes umidades sobre a longevidade de sementes de café, *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí linhagem H 2077-2-5-81, quando armazenadas em recipientes herméticos (latas). A qualidade das sementes foi avaliada através de testes de germinação e vigor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Em 1899 DAFFERT comentava que, o poder germinativo da semente do café decrescia rapidamente e, sem entrar em detalhes sobre as condições de armazenamento, citava que havia casos em que as sementes permaneciam viáveis por mais de um ano.

Jaaverslag em 1913, segundo BENDAÑA (1962), sugeriu pela primeira vez que o armazenamento dessas sementes poderia ser feito em carvão de madeira umedecido.

Em 1917 McClelland, citado por WELLMAN (1961), baseando-se em trabalho realizado em Porto Rico, afirmava que as sementes de café nunca permaneciam viáveis por mais de três ou quatro meses.

Kinmann e McClelland em 1919, citados por BACCHI (1958), classificavam as sementes de café entre aquelas que perdiam a vitalidade pela simples desidratação ao ar.

AMARAL (1925) recomendava que a sementeira de café fosse feita logo após a colheita dos "cerejas" porque, se quando ele, essas sementes perdiam facilmente a sua capacidade de germinação. No caso das sementeiras precisarem ser feitas de dois a três meses após a colheita, AMARAL recomendava a estratificação das sementes.

Ultée em 1925, citado por FLUITER (1939), passou a se preocupar com o problema de após os anos de seca as Estações Experimentais de Java não ~~serem~~ capazes de fornecer, para o mês de junho, grandes quantidades de sementes, podendo fazê-lo apenas entre julho e agosto. Tal fato acarretava alguns problemas, pois essa última época não era a mais interessante para a sementeira da rubiácea naquela região. Para poder fornecer as sementes na época mais apropriada, Ultée pensou em algumas alternativas e dentre elas na conservação das sementes. Assim, o próprio Ultée passou a realizar uma série de ensaios, e já em 1927, concluiu que os fatores mais importantes que pareciam influenciar a germinação de uma maneira desvantajosa eram:

- a. perda de umidade
- b. ataque de organismos nocivos, principalmente a broca *Hypothenemus hampei* Ferr.

Schweizer em 1927, citado por BERNEGG (1938), observou que sementes com idade de cinco meses apresentavam

67% de germinação e com sete meses apenas 31%. Em 1927 o mesmo Schweizer, citado por BACCHI (1958), afirmava que a morte das sementes era ocasionada por modificações de natureza físico-química que ocorriam na sua estrutura interna, e que tais modificações realizavam-se muito rapidamente nas sementes de café conservadas secas. Supondo, pois, que a causa dessas transformações fosse perda de água, Schweizer tentou conservar as sementes de café com elevado teor de umidade, imersas em óleo de parafina. Nessas condições, dois meses e meio depois as sementes encontravam-se em adiantado estado de fermentação e, após três meses a germinação era de apenas 4%.

RIOS (1929) observava que a viabilidade de semente de café prolongava-se apenas por um período de quatro a seis meses, por isso aconselhava que essas sementes fossem usadas o mais rápido possível.

Ultée em 1933 publicou um importante trabalho sobre conservação de sementes de café e, segundo WELLMAN (1961), em seu melhor tratamento conseguiu conservar sementes de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner com poder germinativo superior a 80% durante dez meses de armazenamento. Para chegar a esses resultados Ultée usou sementes despulpadas com cerca de 40% de umidade, as quais foram bem misturadas com carvão vegetal moído e úmido. Essa mistura foi colocada dentro de sacos de tela de juta, os quais foram acomodados em caixas onde permaneciam rodeados por uma camada de cerca de

10 cm de carvão vegetal. Cada 1 kg de carvão seco e moído recebeu 0,15 l de água. Mensalmente por ocasião da retirada das sementes para os teores de germinação, toda a mistura de carvão úmida era renovada, para que a umidade inicial fosse restabelecida. As caixas eram colocadas em ambiente úmido e com temperatura amena, segundo FLUITER (1939), numa galeria da Estação Experimental. Ainda com relação ao trabalho de Ultée de 1933, como pode-se observar nas tabelas que foram apresentadas por WELLMAN (1961), tem-se a idéia de que quanto mais secas as sementes, menor é o período em que elas permanecem viáveis. O pior tratamento é o de 8% a 10% de umidade, nele a germinação começa a cair já no primeiro mês; no segundo a germinação chega a apenas 10% e no terceiro todas as sementes estão mortas.

Em 1938 Roelofsen, citado por FLUITER (1939) e por BACCHI (1958), afirmava que o café recém despulpado continha 50% de água e que, quando esse teor chegava ao redor de 20% a 30%, a semente morria.

De Candolle, citado por CROCKER (1938), afirmava que as sementes de café poderiam ser usadas para a semeadura até três anos após a colheita, mas no trabalho não há referência nenhuma de como isso poderia ser conseguido.

FLUITER (1939) repetiu, em linhas gerais, os trabalhos de Ultée (1933). Usou sementes de 7 clones de Coff-

fea canephora Pierre ex Froehner e um cultivar de *Coffea arabica* L. Após tratar as sementes com terebintina, preparou uma mistura nas seguintes proporções:

café	3 kg
carvão vegetal	1 kg
água	0,15 l.

Essa mistura foi colocada em sacos de tela de juta, os quais foram levados para um ambiente onde a umidade relativa oscilava entre 92% e 98% e a temperatura entre 25°C e 26°C. Periodicamente retiravam-se amostras, e com elas determinavam-se o teor de água a porcentagem de germinação e a velocidade de germinação. FLUITER observou que, a queda repentina na porcentagem de germinação, era quase sempre constatada no momento em que o teor de umidade da semente importava em 28% ou menos, enquanto que a germinação faltava por completo quanto o teor de umidade da semente estava entre 25% e 27%. Observou também que as sementes de clones de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner começavam a perder o poder germinativo a partir do sexto mês, sendo que aos oito meses e meio todos os clones já estavam com uma porcentagem de germinação bastante baixa. No que diz respeito ao *Coffea arabica* L. a porcentagem de germinação só começava a cair no décimo mês, e no décimo primeiro mês as sementes dessa espécie não apresentavam mais germinação. Com relação à velocidade de germinação, observou que as sementes frescas germinavam lentamente, mas

que, após algum tempo, a velocidade média aumentava, atingindo o máximo entre o segundo e o terceiro mês após a colheita, para em seguida diminuir nítidamente com o envelhecimento da semente.

MENDES (1939) fez semeaduras quinzenais de café no Instituto Agrônômico de Campinas. Iniciou-as logo após a colheita, ou seja, a partir do mês de junho. Usou sementes despolpadas e secas de *Coffea arabica* L. cultivar Maragogipe, armazenadas sem controle de temperatura e umidade. Pelos resultados pode-se notar que o poder germinativo é bom até dezembro, e a partir daí cai rapidamente.

Em 1941 Mendes, citado por BACCHI (1958), afirmava que a semente de café, despolpada ou não, era ótima desde a colheita até mais ou menos quatro meses. Depois de decorrido esse período ainda era aproveitável, mas sua facultade germinativa entrava em declínio, até se tornar péssima a partir do sétimo mês.

Embora sem maiores detalhes, principalmente com relação ao teor de umidade, o Centro Nacional de Agronomia de São Salvador, em 1949, de acordo com BACCHI (1958), referiu-se a um ensaio de conservação de sementes de café, segundo o qual essas sementes tiveram melhor comportamento quan

do armazenadas em recipientes abertos à temperatura ambiente de cerca de 21°C. O ensaio compreendia também, o emprego de recipientes hermêticamente fechados e temperaturas de 5°C e 32°C.

Em 1951 a Indian Coffee Board publicou um ensaio, segundo CASTRO (1960), onde se comparavam o armazenamento em ambiente hermêticamente fechado e em sacos de tela com as sementes, com ou sem pergaminho, envolvidas ou não em cinza de madeira. Foram feitas semeaduras quinzenais, mas infelizmente por apenas três meses, e, devido a curta duração do ensaio, não houve diferenças entre os tratamentos.

A Indian Coffee Board em 1952, de acordo com CASTRO (1960), fez semeaduras quinzenais de café, da colheita até seis meses após. O ensaio foi repetido em 3 anos. Comprovou-se que até o quarto mês a porcentagem de germinação diminuiu apenas ligeiramente e que daí para frente a queda era mais rápida. No quinto mês a germinação foi de 51% e no sexto mês foi de 17%. As sementes foram conservadas sem nenhum controle de temperatura ou de umidade.

Na estação Experimental de Lyamungu, TANGANYIKA (1953), dois meses após a colheita iniciou-se um ensaio onde semeava-se mensalmente café. Foram usadas sementes de *Coffea arabica* L. em pergaminho e armazenadas sem o controle de temperatura e de umidade. A verificação do poder germinativo

foi feita em condições de viveiro. Pelos resultados observa-se que a porcentagem de emergência começa a cair depois do quarto mês e a queda torna-se mais brusca a partir do sétimo mês. Quanto à velocidade de emergência, nota-se que ela foi maior no segundo mês e tornou-se cada vez mais lenta à medida que as sementes envelheciam.

Para CAMARGO e TELLES (1953) o excesso de umidade era um dos agentes que causavam distúrbios de ordem fisiológica à semente de café, diminuindo assim o seu período de viabilidade. Segundo esses autores, quando a umidade da semente era superior a 13%, ocorria o desenvolvimento interno de fermentação lenta, com desprendimento de gás carbônico, que fazia dilatar a semente, tornando-a mais tarde, inchada e menos densa, além de provocar sua morte.

Em 1953 trabalho anônimo, citado por BOUHARMONT (1971), mostrava que a secagem de sementes de café ao sol fazia com que o poder germinativo fosse afetado, tornando-o ruim. Esse ensaio mostrava que as sementes secas à sombra poderiam manter uma taxa de germinação de 88% após seis meses de conservação e de 8% após doze meses. Trabalho de Borel, citado por Coste em 1955, e que por sua vez foi citado por CASTRO (1960), nas condições da Indochina, também mostrava que a semente de café quando seca ao sol tinha o seu poder germinativo diminuído. Nesse caso a germinação foi de 19% no primeiro mês, passando para 15% no segundo, 5% no terceiro e

2% no quarto mês. No caso das sementes secas à sombra, obteve-se no primeiro mês 60% de germinação, 50% no segundo mês, 52% no terceiro e 43% no quarto mês.

BACCHI (1955 e 1956) concluiu que a secagem prolongada da semente de café não afetava a sua viabilidade, desde que seu teor de umidade não caísse abaixo de 8% a 9%. Isso aconteceu mesmo quando a secagem foi feita ao sol ou em secadores a temperaturas próximas de 40°C.

Trabalhando em Angola, MACEDO (1957) concluiu que a viabilidade das sementes foi reduzida pela secagem ao sol, mesmo quando o teor de umidade não foi severamente reduzido, e recomendava que a semente não deveria ficar exposta ao sol por um tempo maior que 10 horas, e que depois disso, a secagem deveria ser completada na sombra.

A Indian Coffee Board em 1956-57, segundo HAA-RER (1962), na Estação Experimental de Balehonnur realizou um ensaio onde semeava-se *Coffea canephora* Pierre ex Froehner quinzenalmente, a partir da colheita. A porcentagem de emergência que no início dos testes estava ao redor de 97%, em apenas dois meses e meio passou para cerca de 72%.

Trabalhando com *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, GENKEL e CHAO (1958) concluíram que, a rápida perda de viabilidade da semente decorria da deformação do plasmode

ma das células do endosperma e do embrião, que ocorriam durante a secagem.

BACCHI (1958) trabalhando com Café Nacional (*Coffea arabica* L. var. *typica*, Cramer) conclui que, "a longevidade das sementes conservadas em recipientes hermêticamente fechados foi inversamente proporcional ao seu teor de umidade, sementes com aproximadamente 20%, 13% e 10% de umidade permaneceram viáveis durante 4, 8 e 21 meses respectivamente".

Ainda BACCHI (1959) fez outro trabalho de grande importância para ensaios de conservação de café. O autor determinou os equilíbrios higroscópicos das sementes de fumo e de diversas hortaliças além das de café, correspondentes às umidades relativas de 10% a 90%. No que diz respeito às sementes de café, *Coffea arabica* L. var. *bourbon*, (B. Rodr.) Choussy, os equilíbrios higroscópicos a diferentes umidades relativas e à temperatura ambiente foram: 10% = 4,12%; 20% = 5,66%; 30% = 6,99%; 40 = 8,06%; 50% = 9,69; 60% = 11,32%; 70% = 13,49%; 80% = 16,50% e 90% = 21,66%.

Wellman e O'Toole em 1960, de acordo com BENDANA (1962), afirmaram que as sementes de café mantidas a 10°C e 50% de umidade relativa, permaneceram viáveis durante 4 anos e 10 meses.

Usando diversas combinações de umidade relati-

va e temperatura para o armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L. var. bourbon, (B. Rodr.) Choussy) BENDAÑA (1962), concluiu que, as condições eram ótimas quando as temperaturas estavam entre $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa ao redor de 50%. Em tais condições as sementes permaneciam por um período de 4 anos com 95% de germinação. Nas mesmas condições de temperatura, mas com umidade relativas de 30% e 40% depois de 1 ano, as porcentagens de germinação eram de 63% e 80% respectivamente. Quando a umidade relativa foi de 60% já no terceiro mês a germinação era de apenas 67%.

Ainda BENDAÑA (1962) comentava que o tipo de reserva de semente de café, que é predominantemente hemicelulósico, pode causar o estrangulamento do embrião quando a semente sofre qualquer perda de umidade.

MORAES (1963) aconselhava que fossem usadas sementes de café despulpadas e provenientes de colheita recente (menos de cinco meses) e com baixo teor de umidade (9-12%), pois segundo o autor, as sementes com elevado teor de umidade perdem o seu poder germinativo em pouco tempo. Devido ao pequeno período em que as sementes permanecem viáveis MORAES recomendou duas épocas para a sementeira do café, a primeira entre abril e maio e a outra entre setembro e outubro. Tudo isso para as condições do Estado de São Paulo.

Em 1964 Huxley, segundo BOUHARMONT (1971), es-

tudou várias condições para o armazenamento de sementes de café Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e constatou, depois de quarenta dias de conservação, que a capacidade germinativa diminui ligeiramente, para as sementes conservadas à uma temperatura ambiente de 20°C a 26°C, e desapareceu completamente para as conservadas a 32°C. Uma secagem rigorosa e temperaturas inferiores a 0°C matavam as sementes, enquanto que temperaturas de 4°C a 7°C eram favoráveis desde que as sementes estivessem úmidas. Ainda BOUHARMONT (1971) referindo-se à esse ensaio de Huxley, dizia que o armazenamento em recipiente fechado era um pouco mais favorável que o armazenamento ao ar livre. Também referindo-se ao trabalho de Huxley, CHIN (1978) afirmava que as sementes de café Robusta permaneciam viáveis por um período de seis a dez meses na temperatura de 4°C a 7°C.

Segundo RODRIGUEZ (1965) as sementes de café com menos de 25% de umidade perdiam rapidamente o poder germinativo, mas o autor não diz nada a respeito das condições de armazenamento.

COSTE (1969) considerava que a capacidade germinativa das sementes de café podia manter-se numa porcentagem satisfatória durante mais de seis meses, desde que fossem tomadas algumas precauções, tais como: baixar o teor de umidade para 10% a 12% e conservar as sementes ao abrigo do ar. Recomendava que essas sementes fossem sempre conservadas com o

endocarpo, já que este constitui uma boa proteção contra os agentes externos e especialmente contra a umidade ambiental. O autor afirmava ainda que a perda da capacidade germinativa das sementes de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner era mais rápida do que as de *Coffea arabica* L.

BOUHARMONT (1971) manteve por doze meses a germinação de *Coffea arabica* L. ao redor de 90%, conservando as sementes em atmosfera saturada de umidade e na temperatura ambiente. Nessas mesmas condições as sementes de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner mantiveram uma porcentagem de germinação satisfatória por apenas seis meses.

Em 1973 Gonzalez encontrou, segundo VALIO (1976), uma relação positiva entre o conteúdo de umidade e germinação. Não há qualquer menção à respeito da embalagem que foi usada no ensaio.

Roberts em 1973, segundo CHIN (1978), dividiu as sementes em dois grupos ou seja; "orthodox seeds" e "recalcitrant seeds". No primeiro grupo colocou as sementes que permaneciam viáveis por longo período quando o teor de umidade e a temperatura de armazenamento eram baixos. No segundo colocou as sementes que morriam se submetidas a baixa temperatura e eram secas, e nesse grupo colocou as sementes de café (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner).

VALIO (1976) armazenou em sacos de polietileno

e à temperatura ambiente, sementes de *Coffea Arabica* L. cultivar Mundo Novo em 13% e 40% de umidade. Observou que as sementes com o maior teor de umidade permaneciam viáveis por muito mais tempo.

CARELLI e MONACO (1977) mostraram que as condições ótimas para o armazenamento de sementes de café racemosa (*Coffea racemosa* Lour), eram de 50% de umidade relativa e temperatura de 10°C. Essa combinação permitiu que as sementes mantivesse capacidade germinativa pouco afetada até o quinto mês.

Segundo AMORIM (1978)* as sementes de café conservaram-se melhor quando armazenadas umidas, embaladas em sacos de polietileno. O pesquisador manteve os sacos com as sementes dentro de seu laboratório.

Em trabalho ainda não publicado, SILVA (1979)**, armazenou em sacos de polietileno sementes de duas cultivares de café da espécie *Coffea arabica* L. (Catuaí Amarelo e Mundo Novo). As umidades das sementes variaram de 12% a 50% e os melhores resultados foram obtidos com umidades próximas de 35%. Observou também que as sementes de Catuaí Amarelo conservaram-se melhor que as de Mundo Novo. Após 10 meses de ar

* - AMORIM, H.V., 1978 (comunicação pessoal).

** - SILVA, W.R., 1979. (comunicação pessoal).

mazenamento com 35% de umidade as porcentagens de germinação foram de 76% para a primeira cultivar e 15% para a segunda.

COUTURON (1980) realizou um ensaio onde usou seis combinações de umidade e temperatura, para observar a conservação do poder germinativo de sementes de *Coffea arabica* L. As temperaturas usadas foram de 25°C, 19°C e 4°C, com umidade relativa ambiente de 70% e 90% e em ambiente saturado de umidade (100% de umidade relativa). Trabalhou com *Coffea canephora* Pierre ex Froehner e *Coffea stenophylla* G. Don e no caso dessas espécies suprimiu os tratamentos com 4°C. os resultados mostraram que a melhor combinação foi a de 19°C e 100% de umidade relativa. Nessas condições, segundo o autor, o poder germinativo da espécie *Coffea arabica* L. conservou-se por trinta meses e o das outras duas espécies por cerca de onze meses.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultivar

No presente ensaio usaram sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí linhagem H 2077-2-5-81, provenientes do campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

3.2. Preparo das sementes

A colheita foi executada em 10 de maio de 1978 colhendo-se apenas os frutos maduros (café "cereja").

Uma vez colhido, o café foi despulpado mecanicamente, as sementes foram submetidas à fermentação natural pelo período de 24 horas e a seguir lavadas. Com o intuito de se obter um lote mais homogêneo, após a lavagem fez-se uma

catação manual, para que fossem retiradas todas as sementes sem pergaminho, bem como os frutos inteiros, restos de polpa e outras impurezas. Logo em seguida as sementes foram colocadas em caixa de madeira para secarem à sombra.

No dia 12 de maio retirou-se a primeira amostra e depois, à medida que o lote foi secando, outras amostras foram retiradas. Para atingir teores menores que 14% de umidade na semente usou-se um secador com circulação forçada de ar aquecido, tomando-se todo o cuidado para que a temperatura nunca subisse além de 40°C. Cada uma das amostras logo após a sua retirada, foi colocada em um recipiente de vidro (com 5 litros de capacidade), hermeticamente fechado para que assim se mantivesse inalterado o seu teor de umidade. Ao todo retiraram-se 12 amostras com diferentes teores de umidade. Cada uma dessas amostras passou a se constituir em um tratamento. Os teores de umidade dos tratamentos eram 50,0%; 48,3%; 45,1%; 41,6%; 24,1%; 15,6%; 14,2%; 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8%.

O teor de umidade das sementes foi determinado pelo Método de Estufa a 105°C $\pm$ 3°C, seguindo-se as prescrições das Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

As sementes permaneceram nos vidros até o dia 20 de junho, quando cada lote, após a homogeneização, foi dividido em partes iguais, e cada uma dessas partes foi enlatada separadamente. As latas, próprias para o armazenamento de

sementes e com capacidade de 1 litro, foram hermêticamente fechadas e em seguida receberam etiqueta com a porcentagem de umidade do tratamento. Todas as latas foram posteriormente colocadas na câmara seca do Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura da ESALQ. Nesse local a temperatura oscila pouco, sendo que a temperatura média é de cerca de 23°C.

3.3. Determinação da qualidade fisiológica das sementes

Foram feitos testes de germinação e vigor nas sementes de cada tratamento, em 5 épocas diferentes: julho, setembro e dezembro de 1978 e fevereiro e abril de 1979.

Em cada época abria-se uma lata de cada tratamento, e com o seu conteúdo foram feitos os seguintes testes:

3.3.1. Teste de germinação

Foram feitas 4 repetições de 50 sementes retirando-se manualmente o endocarpo, pouco antes da distribuição das mesmas em rolos de papel substrato norte-americano, que a seguir foram colocadas em germinador da marca Burrows com temperatura constante de 30°C.

As avaliações foram feitas de acordo com as Re

gras Para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976).

3.3.2. Primeira contagem do teste de germinação

Para esse teste simplesmente registrou-se a porcentagem de germinação encontrada na primeira contagem do teste de germinação (POPINIGIS, 1977), ou seja ao 15º dia da instalação daquele teste.

3.3.3. Crescimento da plântula

Esse teste foi instalado em linhas gerais de acordo com POPINIGIS (1977), ou seja, foram feitas 4 repetições de 15 sementes cada uma, as quais foram distribuídas sobre uma linha longitudinal traçada no centro do papel substrato (papel substrato norte-americano). No presente ensaio, as sementes foram colocadas de modo que o seu comprimento seguisse a mesma direção da linha previamente traçada no papel. Os rolos foram colocados na posição vertical no mesmo germinador usado para os testes de germinação.

Fizeram-se as avaliações ao 15º dia após a instalação do teste. Foram medidas apenas as plântulas normais, de acordo com as Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, M. A., 1976), e depois a somatória desses comprimentos foi divi-

dido pelo número de plântulas normais da amostra. Tomou-se a medida, em centímetros, da ponta da radícula até a inserção dos cotilédones.

3.3.4. Velocidade de emergência

Este teste foi realizado em germinador de areia do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

A semeadura foi feita em areia, a uma profundidade de 2 cm. Foram utilizadas sementes com pergaminho. O delineamento estatístico usado foi o de Blocos ao Acaso com 4 repetições de 50 sementes. Na tentativa de melhorar os resultados do teste, colocaram-se as sementes distanciadas uma das outras de 2 cm, com a face plana voltada para baixo. Irrigações periódicas garantiram o suprimento ideal de água para a germinação.

Anotou-se diariamente o número de plântulas emergidas até o 75º dia após a instalação do teste. Consideraram emergidas as plântulas que atingiram a fase "palito de fósforo". A avaliação da velocidade obedeceu o método proposto por MAGUIRRE (1962), ou seja, pelo uso da seguinte fórmula:

$$V.E. = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_r}{D_r}$$

onde,

V.E. = velocidade de emergência

$N_1, N_2 \dots N_R$ = número de plântulas emergidas na primeira, segunda e última contagem, respectivamente;

$D_1, D_2 \dots D_R$ = número de dias decorridos da semeadura à primeira contagem, segunda e última contagem, respectivamente.

3.4. Métodos Estatísticos

Os testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação, crescimento da plântula foram conduzidos pelo delineamento Inteiramente Casualizado, ao passo que o de velocidade de emergência, seguiu o delineamento de Blocos ao Acaso.

Os dados obtidos nos testes de germinação e primeira contagem dos testes de germinação foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Todos os resultados transformados ou não, foram analisados segundo esquemas apresentados por PIMENTEL GOMES (1976).

Utilizou-se o teste de Tukey para a comparação das médias dos testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação, crescimento da plântula e velocidade de emergência.

4. RESULTADOS

4.1. Teste de germinação

As porcentagens de germinação obtidas foram transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$ e, revelaram valores de F significativos ao nível de 1% para os tratamentos, nas cinco épocas conforme se verifica nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

Tabela 1. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de julho de 1978, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	11	280,72200	142,2457**
Resíduo	36	19,70560	
Total	47		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 2. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de setembro de 1978, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	10	1024,80257	86,0141**
Resíduo	33	11,91434	
Total	43		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 3. Análise da variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de dezembro de 1978, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	6	2031,00714	177,3741**
Resíduo	21	11,45041	
Total	27		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 4. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de fevereiro de 1979, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	725,78605	58,4513**
Resíduo	15	12,41692	
Total	19		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 5. Análise de variância dos dados de porcentagem de germinação, para o mês de abril de 1979, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	1424,73231	83,5474**
Resíduo	15	17,05297	
Total	19		

** F significativo ao nível de 1%.

As médias das porcentagens de germinação transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$, de cada um dos 12 tratamentos nas 5 épocas estudadas, são apresentadas na Tabela 6. Através de la verificou-se que, em julho de 1978 o tratamento com 7,8% de umidade apresentava, ao nível de significância de 5%, uma porcentagem de germinação inferior a dos demais tratamentos. Em setembro do mesmo ano as sementes com 50,0% de umidade estavam mortas. As que estavam com 41,6% possuíam a menor média de germinação, e os tratamentos com 48,3% e 45,1% apresentavam germinação estatisticamente superior a daquele tratamento. Os tratamentos com 24,1%; 14,2%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade apresentavam médias estatisticamente iguais, mas, as maiores porcentagens de germinação, foram a dos tratamentos com 15,6%; 10,6%; 9,9% e 8,9% de umidade. As sementes dos tratamentos com 50,0%; 48,3%; 45,1%; 41,6% e 24,1% de umidade estavam mortas em dezembro de 1978. As porcentagens de germinação em dezembro, cresciam do tratamento com 15,6% para o de 14,2% e deste para o tratamento com 7,8%, e eram estatisticamente diferentes ao nível de significância de 5%. Os tratamentos 10,6%; 9,9%, 8,9% e 8,3% apresentaram as maiores médias de germinação, não diferindo entre si. Em fevereiro de 1979, além das que estavam mortas em dezembro, também tinham perdido a capacidade germinativa as sementes dos tratamentos com 15,6% e 14,2% de umidade, enquanto que as dos tratamentos com 9,9%; 8,9% e 8,3% apresentavam porcentagens de germinação, estatisticamente, superiores a dos tratamentos com 10,6%

e 7,8% de umidade. Em abril de 1979, apenas os tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e o de 7,8% de umidade apresentavam as sementes ainda viáveis e, as maiores porcentagens de germinação, foram obtidas com as dos tratamentos com 8,9% e 8,3% de umidade. Os tratamentos com 9,9% e 7,8% de umidade, apresentaram médias mais baixas que a do tratamento com 8,9%. A menor de todas as médias, em abril, foi a do tratamento com 10,6% de umidade.

Tabela 6. Médias das porcentagens de germinação, transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$, de cada um dos 12 tratamentos durante as 5 épocas.

Tratamentos Unidade das sementes (%)	julho 1978	setembro 1978	dezembro 1978	fevereiro 1979	abril 1979
50,0	63,4 a	ZERO	ZERO	ZERO	ZERO
48,3	68,8 a	34,0 c	ZERO	ZERO	ZERO
45,1	65,8 a	36,8 c	ZERO	ZERO	ZERO
41,6	70,8 a	17,8 d	ZERO	ZERO	ZERO
24,1	68,5 a	54,1 b	ZERO	ZERO	ZERO
15,6	69,3 a	66,1 a	6,1 d	ZERO	ZERO
14,2	67,7 a	56,9 b	28,9 c	ZERO	ZERO
10,6	66,1 a	70,7 a	59,1 a	39,1 b	16,4 d
9,9	69,3 a	63,1 ab	66,6 a	64,6 a	53,2 bc
8,9	67,0 a	62,7 ab	64,6 a	62,1 a	65,5 a
8,3	65,0 a	55,9 b	61,4 a	58,5 a	57,5 ab
7,8	39,4 b	54,1 b	48,5 b	35,9 b	46,7 c
d.m.s. (Tukey) 5%	10,9	8,4	7,8	7,7	9,0
Coef. de variação	6,8	6,6	7,1	6,8	8,6

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente a nível de significância de 5%, pelo Teste de Tukey.

4.2. Primeira contagem do teste de germinação

Os dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$ e, revelaram valores de F significativos ao nível de 1%, para os tratamentos, nas cinco épocas, conforme se verifica nas Tabelas 7, 8, 9, 10 e 11.

Tabela 7. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de julho de 1978 transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	11	229,77363	10,2031**
Resíduo	36	22,51983	
Total	47		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 8. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação para o mês de setembro de 1978, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	GL	QM	F
Tratamentos	10	2506,56364	63,7261**
Resíduo	33	39,33333	
Total	43		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 9. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de dezembro de 1978, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	GL	QM	F
Tratamentos	5	2160,80000	128,7894**
Resíduo	18	16,77777	
Total	23		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 10. Análise de variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação para o mês de fevereiro de 1979, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	2192,50000	75,2574**
Resíduo	15	29,13333	
Total	19		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 11. Análise da variância dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação, para o mês de abril de 1979, transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	1110,75621	55,7801**
Resíduo	15	19,91311	
Total	19		

** F significativo ao nível de 1%.

As médias dos dados da primeira contagem do teste de germinação, dos 12 tratamentos nas 5 épocas estudadas, são apresentadas na Tabela 12. Observa-se através dela que, em julho de 1978, o tratamento com 7,8% de umidade era estatisticamente inferior aos demais tratamentos, ao nível de significância de 5%. Em setembro do mesmo ano, as sementes do tratamento com 50,0% de umidade estavam mortas. Dentre os tratamentos que ainda possuíam sementes viáveis o tratamento com 48,3% de umidade, apresentava a média mais baixa e era estatisticamente igual a do tratamento com 41,6%. O tratamento com 45,1% de umidade embora estatisticamente igual ao do 41,6%, era superior ao de 48,3%. Os resultados dos tratamentos com 24,1%; 15,6%; 14,2%; 8,3% e 7,8% de umidade eram estatisticamente iguais, ao nível de significância de 5%, e todos eram superiores ao tratamento com 45,1%. Os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9% e 8,3%. As sementes dos tratamentos com 50,0%; 48,3%; 45,1%; 41,6%; 24,1% e 15,6% não germinaram em dezembro de 1978. O tratamento com 14,2%, apresentou a média mais baixa de todos os tratamentos que ainda possuíam sementes viáveis. Com média estatisticamente superior ao do tratamento com 14,2%, estava a do tratamento com 7,8%. Os tratamentos com 10,6% e 8,3% de umidade eram estatisticamente iguais entre si, e apresentavam-se melhores que o de 7,8%. Os melhores resultados foram apresentados pelos tratamentos com 9,9% e 8,9% de umidade. Em fevereiro de 1979, os melhores resultados foram os obtidos com as

sementes com 9,9%; 8,9% e 8,3%, enquanto que as dos tratamentos com 9,9% e 7,8% possuíam médias estatisticamente inferiores, ao nível de significância de 5%. As sementes dos sete tratamentos com os maiores teores de umidade, não conseguiram germinar. Em abril de 1979 dos tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade, os que apresentaram melhores resultados foram os com 8,9% e 8,3%. A média do tratamento com 9,9% foi estatisticamente inferior a do tratamento com 8,9% mas, igual a dos 8,3% e 7,8%. A média mais baixa foi a do tratamento com 10,6%.

Tabela 12. Médias dos dados obtidos na primeira contagem do teste de germinação de ca
da um dos 12 tratamentos durante as 5 épocas. Dados transformados em arc
sen $\sqrt{P/100}$.

Tratamentos Umidade das sementes(%)	julho 1978	setembro 1978	dezembro 1978	fevereiro 1979	abril 1979
50,0	53,5 a	ZERO	ZERO	ZERO	ZERO
48,3	56,0 a	6,1 f	ZERO	ZERO	ZERO
45,1	54,1 a	18,7 e	ZERO	ZERO	ZERO
41,6	52,0 a	8,5 ef	ZERO	ZERO	ZERO
24,1	55,0 a	38,5 d	ZERO	ZERO	ZERO
15,6	54,5 a	42,4 cd	ZERO	ZERO	ZERO
14,2	56,8 a	43,6 cd	21,0 d	ZERO	ZERO
10,6	59,3 a	56,9 a	52,3 b	35,0 b	13,6 d
9,9	63,4 a	51,7 abc	59,5 a	59,7 a	46,7 bc
8,9	56,8 a	55,1 ab	60,1 a	58,4 a	56,6 a
8,3	56,1 a	49,0 abcd	51,9 b	52,9 a	50,5 ab
7,8	32,0 b	44,7 bcd	43,0 c	29,3 b	39,2 c
d.m.s. (Tukey) 5%	11,7	10,9	6,2	7,4	9,8
Coef. de variação	8,8	11,7	5,8	7,2	10,8

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, ao nível de significância de 5%, pelo Teste de Tukey.

4.3. Crescimento da plântula

Conforme podemos observar pelas Tabelas 13, 14, 15, 16 e 17 o comprimento do hipocôtilo+radícula, medido em centímetros revelou valores de F significativos, ao nível de 1%, apenas em julho, setembro e dezembro de 1978.

Tabela 13. Análise de variância do comprimento do hipocôtilo+radícula, para o mês de julho de 1978.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,64090	4,3948**
Resíduo	36	0,14583	
Total	47		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 14. Análise de variância do comprimento do hipocôtilo+
radícula, para o mês de setembro de 1978.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	10	2,87768	10,5193**
Resíduo	33	0,27356	
Total	43		

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 15. Análise de variância do comprimento do hipocôtilo+
radícula, para o mês de dezembro de 1978.

Causas da variação	G.L.	G.L.	F
Tratamentos	5	1,87141	11,4869**
Resíduo	18	0,16291	
Total	23		

** F significativo ao nível de 1%.

.38.

Tabela 16. Análise de variância do comprimento do hipocótilo+
radícula, para o mês de fevereiro de 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,65200	2,4822 ns
Resíduo	15	0,26266	
Total	19		

n.s. F não significativo ao nível de 5%.

Tabela 17. Análise de variância do comprimento do hipocótilo+
radícula, para o mês de abril de 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,67075	3,0168 ns
Resíduo	15		
Total	19		

n.s. F não significativo ao nível de 5%.

As médias do comprimento, em cm, do hipocótilo+radícula, por tratamento e durante as 5 épocas, estão apresentadas na Tabela 18. Em julho de 1978, os tratamentos com 50,0%; 48,3%; 41,6%; 10,6%; 9,9%; 8,3% e 7,8% de umidade apresentaram os maiores comprimentos, sendo que o menor foi do tratamento com 24,1% que apresentou estatisticamente igual aos com 48,3%; 45,1%; 41,6%; 15,6%; 14,2%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8%. Os resultados de setembro de 1978 mostram que as plântulas dos tratamentos 15,6%; 14,2%; 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade eram estatisticamente iguais e apresentavam os maiores comprimentos. O tratamento com 24,1% mostrou média estatisticamente inferior a do tratamento com 9,9%, enquanto que as médias dos tratamentos com 48,3%; 45,1% e 41,6%, foram estatisticamente inferiores as dos tratamentos com 14,2%; 10,6%; 9,9%; 8,9% e 8,3% de umidade. As sementes do tratamento com 50,0% estavam mortas. As sementes dos tratamentos com 50,0%; 48,3%; 45,1%; 41,6%; 24,1% e 15,6% estavam mortas em dezembro do mesmo ano. As do tratamento com 14,2% apresentavam comprimentos menores que a dos tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade que eram iguais estatisticamente, ao nível de significância de 5%. Tanto em fevereiro como em abril de 1979, as sementes dos sete tratamentos com maiores teores de umidade, estavam sem capacidade germinativa. As que apresentavam vivas, ou seja, as dos tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% apresentaram comprimentos estatisticamente iguais ao nível de significância de 5%.

Tabela 18. Médias por tratamento do comprimento do hipocótilo+radícula, para as 5 épocas estudadas.

Tratamentos umidade das sementes(%)	julho 1978	setembro 1978	dezembro 1978	fevereiro 1979	abril 1979
50,0	2,1 ab	ZERO	ZERO	ZERO	ZERO
48,3	1,9 abc	1,2 cd	ZERO	ZERO	ZERO
45,1	1,3 bc	0,9 cd	ZERO	ZERO	ZERO
41,6	1,7 abc	0,4 d	ZERO	ZERO	ZERO
24,1	1,0 c	1,6 bcd	ZERO	ZERO	ZERO
15,6	1,4 bc	1,9 abc	ZERO	ZERO	ZERO
14,2	1,4 bc	2,6 ab	0,6 b	ZERO	ZERO
10,6	2,5 a	2,8 ab	2,1 a	0,9 a	0,4 a
9,9	1,7 abc	3,0 a	2,3 a	1,8 a	1,2 a
8,9	1,4 bc	2,6 ab	2,4 a	1,8 a	1,2 a
8,3	1,6 abc	2,6 ab	1,7 a	1,7 a	0,7 a
7,8	1,7 abc	2,2 abc	1,9 a	1,1 a	0,4 a
d.m.s. (Tukey) 5%	0,9	1,3	0,9	1,1	1,0
Coef. de variação	23,1	26,7	22,1	35,1	59,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, ao nível de significância de 5%, pelo Teste de Tukey.

4.4. Velocidade de emergência

A análise das velocidades de emergência revelaram valores de F, significativos para os tratamentos nas 5 épocas, conforme se verifica nas Tabelas 19, 20, 21, 22 e 23. As tabelas da análise de variância trazem os quadrados médios para tratamentos, blocos e resíduo, e os valores de F de blocos e tratamento.

Tabela 19. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de julho de 1978.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	11	0,01156	2,2959*
Blocos	3	0,01340	2,6607 ns
Resíduo	33	0,00503	
Total	47		

n.s. F não significativo ao nível de 5%.

* F significativo ao nível de 5%.

Tabela 20. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de setembro de 1978.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	10	0,28773	40,8945**
Blocos	3	0,00563	0,8012 ns
Resíduo	30	0,00703	
Total	43		

n.s. F não significativo ao nível de 5%

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 21. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de dezembro de 1978.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	6	0,24992	26,0328**
Blocos	3	0,01701	1,7728ns
Resíduo	18	0,00960	
Total	27		

n.s. F não significativo ao nível de 5%.

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 22. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de fevereiro de 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,27237	22,1746**
Blocos	3	0,02726	2,2195ns
Resíduo	12	0,01228	
Total	19		

n.s. - F não significativo ao nível de 5%

** F significativo ao nível de 1%.

Tabela 23. Análise de variância dos dados de velocidade de emergência para o mês de abril de 1979.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,24412	59,2883**
Blocos	3	0,01870	4,5424*
Resíduo	12	0,00411	
Total	19		

* F significativo ao nível de 5%.

** F significativo ao nível de 1%.

Pela Tabela 24 pode-se observar que, em julho de 1978, não houve diferença estatística ao nível de significância de 5% entre as velocidades de emergência nos 12 tratamentos. Em setembro de 1978, as sementes dos tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade, apresentaram as maiores velocidades de emergência. Os tratamentos com 48,3%; 45,1% e 41,6%, apresentaram as menores velocidades de emergência. O tratamento com 14,2% apresentou velocidade de emergência estatisticamente igual a dos tratamentos com 24,1%; 15,6%; 10,6%; 9,9%; 8,9% e 7,8% de umidade. As sementes com 50,0% de umidade não conseguiram emergir. Os tratamentos com 24,1% e 15,6% foram estatisticamente iguais entre si e apresentaram médias inferiores as dos tratamentos com 10,6%; 9,9%; 8,9% e 7,8%. A média do tratamento com 24,1% foi estatisticamente igual a média do tratamento com 41,6% e superior as dos tratamentos com 48,3% e 45,1% de umidade. Em dezembro do mesmo ano, as sementes dos tratamentos com 50,0%; 48,3%; 45,1%; 41,6% e 24,1% não conseguiram emergir, e as dos tratamentos com 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade apresentaram as maiores velocidades. A menor velocidade de emergência foi a do tratamento com 15,6%, estatisticamente igual a do tratamento com 14,2%. A velocidade de emergência do tratamento com 10,6% foi superior a de 15,6%, mas foi igual a de 14,2%. Em fevereiro de 1979 nota-se que as sementes dos sete tratamentos com teores de umidade maiores não conseguiram emergir. As semen-

tes com 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade apresentaram estatisticamente as maiores velocidades de germinação, enquanto que a do tratamento com 10,6% foi inferior a estas. No que diz respeito a abril de 1979, também não se notou emergência dos sete tratamentos com maiores teores de umidade. Entre as sementes que ainda permaneciam vivas, a dos tratamentos com 8,9%; 8,3% e 7,8% tinham as maiores velocidades de emergência, e as do tratamento com 9,9% apresentavam velocidades inferiores a estas enquanto que as com 10,6% possuíam as mais baixas velocidades de emergência.

Tabela 24. Médias, por tratamento, da velocidade de emergência nas 5 épocas estudadas.

Tratamentos Umidade das sementes (%)	julho 1978	setembro 1978	dezembro 1978	fevereiro 1979	abril 1979
50,0	0,621 a	ZERO	ZERO	ZERO	ZERO
48,3	0,675 a	0,004 e	ZERO	ZERO	ZERO
45,1	0,730 a	0,056 e	ZERO	ZERO	ZERO
41,6	0,715 a	0,136 e	ZERO	ZERO	ZERO
24,1	0,611 a	0,317 cd	ZERO	ZERO	ZERO
15,6	0,755 a	0,383 c	0,011 c	ZERO	ZERO
14,2	0,777 a	0,505 bc	0,125 bc	ZERO	ZERO
10,6	0,742 a	0,620 ab	0,249 b	0,102 b	0,032 c
9,9	0,774 a	0,657 ab	0,516 a	0,655 a	0,276 b
8,9	0,738 a	0,672 ab	0,606 a	0,643 a	0,626 a
8,3	0,700 a	0,732 a	0,545 a	0,751 a	0,626 a
7,8	0,717 a	0,663 ab	0,624 a	0,661 a	0,527 a
d.m.s. (Tukey) 5%	0,176	0,206	0,229	0,250	0,145

Coeficiente
de variação

9,954

19,408

25,628

19,707

15,873

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, ao nível de significância de 5%, pelo Teste de Tukey.

5. DISCUSSÃO

5.1. Cultivar

No presente ensaio trabalhou-se com sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí, por ser esta, ao lado da *Coffea arabica* L. cultivar Mundo Novo, a mais recomendada atualmente para as tradicionais regiões cafeeiras do Brasil.

Em termos de longevidade, as sementes da espécie *Coffea arabica* L. conservam-se melhor que as de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, conforme fica evidenciado nos trabalhos de FLUITER (1939), BOUHARMONT (1971) e COUTURON (1980) e nas observações de COSTE (1969); também se conserva melhor que as de *Coffea stenophylla* G. Don, segundo COUTURON (1980). Se forem comparados os trabalhos de CARELLI e MONACO (1977), com os de Wellman e O'Toole (1960) e o de BENDAÑA (1962), pode-se dizer que as sementes de *Coffea arabica* L. também conservam-se melhor que as de *Coffea racemosa* Lour.

5.2. Preparo das sementes

As sementes foram obtidas de frutos da primeira colheita de lavoura em formação. É de conhecimento geral que as plantas de café em suas primeiras produções apresentam normalmente frutos maiores e conseqüentemente, sementes maiores, e assim pode ter havido influência do tamanho das sementes nos testes de vigor.

Como a quantidade de material exigida para o ensaio era relativamente grande, o despulpamento foi feito mecanicamente, não sendo possível fazer o despulpamento manual, que seria mais apropriado por causar menos problemas de danificação mecânica.

As sementes recém despulpadas, foram submetidas à fermentação natural pelo período de 24 horas. Segundo CASTRO (1960) a fermentação natural utilizada para degomagem do café não influe na qualidade das sementes.

Resolveu-se fazer a secagem à sombra, devido aos trabalhos de 1953 citados por BOUHARMONT (1971), de Borel citado por COSTE (1955) e considerando-se principalmente o de MACEDO (1957). Este último baseou-se nos trabalhos de BACCHI (1955 e 1956) e obteve resultados bem diferentes. Nos casos em que a secagem precisou ser completada em secadores, tomou-se todo o cuidado para que a temperatura nunca fosse superior a 40°C, pois, de acordo com os trabalhos de BACCHI

(1955 e 1956), até esta temperatura as sementes de café não sofreram prejuízos em sua qualidade.

5.3. Teste de germinação

No teste de germinação foram usadas 4 repetições de 50 sementes, ao invés de 4 repetições de 100 sementes, conforme o recomendado pelas Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1976). Isto pode ser justificado pelo fato de que as Regras Para Análise de Sementes, destinam-se a um tipo de análise rotineira, sem os cuidados que se empregam num trabalho de pesquisa.

Os resultados da Tabela 6 mostram que, as unidades mais adequadas para a conservação de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Catuaí linhagem H 2077-2-5-81, foram 8,3% e 8,9%. As sementes conservadas a 7,8% e 9,9% apresentaram uma porcentagem de germinação estatisticamente inferior à do tratamento com 8,9%, porém conservaram-se viáveis durante os onze meses de duração do ensaio, o que está de acordo com o trabalho de BACCHI (1958), e com as observações de CAMARGO e TELLES (1953), MORAES (1963) e COSTE (1969) de que as semen-

tes secas conservam-se melhor. Comparando-se as umidades relativas e os correspondentes equilíbrios higroscópicos do trabalho de BACCHI (1959) com os melhores resultados obtidos por Wellman e O'Toole (1960), BENDAÑA (1962) e os de CARELLI e MONACO (1977), pode-se observar que esses autores trabalhavam com sementes com umidades próximas a 10%. Isso mostra que seus resultados, com relação à umidade de sementes, estavam também de acordo com os obtidos por BACCHI (1958) e os do presente trabalho. Por outro lado Jaaverslag (1913), Kinmann e McClelland (1919), Ultée (1927), Schweizer (1927), Ultée (1933), Roelofsen (1938), FLUITER (1939), RODRIGUEZ (1965), BOUHARMONT (1971), Gonzalez (1973), VALÍO (1976), AMORIM (1978), SILVA (1979) e COUTURON (1980) mostraram que o baixo teor de umidade foi prejudicial à conservação das sementes de café. Alguns autores chegaram a explicar a maneira pela qual a secagem prejudicou a qualidade das sementes, como é o caso de GENKEL e CHAO (1958) e BENDAÑA (1962). Roberts (1973) colocou as sementes de café no grupo das que morrem quando são secadas.

Esses resultados contraditórios foram provocados pelo tipo de material usado nos diferentes ensaios, assim: em ambientes herméticos o teor de umidade das sementes deve estar entre 8% e 10%, e pelos resultados do presente trabalho seria melhor que estivesse o mais próximo possível de

9%. Nos trabalhos em que as sementes foram armazenadas em sacos plásticos ou em caixas de madeira com carvão umedecido o teor de umidade ideal para conservação das sementes deve estar acima de 20%.

Os resultados apresentados na Tabela 6, referentes ao tratamento com 7,8% de umidade comprovam a conclusão de BACCHI (1958) de que umidades inferiores a 8% não foram interessantes para a conservação de sementes de café.

5.4. Primeira contagem do teste de germinação

A primeira contagem do teste de germinação se constitui em um teste de vigor, e baseia-se na premissa de que as sementes que germinam mais rapidamente são mais vigorosas. Como os outros testes de vigor, ele tem o objetivo básico de determinar as diferenças na qualidade de lotes que apresentam porcentagens de germinação semelhantes. Entretanto, no presente trabalho, o teste de vigor foi utilizado precipuamente para auxiliar na determinação das melhores condições de armazenamento. Nessas condições, os resultados obtidos pelo teste de Tukey mostraram que, na primeira contagem dos testes de germinação, o número de diferenças significativas entre médias de tratamentos foi igual ou maior aos números obtidos no

teste de germinação. Isso mostra que no presente trabalho, a primeira contagem do teste de germinação foi mais sensível que o próprio teste de germinação, para separar as melhores condições de armazenamento das sementes.

5.5. Crescimento da plântula

Como teste de vigor, os seus resultados foram bastante insatisfatórios, conforme pode-se verificar na Tabela 18, pois os coeficientes de variação estão altos demais, sendo, portanto, impreciso. Assim, por exemplo, em fevereiro e em abril de 1979 esse teste não mostra nenhuma diferença estatística entre os tratamentos, em que sementes que ainda permaneciam vivas.

É interessante notar, na Tabela 18, que nos tratamentos com 48,3%; 45,1% e 41,6% de umidade existe uma têndência das médias dos comprimentos do hipocótilo+radícula, diminuírem de julho de 1978 para setembro do mesmo ano. No caso dos tratamentos 24,1%; 15,6%; 14,2%; 10,6%; 9,9%; 8,9%; 8,3% e 7,8% de umidade, a tendência das médias do comprimento do hipocótilo+radícula é aumentar de julho para setembro. Depois de setembro, à cada época de avaliação, o comprimento tende a ser menor, ou seja, diminui com o envelhecimento da semente.

5.6. Velocidade de emergência

Os resultados dos testes de velocidade de emergência apresentaram números menores ou iguais de diferenças significativas, que os testes de germinação e primeira contagem dos testes de germinação, sendo portanto, menos sensíveis que esses dois.

Em julho de 1978 a velocidade de emergência normalmente foi maior, e apresentou tendência de diminuir com o envelhecimento das sementes. Se for observado que em julho já havia decorrido cerca de dois meses desde a colheita, nota-se que esses resultados estão de acordo com os obtidos por FLUITER (1939) e TANGANYICA (1953).

6. CONCLUSÕES

Para o presente trabalho, as análises e a interpretação dos resultados permitem as seguintes conclusões:

a. Para armazenamento de sementes de café em embalagens herméticas, é preciso que o seu teor de umidade esteja entre 8% e 10%, e de preferência o mais próximo possível de 9%.

b. A porcentagem de germinação e a primeira contagem do teste de germinação, tornam-se estatisticamente menores quando a secagem é conduzida até teores de umidade inferiores a 8%.

c. Teor de umidade de 10,6% já é alto para as sementes armazenadas em ambientes herméticos, pois estas apresentam, ao fim de 11 meses de armazenamento, porcentagem de germinação, primeira contagem do teste de germinação e veloci

dade de emergência, inferiores às sementes armazenadas com teores entre 8% e 10%.

d. Em embalagens hermêticamente fechadas, teores de umidade entre 24,0% e 50,0%, induzem as sementes de café à morte em tempo inferior a seis meses.

7. LITERATURA CITADA

- AMARAL, A.P. do, 1925. *Cultura Pratica e Racional do Cafeeiro*. São Paulo. 607 p.
- BACCHI, O., 1955. Seca da semente de café ao sol. *Bragantia*. Campinas, 14(22): 225-236.
- BACCHI, O., 1956. Novos ensaios sobre a seca da semente de café ao sol. *Bragantia*. Campinas, 15(8): 83-91.
- BACCHI, O., 1958. Estudos sobre a conservação de sementes. IV. Café. *Bragantia*. Campinas, 17(20): 261-270.
- BACCHI, O., 1959. Equilíbrio higroscópico das sementes de café, fumo e várias hortaliças. *Bragantia*. Campinas, 18(15): 225-232.

- BENDAÑA, F.E., 1962. Fisiologia de las semillas de cafe. I. Problemas relativos al almacenamiento. *Café*. Turrialba, 4(15): 99-96.
- BOUHARMONT, P., 1971. La conservation des graines de caféier destinées a la multiplication au Cameroun. *Café, Cacao, Thé*. França, 15(3): 202-210.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, 1976. Divisão de Sementes e Mudas. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 188 p.
- CAMARGO, R. de e TELLES JUNIOR, A. de Q., 1953. *O café no Brasil: sua aclimação e industrialização*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 1: 535 p. (Série Estudos Brasileiros, 4).
- CARELLI, M.L.C. e L.C. MONACO, 1977. Conservação de sementes de café racemosa. *Bragantia*. Campinas, 36: XXXI-XXXIV.
- CASTRO, F.S. de, 1960. Escogencia y tratamiento de la semilla de café. *Agricultura Tropical*. Maracay, 16(11): 715-724.
- CHIN, H.F., 1978. Production and storage of recalcitrant seeds in the tropics. *Acta Horticulturae*. (83): 17-21.

- COSTE, R., 1969. *El cafe*. Barcelona e Madri, Editorial Blume. 285 p.
- COUTURON, E., 1980. Le maintien de la viabilité des graines de cafeiers par le contrôle de leur teneur en eau et de la température de storage. *Café, Cacao, Thé*. França, 24(1): 27-32.
- CROCKER, W., 1938. Life-span of seeds. *The Botanical Review*. 4: 235-274.
- DAFFERT, F.W., 1899. *Cultura racional do cafeeiro*. 2a. ed. Leopoldshall - Stassfurt, Sindicato de Vendas das Minas de Potassio. 70 p.
- FLUITER, H.J. de, 1939. Waarnemingen betreffende het bewaren van zaadkoffie. *De Bergcultures*, 13: 1506-1512.
- GENKEL, P.A. e S.H. CHAO, 1958. The role of plasmodesma in the loss of germinating power in coffee (*Coffea robusta*) seeds. *Fiziol. Rast.* 5: 305-309. Apud *Biol. Abstr.* 34. 1959. (ref. 2554).
- HAARER, A.E., 1962. *Modern coffee production*. Londres, Leonard Hill (books) Limited. 495 p.
- MACEDO, J.C. da C., 1957. Preparação da semente de café por fermentação e por exposição ao sol. *Revista do Café Português*. 4(13): 34-46.

- MAGUIRRE, J.D., 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, 2: 176-177.
- MENDES; J.E.T., 1939. Viveiros para café. Instituto Agrônômico. Campinas. Boletim (21). 14 p.
- MORAES, F.R.P. de, 1963. Meio ambiente e práticas culturais. In: Instituto Brasileiro de Potassa. *Cultura e adubação do Cafeeiro*. São Paulo, p. 77-126.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. *Curso de Estatística Experimental*. 6a. ed. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 430 p.
- POPINIGIS, F., 1977. *Fisiologia da Semente*. Brasília, ministério da Agricultura AGIPLAN. 292 p.
- RIOS, P.G., 1929. La germinación de la semilla de café. *Revista de Agricultura de Puerto Rico*, 22(10): 147-148.
- RODRIGUES, S.J., 1965. Semilleros y viveros de café. *Revista de Agricultura de Puerto Rico*, 44(2): 98-102.
- TANGANYIKA (SANDERS, F.R.), 1953. Seventeenth Annual Report of the Coffee Research and Experimental Station, Lyamungu, Moshi, 1950, 1953, Dar es Salaam. 40 p.

VALIO, I.F.M., 1976. Germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). *Journal of Experimental Botany*. Oxford, 27(100): 983-991.

WELLMAN, F.L., 1961. *Coffee. Botany, Cultivation and Utilization*. Londres, Leonard Hill (Books) Limited. 488 p. (Série World Crops).