

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ÉPOCA DE COLHEITA E MÉTODO DE TRILHA E SUAS RELAÇÕES
COM A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DE SEMENTES DE CAUPI
(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**

OTONIEL MAGALHÃES MORAIS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do Título de Doutor
em Agronomia – Área de Concentração em
Agricultura.

BOTUCATU – SP

Outubro – 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ÉPOCA DE COLHEITA E MÉTODO DE TRILHA E SUAS RELAÇÕES
COM A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DE SEMENTES DE CAUPI**
(Vigna unguiculata (L.) Walp.)

OTONIEL MAGALHÃES MORAIS

Engenheiro Agrônomo

Orientador: **Prof. Dr. João Nakagawa**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do Título de Doutor
em Agronomia – Área de Concentração em
Agricultura.

BOTUCATU – SP

Outubro – 2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Morais, Otoniel Magalhães, 1958-

M827e Época de colheita e método de trilha e suas relações
com a produção e a qualidade de sementes de caupi (*Vigna*
unguiculata (L.) Walp.). - Botucatu: [s.n.], 2002.

v, 89 f., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas

Orientador: João Nakagawa.

Inclui bibliografia.

1. Feijão-de-corda 2. Sementes colheita 3. Tecnologia
de sementes 4. Sementes qualidade I. João Nakagawa
II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônômicas III. Título

Palavras-chave: Caupi; Época de colheita; Método de trilha

Aos meus pais

Benedito (in memorian) e Oneide

Minha gratidão e homenagem.

Na vida é importante o encontro.

Especialmente importantes são os

Encontros com:

Bons mestres

Bons amigos

Bons livros

De como aproveitar esses encontros

Depende o enriquecimento do nosso espírito.

Revista Kojyô

À minha esposa Lúcia Teresa e a

meus filhos Diôgo, Maysa e Átila

pelo amor, carinho e dedicação,

toda minha gratidão, por terem

contribuído em minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo;

À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade concedida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Departamento de Fitotecnia e Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela minha liberação para realizar este curso, e especialmente à Prof. Dr^a Silvana Matsumoto, por ter assumido a disciplina de Tecnologia e Produção de sementes durante este período;

Ao Prof. Dr. João Nakagawa, pela valiosa orientação, ensinamentos transmitidos, disponibilidade e principalmente pela confiança e amizade demonstrada;

Aos docentes do Departamento de Produção Vegetal (Agricultura) da FCA-UNESP pela consideração;

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, responsável pelo Laboratório de Análise de Sementes, pela atenção e amizade;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agricultura pelos inestimáveis ensinamentos transmitidos;

Ao Prof. Dr. Edson Mori, pela atenção dispensada para correção do Summary;

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (agricultura), especialmente a Valéria Cristina Retameiro Giandoni, técnica do Laboratório de Análise de Sementes e aos funcionários do campo agropecuário Milton Marques Silva e Célio Mariano Ricardo, pelo apoio na condução dos experimentos;

Aos funcionários da biblioteca FCA/UNESP, pelo atencioso atendimento durante o curso e pela correção das referências bibliográficas;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, em especial Reginaldo Teodoro de Souza, Carlos Alberto Aragão, Edwin Camacho Palomino, Max Whendell de

Paula Lima, Laerte Marques da Silva, Celso Cardoso, José Salvador, José de Fátima Esteves, Rita de Cássia Alvarez, Elza Alves, Rosa Honorato de Oliveira, Rosemeire H. da Silva e Munir Mauad pelo convívio e companheirismo;

Aos meus familiares, especialmente a minha esposa Lúcia Teresa por ter sido mãe e pai durante esse período;

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	ii
LISTA DE FIGURAS	v
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	7
5 MATERIAL E MÉTODOS	17
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 Experimento 1	26
6.2 Experimento 2	45
6.3 Experimento 3	61
6.4 Considerações gerais	76
7 CONCLUSÕES	79
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

LISTA DE QUADROS

Quadros	Páginas
1 Resultados das análises química de solo antes da instalação dos experimentos.....	18
2 Número de plantas por parcela, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de vagens por parcela, porcentagem de vagem verde por parcela (%) e porcentagem de vagem seca por parcela (%) na semeadura de outubro/1999.....	29
3 Teores de água das sementes (%) nos momentos das colheitas, das trilhas e dos testes na semeadura de outubro/1999.....	31
4 Produção total (kg.ha^{-1}), produção de sementes puras (kg.ha^{-1}), porcentagem de sementes puras (%), porcentagem de sementes danificadas (%) e massa de 1000 sementes (g) na semeadura de outubro/1999	32
5 Germinação (%), primeira contagem da germinação (%), plântulas anormais (%) e germinação após envelhecimento acelerado (%), das cultivares EPACE-10 e EMAPA-821 na semeadura de outubro/1999.....	36
6 Emergência de plântulas no campo (%), índice de velocidade de emergência no campo, matéria seca de plântula (g) e condutividade elétrica ($\mu\text{S. cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), das cultivares EPACE-10 e EMAPA-821 na semeadura de outubro/1999.....	37
7 Emergência de plântulas no campo (%), índice de velocidade de emergência no campo, massa seca de plântulas (g), condutividade elétrica ($\mu\text{S. cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), germinação (%), primeira contagem da germinação (%), plântulas anormais (%) e germinação após envelhecimento acelerado (%), observados nas sementes oriundas da primeira colheita, para as três cultivares na semeadura de outubro/1999.....	40
8 Germinação (%), primeira contagem da germinação (%), plântulas anormais (%) e de germinação após o envelhecimento acelerado (%), das sementes oriundas da trilha manual, para as três cultivares na semeadura de outubro/1999.....	42

9	Emergência de plântulas no campo (%), índice de velocidade de emergência de plântulas no campo, matéria seca de plântulas (g) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), observados de sementes oriundas da trilha manual, para as três cultivares na semeadura de outubro/1999.....	44
10	Número de plantas por parcela, número de vagens por parcela, porcentagem de vagem verde por parcela (%), porcentagem de vagem seca por parcela (%), número de vagens por planta e número de sementes por vagem na semeadura dezembro/2000.....	48
11	Teores de água das sementes (%) nos momentos das colheitas, das trilhas e dos testes na semeadura de dezembro/2000.....	49
12	Produção total ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$), produção de sementes puras ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$), porcentagem de sementes puras (%), porcentagem de sementes danificadas (%) e massa de 1000 sementes (g) na semeadura de dezembro/2000.....	51
13	Porcentagem de danos nas sementes, verificados através do teste de imersão em hipoclorito de sódio na semeadura de dezembro/2000.....	54
14	Germinação (%), primeira contagem da germinação (%) e plântulas anormais (%) na semeadura de dezembro/2000.....	55
15	Emergência de plântulas no campo (%), índice de velocidade de emergência no campo, massa seca de plântulas (g) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) na semeadura de dezembro/2000.....	58
16	Germinação após de envelhecimento acelerado (%) na semeadura de dezembro/2000.....	60
17	Número de plantas por parcela, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de vagens por parcela, porcentagem de vagem verde por parcelas (%) e porcentagem de vagem seca por parcela na semeadura de março/2001.....	64
18	Teores de água das sementes (%) nos momentos das colheitas, das trilhas e dos testes na semeadura de março/2001.....	67
19	Produção total ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$), produção de sementes puras ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$), porcentagem de sementes puras (%), porcentagem de sementes danificadas (%) e massa de 1000	

	sementes (g) na semeadura de março/2001.....	69
20	Porcentagem de danos nas sementes (%), verificados através do teste de imersão em hipoclorito de sódio na semeadura de março/2001.....	72
21	Germinação (%), primeira contagem da germinação (%), plântulas anormais (%), emergência de plântulas no campo (%), índice de velocidade de emergência no campo, e massa seca de plântulas (g) na semeadura de março/2001.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Páginas
1	Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial observados no período do experimento e principais estádios de desenvolvimento de caupi. Experimento 1. Botucatu, outubro/1999.....	27
2	Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial observados no período do experimento e principais estádios de desenvolvimento de caupi. Experimento 2. Botucatu, dezembro/2000.....	46
3	Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial observados no período do experimento e principais estádios de desenvolvimento de caupi. Experimento 3. Botucatu, março/2001.....	62

1 RESUMO

O caupi (*Vigna unguiculata* L.) é a leguminosa alimentar mais importante das regiões Norte e Nordeste, cultivado por pequenos produtores e em escala comercial. Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da época de colheita e método de trilha e suas relações com a produção e a qualidade de sementes de três cultivares de caupi.

Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial 3 x 2 x 2, três cultivares (IPA-206, EPACE-10 e EMAPA-821), duas épocas de colheita (primeira, aproximadamente 50% das vagens secas e segunda com quase a totalidade das vagens secas) e duas formas de trilha (manual e mecânica). Analisou-se os componentes da produção (número de plantas/parcela, número de vagens/parcela, número de vagens/planta, número de sementes/vagem, porcentagem de vagem verde/parcela, porcentagem de vagem seca/parcela e massa de mil sementes), produção de sementes e qualidade fisiológica através dos testes de germinação e de vigor (primeira contagem, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência de plântula no campo e massa seca de plântula) e determinação de danos mecânicos (teste de imersão das sementes em hipoclorito de sódio).

As condições climáticas durante o ciclo da cultura influenciaram de formas distintas, em função do ano, o desenvolvimento das plantas. Nas condições de semeadura de outubro de 1999, o grande impedimento à produção de sementes de qualidade foram as altas precipitações. Nesta época, IPA-206 mostrou-se mais precoce, apresentando sementes de qualidade física e fisiológica superior. No experimento com semeadura em dezembro de 2000, as condições climáticas foram mais favoráveis, apresentando, como vantagem ao anterior, menor ocorrência de chuvas por ocasião das colheitas. Neste ano, as cultivares apresentaram ciclos semelhantes, mais precoces e produziram sementes de qualidade física e fisiológica superior, apresentando EMAPA-821 e IPA-206 sementes mais vigorosas. No experimento com semeadura em março de 2001, as condições climáticas não foram adequadas devido às baixas temperaturas que ocasionaram alongamento dos estádios de desenvolvimento das plantas, assim como redução da produção e da qualidade fisiológica das sementes. Observou-se que, dos três experimentos, este foi o que apresentou sementes de qualidade fisiológica inferior. As cultivares IPA-206, EPACE-10 e EMAPA-821 desenvolveram-se distintamente apresentando ciclo precoce, médio e tardio respectivamente, verificando ser EMAPA-821, entre as cultivares, a mais sensível às condições climáticas dessa época. Nos três experimentos, os efeitos das colheitas e das trilhas sobre as sementes das cultivares apresentaram tendências semelhantes, tendo as sementes da primeira colheita e da trilha manual exibido qualidade física e fisiológica superior.

Harvest period and types of threshing, and its relation with the yield and quality of seed of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Botucatu, 89p. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: OTONIEL MAGALHÃES MORAIS

Adviser: Prof. Dr. JOÃO NAKAGAWA

2 SUMMARY

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is a leguminous food grain of major importance in regions of Northern and Northeastern Brazil. It is cultivated by small farmers and also on a commercial scale. This research was proposed to verify the effect of harvest of period and types of threshing and its relation with the yield and quality of seed of three cowpea cultivars.

A random block design was used on a 3 x 2 x 2 factorial scheme, three cultivars (IPA-206, EPACE-10 and EMAPA-821), two harvest periods (the first one, when approximately 50% of pods were dry and the second one, when almost of them were dry) and two types of threshing (manual and mechanical). Evaluations were made in relation to yield components (number of plants/plot, number of pods/plot, number of pods/plant, number of seeds/pod, percentage of green pods/plot, percentage of dry pods/plot, and weight of thousand seeds), yield of seeds, physiological quality of seeds through tests of germination and vigour (first counting, electrical conductivity, accelerated aging, field emergence, speed of seedling emergence, and plant dry weight), and mechanic damage.

The climatic conditions during cultivation influenced differently

according to years, the crops development and cycle. During the sowing on October, 1999 the restriction of seed quality production was the heavy rainfall precipitation. In 1999, the IPA-206 cultivar showed earlier cycle, presenting seed of higher physical and physiological quality. The climatic conditions on December 2000 were more favorable than those in 1999, with lighter rainfall precipitation on the harvest period. The cultivars presented earlier and similar cycle, and produced seed with higher physical and physiological quality. In the same period, the EMAPA-821 and IPA-206 cultivars had more vigorous seeds. The climatic conditions on March 2001 were not adequate due to low temperatures that caused elongation of the growth fase and reduction on seed physiological quality. It was observed that on March 2001 the seeds presented the inferior physiological quality. IPA-206, EPACE-10, and EMAPA-821 cultivars developed differently, presenting early, medium, and late cycles respectively. On March 2001, the EMAPA-821 was more influenced by the climatic conditions, among the cultivars. Considering the three experiments, the effects of harvest and threshing the seeds of the three cultivars were similar; however, seeds of the first harvest and hand threshing had higher physical and physiological quality.

3 INTRODUÇÃO

O caupi (*Vigna unguiculata* L.) tem sua origem no Oeste da África, mais precisamente na Nigéria (Ng & Steele, 1985). É conhecido no Brasil por vários nomes como vigna, feijão-de-corda, feijão-macassar, feijão-fradinho, feijão-gurutuba, feijão-catador, feijão-mineiro, entre outros, dependendo da região de cultivo. É uma leguminosa de alto conteúdo protéico, bastante consumida pela população do Norte e Nordeste brasileiro, principalmente como grãos secos e verdes. Está presente nas regiões tropicais e subtropicais, e amplamente distribuído pelo mundo, com diversas utilidades, sendo aproveitado todas as partes da planta, tanto para consumo humano, como forragem verde, feno, silagem e ração; é muito usado em rotação de culturas e adubação verde, visando a recuperação da fertilidade dos solos.

Atualmente, no Brasil é a leguminosa alimentar mais importante das regiões Norte e Nordeste, cultivada amplamente por pequenos produtores e, de certa forma crescente, em escala comercial, representando aproximadamente 60% da área total de feijão do Nordeste e 30% da área total de feijão no Brasil, o que corresponde a 50% da produção de

feijão no Nordeste e a 18% da produção nacional de feijão. Os estados do Ceará e Piauí destacam-se como os maiores produtores brasileiros, com produtividade média de 300 a 400 kg.ha⁻¹ de grãos (Levantamento sistemático da Produção Agrícola - IBGE, 1993 a 1997). No entanto, com a utilização de cultivares melhoradas, alcança produtividades de 1000 a 1200 kg.ha⁻¹ em sistemas de produção irrigada, sendo observados, em condições experimentais, valores superiores a 3000 kg.ha⁻¹ de grãos secos.

Essas informações são importantes porque refletem a participação da cultura no contexto de geração de empregos, da renda e da produção de alimentos a nível regional e nacional, credenciando-a para receber maior atenção por parte das políticas de abastecimento e dos órgãos de apoio à pesquisa.

O caupi apesar de possuidor de ampla variabilidade genética, capacidade de adaptação, potencial produtivo, capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico e valor nutritivo significativos, tem sido indevidamente explorado em função do seu potencial.

Considerando a produção de sementes, seria interessante realizar a colheita no ponto de maturidade fisiológica. Entretanto, nesse ponto, a colheita é tecnicamente dificultada pelo teor de água das sementes, pela desuniformidade no desenvolvimento das vagens e pela presença expressiva de folhas e ramos verdes. Portanto, são necessários estudos relacionados à colheita de sementes de caupi.

Assim sendo, este trabalho teve o objetivo de verificar, os efeitos da época de colheita e método de trilha e suas relações com a produção e a qualidade de sementes de caupi.

4 REVISÃO DE LITERATURA

O caupi é uma leguminosa anual, de clima tropical, das mais importantes para o trópico semi-árido e úmido, cujas plantas se desenvolvem na faixa de temperatura compreendida entre 18 e 34° C (Ponte 1979). Araújo et al. (1984) consideram que a temperatura do ar mais adequada para o desenvolvimento do caupi situa-se na faixa de 20 a 30° C. Altas temperaturas durante o período de florescimento reduzem o pegamento das flores, enquanto as baixas temperaturas aumentam o ciclo da planta, pelo prolongamento de todas as fases do desenvolvimento e conseqüente redução do rendimento.

O fotoperíodo que influencia a indução do florescimento de diferentes cultivares de caupi encontra-se na faixa de 8 a 14 horas (Summerfield et al. 1974). Algumas cultivares, em condições de consórcio, apresentam estiolamento tornando-se de porte trepador devido à qualidade da luz que chega até à planta, que passa a afetar a sua fisiologia, modificando sua arquitetura e aumentando o ciclo da planta (Santos & Vieira, 1971).

Summerfield et al. (1985) consideram o caupi uma espécie altamente tolerante à seca, principalmente as cultivares ramadoras, embora varie, entre as cultivares, o número de dias que a planta tolera estresse de água. Neste sentido, visando estudar a

capacidade do caupi em tolerar a disponibilidade de água no solo em diferentes estádios de desenvolvimento, Leite (1999) avaliou a resposta da cultivar de caupi EMAPA-821 à redução variável da disponibilidade de água no solo, conduzidos em vasos plásticos em casa de vegetação. Os resultados evidenciaram que o déficit hídrico durante os estádios vegetativos, pré-floração e desenvolvimento/enchimento de grãos provocou aumento da duração do ciclo fenológico, ao passo que quando o mesmo ocorreu durante o estágio de enchimento de grãos houve encurtamento do ciclo. Durante o período de déficit hídrico observou-se ainda significativa redução nos parâmetros de crescimento, após o qual a mesma evidenciou elevada capacidade de recuperação.

Tem-se observado que as cultivares apresentam ampla variabilidade para as características morfológicas e fenológicas, verificando-se diferentes tipos de arquitetura de plantas, períodos de florescimento e maturidade. Entre os componentes da produção, o número de vagens e o número de sementes por vagem, assim como as características das sementes, apresentam grande importância tanto para a tecnologia de sementes como para a preferência do consumidor quanto ao consumo de grãos verdes ou secos.

Araújo & Nunes (1977) observaram que a produção de sementes de caupi se correlacionou positivamente com o número de vagens por planta, com a área foliar e com a massa de mil sementes. Dos componentes da produção estudados, o mais importante para produção de sementes foi o número de vagem por planta, pela alta estabilidade apresentada nos dois locais e variedades testadas. Yadava (1990), avaliando o efeito do tamanho e peso de sementes no crescimento e produção de genótipos de caupi, constatou que as plantas oriundas das sementes maiores apresentaram maiores produções por planta, número

de sementes por vagem e maior porcentagem de germinação.

A danificação mecânica é um sério problema na colheita de campos de sementes. A maior porcentagem de danos ocorre durante a extração da semente, seja manual ou mecânica. Com a utilização intensiva de semeadoras, colhedoras, processos de secagem, beneficiamento, transporte e armazenamento, a possibilidade de injúrias mecânicas aumentou. Considerando as operações que poderiam ocasionar danos às sementes, foram estimados os seguintes valores: 40% na colheita, 50% no beneficiamento, 4% no armazenamento, 2% no transporte e 4% na semeadura (Carvalho & Nakagawa, 1988).

A colheita do caupi é uma operação que deve ser executada de modo rápido e eficiente a fim de evitar perdas quantitativas e qualitativas. Dependendo da cultivar, porte da planta, uniformidade de maturação e o tamanho do campo de produção, a colheita pode ser realizada tanto manual como mecanicamente. Quando a semente atinge a máxima massa seca, ela alcança, segundo Delouche (1975), o ponto de maturidade fisiológica, ou seja, a semente encontra-se no máximo de sua potencialidade e a deterioração ainda é mínima.

Popinigis & Vieira (1988), abordando a tecnologia de produção de sementes de caupi, relatam que a colheita deve ser realizada quando a semente apresenta máxima germinação e máximo vigor, quando atinge seu ponto de maturidade fisiológica. Este é alcançado quando a semente atinge seu máximo teor de matéria seca e, quando pela primeira vez, o teor de umidade alcança cerca de 40%. A partir desse ponto, a colheita deverá ser realizada tão logo possível, a fim de evitar a proliferação de patógenos, redução de vigor e de germinação e descoloração das sementes. Acrescentam ainda, que a forma arredondada e o tegumento tênue das sementes de caupi as tornam altamente susceptíveis aos danos mecânicos. Por esse motivo, atenção redobrada deve ser dedicada à colheita e à trilha,

principalmente em relação a seu teor de água, a fim de evitar o esmagamento, as quebras e as rachaduras das sementes.

Dessa forma, a colheita manual dos frutos logo após a maturidade fisiológica das sementes, seguida da secagem das vagens ou de toda a planta até quando a debulha seja exequível, será importante procedimento para a produção de sementes de caupi de alta qualidade.

Sabe-se que, para a grande maioria das espécies cultivadas, a época usual de colheita não coincide com o estágio em que as sementes apresentam a melhor qualidade, que ocorre quando estas ainda apresentam elevado teor de água, entre 35 e 40%. Figueiredo et al. (1984), trabalhando com caupi cultivar IPEAN V-69, na condição de trópico úmido, observaram que para produção de sementes, as colheitas devem ser iniciadas, preferencialmente entre 70 e 75 dias após a emergência das plântulas no campo. Em soja, Jacinto & Carvalho (1974), trabalhando com diferentes cultivares em diversas regiões do Brasil, verificaram que a maturação fisiológica das sementes, com o máximo acúmulo de matéria seca, é atingida quando o teor de água das sementes é de aproximadamente 50%. Para feijão, Neubern & Carvalho (1976) relatam que a colheita da cultivar Carioca, para obtenção de sementes de melhor qualidade, deve ser efetuada quando as sementes apresentam teor de água entre 38 e 44%; recomendam que as sementes não devem permanecer no campo por muito tempo depois da maturidade fisiológica pois, principalmente se chover, a germinação cairá rápida e acentuadamente, além da possibilidade de ocorrer a germinação na vagem.

O controle da qualidade durante a colheita deve considerar o teor de água nas sementes e, portanto, a época da colheita, o uso de métodos adequados e de equipamentos apropriados e ajustados visando reduzir perdas por danos mecânicos,

considerados por Andrade & Borba (1993), como a principal causa da redução da qualidade das sementes de milho produzidas no Brasil.

Bewley & Black (1985) consideram, em programas de produção de sementes, que as danificações mecânicas têm-se revelado como as maiores responsáveis pela redução da viabilidade e sanidade das sementes, principalmente em anos em que a época de maturação e as condições de colheita são inadequadas.

O grau ou a intensidade dos danos mecânicos nas sementes, independente da fonte de injúria, pode ser determinado por um simples fator ou pela interação de vários fatores. Entre os fatores que ocasionam o dano, a intensidade do impacto e o teor de água das sementes são considerados particularmente importantes. Outro aspecto que deve ser considerado é o genético, como fonte de diferentes respostas à injúria mecânica. O ideal seria debulhar as sementes à mão para evitar danos; porém isto não é prático nem econômico. Segundo Almeida & Falivene (1982), em feijão a queda da germinação inicial das sementes trilhadas mecanicamente pode chegar a 10% em relação à verificada quando a debulha é feita manualmente. A magnitude de danos que podem ocorrer durante a trilha depende, principalmente, do tipo de debulha, do teor de água das sementes e do cultivar, identificando como principais danos provocados à semente pela trilha as quebras, trincas, cortes e pressões.

Carvalho & Nakagawa (2000) relatam que, em função do teor de água das sementes, a injúria mecânica provoca “quebramento” da semente quando seu teor de água é muito baixo e o impacto recebido resulta no rompimento dos tecidos ao longo de uma linha, sendo que este tipo de injúria aumenta à medida que o teor de água se reduz a 12 –14%, e “amassamento” quando o teor de água das sementes é muito alto e o impacto se distribui de

maneira muito limitada em uma região relativamente pequena; neste caso a possibilidade deste tipo de injúria aumenta a partir de 16 – 18% de teor de água das sementes. Moore (1974) afirma que os efeitos latentes da injúria mecânica por amassamento são mais problemáticos do que por quebramento, pois o tecido afetado serve de centro de infecção para o resto da semente, servindo como porta de entrada para patógenos que afetariam a sanidade e o bom armazenamento da semente.

Segundo Delouche (1967), os efeitos da danificação mecânica na viabilidade e vigor das sementes podem ser imediatos, com redução imediata da viabilidade, e latentes, quando a germinação não é diretamente atingida, mas o vigor, o potencial de armazenamento e o comportamento futuro da semente no campo são reduzidos.

Pollock & Roos (1972) reconhecem três tipos de injúrias em sementes de feijão: injúrias grosseiras, facilmente detectáveis e separadas pelos processos de limpeza, injúrias internas, não separadas pelos processos de limpeza e que em geral tornam-se visíveis após a germinação, com o desenvolvimento de plântulas anormais, e injúrias microscópicas, localizadas principalmente no tegumento da semente que, embora aparentemente íntegro, torna esta suscetível ao ataque de microorganismos. Chaves et al. (1992) relatam que sementes com danos mecânicos visíveis (partidas e com ruptura no tegumento), podem ser separadas durante o processo de limpeza por máquinas apropriadas, que as separam de acordo com suas propriedades físicas. Danos internos e rupturas de pequena proporção no tegumento são difíceis de serem detectados e tornam as sementes suscetíveis a fungos e insetos, e, conseqüentemente, à redução de sua qualidade fisiológica. Oliveira et al. (1997), citando vários autores, relacionaram os efeitos dos danos mecânicos sobre a diminuição imediata de germinação e de vigor da semente de milho e, posteriormente, durante

o armazenamento, com reflexos negativos no seu desempenho em condições de campo.

De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), sementes danificadas tendem, durante a germinação, a mobilizar energia com o objetivo de cicatrizar o tecido lesado; porém, no caso deste dano ser anterior ao armazenamento, é provável que, após cicatrizar o tecido, a energia remanescente não seja suficiente para que o processo de germinação se complete. Consideram ainda que fatores como o tamanho da semente e injúrias, mecânicas ou causadas por patógenos ou insetos, comprometem o vigor e a qualidade das sementes. Moore (1974) afirma que para as sementes de leguminosas, a massa e o tamanho têm particular influência na suscetibilidade às injúrias mecânicas, que reduzem sua vitalidade. Assim, quanto maior for a semente maior será a extensão e a intensidade dos danos.

Os resultados obtidos por Carvalho (1969), trabalhando com caupi, indicam que o efeito imediato da injúria mecânica foi significativamente dependente do teor de água das sementes no momento do impacto, da velocidade com que um corpo bate na semente, da altura que a semente cai contra uma superfície parada e do local onde a injúria é causada. Abrahão (1971) estudou o efeito das injúrias mecânicas em sementes de três variedades de feijão, submetidas a tipos de injúrias e condições de armazenagem diferentes. Observou que as injúrias mecânicas dependiam da variedade e, em cada variedade, do número de choques, havendo influência da umidade relativa das condições de armazenagem na germinação e no vigor. Andrade et al. (1998) verificaram os efeitos de danos mecânicos sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. Os resultados mostraram que o efeito prejudicial do impacto na qualidade das sementes torna-se mais evidente com a elevação da velocidade de impacto e que a região do hilo é a mais sensível à danificação e que o decréscimo da qualidade fisiológica das sementes foi potencializado pelo

período de armazenamento, provocando uma redução ainda maior de sua germinação e vigor.

Almeida (1972), estudando os efeitos das danificações mecânicas ocasionadas pela trilhagem com diferentes rotações de cilindro batedor (500, 750 e 1000 rpm) em sementes de três variedades de feijão, com diferentes umidades e condições de armazenamento, concluiu que o número de sementes quebradas aumentava com o aumento da rotação do cilindro e com a diminuição do teor de água das sementes, dependendo da cultivar; observou, ainda, efeitos imediatos e latentes dos danos, com ocorrência de plântulas anormais durante os testes de germinação, o que não foi observado na trilha manual. Souza et al. (2002), trabalhando com três velocidades de deslocamento (4, 7, e 10 km.h⁻¹), três formações de leiras (4, 7, e 10 linhas), dois teores de água das sementes (10,65 e 14,10%) e duas velocidades (420 e 540 rpm), verificaram o efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão. As sementes com 14,10% de teor de água, trilhadas com rotação do cilindro trilhador de 420 rpm apresentaram maior porcentagem de pureza, de germinação e de vigor, com menor índice de dano mecânico.

Popinigis et al. (1983) estabeleceu, para sementes de caupi, os padrões de qualidade que especificam limites máximos de tolerância para os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, visando obtenção de sementes de alta qualidade. Segundo Marcos Filho et al. (1987) a estimativa da qualidade fisiológica das sementes deve ser baseada em pelo menos dois ou três testes, cujos princípios sejam aplicáveis aos objetivos que se deseja atingir. Atualmente, os de envelhecimento acelerado, de tetrazólio e de condutividade elétrica predominam entre os testes de vigor que completam as informações obtidas nos testes de germinação e de emergência de plântulas (Krzyzanowski et al. 1991).

Nakagawa (1999) considera o teste de vigor baseado na avaliação das

plântulas em condições de campo, conduzido de preferência na mesma época recomendada para a semeadura da cultura, um teste adequado para indicar a potencialidade dos lotes, embora apresente o inconveniente da dificuldade de padronização.

A medida da condutividade elétrica da solução de embebição de sementes depende da quantidade de exsudados na solução, a qual relaciona-se diretamente com a integridade das membranas celulares (AOSA, 1983).

Bias et al. (1999) estudaram a qualidade fisiológica de quatro lotes de sementes de caupi das cultivares IPA-206 e EPACE-10, armazenados por 180 dias em condições normais de ambiente. Verificaram que, entre os testes realizados, o de frio sem solo foi o que melhor relação apresentou com a emergência de plântulas no campo, e que a massa seca da parte aérea da plântula não foi eficiente na separação de lotes de sementes em diferentes níveis de vigor.

Quanto aos outros aspectos dessa revisão, observou-se que o caupi é uma cultura de grande importância e valor estratégico para o Brasil, principalmente para as regiões Norte e Nordeste, em função das múltiplas utilidades apresentadas, como na alimentação humana, consumidas como grãos verdes e secos e animal, consumido naturalmente ou como feno. Pela sua rusticidade e capacidade de se desenvolver bem em solos de baixa fertilidade, constitui-se também uma opção como fonte de matéria orgânica a ser utilizada como adubo verde na recuperação de solos naturalmente pobres em fertilidade, ou esgotados pelo seu uso intensivo. Entretanto, verifica-se que, em geral, poucos trabalhos de pesquisa foram realizados visando o desenvolvimento de tecnologias de produção de sementes, criação de cultivares adaptadas a colheita mecânica, assim como o desenvolvimento de máquinas colhedoras adaptadas a colheita de caupi

Acrescenta-se que não foram encontradas, durante a revisão, pesquisas específicas de caupi relacionadas com os objetivos desse trabalho, verificando-se algumas para determinação da qualidade das sementes em função dos níveis de danos e momentos de colheita para outras culturas, como feijão e soja, as quais já dispõem de tecnologias visando colheitas com obtenção de sementes sem danos. Verificou-se também que, de modo geral, as sementes danificadas têm menor vigor e germinação, deterioração mais rápida na armazenagem, maior susceptibilidade ao ataque de microrganismos e mau aspecto para comercialização.

5 MATERIAL E MÉTODOS

A fase experimental de campo desta pesquisa foi conduzida na área da Fazenda Experimental Lageado (FEL), da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, no município de Botucatu – SP, com altitude de 815 m, Latitude Sul de 22° 51' e Longitude Oeste de Greenwich de 48° 26', em solo classificado como Nitossolo Vermelho Distroférrico, textura média (EMBRAPA, 1999).

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas e realizadas as análises químicas segundo metodologias encontradas em Raij & Quaggio (1983), cujos resultados estão apresentados no Quadro 1. Os dados climáticos de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima diários dos períodos dos experimentos foram coletados no Posto Meteorológico da FEL e encontram-se representados nas Figuras 1, 2 e 3.

O trabalho constou de três experimentos, semeados em épocas distintas, instalados em delineamentos de blocos ao acaso com quatro repetições no primeiro experimento e cinco repetições nos dois outros. Em cada experimento foram estudados três cultivares, duas épocas de colheitas e dois métodos de trilha (manual e mecânica), em

Quadro 1. Resultados das análises química de solo antes da instalação dos experimentos.

	pH	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	(CaCl ₂)	(g.kg ⁻¹)	(mg.dm ⁻³)	mmol _c .dm ³						(%)
Experimento 1	4,9	24	11	42	5,6	22	12	39,6	81,6	48
Experimento 2	4,7	26	12	45	5,4	19	11	35,4	80,4	44
Experimento 3	4,7	26	12	45	5,4	19	11	35,4	80,4	44

esquema fatorial 3 x 2 x 2. A área total da parcela experimental (16 m²) foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,80m e a área útil (6,4m²) formada pelas duas linhas centrais, com 4m de comprimento desprezando-se 0,50m de cada extremidade. Foram realizados desbastes de plântulas na linha de semeadura visando a obtenção de estande com cinco plantas por metro de linha, assim como irrigações quando necessárias.

O preparo de solo foi o convencional, distribuindo-se as doses de calcário recomendadas de acordo com Raij et al. (1997), e em seguida realizada uma aração e duas gradagens, sendo uma por ocasião da semeadura.

Baseando-se nos resultados das análises dos solos (Quadro 1) e nas recomendações de Oliveira & Dantas (1988), realizou-se adubação de plantio nos sulcos de semeadura com 30 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e de 20 kg.ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio. A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a emergência das plântulas utilizando-se 40 kg.ha⁻¹ de N, na forma de uréia.

A semeadura dos experimentos foi feita nos dias 26 de outubro de 1999 (semeadura das águas), 14 de dezembro de 2000 (semeadura da seca) e 19 de março de 2001 (semeadura de inverno), respectivamente. Utilizou-se sementes das seguintes cultivares

de caupi: IPA-206 de porte semi-ereto, ciclo de 70 dias, tegumento da semente de cor marrom claro, peso de 100 sementes de 22,0 g e produtividade média de 1.240 kg.ha⁻¹; EPACE-10 de porte semi-enramador, ciclo de 65-75 dias, tegumento da semente de cor marrom, peso de 100 sementes de 20,0 g e produtividade média de 1.000 kg.ha⁻¹; e EMAPA-821 de porte semi-ereto, ciclo de 60-70 dias, tegumento da semente de cor marrom, peso de 100 sementes de 13,0 g e produtividade média de 1.049 kg.ha⁻¹ (Freire Filho et al., 1997).

Os tratos culturais foram efetuados conforme as necessidades da cultura. O controle de plantas daninhas no primeiro experimento foi realizado em pré-plantio incorporado, com a aplicação de trifluralina nortox (trifluralin) na dose de 1,2 L.ha⁻¹ de produto comercial e duas capinas manuais. No segundo e terceiro experimentos, este controle foi realizado em pós-emergência com a aplicação de basagran 600 (bentazon) na dose de 1 L.ha⁻¹ de produto comercial e duas capinas manuais.

O controle fitossanitário foi realizado em todos os experimentos com a aplicação do inseticida strom (methamidophos) na dose de 1 L.ha⁻¹ de produto comercial aos vinte e trinta e cinco dias após a emergência das plântulas, visando o controle de pragas e uma aplicação de folicur (tebuconazole) na dose de 750 g.ha⁻¹ de produto comercial visando o controle de oídio (*Erysiphe polygoni*).

As colheitas foram realizadas quando as plantas apresentavam, no momento da primeira colheita, aproximadamente 50% das vagens secas e na segunda colheita, a quase totalidade das vagens secas. O momento das colheitas para cada experimento está apresentado nas Figuras 1, 2 e 3. A trilha manual foi feita após a colheita manual das vagens, que foram colocadas para secar ao sol e a seguir debulhadas a mão, e na trilha mecânica, as plantas com as vagens foram arrancadas, colocadas para secar e trilhadas em máquina

estacionária trilhadora de grãos marca EDA, modelo TR-Parcela, a 540 rpm. Após o beneficiamento as sementes ficaram armazenadas por aproximadamente 60 dias em condições normais de ambiente.

Por ocasião das colheitas foram determinados nas parcelas destinadas à trilha manual das sementes os componentes da produção: número total de vagens, número de vagens por planta, porcentagem de vagem verde, porcentagem de vagem seca e número de sementes por vagem; os componentes da produção: número de planta, produção total, produção de sementes puras, porcentagem de sementes puras e peso de mil sementes nas parcelas destinadas tanto à trilha manual como mecânica e a porcentagem de sementes danificadas nas parcelas que foram trilhadas mecanicamente.

Número de plantas: Foi obtido pela contagem das plantas colhidas em cada parcela útil.

Número total de vagens: Foi obtido pela contagem das vagens íntegras, produzidas em cada parcela útil.

Número de vagens por planta: Foi calculado pela divisão do número total de vagens pelo número de plantas de cada parcela útil.

Porcentagem de vagem verde: Foi calculada a porcentagem em relação ao número total de vagens da parcela útil. As vagens verdes foram aquelas que se apresentavam maduras ou com coloração verde, típico para colheita de grãos verdes.

Porcentagem de vagem seca: Foi calculada a porcentagem em relação ao número total de vagens da parcelas útil. As vagens secas foram aquelas que se apresentavam com coloração palha, típico para colheita de grãos secos.

Número de sementes por vagem: Foi calculado pela média do número de sementes de vinte vagens tomadas ao acaso das vagens produzidas em cada parcela útil.

Produção total: Foi estimada considerando a massa dos grãos colhida na parcela útil de cada tratamento.

Produção de sementes puras: Foi estimado, após a análise de pureza física, considerando a massa das sementes escolhidas como puras da produção total. As sementes consideradas puras foram aquelas que se apresentavam íntegras e retidas na peneira 10/64”e sem nenhum dano aparente no tegumento.

Porcentagem de sementes puras: Foi estimada pela porcentagem de sementes consideradas puras em relação à produção total por parcela útil.

Porcentagem de sementes danificadas: Foi estimada após a análise de pureza física, através da massa das sementes que visualmente apresentavam-se quebradas, com qualquer dano no tegumento, presentes nas parcelas que sofreram a trilha mecânica.

Massa de mil sementes: A massa de mil sementes foi determinado nas sementes puras tomando-se oito amostras de 100 sementes por parcela, e calculado de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em gramas por mil sementes.

Qualidade das sementes

A fase experimental para avaliação da qualidade das sementes, foi realizada no Laboratório de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Botucatu-SP, e constou dos seguintes testes: determinação dos danos mecânicos, determinação do teor de água das sementes no momento das colheitas, trilhas e testes laboratoriais, teste de germinação, vigor (primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste de emergência no campo, índice de velocidade de emergência de plântula no campo e peso seco de plântula). No

primeiro experimento, os testes de germinação, vigor e determinação de danos mecânicos foram realizados apenas para as sementes originadas da primeira colheita e trilhadas manualmente devido à insuficiência de sementes produzidas nas parcelas destinadas a segunda colheita e a trilha mecânica.

Determinação de danos mecânicos: Foi realizada através do teste de imersão das sementes em hipoclorito de sódio, com o objetivo de avaliar a porcentagem de sementes que apresentavam danificações no tegumento, provocadas pela trilha das vagens; foram utilizadas 4 sub-amostras de 50 sementes de cada repetição de campo (Marcos Filho et al. 1987). Caracterizou-se os níveis de danos apresentados sob o tegumento das sementes através da seguinte escala de notas: Nota 1: tegumento das sementes todo intumescido e rompido; Nota 2: tegumento das sementes todo intumescido sem rompimento; Nota 3: tegumento das sementes intumescido mas com alguma parte sem intumescimento; Nota 4: tegumento da sementes com um pequeno e único intumescimento e Nota 5: tegumento das sementes totalmente íntegro (Aragão et al. 1999).

As sementes foram colocadas em copos plásticos e em seguida adicionou-se 50 ml da solução de hipoclorito de sódio a 5%. Após 10 minutos de embebição, foi eliminado o excesso da solução, e sobre folhas de papel toalha procedeu-se a classificação quanto ao nível de danos referentes às notas seguido de contagem das sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Teor de água das sementes: O teor de água das sementes foi determinado pelo método de estufa ($105 \pm 3^\circ \text{C}$) utilizando-se duas sub-amostras de 50 sementes para cada repetição de campo. As amostras foram pesadas em balança com precisão de 0,01 g para obtenção da massa úmida e em seguida colocadas para secar em estufa a $105 \pm 3^\circ \text{C}$, por 24 horas (Brasil,

1992). Após as 24 horas foi realizada nova pesagem para obtenção da massa seca, sendo os resultados expressos em porcentagem da massa úmida.

Teste de germinação: O teste de germinação foi realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes puras de cada repetição de campo. As sementes foram semeadas em substrato de papel toalha Germitest (RP), umedecido com água destilada na razão de 2,5 vezes o peso do papel e levados ao germinador a temperatura de 25 °C. Foram efetuadas duas contagens, aos cinco e oito dias após a instalação do teste, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); os resultados foram expressos em porcentagem.

Primeira contagem: A primeira contagem foi realizada em conjunto com o teste de germinação, considerando as plântulas que ao 5º dia da instalação do teste se apresentaram normais, como descrito nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992); os resultados foram expressos em porcentagem.

Condutividade elétrica: A condutividade elétrica foi determinada utilizando-se quatro sub-amostras de 50 sementes por repetição de campo, e de acordo com as recomendações encontradas em Vieira & Krzyzanowski (1999). Sub-amostras de sementes puras foram pesadas em balança com precisão de 0,001g, submersas em 75 ml de água destilada, em copos plásticos e, a seguir, mantidas por 24 horas em câmara regulada à temperatura de 25° C. Após este período, foi determinada a condutividade elétrica da solução de embebição em condutímetro Digimed, modelo DM 31 com célula modelo DMC – 010M K = 1 cm⁻¹. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes.

Envelhecimento acelerado: Foi conduzido com aproximadamente 250 sementes por repetição de campo, distribuídas sobre tela de alumínio em caixas plásticas tipo gerbox para envelhecimento contendo ao fundo 40 ml de água destilada, incubadas em câmara marca

Hitachi com precisão de 0,1° C, regulada à temperatura de 42° C durante 72 horas. Após este período, as sementes foram colocadas para germinar conforme descrição anterior apresentada para o teste de germinação. A avaliação das plântulas foi realizada cinco dias após a instalação, computando-se o número de plântulas normais (Marcos Filho, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem média. Após o período de incubação determinou-se o teor de água das sementes utilizando duas sub-amostras de 25 sementes de cada repetição.

Porcentagem de emergência e massa seca da parte aérea de plântulas: Foi realizado no campo, utilizando-se quatro sub-amostas de 50 sementes por repetição de campo. Antes da semeadura, realizou-se o tratamento das sementes utilizando-se o fungicida rhodiauram 700 (thiran) na dose de 200g do produto comercial para 100 kg de sementes. Determinou-se aos 14 dias após a emergência da primeira plântula, a porcentagem de emergência através do número de plântulas emergidas; em seguida procedeu-se o corte das partes aéreas das plântulas ao nível do solo que foram colocadas em sacos de papel e estes em estufa com circulação forçada de ar, durante 72 horas, à temperatura de 65° C. A massa seca foi determinada, em balança com precisão de 0,01g, para cada repetição. Esta massa foi dividida pelo número de plântulas emergidas para obtenção da massa seca de plântula por repetição (Nakagawa, 1999).

Índice de velocidade de emergência de plântulas: Foi realizado em conjunto com o teste de emergência de plântulas, com observações diárias a partir do dia em que emergiu a primeira plântula do solo. As contagens foram feitas até a estabilização do número de plântulas emergidas. Após a determinação do número de plântulas emergidas e através da formula abaixo, calculou-se o índice de velocidade de emergência de plântulas (Maguire, 1962).

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, \dots E_n$ = número de plântulas emergidas na primeira, na segunda e na enésima contagem;

$N_1, N_2, \dots N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, e da enésima contagem.

Análise estatística

Os dados obtidos de cada experimento foram separadamente analisados estatisticamente, em delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial. Foram efetuadas análises de variância de todos os parâmetros avaliados. A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Nos Quadros são apresentadas as médias originais; entretanto, para realização da análise estatística os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\arcsin (x / 100)^{1/2}$ e quando ocorreu valor zero, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimento 1

Na Figura 1 encontram-se representadas a época de semeadura, emergência de plântulas, florescimento e as duas épocas de colheita realizadas neste experimento. Juntamente estão os dados climáticos diários de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima. Por esta figura pode-se observar a ocorrência de chuvas no florescimento, durante a maturação e no momento das colheitas das três cultivares, tendo isso afetado a duração do ciclo da cultura, através do seu prolongamento e propiciando condições não favoráveis a qualidade das sementes. Verifica-se assim, que as cultivares apresentaram ciclo de 145 dias, em média, da semeadura a segunda colheita, o que é muito longo se comparado com os ciclos apresentados para as cultivares precoces, com menos de 90 dias, e acima de 105 dias para as tardias, para colheita de vagens maduras (Araújo et al, 1984). Silva & Oliveira (1993), avaliando o rendimento de grãos verdes e de grãos maduros de cultivares de caupi, relatam que os grãos maduros na colheita apresentaram teor de água das sementes de aproximadamente 15%.

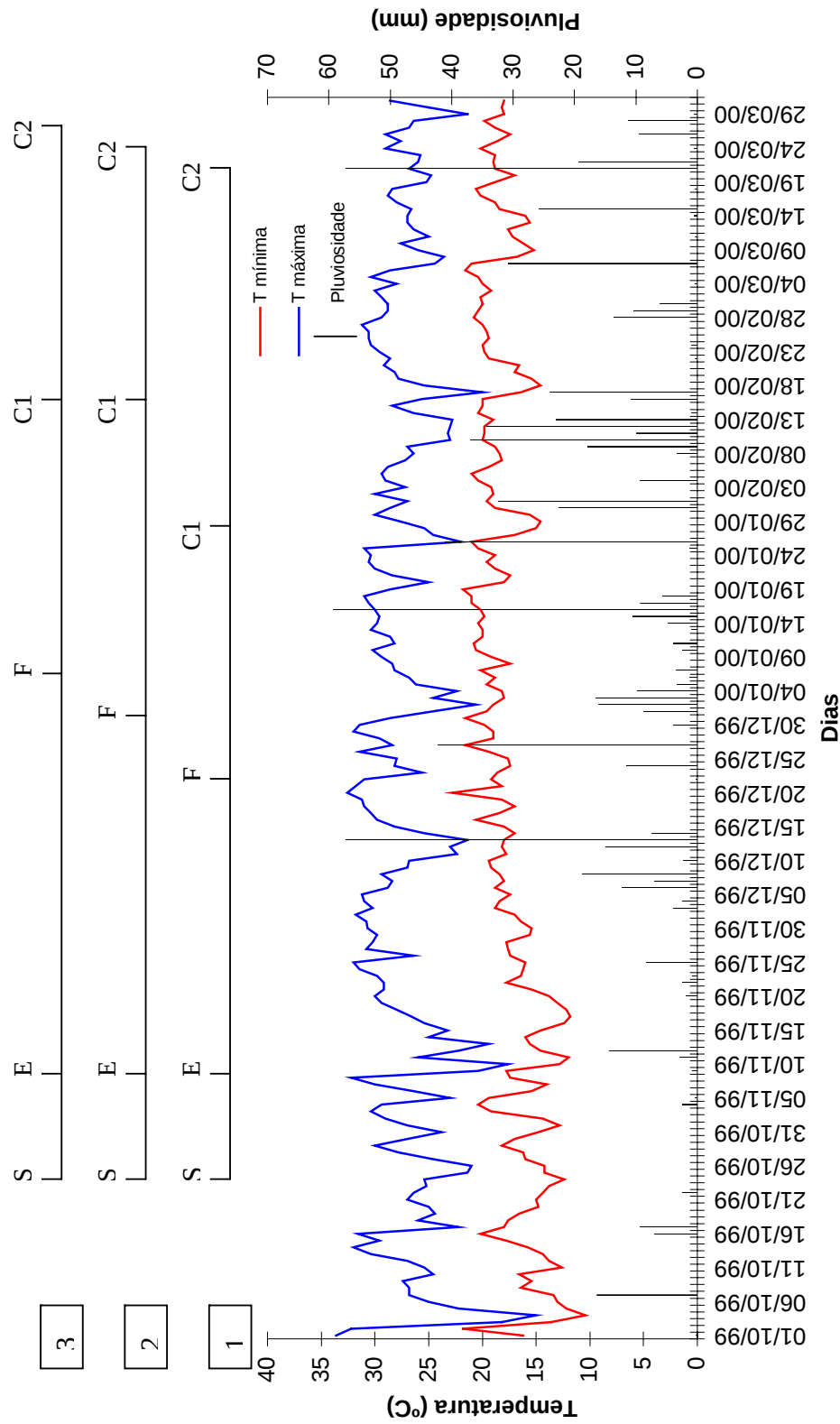


Figura 1. Dados médios de Temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial observados no período do experimento. Principais estádios de desenvolvimento de caupi. S= semeadura; E= emergência de plântulas; F= florescimento; C1 = 1ª colheita; C2 = 2ª colheita. 1 = Cultivar IPA-206; 2 = Cultivar EPACE-10; 3 = Cultivar EMAPA-821.

No Quadro 2, observa-se que para algumas variáveis houve efeito da interação cultivares x épocas de colheitas. O número de plantas por parcela das cultivares nas colheitas foi diferente, enquanto que para as trilhas o número de plantas por parcela foi semelhante. Entre as colheitas, as cultivares apresentaram maior número de plantas na primeira, exceto para a EMAPA-821 que apresentou número semelhante. Entre as cultivares, EPACE-10 apresentou maior número de plantas por parcela na primeira e na segunda colheita, enquanto que para EMAPA-821 o número foi semelhante a essa na segunda colheita, e IPA-206 com o menor número em ambas colheitas.

As cultivares, exceto IPA-206, apresentaram o número de vagens por planta e o número de vagens por parcela diferentes entre as colheitas, observando-se os maiores números na primeira colheita de EPACE-10 com 471 vagens, e primeira e segunda colheitas de EMAPA-821 com 482 e 368 vagens respectivamente. Deve-se ressaltar que estas características foram avaliadas considerando apenas as vagens íntegras; portanto o menor número justifica-se, pois na segunda colheita, devido ao adiantado estágio de maturação das vagens, a quantidade perdida e a degrana natural das sementes aumentaram, em função da secagem e do maior tempo de exposição das vagens às condições climáticas. Outro aspecto a ser considerado, são as diferenças genéticas que ocorrem entre as cultivares quanto ao porte plantas, que facilita o contato das vagens com o solo, e a tolerância à perda natural e deiscência das vagens nas condições climáticas verificadas. As porcentagens de vagens verdes e secas foram semelhantes entre as cultivares e colheitas, indicando que as cultivares apresentavam plantas com vagens em estágio de desenvolvimento semelhante dentro das colheitas. O número de sementes por vagens mostrou-se semelhante entre as cultivares, e entre as colheitas, a primeira apresentou maior número.

Quadro 2. Número de plantas por parcela, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de vagens por parcela, porcentagem de vagem verde por parcela e porcentagem de vagem seca por parcela na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	T r i l h a m a n u a l									
	Número de plantas por parcela		Número de vagens/planta		Nº de sementes por vagens		Número de vagens/parcela		Vagem verde por parcela	
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita
Cultivares										
IPA-206	39Ab ¹	32Bb	2,7 Ab	2,1 Ab	11,8 a	100 Ab	86 Ab		37,4 a	62,6 a
EPACE-10	45Aa	38Ba	10,6 Aa	3,3 Bb	11,7 a	471 Aa	122 Bb		29,8 a	70,2 a
EMAPA-821	40Ab	41Aa	11,8 Aa	9,1 Ba	11,4 a	482 Aa	368 Ba		33,8 a	66,2 a
Épocas										
1ª Colheita	--		--		12,7 a	--			35,6 a	64,4 a
2ª Colheita	--		--		11,1 b	--			31,7 a	68,3 a
Trilhas										
Manual	39a		--		--	--			--	--
Mecânica	40a		--		--	--			--	--
C. V. (%)	3,65		10,61		3,53		11,36		12,34	5,97

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

No Quadro 3 verifica-se que houve efeito da interação cultivares x épocas de colheitas para o teor de água das sementes no momento das colheitas. As cultivares apresentaram teores de água maiores e semelhantes na primeira colheita, exceto para EMAPA-821 que o teor de água da primeira não diferiu do da segunda, e foi superior ao teor de água da segunda colheita de IPA-206 e EPACE-10, que foram semelhantes entre si. Este resultado é justificado, devido à presença de vagens em diferentes estádios de desenvolvimento entre as colheitas, além de que, ocorreram mais chuvas na primeira colheita (Figura 1). Verificou-se ainda efeito da interação cultivares x épocas de colheitas e cultivares x trilhas para teor de água das sementes nas trilhas e cultivares x trilhas para o teor de água das sementes no período dos testes. No momento das trilhas o teor de água das sementes mostrou-se diferente, porém, em geral, compatível com os teores recomendados para a trilha dessa cultura, que, segundo Araújo et al. (1984), varia de 10 a 12%. Os teores de água das sementes no período dos testes estavam próximos entre si, tendo ocorrido uma uniformização nestes teores, provocada pelo equilíbrio higroscópico devido às condições de armazenagem. Nesse momento, os teores de água das sementes entre as colheitas foram também semelhantes entre si.

Os resultados apresentados no Quadro 4, referentes à produção, mostram que houve efeito da interação cultivares x épocas de colheitas para as variáveis, exceto para a massa de mil sementes, o que demonstra o comportamento distinto das cultivares entre as colheitas. Na primeira colheita a produção total não diferiu entre as cultivares; IPA-206 e EPACE-10 apresentaram produção total semelhante dentro das colheitas, com superioridade para a primeira; já EMAPA-821 mostrou-se com produção total semelhante entre colheitas e com superioridade sobre as demais cultivares na segunda. Estes resultados podem ser explicados através do Quadro 2, onde se verifica na segunda colheita, em

Quadro 3. Teores de água das sementes nos momentos das colheitas, das trilhas e dos testes na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	Teor de água nas colheitas		Teor de água após trilhas				Teor água nos testes	
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	T manual	T mecânica	T manual	T mecânica
Cultivares	----- % -----							
IPA-206	47,9 Aa ¹	22,1 Bb	12,7 Aa	11,8 Aa	11,1 Ba	13,5 Aa	10,1 Aa	10,4 Aa
EPACE-10	41,9 Aa	27,1 Bb	9,1 Bb	11,1 Aa	9,8 Ab	10,5 Ab	9,8 Bb	10,6 Aa
EMAPA-821	45,3 Aa	35,9 Aa	10,0 Bb	11,9 Aa	10,9 Aab	11,1 Ab	10,0 Bab	10,5 Aa
Épocas								
1ª Colheita	--		--		--		10,2 a	
2ª Colheita	--		--		--		10,3 a	
C. V. (%)	9,32		4,52				1,44	

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quadro 4. Produção total, produção de sementes puras, porcentagem de sementes puras, porcentagem de sementes danificadas, e massa de 1000 sementes na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	Produção total		Prod. sementes puras		Sementes puras		Sementes danificadas		Massa de 1000 sementes
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	
Cultivares	-----Kg.ha ⁻¹ -----		-----		----- % -----		----- g -----		
IPA-206	1.028Aa ¹	257Bb	950 Aa	73 Bb	92,4 Aa	24,2 Bc	4,8 Bb	54,6 Aa	157,6 b
EPACE-10	787Aa	459Bb	368 Ab	231 Ab	45,7 Ab	45,6 Ab	29,8 Aa	19,4 Ab	163,3 a
EMAPA-821	1.115Aa	988Aa	535 Ab	652 Aa	55,8 Ab	59,9 Aa	18,1 Ba	44,4 Aa	138,5 c
Épocas									
1ª Colheita	--		--		--		--		150,7 b
2ª Colheita	--		--		--		--		155,6 a
Trilhas									
Manual	800 a		582 a		60,2 a		--		154,9 a
Mecânica	744 a		421 b		47,7 b		--		151,3 b
C. V. (%)	30,18		34,30		11,25		19,65		3,34

¹ Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de

5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

geral, menor número de vagens e sementes por vagem, o que é justificado pela deiscência das vagens e o adiantado estágio de maturação destas que facilitou sua queda e a degrana natural das sementes, e como consequência, a redução na quantidade das sementes.

Os resultados demonstram uma estratégia de produção diferente entre as cultivares, pois se observa que IPA-206 apresenta produção mais precoce e concentrada, EPACE-10 comportamento intermediário e EMAPA-821 comportamento tardio sem concentração da produção, típico de plantas de hábito indeterminado (Figura 1). Verifica-se ainda que a produção total das cultivares foi semelhante, independente da forma de trilha. Este resultado justifica-se, pois para obtenção da produção total foram pesadas todas as sementes trilhadas independente da sua qualidade física.

Quanto à produção de sementes puras observa-se no Quadro 4, que as cultivares apresentaram valores semelhantes na primeira colheita, exceto IPA-206 que apresentou maior produção nesta; na primeira colheitas IPA-206 apresentou maior produção de sementes puras que EPACE-10 e EMAPA-821, que foram semelhantes; na segunda colheita a cultivar EMAPA-821 apresentou produção superior a EPACE-10 e a IPA-206, que não diferiram entre si. Observa-se ainda que entre as trilhas, as cultivares apresentaram maiores produções de sementes puras na manual. Este resultado pode ser explicado, provavelmente, pelo fato de que a primeira colheita de IPA-206 foi à única entre as colheitas que ocorreu na ausência de chuvas, como mostra a Figura 1, o que é determinante para se colher sementes tanto em quantidade como de qualidade física superior.

As produções alcançadas nas colheitas pelas cultivares são compatíveis com os dados de produção citados por Barreto & Dynia (1988), para densidade de 50 a 70 mil plantas, o que não ocorreu na segunda colheita com IPA-206, provavelmente

devido às fortes precipitações pluviais ocorridas no período, que ocasionaram perdas de sementes, redução da qualidade física das sementes e também por ser precoce. Entre as trilhas, a manual apresentou maiores quantidades de sementes puras, o que se justifica, pois nesta trilha não ocorrem danos às sementes, enquanto na mecânica os danos provocados contribuem para redução da quantidade e da qualidade física das sementes.

Observa-se que, tanto as cultivares como as colheitas produziram valores diferentes de porcentagem de sementes danificadas, apresentando IPA-206 menor porcentagem na primeira colheita enquanto EMAPA-821 e EPACE-10 não diferiram entre si; na segunda, o menor valor foi obtido por EPACE-10, e IPA-206 e EMAPA-821 foram semelhantes. A segunda colheita em geral apresentou maior porcentagem de danos que a primeira, exceto para a cultivar EPACE-10 que foi semelhante em ambos os casos. Estes resultados podem ser justificados, pois a segunda colheita foi realizada quando as vagens apresentavam-se em geral secas (Quadro 2); além disso as sementes ficaram expostas por mais tempo às condições de campo e neste caso sob fortes chuvas, o que contribuiu assim para com os danos às sementes (Neubern & Carvalho, 1976). As sementes trilhadas manualmente não apresentaram danos, enquanto que as trilhadas mecanicamente apresentaram em média 28,5% danificações.

Verifica-se que a massa de mil sementes mostrou diferenças estatísticas entre cultivares, épocas e trilhas. Entre as cultivares, EPACE-10 apresentou a maior massa; entre as épocas, a segunda colheita apresentou a maior massa; e entre as trilhas a maior massa foi verificado nas sementes da trilha manual. A massa de 1000 sementes de caupi são muito variáveis, dependendo das cultivares e das condições de cultivo; entretanto, os valores obtidos são concordantes com os observados por Araújo et al, (1984) que encontraram

variações entre 80 a 260 gramas por mil sementes, enquanto que Leite et al. (1999), para EMAPA-821 encontraram a massa de mil sementes de 108,00g, inferior ao aqui observado de 138,5g.

Quanto aos resultados observados para épocas e trilhas, o menor peso de mil sementes na primeira colheita provavelmente está associado ao maior número de sementes imaturas, visto que neste estágio as sementes em geral apresentavam alto teor de água (Quadro 3); já os resultados observados entre trilhas justifica-se, pois provavelmente as sementes maiores foram as mais danificadas durante a trilha mecânica e foram conseqüentemente eliminadas em parte da fração das sementes puras (Moore, 1974). Outro resultado mostrado no Quadro 4 em relação às trilhas, é que quando as sementes foram trilhadas manualmente apresentaram quantidades superiores de sementes puras, o que não ocorreu para produção total que foi semelhante.

Observa-se nos Quadros 5 e 6 que as sementes da cultivar IPA-206 não fizeram parte da comparação das médias, o que foi devido à insuficiência de sementes puras verificadas nas produções da segunda colheita submetida à trilha mecânica. A falta de sementes puras para estes tratamentos pode ser justificada pelo fato de IPA-206 ter sido precoce, com produção alta na primeira colheita (Quadro 4), além de que o intervalo da primeira para a segunda colheita foi o mais longo entre as cultivares (Figura 1), o que deve ter contribuído para maiores danos durante a trilha mecânica, em função da sua maior permanência no campo e secagem severa das sementes.

Nesses quadros citados estão apresentados os resultados dos testes de laboratório e de campo para avaliação da qualidade das sementes de EPACE-10 e EMAPA-821. Observou-se efeito da interação cultivares x colheitas para as variáveis avaliadas, exceto

Quadro 5. Germinação, primeira contagem da germinação, plântulas anormais e germinação após o envelhecimento acelerado das cultivares EPACE-10 e EMAPA-821, na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	Teste de germinação		1ª Cont. da germinação		Plântulas	Germinação após envelhecimento	
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita		1ª Colheita	2ª Colheita
----- % -----							
EPACE-10	11,3 Ab ¹	11,0 Ab	7,9 Ab	8,9 Ab	43,9 a	2,3 Aa	0,0 Ab
EMAPA-821	41,9 Aa	22,4 Ba	39,4 Aa	19,1 Ba	40,2 a	4,3 Ba	28,8 Aa
Épocas							
1ª Colheita	--	--	--	--	43,3 a	--	--
2ª Colheita	--	--	--	--	40,8 a	--	--
Trilhas							
Manual	23,3 a		19,7 a		33,9 b		4,7 a
Mecânica	19,9 a		17,9 a		50,2 a		12,9 a
C. V. (%)	20,36		21,4		10,25		71,74

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quadro 6. Emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência no campo, matéria seca de plântulas e condutividade elétrica das cultivares EPACE-10 e EMAPA-821, na semeadura de outubro /1999.

Tratamentos	Emergência no campo		Índice vel. emergência		Matéria seca		Condutividade elétrica			
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	de plântulas	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	T mecânica
Cultivares	----- % -----				----- g -----			----- $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ -----		
EPACE-10	48,5 Ab ¹	44,8 Aa	5,9 Ab	5,8 Ab	0,22 a	125,2 Ba	147,5 Aa	117,5 Ba	155,2 Aa	
EMAPA-821	69,9 Aa	51,3 Ba	10,4 Aa	7,9 Ba	0,22 a	87,1 Bb	146,1 Aa	119,6 Aa	113,5 Ab	
Épocas										
1ª Colheita	--		--		0,23 a	--		--		--
2ª Colheita	--		--		0,22 a	--		--		--
Trilhas										
Manual	57,9 a		8,2 a		0,24 a	--		--		--
Mecânica	49,3 b		6,8 b		0,21 b	--		--		--
C. V. (%)	10,49		8,19		13,04				15,80	

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

para número de plântulas anormais e matéria seca de plântulas, e efeito da interação cultivares x trilhas para condutividade elétrica. A qualidade das sementes aferida pelos testes de germinação e vigor apresentou-se baixa; entretanto, em geral, EMAPA-821 apresentou melhores resultados que EPACE-10.

Entre as épocas de colheitas, as sementes de EPACE-10 nos testes realizados, não se mostraram diferentes quanto a germinação e o vigor das sementes, exceto no teste de condutividade elétrica que identificou as sementes da primeira colheita como mais vigorosa. Para EMAPA-821, a quase totalidade dos testes apontou a primeira colheita como de melhor qualidade. Já entre as trilhas, as sementes das duas cultivares não apresentaram diferença nos resultados observados nos testes de germinação e envelhecimento acelerado; entretanto, pelos resultados do teste de condutividade elétrica, para EPACE-10, e de emergência de plântulas no campo verifica-se que as sementes trilhadas manualmente apresentaram maior vigor. Estes resultados assemelham-se com os obtidos para estas cultivares nos testes de emergência de plântulas no campo e índice de velocidade de emergência que também foram superiores no sistema de trilha manual. Segundo Hampton & Tekrony (1995), os resultados do teste da condutividade elétrica tem mostrado maiores correlações com emergência de plântulas no campo, como demonstrado no estudo com outras espécies.

Observa-se que a porcentagem de emergência de plântulas no campo foi superior à germinação das sementes em laboratório. Estes resultados se explicam devido às condições de laboratório terem favorecido o desenvolvimento de fungos nas sementes durante o teste, fato este não observado nas condições de campo, por estas terem sido, provavelmente, menos favoráveis ao seu desenvolvimento, o que permitiu as sementes expressarem seu

potencial de germinação. Esta contaminação pode ter ocorrido durante o desenvolvimento das sementes e por ocasião das colheitas em função das altas precipitações que ocorreram, principalmente durante os períodos das colheitas das sementes (Figura 1).

A massa de mil sementes (Quadro 4) mostrou-se diferente entre as cultivares, épocas e trilhas. No entanto, para as variáveis porcentagem de plântula anormal e massa seca de plântula não foi observado diferença entre as cultivares e as épocas; já para as trilhas, a mecânica apresentou maior porcentagem de plântulas anormais e menor massa de plântula que a manual. Estes resultados justificam-se, pois os tratamentos de trilhas apresentam a mesma tendência, verificando que quando ocorreu baixa germinação esta esteve associada ao maior percentual de plântulas anormais e de menor massa, que por sua vez relacionam-se com as sementes de menor massa. Sementes mais pesadas possuem maiores quantidades de reservas, portanto potencialmente, apresentam-se mais vigorosas. Assim essas proporcionam maior transferência de massa seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas com maior massa, em função do maior acúmulo de massa (Nakagawa, 1994). Entretanto, neste experimento, as plântulas anormais e a massa de plântulas foram semelhantes entre as cultivares e entre as épocas de colheita.

O Quadro 7 apresenta os resultados dos testes de germinação e vigor das sementes oriundas da primeira colheita envolvendo as três cultivares. Entre as cultivares o comportamento foi diferente, verificando-se que, em geral, as sementes de IPA-206 demonstraram melhor qualidade fisiológica, as de EMAPA-821, qualidade intermediária e as sementes de EPACE-10 apresentaram os níveis mais baixos de germinação e vigor, exceto

quanto à massa seca de plântulas e porcentagem de plântulas anormais, em que as cultivares tiveram comportamento semelhante.

Quadro 7. Emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência no campo, matéria seca de plântulas, condutividade elétrica, germinação, primeira contagem da germinação, plântulas anormais e germinação após envelhecimento acelerado, observados nas sementes oriundas da primeira colheita, para as três cultivares na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	Primeira colheita									
	Emergência de plântulas	Índice vel. emergência T. manual	T. mecânica	Matéria seca de plântulas	Germinação	1ª Contagem da germinação	Plântulas anormais	Condutiv/e elétrica	Germ. após envelheci/o	
	---- % ----			----- g -----	----- % -----			µS.cm ⁻¹ .g ⁻¹	---- % ----	
Cultivares										
IPA-206	90,50 a ¹	11,8 Aa	12,7 Aa	0,25 a	44,9 a	39,1 a	41,3 a	45,4 c	30,6 a	
EPACE-10	48,5 c	6,1 Ab	5,6 Ac	0,22 a	11,3 b	7,9 b	44,3 a	125,2 a	2,3 b	
EMAPA-821	69,9 b	11,9 Aa	9,0 Bb	0,23 a	41,9 a	39,4 a	42,4 a	87,1 b	4,3 b	
Trilhas										
Manual	73,8 a	--		0,24 a	33,9 a	29,8 a	38,2 a	77,4 b	17,1 a	
Mecânica	65,5 b	--		0,22 a	31,4 a	27,8 a	47,1 a	94,4 a	7,7 a	
C. V. (%)	6,68	6,97		12,13	23,58	32,37	15,3	16,03	72,24	

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto às trilhas das sementes nesta colheita, os testes em geral, não mostraram diferenças quanto a germinação e o vigor, exceto os de emergência de plântula no campo e de condutividade elétrica que detectaram diferenças, identificando as sementes trilhadas manualmente como mais vigorosas.

Observa-se ainda neste quadro, que os resultados estão coerentes, pois apresentam a mesma tendência, ordenando os mesmos tratamentos quanto a qualidade, refletindo então, o fato de que a primeira colheita de IPA-206 foi a única realizada em condições climáticas adequadas para colheita das sementes, como pode ser observado na Figura 1. Acrescenta-se, que o índice de velocidade de emergência das plântulas desta cultivar nesta colheita foi superior as das outras e não diferiu entre as formas de trilha. Observa-se ainda que a matéria seca de plântulas não diferiu entre as cultivares e as trilhas.

O Quadro 8 apresenta os resultados dos testes de germinação e vigor das sementes oriundas da trilha manual, envolvendo as três cultivares. Observa-se que houve efeito da interação cultivares x épocas de colheitas em todos os testes, exceto para porcentagem de plântula anormal. A porcentagem de plântulas anormais entre as cultivares não diferiu; já entre as colheitas, a segunda apresentou menor valor.

Entre cultivares, observa-se nesta trilha, que as sementes de IPA-206 apresentou maior germinação e vigor na primeira colheita; as de EPACE-10 apresentaram comportamento semelhante entre as colheitas e as de EMAPA-821 maior germinação na primeira colheita, porém não houve diferença entre as colheitas nos demais testes. Em geral, nesta trilha verificou-se que as cultivares IPA-206 e EMAPA-821 apresentaram sementes com qualidade fisiológica semelhante e superior as de EPACE-10 na primeira colheita.

Os resultados dos testes de vigor das sementes, originadas da trilha

Quadro 8. Germinação, primeira contagem da germinação, plântulas anormais e germinação após o envelhecimento acelerado, das sementes oriundas da trilha manual, para as três cultivares, na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	T r i l h a M a n u a l						
	Germinação		1ª Cont. da germinação		Plântulas anormais	Germinação após envelhecimento	
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita		1ª colheita	2ª colheita
	----- % -----						
Cultivares							
IPA-206	43,5 Aa ¹	9,3 Ba	38,3 Aa	8,0 Bb	33,1 a	33,5 Aa	1,0 Ba
EPACE-10	11,8 Ab	11,3 Aa	7,0 Ab	9,0 Aab	36,1 a	1,3 Ab	0,0 Aa
EMAPA-821	46,5 Aa	23,8 Ba	45,0 Aa	19,0 Aa	31,8 a	6,5 Ab	11,0 Aa
Épocas							
1ª Colheita	--	--	--	--	38,2 a	--	--
2ª Colheita	--	--	--	--	29,2 b	--	--
C. V. (%)	24,89	32,53	16,64	85,13			

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

manual para as três cultivares, apresentados no Quadro 9, mostram que, exceto para a matéria seca de plântula houve interação entre cultivares x colheitas. IPA-206 e EMAPA-821 apresentaram maior vigor na primeira colheita como demonstrado pelos valores de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas e condutividade elétrica. O teste de condutividade elétrica, que apresentou valores diferentes entre as cultivares, identificou como mais vigorosas as sementes de IPA-206, e as de EPACE-10 com menor vigor na primeira colheita. Já na segunda colheita, IPA-206 apresentou sementes de menor qualidade, de acordo com a maioria dos testes (Quadros 8 e 9). A massa seca de plântulas não mostrou diferença entre as cultivares; no entanto quando se compara as colheitas, a primeira apresentou plântulas com maior massa. Observa-se ainda no Quadro 9, que estes testes classificaram os mesmos tratamentos quanto ao nível de vigor.

Resultados de germinação e índice de emergência de plântula no campo foram obtidos no trabalho de Oliveira (1981), estudando a influência das condições de armazenamento na germinação e vigor das sementes de caupi; ele verificou para a porcentagem de germinação de 60%, um índice de velocidade de emergência de plântulas de 4,9, enquanto que para 94,7% de germinação o índice foi 12,1; já nesse mesmo experimento, para o índice de velocidade de emergência de 5,6 verificou-se germinação de 11,3% e para índice de aproximadamente 12,0 verificou germinação de 44,9%, o que não mostra a mesma tendência.

Nos Quadros 5, 7 e 8, onde foram apresentados os resultados do teste de envelhecimento acelerado, observa-se que houve efeito da interação exceto quando verificou-se o comportamento das sementes das três cultivares na primeira colheita (Quadro 7) sendo os valores obtidos neste teste, em geral baixos, o que reflete o vigor das sementes;

Quadro 9. Emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência de plântulas no campo, matéria seca de plântulas e condutividade elétrica, observados de sementes oriundas da trilha manual, para as três cultivares na semeadura de outubro/1999.

Tratamentos	Trilha manual						
	Emergência no campo		Índice vel. emergência		Matéria seca	Conductividade elétrica	
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	de plântulas	1ª Colheita	2ª Colheita
	----- % -----				----- g -----	----- $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ -----	
Cultivares							
IPA-206	92,3 Aa ¹	27,8 Bb	11,8 Aa	3,5 Bb	0,23 a	40,0 Bb	217,1 Aa
EPACE-10	51,3 Ac	49,8 Aa	6,1 Ab	6,5 Aa	0,23 a	111,3 Aa	123,7 Ab
EMAPA-821	77,9 Ab	35,5 Ba	11,9 Aa	8,3 Ba	0,25 a	81,1 Ba	158,2 Ab
Épocas							
1ª Colheita	--	--	--	--	0,24 a	--	--
2ª Colheita	--	--	--	--	0,22 b	--	--
C. V. (%)	10,44	7,55	9,16	16,08			

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

entretanto vale considerar que as condições em que se procedeu ao envelhecimento, baseando-se para feijão (Marcos Filho, 1999), podem ter sido muito drástica para esta espécie, o que provocou a morte de muitas sementes e grandes variações nos resultados dos testes, fato que provocou na análise estatística os mais altos coeficientes de variação. Pode-se observar todavia que, mesmo assim, as sementes de IPA-206 oriundas da primeira colheita se destacaram com 33,5 %, o maior valor, uma vez que se observou tratamentos com germinação zero. Neste teste, as formas de trilhas não apresentaram diferenças entre as cultivares, o que pode ser explicado pelo estresse do teste, que foi suficiente para encobrir as diferenças provocadas pelos danos que possivelmente poderiam acontecer durante a trilha mecânica. No início do teste de envelhecimento, as sementes apresentavam teores de água de 9,8 a 10,6% e ao final apresentaram teores em média de 31,4%, próximo dos teores recomendados por Hampton & Tekrony (1995) de 28 a 30% para feijão.

6.2 Experimento 2

Na Figura 2 encontram-se as diversas fases da cultura, podendo-se verificar o momento da semeadura, emergência de plântulas, florescimento e colheitas que ocorreram durante este experimento. Juntamente estão os dados climáticos diários de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima. Pode-se observar que as condições climáticas para o desenvolvimento da cultura foram adequadas, ocorrendo precipitações regulares na fase de emergência de plântulas, o que garantiu a formação de estandes uniformes e desenvolvimento adequado das plantas. Neste experimento, observou-se a ocorrência de baixas precipitações por ocasião da primeira colheita e praticamente ausência por ocasião da segunda. Ainda nesta figura pode-se constatar que o ciclo das cultivares da semeadura à

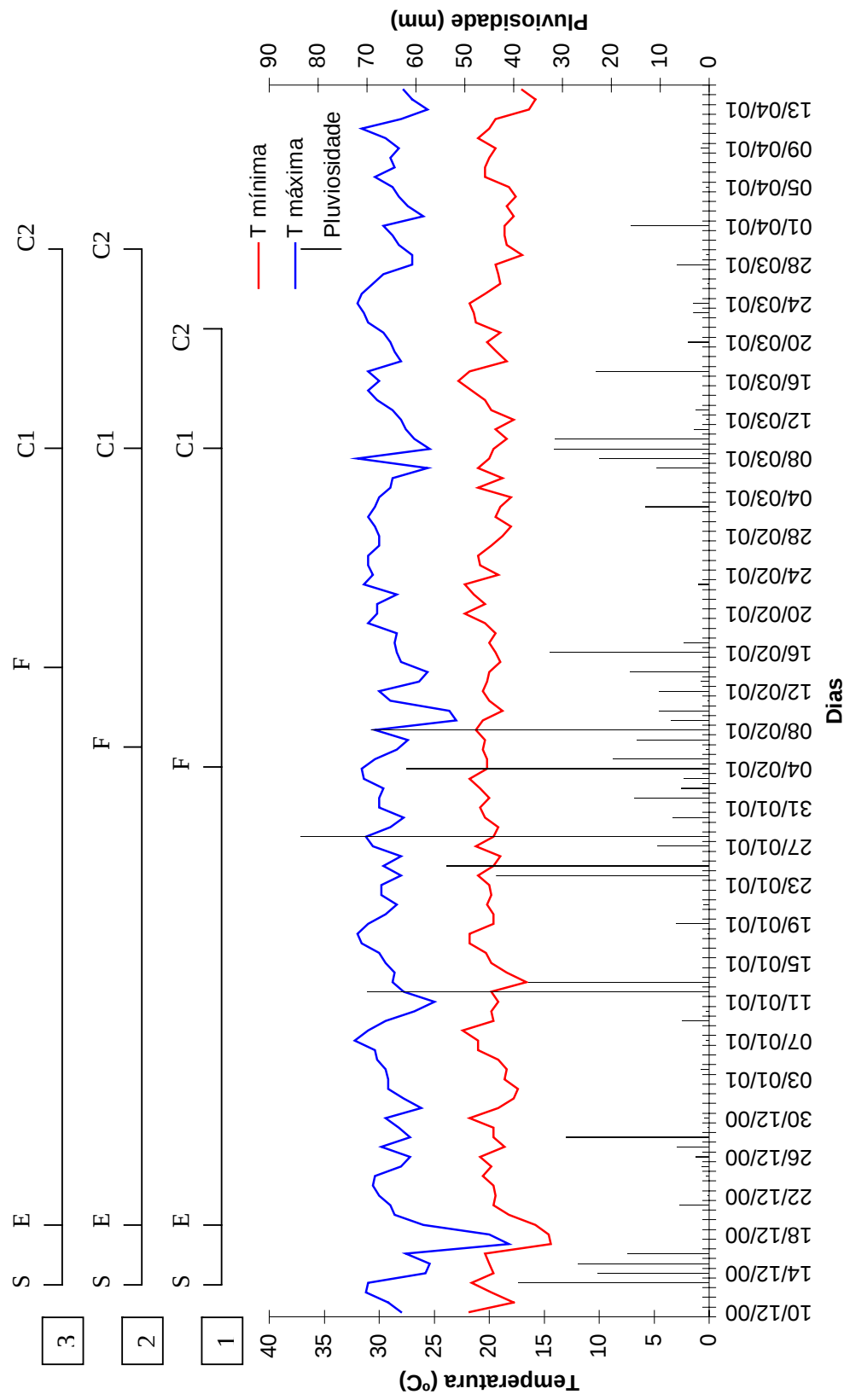


Figura 2. Dados diários de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial observados no período do experimento.

Principais estádios de desenvolvimento de caupi. S = semeadura; E = emergência de plântulas; F = florescimento;

C1 = 1ª colheita; C2 = 2ª colheita; 1 = Cultivar IPA-206; 2 = Cultivar EPACE-10; 3 = Cultivar EMAPA-821.

segunda colheita em média foi de 105 dias para EMAPA-821 e EPACE-10 e de 85 dias para IPA-206; as cultivares de ciclo médio apresentam colheitas de vagens maduras com até 105 dias e as precoces com menos de 90 dias, quando cultivadas nas regiões Norte e Nordeste do país (Araújo et al, 1984).

Os resultados do Quadro 10 são referentes a alguns dos componentes de produção e mostram que para as cultivares, o número de plantas por parcela foi diferente, apresentando EPACE-10 maior número; entretanto, entre as colheitas e entre as trilhas, o número foi semelhante. Os resultados da produção de vagens por parcela e por planta não diferiram entre os tratamentos; já as porcentagens de vagem secas e verdes por parcela foram semelhantes entre as cultivares e diferentes entre as colheitas, como esperado, visto que na primeira colheita a porcentagem de vagem seca foi de 46,6% e na segunda 95,5%. Nota-se que as cultivares apresentaram número semelhante de sementes por vagem, diferindo entre as colheitas, onde na primeira houve maior número. Resultados semelhantes foram observados no primeiro experimento, o que pode ser justificado, provavelmente, pela semelhança genética entre estas cultivares para este caráter, e a capacidade das plantas de produzirem vagens maiores nas primeiras floradas. Araújo & Nunes (1977) afirmaram que o número de vagens por planta para produção de sementes é o componente mais importante, pela alta estabilidade observada entre as variedades estudadas.

Pelo Quadro 11 verifica-se que houve efeito da interação cultivares x colheitas para o teor de água das sementes nas colheitas, apresentando as sementes da primeira colheita teores maiores. Este resultado é explicado devido às plantas neste momento apresentarem aproximadamente metade das vagens secas e as demais em estádios diferentes de desenvolvimento (Quadro 10). Observa-se que neste momento o teor de água médio das

Quadro 10. Número de plantas por parcela, número de vagens por parcela, porcentagem de vagens verde por parcela, porcentagem de vagens seca por parcela, número de vagens por planta e número de sementes por vagem na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Número de plantas por parcela	Trilha manual				
		Nº de vagens por parcela	Vagens verde/parcela	Vagens seca/parcela	Nº de vagens por planta	Nº sementes por vagem
Cultivares			----- % -----			
IPA-206	44 ab ¹	424 a	29,1 a	70,9 a	9,6 a	12,4 a
EPACE-10	46 a	439 a	28,2 a	71,8 a	9,7 a	13,4 a
EMAPA-821	43 b	356 a	29,6 a	70,4 a	8,4 a	12,3 a
Épocas						
1ª Colheita	45 a	421 a	53,4 a	46,6 b	9,6 a	13,3 a
2ª Colheita	44 a	393 a	4,5 b	95,5 a	8,9 a	12,1 b
Trilha						
Manual	44 a					
Mecânica	45 a					
C. V. (%)	3,53	11,16	13,69	7,03	10,94	4,14

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

sementes, era de 57%, ainda muito elevado, podendo exercer influência na qualidade das sementes conforme o manuseio.

No momento das trilhas, o teor de água das sementes sofreu efeito da interação cultivares x trilhas, verificando-se que, entre as trilhas, as cultivares apresentaram teores semelhantes, exceto as sementes de IPA-206 que na trilha manual apresentavam teor maior que o da mecânica. As sementes trilhadas manualmente apresentavam teores de água

Quadro 11. Teores de água das sementes nos momentos das colheitas, das trilhas e dos testes na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Teor de água nas colheitas		Teor de água nas trilhas		Teor de água nos testes
	1ª Colheita	2ª Colheita	T. manual	T. mecânica	
Cultivares	----- % -----				
IPA-206	57,6 Aa ¹	26,9 Ba	11,7 Aa	10,2 Bb	9,6 b
EPACE-10	56,9 Aa	16,4 Bb	11,3 Aa	11,0 Aa	9,7 ab
EMAPA-821	56,2 Aa	17,6 Bb	11,2 Aa	10,8 Aab	9,8 a
Épocas					
1ª Colheita	--		10,4 b		9,7 a
2ª Colheita	--		11,7 a		9,7 a
Trilhas					
Manual	--		--		9,3 b
Mecânica	--		--		10,1 a
C. V. (%)	5,05		2,86		1,27

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

semelhantes; já as sementes trilhadas mecanicamente revelaram diferenças, porém com teores próximos entre si, que variaram de 10,2 a 11,0% entre as cultivares. Nota-se ainda que, em geral, na segunda colheita as cultivares exibiam menores teores de água. Verifica-se que neste momento todos os tratamentos apresentaram teores de água superiores a 10% e, portanto, dentro da faixa recomendada de 10 a 12 % para trilha manual ou mecânica de sementes de caupi (Araújo et al., 1984).

Por ocasião dos testes, entre as colheitas, os teores de água das sementes não diferiram. Verificou-se, entre as trilhas, que as sementes submetidas à mecânica

apresentavam teor de água superior. Vale ressaltar que mesmo estatisticamente diferentes os teores de água entre as cultivares variaram no máximo 0,2%. Observa-se também, em todos os tratamentos, uma redução nos teores de água das sementes em relação ao momento das trilhas, provocado pelo equilíbrio higroscópico das sementes com o ambiente em função do tempo e das condições de armazenamento.

Pelos valores da produção no Quadro 12, verifica-se que em geral a produção total e produção de sementes puras das cultivares foram diferentes. As cultivares IPA-206 e EPACE-10 apresentaram produção total superior a EMAPA-821; já para a produção de sementes puras, EPACE-10 foi superior a EMAPA-821. Observa-se ainda que as produções não diferiram entre as colheitas, e entre as trilhas, sendo a manual superior. A maior perda na trilha mecânica está associada provavelmente à maturação desuniforme das sementes, o que faz muitas permanecerem no campo por mais tempo, possibilitando sua maior deterioração e secagem; conseqüentemente durante a trilha mecânica estas sementes sofrem maiores danos e são eliminadas, reduzindo assim a produção (Popinigis & Vieira, 1988; Andrade & Borba, 1993).

No mesmo Quadro 12 observa-se ainda que houve efeito da interação cultivares x colheitas para as variáveis, porcentagem de sementes puras, porcentagem de sementes danificadas e massa de mil sementes. Os valores percentuais de sementes puras de IPA-206 e EPACE-10 foram semelhantes entre si, tanto na primeira como na segunda colheita, sendo para ambas a primeira superior; já EMAPA-821 apresentou maior porcentagem na segunda, sendo superior entre as demais cultivares nesta colheita. Quanto às trilhas, as sementes trilhadas manualmente apresentaram maior porcentagem de sementes puras, como era esperado, pois a manual praticamente não provoca os danos observados na

Quadro 12. Produção total, produção de sementes puras, porcentagem de sementes puras, porcentagem de sementes danificadas e massa de 1000 sementes na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Produção total	Produção de sementes puras	Sementes puras		Sementes danificadas		Massa de 1000 sementes	
			1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita
Cultivares	kg.ha ⁻¹	-----	-----	-----	-----	-----	----- g	-----
IPA-206	737,1 a ¹	536,4 ab	75,5 Aa	68,4 Bb	29,9 Aa	28,5 Aa	168,8 Aa	170,5 Aa
EPACE-10	764,2 a	566,0 a	74,8 Aa	70,7 Bb	28,2 Aa	29,5 Aa	164,5 Aa	168,7 Aa
EMAPA-821	571,6 b	458,2 b	78,5 Ba	79,8 Aa	25,4 Aa	19,6 Bb	138,9 Bb	151,6 Ab
Épocas								
1ª Colheita	670,5 a	516,5 a	--	--	--	--	--	--
2ª Colheita	711,5 a	523,9 a	--	--	--	--	--	--
Trilhas								
Manual	760,7 a	630,2 a	83,1 a		0,00		162,1 a	
Mecânica	621,3 b	410,2 b	66,1 b		26,9		158,9 b	
C. V. (%)	24,68	24,33	4,19		6,62		3,75	

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

mecânica, ocorrendo apenas danos ambientais. Verifica-se ainda que em comparação com a porcentagem de sementes puras obtidas no primeiro experimento, as cultivares em geral, apresentaram maior porcentagem neste, exceto na primeira colheita das sementes de IPA-206, em que se verificou maior porcentagem.

Quanto às porcentagens de sementes danificadas ocorridas nas colheitas durante a trilha mecânica, observa-se que as cultivares apresentaram percentuais de danos semelhantes entre as colheitas, exceto na segunda colheita de EMAPA-821 que apresentou o menor percentual. Estes resultados podem ser explicados através dos teores de água das sementes, onde se verifica no Quadro 11, que as sementes das cultivares apresentaram menor teor de água na primeira colheita e as sementes de IPA-206 menor teor de água para as trilhas mecanicamente. Observa-se ainda, que por ocasião da primeira colheita ocorreram chuvas, o que deve ter influenciado na qualidade e nos níveis de danos das sementes durante a trilha. Constata-se que as sementes da trilha manual não sofreram danos, enquanto as trilhas mecânicas em geral, causaram, em média 26,9%, que é inferior ao apresentado no Experimento 1.

A massa de mil sementes das cultivares não mostraram diferenças entre si e entre as colheitas, exceto EMAPA-821, que apresentou sementes mais pesadas entre as cultivares na segunda colheita. Este resultado justifica-se, pois por ocasião da segunda colheita, em função das cultivares apresentarem maturação desuniforme, as sementes estavam mais bem formadas e mais maduras. Entre as trilhas, a manual apresentou sementes mais pesadas, provavelmente porque por ocasião da trilha mecânica as sementes maiores foram danificadas e eliminadas para obtenção das sementes puras, restando assim as de menores

massas (Moore,1974). Verifica-se ainda neste experimento, que as cultivares apresentaram em geral sementes mais pesadas que no Experimento 1, embora com pouca diferença.

No Quadro 13 encontram-se os resultados do teste de imersão de sementes em hipoclorito de sódio. Constata-se que houve efeito da interação cultivares x trilhas para as sementes classificadas como nota 1 (tegumento da semente todo intumescido e rompido), verificando-se entre trilhas comportamento semelhante entre as cultivares, tendo na mecânica porcentagem substancial de sementes com esse tipo de dano. Na trilha manual as sementes das cultivares não exibiram esse nível de dano; já na mecânica, EMAPA-821 apresentou sementes mais danificadas que EPACE-10 e IPA-206, que não diferiram entre si.

Para as demais notas, observa-se que as sementes das cultivares apresentaram comportamento semelhante, verificando que em geral as da cultivar EMAPA-821 apresentaram qualidade inferior as de IPA-206 e EPACE-10, que foram semelhantes entre si. Quanto às colheitas e as trilhas, constata-se que na primeira colheita e na trilha manual as sementes apresentaram menores danos. Esses resultados podem ser justificados, pois as sementes da primeira colheita, foram colhidas em estágio mais próximo da maturidade fisiológica que as da segunda, como pode ser verificado pelos teores de água das sementes apresentados no Quadro 11; além disso, essas sementes permaneceram sob as condições de campo por menor período, visto que a segunda colheita foi realizada quando as plantas apresentavam a quase totalidade das vagens secas (Quadro 10). Outro aspecto a considerar, é que as sementes trilhadas manualmente apresentam apenas o dano ambiental do campo, permitindo assim isolar outros fatores pós-colheita, como neste caso, o efeito da trilha mecânica, que parece ter sido drástico, pois, em média as sementes trilhadas manualmente apresentaram 93,2 % de sementes quase íntegras fisicamente.

Quadro 13. Porcentagem de danos nas sementes de caupi verificados através do teste de imersão em hipoclorito de sódio na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Teste de imersão em hipoclorito de sódio				
	Nota 1		Notas	Notas	Notas
	T. manual	T. mecânica	1 + 2	1 + 2 + 3	4 + 5
Cultivares	----- % -----				
IPA-206	0,0 Ba	21,3 Ab	19,9 b	31,4 b	68,7 a
EPACE-10	0,0 Ba	22,1 Ab	19,4 b	32,0 b	68,0 a
EMAPA-821	0,0 Ba	32,8 Aa	25,8 a	37,8 a	62,2 b
Épocas					
1ª Colheita	10,7 b		19,6 b	30,2 b	69,8 a
2ª Colheita	14,7 a		23,7 a	37,3 a	62,7 b
Trilhas					
Manual	--		0,8 b	6,8 b	93,2 a
Mecânica	--		42,6 a	60,7 a	39,3 b
C. V. (%)	11,37		11,73	10,67	7,15

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(*) Nota 1, tegumento das sementes todo intumescido e rompido; Nota 2, tegumento todo intumescido sem romper; Nota 3, tegumento das sementes intumescido mas que apresentava alguma parte sem intumescimento; Nota 4, tegumento das sementes apresentava um pequeno e único intumescimento e Nota 5, tegumento das sementes apresentava totalmente íntegro.

No Quadro 14 estão apresentados os resultados do teste de germinação das sementes. Houve efeito da interação cultivares x trilhas para todas as variáveis, sendo que a porcentagem de plântulas anormais também apresentou efeito da interação cultivares x colheitas. Comparando as cultivares através dos resultados do teste de

Quadro 14. Germinação, primeira contagem da germinação e plântulas anormais na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Germinação		1ª contagem da germinação		Plântulas anormais		
	T. Manual	T. mecânica	T. Manual	T. mecânica	T. Manual	T. mecânica	2ª Colheita
Cultivares	----- % -----						
IPA-206	37,3 Ab ¹	35,3 Ab	29,5 Ab	30,1 Ab	34,6 Ab	32,3 Aa	37,0 Aa
EPACE-10	8,6 Ac	14,0 Ac	8,2 Ac	13,8 Ac	54,1 Aa	34,1 Ba	35,8 Ba
EMAPA-821	88,9 Aa	53,0 Ba	87,7 Aa	50,2 Ba	5,9 Bc	35,1 Aa	25,8 Ab
Épocas							
1ª Colheita	46,2 a		42,7 a		--		--
2ª Colheita	32,9 b		30,4 b		--		--
C. V. (%)	19,35		21,15			13,94	

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

germinação, verifica-se que EMAPA-821 apresentou sementes com maior germinação e vigor entre as demais, exceto quanto à porcentagem de plântulas anormais verificadas para as sementes trilhadas mecanicamente, em que as cultivares foram semelhantes. Entre as cultivares IPA-206 e EPACE-10, observa-se em geral, que as sementes de IPA-206 apresentaram melhor qualidade, exceto quanto a porcentagem de plântulas anormais verificadas para as sementes da segunda colheita que foram semelhantes.

Verifica-se ainda que, em geral, as sementes das cultivares apresentaram na primeira colheita valores de germinação e primeira contagem superiores a segunda; já para porcentagem de plântulas anormais, IPA-206 não diferiu entre as colheitas; EPACE-10 apresentou menor porcentagem na segunda colheita, e EMAPA-821 apresentou menor porcentagem na primeira colheita. Verifica-se também que os resultados ordenam os mesmos tratamentos quanto a qualidade, visto que, quanto menor o percentual de plântulas anormais, maior foi o percentual verificado para germinação e primeira contagem de plântulas do mesmo tratamento.

Nesse mesmo quadro, observa-se entre as trilhas, que as sementes da cultivar IPA-206 apresentaram comportamento semelhante para estas variáveis; EPACE-10, comportamento semelhante, exceto quanto a porcentagem de plântulas anormais que na trilha mecânica apresentou menor porcentagem e EMAPA-821 apresentou sementes com melhor qualidade na trilha manual.

Observando a qualidade das sementes em relação ao primeiro e segundo experimento, verifica-se entre as cultivares, as de IPA-206 apresentou melhor qualidade na primeira colheita e na trilha manual do primeiro experimento; as de EPACE-10 mostrou-se de qualidade semelhante e inferior, enquanto EMAPA-821 a qualidade das

sementes mostrou-se superior no segundo experimento.

No Quadro 15 são apresentados os resultados de outros testes referente ao vigor das sementes. Observa-se que a emergência de plântulas não diferiu entre as cultivares, porém houve diferença entre as colheitas e as trilhas, onde as sementes da primeira colheita e da trilha manual apresentaram maior percentual de emergência.

Houve efeito da interação cultivares x trilhas para as variáveis índice de velocidade de emergência de plântula e peso seco de plântulas, verificando-se semelhança entre os resultados, em que as sementes trilhadas manualmente apresentaram maiores índices de velocidade de emergência e plântulas mais pesadas. Observou-se ainda que entre as cultivares, as sementes da EMAPA-821 mostraram maior índice de velocidade de emergência na manual, não se verificando diferenças entre elas na trilha mecânica. Já o peso de plântulas não diferiu entre as cultivares na trilha manual; todavia na mecânica as sementes de IPA-206 e EPACE-10 apresentaram plântulas mais pesadas. Segundo Vieira & Carvalho (1994), sementes vigorosas proporcionam maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase da germinação originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria.

Entre as colheitas, em geral, observa-se que as sementes das cultivares apresentaram a massa das plântulas semelhantes e o índice de velocidade de emergência diferente, originando as sementes da primeira colheita plântulas com emergência mais rápida, o que é indicativo de maior vigor.

Pode-se observar ainda no Quadro 15, que os resultados do teste de condutividade elétrica indicam em geral comportamento diferente entre os tratamentos. Entre as cultivares, as sementes de IPA-206 mostraram-se mais vigorosas, seguido das de

Quadro 15. Emergência no campo, índice de velocidade de emergência no campo, matéria seca de plântulas e condutividade elétrica na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Emergência no campo ----- % -----	Índice velocidade emergência		Matéria seca de plântulas		Condutividade elétrica --- $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ---
		T. manual	T. mecânica	T. manual	T. mecânica	
Cultivares				----- g -----		
IPA-206	68,4 a ¹	10,9 Ab	8,5 Ba	0,18 Aa	0,15 Ba	71,1 c
EPACE-10	71,2 a	11,9 Ab	9,4 Ba	0,17 Aa	0,15 Ba	82,9 b
EMAPA-821	68,5 a	13,4 Aa	8,6 Ba	0,17 Aa	0,12 Bb	106,7 a
Épocas						
1ª Colheita	77,0 a	11,4 a		0,15 a		75,4 b
2ª Colheita	61,7 b	9,5 b		0,16 a		98,5 a
Trilhas						
Manual	79,0 a	--	--	--		66,5 b
Mecânica	59,7 b	--	--	--		107,3 a
C. V. (%)	5,96	4,57		0,69		11,26

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

EPACE-10 e de EMAPA-821, de menor vigor; já entre as colheitas e entre as trilhas, a primeira colheita e a trilha manual apresentaram sementes mais vigorosas que as da segunda colheita e as da trilha mecânica respectivamente, pois apresentaram menores valores de condutividade elétrica, uma vez que o valor da condutividade é função da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, a qual está diretamente relacionada com a integridade das membranas celulares (AOSA, 1983; Marcos Filho et al, 1987; Hampton & Tekrony, 1995).

Pode-se observar que os resultados de danos avaliados pelo hipoclorito de sódio (Quadro 13) apresentaram a mesma tendência dos testes de germinação e vigor mostrados nos Quadros 14 e 15, os quais identificaram em geral as sementes originadas da primeira colheita e da trilha manual como as de qualidade fisiológica superior. Segundo Popinigis & Vieira (1988), a semente de caupi apresenta máxima germinação e vigor quando atinge sua maturidade fisiológica que é alcançada quando as sementes atingem seu máximo teor de matéria seca e quando pela primeira vez seu teor de água alcança cerca de 40%. Para feijão cultivar Carioca, Neubern & Carvalho (1976), recomendam que a colheita seja feita quando as sementes apresentarem entre 38 e 44% de umidade, evitando-se a permanência das sementes por muito tempo no campo após a maturidade fisiológica, principalmente em épocas de chuvas.

No Quadro 16 onde se observam os resultados do teste de envelhecimento acelerado, verifica-se que houve efeito da interação entre os fatores, tendo as cultivares apresentado sementes com maior porcentagem de germinação na primeira colheita e na trilha manual.

As cultivares, IPA-206 e EPACE-10 apresentaram vigor semelhante

Quadro 16. Germinação após o envelhecimento acelerado na semeadura de dezembro/2000.

Tratamentos	Germinação			
	1ª Colheita	2ª Colheita	T. manual	T. mecânica
Cultivares	----- % -----			
IPA-206	40,0 Aa ¹	21,5 Ba	43,4 Aa	18,1 Ba
EPACE-10	33,0 Aa	9,2 Bb	32,7 Aa	9,5 Bb
EMAPA-821	25,5 Ab	10,3 Bb	33,0 Aa	2,8 Bc
Épocas				
1ª Colheita	--		--	
2ª Colheita	--		--	
Trilhas				
Manual	--		--	
Mecânica	--		--	
C. V. (%)	20,18			

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

semelhante entre si e maior que EMAPA-821 na primeira colheita; já na segunda colheita, IPA-206 foi superior a EPACE-10 e EMAPA-821, que não diferiram entre si.

As cultivares apresentaram vigor semelhante quando as sementes foram trilhadas manualmente; quando trilhadas mecanicamente as cultivares apresentaram comportamento distinto, tendo as sementes de IPA-206 mostrado maior vigor que as de EPACE-10, que foram mais vigorosas que as de EMAPA-821.

Estes resultados mostram mesma tendência dos observados nos testes para avaliação da qualidade física, germinação e vigor apresentados nos Quadros 13, 14, e 15, pois, em geral, as sementes com melhor qualidade foram aquelas provenientes da primeira

colheita e trilhadas manualmente; os piores tratamentos no teste de envelhecimento acelerado foram aqueles que apresentaram menor emergência de plântulas, plântulas com menor massa e maior porcentagem de plântulas anormais.

Em comparação aos resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado do Experimento 1, verificou-se para as três cultivares que as sementes oriundas da primeira colheita e da trilha manual apresentaram maior vigor neste experimento.

Comparando-se as sementes de EPACE-10 e EMAPA-821 em todos os tratamentos, observou-se que elas apresentaram sementes mais vigorosa no Experimento 2 na primeira colheita; na segunda colheita EPACE-10 foi mais vigorosa no Experimento 2 e EMAPA-821 mostrou maior vigor no Experimento 1. Entre as trilhas, estas cultivares apresentaram sementes com maior vigor na manual do Experimento 2 enquanto que a manual em geral apresentou sementes mais vigorosa no Experimento 1.

6.3 Experimento 3

A Figura 3 apresenta as diversas fases da cultura, podendo-se verificar o momento da semeadura, emergência de plântulas, florescimento e as colheitas que ocorreram durante o ciclo da cultura, neste experimento. Encontram-se também os dados climáticos diários de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima. Pode-se observar que ocorreram temperaturas mínimas abaixo de 18° C, desde a fase vegetativa até as colheitas, o que provavelmente prejudicou o desenvolvimento da cultura através do prolongamento do ciclo e redução da produção. Constata-se que o ciclo das cultivares da semeadura à colheita foi de 140 dias para IPA-206 e EPACE-10 e de 195 dias para EMAPA-821 o que mostra um ciclo bastante longo destas cultivares, principalmente o de EMAPA-821,

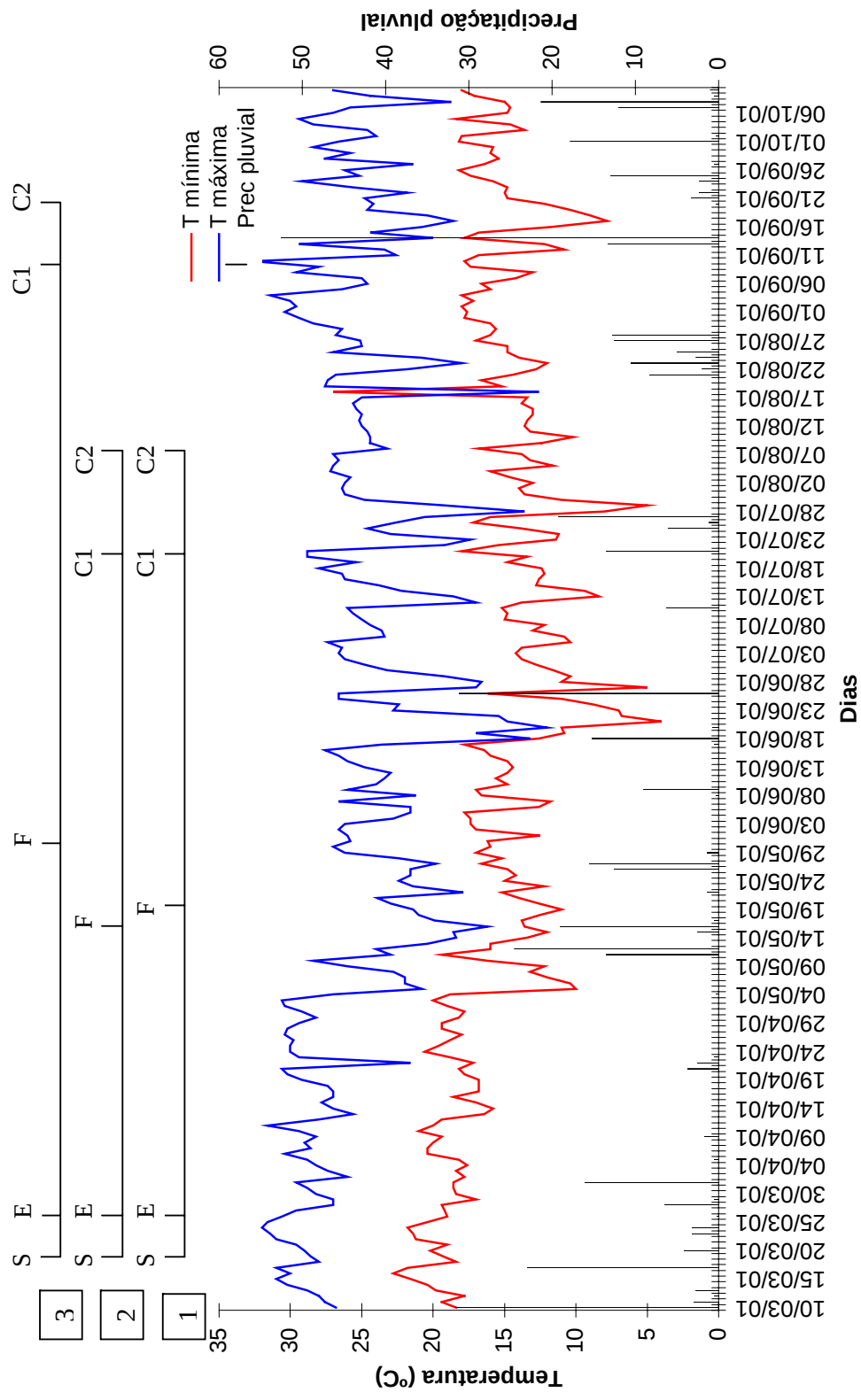


Figura 3. Dados diários de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial observados no período do experimento.

Principais estádios de desenvolvimento de caupi. S = semeadura; E = emergência de plântulas; F = florescimento;

C1 = 1ª colheita; C2 = 2ª colheita; 1 = Cultivar IPA-206; 2 = Cultivar EPACE-10; 3 = Cultivar EMAPA-821.

quando comparado ao do cultivo nas regiões Norte e Nordeste do país (Araújo et al., 1984). Em comparação ao ciclo das cultivares dos Experimentos 1 e 2, neste as cultivares apresentaram-se mais tardias em relação ao segundo e semelhante ao primeiro, exceto o ciclo de EMAPA-821 que apresentou-se mais tardio.

Considerando o período de cultivo para as cultivares em estudo, verificou-se ocorrência de condições ambientais inadequadas para obtenção de sementes tanto em quantidade como em qualidade, principalmente no que se refere à temperatura, que no período apresentou a média mínima de 15,1° C. Araújo et al. (1984) consideram que a temperatura do ar mais adequada para o desenvolvimento do caupi situa-se na faixa de 20 a 30° C, e que temperaturas baixas aumentam o ciclo da planta por ocasionar prolongamento de todas as fases da cultura. Neste experimento, pode-se observar ainda que, além de baixas temperaturas, ocorreram precipitações pluviais por ocasião de alguma das colheitas, o que provavelmente deve ter influenciado a qualidade dessas sementes (Popinigis & Vieira, 1988). Neubern & Carvalho, 1976; Carvalho & Nakagawa (2000) relatam que um dos fatores que afetam a qualidade inicial das sementes são as condições climáticas, principalmente se ocorrerem precipitações por ocasião das colheitas.

No Quadro 17 encontram-se os resultados obtidos para número de plantas por parcela e para a produção de vagens e de sementes por vagens nos tratamentos que envolveram a trilha manual. Houve efeito da interação cultivares x colheitas para todas as variáveis, exceto para o número de plantas por parcela, que não diferiu entre cultivares e trilhas, sendo a primeira colheita superior, apresentando um estande médio de aproximadamente 64 mil plantas por hectare, o que é recomendado para a cultura (Barreto & Dynia, 1988).

Quadro 17. Número de plantas por parcela, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de vagens por parcela, porcentagem de vagem verde por parcela e porcentagem de vagem seca por parcela na semeadura de março/2001.

Tratamentos	Número de plantas por parcela	Trilha manual									
		Nº de vagens/planta		Nº de sementes/vagens		Nº de vagens/parcela		Vagens verdes/parcela			
		1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita		
Cultivares											
IPA-206	43 a ¹	3,5 Aa	3,5 Aab	7,9 Aa	8,0 Aa	158 Aa	131 Ab	47,2 Aa	13,0 Ba	52,8 Bb	87,0 Aa
EPACE-10	41 a	4,4 Aa	5,4 Aa	7,1 Ba	9,4 Aa	205 Aa	225 Aa	48,6 Aa	8,4 Ba	51,5 Bb	91,6 Aa
EMAPA-821	40 a	4,8 Aa	2,9 Bb	6,3 Aa	5,9 Ab	213 Aa	105 Bb	23,3 Ab	13,6 Aa	76,7 Aa	86,4 Aa
Épocas											
1ª Colheita	45 a	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2ª Colheita	40 b	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Trilhas											
Manual	43 a	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Mecânica	42 a	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C. V. (%)	5,93	14,23	7,24	14,83	21,05	7,79					

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados tanto para número de vagens por planta como número de vagens por parcela assemelham-se, mostrando que os tratamentos não diferiram entre si, exceto na segunda colheita da cultivar EMAPA-821, que produziu menor número de vagens por planta e vagens por parcela. Os resultados da produção de vagens mostram-se inferiores às médias das cultivares obtidas no Experimento 2 e para algumas colheitas no Experimento 1, retratando o efeito provável das baixas temperaturas influenciando a produção de vagens. A cultura se desenvolveu desde antes do florescimento até as colheitas, sob temperaturas mínimas abaixo de 18° C, o que provocou aumento do ciclo, principalmente para EMAPA-821 que se mostrou mais sensível, pois apresentou duração do pleno florescimento até a primeira colheita de, em média, 110 dias, enquanto o de IPA-206 e EPACE-10, 65 dias (Figura 3).

Entre as colheitas, apenas EPACE-10 produziu número de sementes por vagem diferente, verificando-se na primeira menor número, que, entretanto não diferiu das demais cultivares nessa colheita; já na segunda colheita, EPACE-10 e IPA-206 apresentaram produções semelhantes e superiores a EMAPA-821.

Verifica-se ainda neste quadro, que o percentual de vagens verde entre as colheitas foi semelhante apenas para EMAPA-821, e para as demais cultivares verificou-se maior percentual na primeira colheita. Entre as cultivares na primeira colheita EMAPA-821 apresentou menor quantidade de vagens verde, enquanto as demais não diferiram entre si; na segunda colheita não houve diferença significativa entre as cultivares.

Quanto ao percentual de vagens seca entre as colheitas, as cultivares apresentaram maior porcentagem na segunda, exceto para EMAPA-821 que não apresentou diferença entre as colheitas. Na primeira colheita, EMAPA-821 apresentou maior porcentagem

de vagens seca que IPA-206 e EPACE-10, que não diferiram entre si, enquanto na segunda colheita as cultivares apresentaram porcentagens de vagem seca semelhantes. Como se verifica na Figura 3, os resultados mostram que as cultivares IPA-206 e EPACE-10 apresentaram semelhança quanto ao ciclo e a maturação das vagens, visto que apresentaram na primeira colheita 52,8 e 51,5% e na segunda 87,0 e 91,6% de vagens secas respectivamente; já EMAPA-821 apresentou com maturação desuniforme das vagens em função do ciclo e período de florescimento mais longos (Figura 3), dificultando a definição do momento da colheita, o que resultou na primeira colheita a obtenção de porcentagem de vagens secas superior aos 50% previsto.

Analisando-se os resultados do Quadro 18, onde se encontram os teores médios de água das sementes no momento das colheitas, das trilhas e no período dos testes, pode-se verificar que houve efeito de interações, exceto para o teor no período dos testes. No momento das colheitas, o efeito da interação cultivares x colheitas, mostrou que na primeira, o teor de água das sementes entre as cultivares foram semelhantes entre si, apresentando teores maiores em comparação às da segunda colheita, na qual EMAPA-821 apresentou o mais elevado teor de água das sementes entre as cultivares. Este resultado justifica-se, pois esta cultivar apresentou ciclo mais longo que as demais cultivares, principalmente durante a fase de florescimento (Figura 3), o que favoreceu a presença de sementes em diferentes estádios de maturação, mesmo na segunda colheita.

Quanto ao teor de água das sementes nas trilhas, observa-se que houve efeito de interações cultivares x colheitas e cultivares x trilhas, apresentando entre as colheitas, IPA-206 e EPACE-10 teores de água semelhantes e EMAPA-821 teor maior na segunda colheita. Em ambas colheitas, as sementes de EMAPA-821 apresentaram teores de

Quadro 18. Teores de água das sementes nos momentos das colheitas, das trilhas e dos testes, na semeadura de março/2001.

Tratamentos	T. de água nas colheitas		Teor de água nas trilhas				Teor de água nos testes
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	T.manual	T.mecânica	
Cultivares	----- % -----						
IPA-206	42,8 Aa ¹	22,1 Bb	11,6 Ab	11,1 Ab	12,5 Aa	10,2 Bb	11,0 a
EPACE-10	51,1 Aa	20,3 Bb	11,6 Ab	11,2 Ab	12,3 Aa	10,4 Bb	11,0 a
EMAPA-821	47,0 Aa	36,8 Ba	13,5 Ba	14,4 Aa	12,0 Ba	13,9 Aa	11,6 a
Épocas							
1ª Colheita	--		--		--		11,2 a
2ª Colheita	--		--		--		11,3 a
Trilhas							
Manual	--		--		--		10,7 b
Mecânica	--		--		--		11,7 a
C. V. (%)	10,68		2,13				0,63

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

água superior às das cultivares IPA-206 e EPACE-10, que foram semelhantes entre si. Entre as trilhas, as cultivares IPA-206 e EPACE-10 apresentaram sementes com teores de água maior na manual, enquanto para as sementes de EMAPA-821, o maior teor foi observado na trilha mecânica. Na trilha manual, os teores de água das sementes das cultivares foram semelhantes, enquanto na trilha mecânica, EMAPA-821 apresentou teor de água superior as demais, que foram semelhantes entre si.

O teor de água das sementes no período dos testes, mostrou-se semelhante entre as cultivares e entre as colheitas, diferindo apenas quanto às trilhas, tendo as

sementes da mecânica apresentado maior teor, embora com diferença que não deve ter afetado os resultados dos testes de avaliação de qualidade.

Pelos resultados da produção total e da produção de sementes puras, no Quadro 19, observa-se comportamento diferente entre as cultivares, onde EPACE-10 apresentou produção superior às demais, que não diferiram entre si. Entre as colheitas, as produções foram semelhantes, enquanto entre as trilhas, a produção total foi semelhante e a produção de sementes puras foi diferente, apresentando maior quantidade das sementes na trilha manual. Verifica-se ainda altos valores de coeficientes de variação para essas variáveis, que podem ser explicados, pelas produções das parcelas que além de serem baixas variaram muito, havendo algumas com produção zero.

Observa-se, que para a porcentagem de sementes puras houve efeito da interação cultivares x trilhas, apresentando as sementes das cultivares IPA-206 e EPACE-10 percentuais maiores na trilha manual, enquanto que para EMAPA-821 não houve diferenças entre as colheitas. As cultivares apresentaram porcentagens semelhantes de sementes puras na trilha manual e porcentagens diferentes na mecânica, tendo EMAPA-821 apresentado maior porcentagem que IPA-206 e EPACE-10, que foram semelhantes entre si. Verifica-se ainda que, entre as colheitas, as cultivares apresentaram percentuais semelhantes de sementes puras. Os resultados são justificados, porque as sementes de IPA-206 e EPACE-10 que sofreram maiores danos físicos foram retiradas durante a realização da pureza física das sementes. Para a cultivar EMAPA-821, a semelhança entre as colheitas pode ser explicado, pela retirada de sementes imaturas e mal formadas na primeira colheita, pois esta cultivar apresentou um período de florescimento muito longo (Figura 3).

Verifica-se que, de maneira geral, essas produções foram as mais

Quadro 19. Produção total, produção de sementes puras, porcentagem de sementes puras, porcentagem de sementes danificadas e massa de 1000 sementes na semeadura de março/2001.

Tratamentos	Produção	Produção de	Sementes puras		Sementes	Massa de 1000 sementes	
	total	sementes puras	T. manual	T. mecânica		1ª Colheita	2ª Colheita
Cultivares		Kg.ha ⁻¹	%			g	
IPA-206	65,6 b ¹	42,7 b	71,4 Aa	54,0 Bb	23,3 a	140,9 Aa	123,2 Ba
EPACE-10	127,7 a	83,7 a	72,1 Aa	55,8 Bb	22,3 a	142,6 Aa	128,4 Ba
EMAPA-821	63,1 b	50,4 b	76,9 Ba	82,9 Aa	2,5 b	125,9 Ab	124,2 Aa
Épocas							
1ª Colheita	82,2 a	61,7 a	70,3 a		13,8 b		--
2ª Colheita	82,7 a	56,1 a	67,4 a		18,2 a		--
Trilhas							
Manual	95,1 a	71,5 a	--		0,0		129,9 a
Mecânica	75,7 a	46,4 b	--		26,8		131,9 a
C. V. (%)	45,09	50,26	7,83		13,22		5,91

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

baixas dos três experimentos; entretanto as sementes apresentaram qualidade física semelhante, como pode ser verificado pelos percentuais de sementes puras nos Quadros 4, 12 e 19. Ainda no Quadro 19, observa-se que os percentuais de sementes danificadas obtidas da trilha mecânica, entre as cultivares, foram diferentes, tendo IPA-206 e EPACE-10 apresentado porcentagens semelhantes e maiores que EMAPA-821; já entre as colheitas, na segunda as cultivares apresentaram maior porcentagem de sementes danificadas. Observa-se ainda que a porcentagem de sementes danificadas durante a trilha nesse experimento, foi em média de 26,8%, o que é muito próximo dos percentuais obtidos nos experimentos anteriores.

Verifica-se no Quadro 19 que houve efeito da interação cultivares x colheitas para a massa de mil sementes, apresentando as sementes das cultivares maior peso na primeira colheita, exceto em EMAPA-821 onde houve igualdade. Na primeira colheita, as sementes de IPA-206 e de EPACE-10 apresentaram pesos semelhantes e superior às de EMAPA-821; já na segunda colheita estes pesos não diferiram entre as cultivares, que apresentaram também pesos semelhantes entre as trilhas.

Os resultados observados para a massa de mil sementes das cultivares IPA-206 e EPACE-10 justificam-se, pois na segunda colheita verificou-se maior porcentagem de sementes danificadas, tendo estes, provavelmente ocorridos nas sementes maiores, que foram retiradas durante a análise de pureza física, sobrando só as menores nesta colheita; quanto a EMAPA-821, acrescenta-se a presença de sementes imaturas e mal formadas na primeira colheita, pois esta cultivar apresentou um período de florescimento muito longo (Figura3).

Leite et al. (1999), em trabalho de avaliação da produção de cultivares de caupi realizado sob condições de estufa, verificaram que a massa de mil sementes variou

entre cultivares de 107,90 a 302,30g, tendo o menor peso (124,20g) entre as cultivares sido apresentado por EMAPA-821, que foi inferior aos outros, porém próximo do peso encontrado neste experimento.

Comparando os experimentos desse trabalho, observa-se que no Experimento 3 as sementes apresentaram a massa bem menores que os dos outros dois, indicando o efeito da condição climática desfavorável ao desenvolvimento das sementes.

No Quadro 20 estão apresentados os resultados do teste de imersão em hipoclorito de sódio. Pode-se observar que para o nível de dano nota 1 (tegumento das sementes apresentava todo intumescido e rompido) não houve diferença entre as cultivares e entre as colheitas, porém entre as trilhas verificou-se maior porcentagem de sementes com esse tipo de dano na trilha mecânica. Para o somatório da Nota 1 e Nota 2 (tegumento das sementes todo intumescido sem rompimento) verifica-se diferença entre as cultivares, destacando-se as sementes de IPA-206 que apresentaram menor porcentagem desse tipo de dano. Entre as colheitas, as sementes apresentaram danos semelhantes, enquanto entre trilhas, as sementes mostraram maiores danos na mecânica.

Constata-se que, quando se analisou o somatório das sementes com a nota 3 (tegumento da semente intumescido mas que apresentava alguma parte sem dano) mais as com notas 1 e 2, houve efeito da interação cultivares x colheitas e cultivares x trilhas, verificando, entre as colheitas, o menor dano para as sementes de IPA-206 na primeira colheita, e entre as cultivares destaca-se EMAPA-821 com maior dano em ambas colheitas. Entre as trilhas, as cultivares apresentaram maior porcentagem deste dano na mecânica os quais foram semelhantes nesta trilha; já na manual a menor porcentagem de sementes danificadas foram das cultivares IPA-206 e EPACE-10, que não diferiram entre si. Estes

Quadro 20. Porcentagem de danos nas sementes verificadas através do teste de imersão em hipoclorito de sódio, na semeadura de março/2001.

Tratamentos	Teste de imersão em hipoclorito de sódio						
	Nota	Nota	Nota 1 + 2 + 3				Nota
	1	1 + 2	1ª Colheita	2ª Colheita	T. manual	T. mecânica	4 + 5
Cultivares							
IPA-206	8,9 a ¹	19,9 b	36,3 Bb	46,5 Ab	24,0 Bb	58,8 Ab	58,6 a
EPACE-10	11,0 a	23,5 ab	41,0 Ab	48,0 Ab	24,0 Bb	65,0 Aab	55,5 a
EMAPA-821	12,1 a	29,4 a	63,1 Aa	59,8 Aa	48,5 Ba	74,4 Aa	38,6 b
Épocas							
1ª Colheita	10,8 a	24,4 a	--	--	--	--	53,2 a
2ª Colheita	10,5 a	24,2 a	--	--	--	--	48,6 b
Trilhas							
Manual	1,8 b	3,8 b	--	--	--	--	67,8 a
Mecânica	19,5 a	44,7 a	--	--	--	--	34,0 b
C. V. (%)	27,27	25,49	8,77				11,17

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

(*) Nota 1, tegumento das sementes apresentava todo intumescido e rompido; Nota 2, tegumento das sementes apresentava todo intumescido sem romper; Nota 3, tegumento das sementes intumescido mas que apresentava alguma parte sem intumescimento; Nota 4, tegumento das sementes apresentava um pequeno e único intumescimento; e Nota 5, tegumento das sementes apresentava totalmente íntegro.

resultados relacionam-se aos teores de água das sementes no momento das trilhas (Quadro 18), onde se verifica que os tratamentos com maior teor de água foram aqueles que apresentaram menor dano às sementes.

A análise do somatório dos resultados para sementes com a nota 5 (tegumento das sementes apresentava totalmente íntegro) e nota 4 (tegumento das sementes apresentava um pequeno e único intumescimento) mostra que em geral, IPA-206 e EPACE-10 apresentaram sementes com melhor qualidade em comparação com as de EMAPA-821, mostrando ainda que na primeira colheita e na trilha manual ocorreram sementes com menores danos.

Estes resultados entre as cultivares podem também ser justificados através do teor de água das sementes nas trilhas (Quadro 18), visto que EMAPA-821 apresentou teores de água acima de 13,5%, exceto para as sementes da trilha manual, 12,0%, que apresentaram a melhor qualidade, portanto acima do proposto por Araújo et al, (1984) de 10 a 12%; além disso como observado na Figura 3, verifica-se que em associação com baixas temperaturas ocorreram precipitações no momento das colheitas dessa cultivar. Considera-se ainda que sementes mais úmidas estão sujeitas aos danos latentes, que são caracterizados por trincas e abrasões microscópicas que se manifesta com a queda da qualidade fisiológica (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Comparando os resultados desse teste com os do Experimento 2, verifica-se sementes de melhor qualidade neste último; entretanto, em ambos os experimentos, o teste identificou os mesmos tratamentos como os de qualidade superior. Observa-se ainda que, em ambos os experimentos, os resultados mostraram em geral, a mesma tendência indicada pelos testes que avaliaram a qualidade fisiológica, mostrando ser a escala de notas

uma boa ferramenta para separar os tipos de danos e associá-los à qualidade fisiológica das sementes. Aragão et al. (1999), realizando estudo de correlação entre o nível de dano do tegumento com a qualidade fisiológica da semente de feijão, por meio deste mesmo teste e critério semelhante de notas, encontraram correlação inversa entre o grau de danificação do tegumento e o desenvolvimento da plântula representado pela massa verde.

No Quadro 21 estão os resultados dos testes de germinação e de emergência de plântulas no campo. O teste de germinação mostrou que houve efeito da interação cultivares x colheitas para a porcentagem de germinação e a primeira contagem da germinação e de cultivares x trilhas para porcentagem de plântulas anormais. Estes dados mesmo diferentes entre alguns tratamentos, em geral foram baixos, variando a germinação de zero a 14,3%, o que pode ser relacionado ao excessivo número de plântulas anormais e de sementes mortas; isso reafirma o efeito negativo das baixas temperaturas para esta cultura, refletindo desta vez em baixa qualidade fisiológica das sementes, pela má formação, o que pode ser verificado pelo menor peso das sementes entre os experimentos (Quadros 4, 12 e 19). Verificou-se para estas variáveis, altos coeficientes de variação, em função da desuniformidade das sementes entre e dentro dos tratamentos; isto foi provavelmente devido aos efeitos das baixas temperaturas e chuvas para algumas colheitas (Figura 3), pois algumas repetições tiveram valores zero, o que normalmente provoca esses coeficientes altos.

Observa-se também nesse mesmo quadro diferenças de vigor medido através da porcentagem de emergência de plântulas e do índice de velocidade de emergência de plântulas, que apresentaram tendências semelhantes, identificando as sementes de EMAPA-821 como as de maior vigor em relação a EPACE-10, que por sua vez foi melhor que as de IPA-206. Para estas variáveis, as cultivares, no geral, tanto nas colheitas como nas trilhas

Quadro 21. Germinação, primeira contagem da germinação, plântulas anormais, emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência no campo e matéria seca de plântulas na semeadura de março/2001.

Tratamentos	Germinação		1ª contagem da germinação		Plântulas anormais		Emergência no campo	Índice velocidade de emergência	Matéria seca de plântulas
	1ª Colheita	2ª Colheita	1ª Colheita	2ª Colheita	T. manual	T. mecânica			
	----- % -----						----- g -----		
Cultivares									
IPA-206	3,8 Aa ¹	1,3 Ab	3,8 Aa	1,3 Ab	33,8 Aa	40,0 Aa	27,3 c	3,5 c	0,22 a
EPACE-10	4,5 Aa	5,8 Aab	2,8 Aa	5,8 Aab	31,0 Aab	36,0 Aa	35,8 b	4,7 b	0,22 a
EMAPA-821	0,0 Ba	14,3 Aa	0,0 Ba	12,3 Aa	22,0 Bb	41,9 Aa	63,4 a	9,3 a	0,23 a
Épocas									
1ª Colheita	--			--		35,2 a	46,8 a	6,5 a	0,23 a
2ª Colheita	--			--		33,0 a	37,5 b	5,1 b	0,22 a
Trilhas									
Manual	4,8 a		3,6 a		--		45,2 a	6,2 a	0,23 a
Mecânica	5,0 a		5,0 a		--		39,1 b	5,4 b	0,21 a
C. V. (%)	78,51		73,04		13,23		13,55	10,17	18,10

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

apresentaram sementes com vigor diferente, verificando-se na primeira colheita e na trilha manual, sementes com maior vigor. Quanto à massa das plântulas, as sementes que germinaram originaram plântulas com massa seca semelhantes entre as cultivares, entre colheitas e entre trilhas, demonstrando vigor semelhante.

Verifica-se pelos testes realizados que as sementes produzidas neste experimento apresentaram qualidade fisiológica inferior à dos outros dois experimentos.

6.4 Considerações gerais

Através dos resultados obtidos, verificou-se que para os três experimentos que as condições climáticas durante o ciclo da cultura influenciaram de formas distintas o desenvolvimento das plantas com o alongamento do ciclo, e afetaram a produção e a qualidade das sementes.

No primeiro experimento, com semeadura em outubro de 1999, as condições climáticas foram adequadas para o desenvolvimento e a produção de grãos verdes, entretanto para produção de sementes ou de grãos secos, os resultados demonstraram que não seria época recomendável, devidos às altas precipitações pluviais que podem ocorrer após as sementes atingirem a maturidade fisiológica, especialmente por ocasião das colheitas. Neste experimento, a cultivar IPA-206 mostrou-se mais precoce, apresentando as sementes da primeira colheita submetidas à trilha manual a melhor qualidade física e fisiológica como demonstrado pelos valores de germinação e vigor alcançados.

Então, o grande impedimento à produção de sementes de caupi de alta qualidade nesta época, é sem dúvida as altas precipitações pluviométricas, o que poderia ser contornado com o aumento do número de colheitas manuais; isso inviabilizaria totalmente a

colheita mecânica, pois as plantas, pelo tipo de crescimento, apresentariam muitas folhas e ramos verdes e vagens em diferentes estádios de desenvolvimento.

No segundo experimento, com semeadura em dezembro de 2000, as condições climáticas foram mais adequadas ao desenvolvimento da cultura e a produção de sementes de alta qualidade, apresentando como principal vantagem em relação ao primeiro, a menor possibilidade de ocorrência de chuvas por ocasião da colheita.

Verificou-se ainda nesta época que as cultivares apresentaram ciclos semelhantes, e os mais precoces entre os experimentos e produziram sementes com qualidade física e fisiológica superior, indicado pela obtenção de maior porcentagem de sementes puras e pelos valores obtidos nos testes de qualidade aplicados. As cultivares EMAPA-821 e IPA-206 apresentaram, em geral, sementes mais vigorosas. Em comparação com o experimento anterior, observou-se que em geral as sementes desse experimento apresentaram melhor qualidade.

No terceiro experimento, semeado em março de 2001, verificou-se que as condições climáticas para o desenvolvimento da cultura não foram adequadas devido às baixas temperaturas mínimas verificadas que influenciaram de forma negativa o desenvolvimento da cultura através do alongamento dos estádios, assim como pela redução drástica da produção e baixa qualidade fisiológica das sementes colhidas. Observou-se que entre os experimentos, este foi o que apresentou a menor produção de sementes e a qualidade fisiológica das sementes inferior, como pode ser verificado pelos baixos valores encontrados nos testes de germinação e vigor aplicados.

Verificou-se nos três experimentos que, em geral, entre as colheitas e entre as trilhas, as sementes das cultivares apresentaram tendências semelhantes, tendo as

sementes da primeira colheita e da trilha manual exibido melhor qualidade física e fisiológica.

As cultivares em geral apresentaram maturação desuniforme, mostrando-se inadequadas para realização de colheita mecânica, tanto na primeira colheita, quando as plantas apresentavam aproximadamente apenas 50% das vagens secas, devido ao elevado teor de água das sementes, e plantas apresentando muitos ramos e folhas verdes, quanto na segunda colheita, quando as plantas apresentavam a quase totalidade das vagens secas. Os ciclos das cultivares, que por serem longos, ocasionaram, como consequência, grandes diferenças de maturação, de umidade e de tempo de exposição das sementes às condições climáticas para secagem, favoreceram aos danos mecânicos durante a trilha.

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos permitiram concluir que:

As condições climáticas ocorridas durante os experimentos influenciaram fortemente as cultivares, quanto ao ciclo da cultura, a produção e a qualidade das sementes;

As cultivares não se mostraram adaptadas à trilha mecânica devido aos ciclos longos, que provocaram diferenças de maturação entre as vagens e sementes de uma mesma planta;

A primeira colheita produziu sementes em maior quantidade e de qualidade física e fisiológica superior;

A trilha manual foi a mais adequada para obtenção de sementes em quantidade e qualidade, principalmente em colheitas mais tardia.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABRAHÃO, J. T. M. *Contribuição do estudo do efeito de danificações mecânicas em sementes de feijão*. Piracicaba, 1971. 112p, Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ALMEIDA, L. D. *Danificações mecânicas em sementes de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. Piracicaba, 1972. 117p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ALMEIDA, L. D. A. de, FALIVENE, S. M. P. Efeito da trilhagem e do armazenamento sobre a conservação de sementes de feijoeiro. *Rev. Bras. Sementes*, v.4, p.59-67, 1982.

ANDRADE, R. V., BORBA, C. S. Fatores que afetam a qualidade das sementes. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Tecnologia para produção de sementes milho*. Goiânia, 1993. p.7-10

ANDRADE, E. T., CORRÊA, P. C., ALVARENGA, E. M., MARTINS, J.H. Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica da semente de feijão durante o armazenamento. *Rev. Bras. Armaz.*, v.23, n.2, p.41-51, 1998.

* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agrônomicas. *Normas para elaboração de dissertações e teses*. Botucatu, 1997. 35p

ARAGÃO, C. A., MORAIS, O. M., LIMA, E. do V., LEMOS, L. B., CAVARIANI, C., NAKAGAWA, J. Determinação de danos causados por hidratação e secagem no tegumento de sementes de feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. *Resumos expandidos...* Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.529-30.

ARAUJO, J. P. P., NUNES, R. P. Inter-relações entre a produção de sementes e outros caracteres em feijão de corda. *Ciênc. Agron.*, v.1-2:p.99-106, 1977.

ARAUJO, J. P. P. de, RIOS, G. P., WATT, E. E., NEVES, B. P. das, FAGERIA, N. K., OLIVEIRA, I. P. de, GUIMARÃES, C. M., SILVEIRA FILHO, A. S. Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - EMBRAPA, 1984. 82p.(Circular técnica, 18).

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. *Seed vigour testing handbook*. East Lansing, 1983. 93 p. (Contribution, 32)

BARRRETO, P. D., DYNIA, J. F. Sistemas de produção de caupi em monocultura no trópico semi-árido brasileiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de, WATT, E. E. (Eds.) *O caupi no Brasil*. Brasília. International Institute of Tropical Agriculture - EMBRAPA, 1988. p.385-404.

BEWLEY, J. D., BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1985. 367p.

BIAS, A. L. F., TILLMANN, M. A. A., VILLELA, F. A., ZIMMER, G. J. Métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão vigna. *Sci. Agri.*, v.56, p.651-60, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M. *Some physiological responses of cowpea seed (Vigna sinensis) to mechanical injury*. Mississippi, 1969. 80p. Thesis (Master of Science Agronomy) - Mississippi State University.

CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHAVES, M. A., MOREIRA, S. M. C., ALVARENGA, L. C., OLIVEIRA, L. M. Efeitos de múltiplos impactos na germinação de três cultivares de sementes de soja. *Rev. Bras. Armaz.*, Viçosa, v.17, n ½, p.2-9, 1992.

DELOUCHE, J. Mechanical damage to seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDMEN, 1967, Mississippi. *Proceedings...* Mississippi: Mississippi State University, p.65-71.

DELOUCHE, J. C. Recentes conquistas de pesquisa tecnológica de sementes. In:

DELOUCHE, J. C. *Pesquisa em sementes no Brasil*. Brasília: AGIPLAN, 1975. p. 27-36.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, 1999, 421p.

FIGUEIREDO, F. J. C., FRAZÃO, D. A. C., OLIVEIRA, R. P. de, CARVALHO, J. E. U. de. *Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de caupi colhidas em diferentes épocas*.

Belém, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - EMBRAPA, 1984. 35p.

(Circular Técnica, n. 50).

FREIRE FILHO, F. R., RIBEIRO, V. Q., BANDEIRA, L. M. R. *Cultivares de feijão caupi recomendados para o plantio nas regiões Norte e Nordeste: ano agrícola 1996/97*. Terezina: Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte - EMBRAPA, 1997. 26p. (Documentos, 22).

HAMPTON, J. G., TEKRONY, D. M. *Handbook of vigour test methods*. 3rd. ed. Zurich: International Seed Testing Association, 1995.117p.

JACINTO, J. B. C., CARVALHO, N. M. Maturação de sementes de soja. *Científica*, v.1, n.1, p.81-8, 1974

LEITE, M. de L. *Avaliação da resposta da cultivar EMAPA-821 à redução variável da disponibilidade de água no solo*. Botucatu, 1999. 89 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

LEITE, M. de L., VIRGENS FILHO, J. S. das, RODRIGUES, J. D. Produção e componentes de produção de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em Botucatu – SP. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, v. 25, p. 115-24, 1999.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - IBGE, Rio de Janeiro, v.5, n.12, p.65-71. 1993.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - IBGE, Rio de Janeiro, v.6, n.12, p.65-71. 1994.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - IBGE, Rio de Janeiro, v.7, n.11, p.65-70. 1995.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - IBGE, Rio de Janeiro, v.8, n.12, p.65-70. 1996.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - IBGE, Rio de Janeiro, v.9, n.9, p.65-70. 1997.

KRZYŻANOWSKI, F. C., FRANÇA NETO, J. B., HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Inf. ABRATES*, v.1, p.15-53, 1991.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection in evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, v. 2, n. 1, 176-7, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado In: KRZYŻANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. de B. (Eds) *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MARCOS FILHO, J., CÍCERO, S. M., RODRIGUES, W. S. *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba: Fundação Escola de Agronomia Luiz de Queiroz, 1987. 230p.

MOORE, R. P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E. D.(Ed.) *Viability of seeds*. London: Chapman and Hall, 1974. p. 94-113.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Eds.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, , 1994. 164p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. de B. (Eds.) *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NG, N. Q., MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin and germ plasm. In: SING, S. R., RACHIE, K. O. (Eds.). *Cowpea research, production and utilization*. Chichester: 1985. p.11-21.

NEUBERN, R. G., CARVALHO, N. M. Maturação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Científica*, v.4, n.1, p.28-32, 1976.

OLIVEIRA, P. J. *Influência do armazenamento na germinação e vigor de sementes de feijão-de-corda*. Botucatu, 1981.79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará.

OLIVEIRA, J. A., CARVALHO, M. L. M., VIEIRA, M. G. G. C., VON PINHO, E. V. R. Efeitos do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes de milho. *Rev. Bras. Sementes*, v.19, n.2, p.201-7, 1997.

OLIVEIRA, I. P. de, DANTAS, J. P. Nutrição mineral do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de & WATT, E. E. (Eds.) *O caupi no Brasil*. Brasília: International Institute of Tropical Agriculture - EMBRAPA, 1988. p.407-30.

POLLOCK, B. M., ROSS, E. *Seed biology: seed and seedling vigor*. New York:Academic Press, 1972. p.314-76.

PONTE, N. T. da. Aspectos do feijão caupi no Estado do Pará. In: CURSO DE TREINAMENTO PARA PESQUISADORES DE CAUPI, 1, 1979, Goiânia. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão – EMBRAPA, 1979. p.1-19.

POPINIGIS, F., VIEIRA, E. H. N. Tecnologia da produção de sementes de caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de, WATT, E. E. (Eds.) *O caupi no Brasil*. Brasília. International Institute of Tropical Agriculture - EMBRAPA, 1988. p.432-49.

POPINIGIS, F., CAMARGO, C. P., BRESCIANI, J. C., FERREIRA, E. V. Produção de sementes básicas de vigna na EMBRAPA. *Rev. Bras. Sementes*, v.5, n.1, p. 93-101, 1983.

RAIJ, B. van, QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. *Inst. Agron. (Campinas)*, p1-31, 1983.(*Bol. Téc.* 81).

RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubações e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Fundação Instituto Agrônômico, 1997. 285p.

SANTOS, J. H. R., VIEIRA, F. V. Ataque do *Callosobruchus maculatus* F. à *Vigna sinensis* Endl. I. Influência sobre o poder germinativo de sementes da cv. Seridó. *Ciênc. Agron.*, v.1, n.2, p.71-4, 1971.

SILVA, P. S. L., OLIVEIRA, C. N. de. Rendimentos de feijão “verde” e maduro de cultivares de caupi. *Hortic Bras*: v.11, n.2, p.133-36, 1993.

SOUZA, C. M. A. de, QUIEROZ, D. M. de, MONTOVANI, E. C., CECON, P. R. Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Bras. Armaz.*, v.27, n.1, p.21-9, 2002.

SUMMERFIELD, R. J., HUXLEY, P. A., STEELE, W. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) *Field Crop Abst.*, v.27, n.7, p.301-12, 1974.

SUMMERFIELD, R. J., PATE, J. S., ROBERTS, E. H., WIEN, H. C. The physiology of cowpea. In: SINGH, S. R., RACHIE, K. O. (Eds.) *Cowpea research, production and utilization*. Chichester: John Wiley, 1985. p.66-101.

VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p

VIEIRA, R. D., KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. de B. (Eds.). *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

YADAVA, R. B. R. Effect os seed size and weight on plant growth and yield of various genotypes of cowpea. *Proc. Int. Congr. Plant. Physiol.*, SUMMERFIELD, R. J, v.1, 1990. p.333-35.