

LEANDRO SKOWRONSKI

QUALIDADE FISIOLÓGICA E TECNOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

LEANDRO SKOWRONSKI

QUALIDADE FISIOLÓGICA E TECNOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de agosto de 2001.

Prof^a . Denise C.F. dos Santos Dias
(Conselheira)

Prof. Geraldo A. de Andrade Araújo

Prof. Tocio Sedyama

Prof. Cosme Damião Cruz

Prof. Aluizio Borém de Oliveira
(Orientador)

Aos meus pais Lino e Aluizia.

Aos meus irmãos Josué e Domitila.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTO

À Deus, pela vida e por sua misericórdia.

Aos meus pais, Lino T. Skowronski e AluÍzia Rech, e irmãos pelo incentivo e carinho.

Ao amigo e orientador, Prof. AluÍzio Borém, que sabiamente orientou minha formação profissional neste período.

Aos conselheiros Prof. Marcos Paiva Del Giúdice, Prof. ^a Denise C. F. dos Santos Dias e Prof. Paulo Roberto Cecon, por todo apoio e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (EMBRAPA-CNPAF), em especial aos Pesquisadores Geraldo Estevam Souza Carneiro e Noris Regina Vieira, e Funcionários do Laboratório de Qualidade Tecnológica de Grãos.

Ao Catalunha, Clévio, Francisco, Marcio, Odilon, Vilmar e outros amigos pelo convívio e fraternidade.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Fitotecnia da UFV.

BIOGRAFIA

LEANDRO SKOWRONSKI, filho de Lino Thadeu Skowronski e Aluizia Rech, nasceu no dia 20 de julho de 1976, na cidade de Dourados, MS.

Em 1993, concluiu o curso Técnico em Agropecuária no Centro de Educação Rural de Aquidauana (CERA), em Aquidauana, MS.

Em março de 1999, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Época de colheita	3
2.2. Qualidade tecnológica	7
2.3. Qualidade fisiológica e sanitária.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Experimento de campo	16
3.2. Avaliação da qualidade tecnológica dos grãos	20
3.2.1. Peso de 100 grãos	20
3.2.2. Coloração de tegumento.....	20
3.2.3. Capacidade de hidratação	20
3.2.4. Tempo de cocção.....	21
3.2.5. Capacidade de hidratação depois da cocção.....	22
3.2.6. Porcentagem de grãos inteiros	22

3.2.7. Porcentagem de sólidos solúveis no caldo de cocção.....	23
3.2.8. Porcentagem de tegumento	23
3.3. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes	23
3.3.1. Teste padrão de germinação.....	24
3.3.2. Teste de condutividade elétrica	24
3.3.3. Teste de sanidade.....	24
3.4. Análise estatística dos dados	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. Caracterização da época de colheita	26
4.2. Qualidade tecnológica.....	29
4.3. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes	41
5. CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE	51

RESUMO

SKOWRONSKI, Leandro, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2001. **Qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de feijão colhidas em diferentes estádios de maturação.** Orientador: Aluízio Borém de Oliveira. Conselheiros: Marcos Paiva Del Giúdice, Denise C. F. dos Santos Dias e Paulo Roberto Cecon.

O presente trabalho objetivou estudar o efeito do estágio de maturação de sementes de feijão sobre características de qualidade tecnológica e fisiológica, e caracterizar e comparar linhagens promissoras quanto a esses atributos. O experimento foi realizado em cultivo de inverno na Embrapa-CNPAF em 1999. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas com três repetições. As parcelas foram constituídas pelos genótipos do grupo preto: LM93204217, LR9115398, Diamante Negro e Xamego; grupo mulatinho: A774, PR9115957 e Bambuí; vermelho: RAO 33, e grupo carioca: Carioca, Rudá e Pérola. As subparcelas foram constituídas pelas épocas de colheita, realizadas com 39, 46, 53 e 60 dias após a floração (DAF). As análises foram realizadas seis meses após a colheita, avaliando-se o peso de cem grãos, percentagem de casca, tempo de cocção, sólidos solúveis no caldo de cocção, grãos inteiros após a cocção, capacidade de absorção de água antes e depois da cocção, coloração de tegumento e germinação, sanidade e vigor das sementes. Os resultados permitiram concluir que a época de colheita influenciou em todos os parâmetros estudados, com exceção da percentagem de casca, germinação e sanidade. Colheitas mais precoces originaram grãos menores e com maior capacidade de absorção de água. Para os cultivares

Carioca e Rudá, a colheita pode ser realizada aos 46 dias após a floração, resultando em menor escurecimento dos grãos, menor tempo de cocção. Para as demais variáveis, houve resposta variada dos genótipos às épocas de colheita. As linhagens do grupo Mulatinho apresentaram maior tempo de cocção. A linhagem LM93204217, do grupo preto, apesar de apresentar menor tempo de cocção, mostrou menor percentagem de sólidos solúveis e baixa percentagem de grãos inteiros. Em geral, as linhagens apresentaram resultados similares aos dos cultivares.

ABSTRACT

SKOWRONSKI, Leandro, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August, 2001.
Physiological and technological quality of bean seeds harvested at different maturation stadiums. Adviser: Aluizio Borém de Oliveira.
Committee members: Marcos Paiva Del Giúdice, Denise C. F. dos Santos Dias and Paulo Roberto Cecon.

The present work had as objective to study the effect of the maturation stadium of bean seeds on characteristics of technological end physiologic quality, and to characterize and to compare promising lines regarding to these attributes. The experiment was accomplished in winter cultivation at Embrapa-CNPAP in 1999. The design used was randomized blocks with split-plot, on three repetitions. The plots were constituted by the genotypes of the *negro* group: LM93204217, LR9115398, Diamante Negro and Xamego; *mulatinho* group: A774, PR9115957 and BAMBUÍ; red: RAO 33, and *carioca* group: Carioca, Rudá and Pearl. The split-plots were constituted by the harvest times, accomplished with 39, 46, 53 and 60 days after the flowering (DAF). The analyses were accomplished six months after harvest. It was evaluated the weight of a hundred grains, coat percentage, time of cooking, soluble solids in the cooking broth, whole grains after cooking, capacity of absorption of water before and after cooking, tegument color and, germination, sanity and vigor of the seeds. The results allowed to conclude that the harvest time influenced in all the studied parameters, except the coat percentage, germination and sanity. Earlier harvests originated smaller grains and with larger water absorption capacity. For the varieties Carioca and Rudá, the harvest can be accomplished

at 46 days after flowering, resulting in less darkening of the grains and shorter time of cooking. For the other variables, there was assorted answer of the genotypes to the harvest times. The *mulatinho* group lines presented longer time of cooking. The line LM93204217, of the *negro* group, in spite of presenting shorter time of cooking, showed smaller percentage of soluble solids and reduced percentage of whole grains. In general, the lines presented similar result to the varieties.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa bastante difundida em todo o território nacional, e destaca-se como importante fonte de proteína na dieta alimentar do povo brasileiro. Possivelmente devido ao êxodo rural e a redução do preço de outras fontes protéicas, tem-se verificado redução em seu consumo nas últimas décadas. Contudo, o feijão ainda figura como um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social no Brasil.

Recentemente a cultura do feijão vem mudando de status, ou seja, está deixando de ser cultura de subsistência para se transformar em cultura de alta tecnologia, com uso de irrigação, uso balanceado de insumos e colheita mecanizada, dentre outros. Para assegurar o retorno do capital investido nessa forma de cultivo, torna-se necessário o melhor aproveitamento dos recursos produtivos pela redução do período de permanência da cultura no campo, a utilização de cultivares mais produtivos e de técnicas que propiciem produto final de melhor qualidade.

Pesquisas vêm sendo conduzidas visando estudar e caracterizar a época adequada para a colheita de feijão que, segundo Silva e Fonseca (1996), é uma das fases mais importantes do processo de produção do feijão e, quando bem conduzida, reduz as perdas de grãos e contribui de maneira decisiva para a obtenção de produto de boa qualidade, tanto para plantio como para o consumo. Contudo, deve-se lembrar que o genótipo utilizado é o primeiro limitante da expressão das características de qualidade desejadas.

Até pouco tempo os programas de melhoramento de feijão davam pouca importância ao conceito de qualidade de grão, enfatizando principalmente produtividade e resistência a doenças. Hoje, as características de qualidade representam um aspecto fundamental dentro dos objetivos do melhoramento, uma vez que o mercado consumidor tem demonstrado crescente exigência a este respeito (Vieira et al., 1999).

Visando contribuir para o conhecimento nesta área, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da época de colheita sobre características de qualidade tecnológica e fisiológica do feijão, e ainda caracterizar e comparar linhagens promissoras quanto a esses atributos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Época de colheita

Do ponto de vista fisiológico, o ponto ideal de colheita é o momento em que as sementes atingem a maturação fisiológica, a qual é determinada de acordo com parâmetros intrínsecos. Conceitua-se como maturação fisiológica o ponto em que as sementes atingem o seu máximo poder germinativo, máximo vigor e menor grau de deterioração (Popinigis, 1977). A partir desse ponto, a colheita pode ser efetuada sem prejuízos à produtividade e qualidade, desde que sejam tomadas as devidas precauções para reduzir o seu grau de umidade até o nível adequado para as operações posteriores de trilha, processamento e armazenamento.

Após a maturidade fisiológica, a semente pode ser considerada como armazenada a campo, enquanto a colheita não se processa. Se as condições climáticas forem favoráveis, a qualidade fisiológica pode ser menos prejudicada, porém, a ocorrência de chuvas ou mesmo de orvalho, aliada às altas temperaturas com elevada umidade relativa do ar, diminui a qualidade das sementes (França Neto e Krzyzanowski, 1990; Braccini, 1993). Nesta fase, mudanças de natureza bioquímica e fisiológica, associadas à sua deterioração, contribuem para que haja decréscimo na viabilidade das sementes. Entre as muitas modificações fisiológicas e bioquímicas da deterioração das sementes, estão as mudanças na cor, o atraso na germinação, a menor tolerância às condições de armazenamento, a redução da velocidade de crescimento, o

aumento de plântulas anormais e a redução da germinação. Essas mudanças, em sua maior parte, ocorrem antes que haja decréscimo na capacidade germinativa da semente (Popinigis, 1977).

O retardamento da colheita, além de tornar as sementes suscetíveis à deterioração no campo, também propicia a invasão de microorganismos, notadamente fungos, em razão da sua exposição prolongada às variações de temperatura e umidade relativa do ar e também devido a precipitação pluvial (Rena e Vieira, 1971; Delouche, 1980; Carvalho e Nakagawa, 1988; Bragantini, 1996). De acordo com estudos realizados nas condições brasileiras, o retardamento da colheita em soja, a partir do estágio reprodutivo R8, constitui um dos principais fatores de redução da capacidade germinativa das sementes (Del Giudice, 1990; Resende, 1993).

Além das perdas com relação a fisiologia da semente, a colheita feita fora da época ideal pode afetar a produção da lavoura. Quando o feijoeiro é deixado por longo período no campo, após a maturação, ocorrem perdas de sementes pela deiscência das vagens, natural ou provocada pela operação do arranquio das plantas, principalmente em regiões de clima quente e seco. (Silva e Fonseca, 1996).

Em regiões onde são realizados cultivos de feijão no inverno, o retardamento da colheita pode levar ao risco de coincidência com o início da época chuvosa, prejudicando desta forma a produção e a qualidade do produto final. É desejável portanto que, independentemente da época de cultivo, as sementes permaneçam o menor tempo possível no campo, após a maturidade fisiológica.

Em geral, a colheita do feijão é realizada manualmente, mecanicamente ou semi-mecanizada. Na colheita totalmente manual, as plantas são arrancadas quando as sementes atingem grau de umidade na faixa de 30 a 35 % b.u. As plantas são enleiradas no próprio campo para a secagem ao sol. Quando as sementes atingem grau de umidade na faixa de 15 a 20%, as plantas são recolhidas e colocadas sobre terreiros ou lonas, onde é debulhado, geralmente por meio de batidura com varas flexíveis (Silva e Queiroz, 1998). A colheita mecanizada das sementes de feijão na maturidade fisiológica é uma operação delicada, haja visto que esta ocorre quando elas apresentam elevado grau de umidade, acima de 25% (Silva et al., 1975;

Neubern e Carvalho, 1976; Rocha et al., 1983; Bragantini, 1996). A semente de feijão, quando é debulhada com umidade acima de 18%, apresenta danos ocasionados pelo amassamento e, quando muito seca, está sujeita ao quebramento (Domingos, 1998).

Juntamente com o problema de alta umidade das sementes no momento de maturidade fisiológica, a desuniformidade na maturação também pode dificultar o processo de colheita nesta fase. A uniformidade de maturação nem sempre acontece, pois alguns fatores relacionados ao solo, à topografia do terreno, ao ambiente, às práticas culturais, às doenças, à disponibilidade de água para as plantas e ao hábito de crescimento das cultivares podem causar a desuniformidade. Os cultivares de hábitos de crescimento determinado do tipo I e indeterminado do tipo II apresentam maturação uniforme. Nos cultivares de hábito indeterminado do tipo III, com internódios longos, e do tipo IV, com guias prostadas ou trepadoras, a maturação é desuniforme (Silva e Fonseca, 1996), o que, segundo Portes (1988), eleva as perdas na colheita.

A identificação de características da planta de feijão, principalmente de vagens e grãos, que possam ser utilizadas como indicadores visuais da maturação fisiológica da semente, representa uma ferramenta de uso prático quando for interesse antecipar a colheita do produto, antes do ponto ideal recomendado para o arranquio, sem prejuízos para a quantidade e qualidade do produto colhido (Vieira e Vieira, 1997).

Marcos Filho (1980) observou que a conceituação da maturidade, com ênfase exclusiva no peso da matéria seca, não se mostrou satisfatória, pelo fato de não haver coincidência entre os momentos em que as sementes atingem o máximo de peso da matéria seca, germinação e vigor. Esses resultados sugerem que, a partir do ponto em que não se constata mais acréscimos significativos no peso da matéria seca, o processo de maturação pode não estar encerrado, havendo, ainda, possibilidade de ocorrência de transformações bioquímicas, destinadas a capacitar as sementes para manifestar todo o seu potencial fisiológico.

Andrade e Vieira (1972) conduziram quatro ensaios, um no período das "águas" e três no período "da seca", utilizando três cultivares de feijão em cada ensaio sendo o Rico 23 a testemunha em todos eles. As sementes foram colhidas quando apresentavam, aproximadamente, 60%, 50%, 30% e 15% de

umidade. Observou-se que a colheita com 60% de umidade dos grãos, diminuiu a produção, o tamanho e a qualidade das sementes, sem entretanto alterar-lhes o índice de germinação. Nas demais colheitas, não houve diferença significativa para a produtividade da cultura, o tamanho das sementes e a sua qualidade comercial nas diferentes épocas de colheita. Obteve-se bons resultados para as características avaliadas, colhendo o feijão quando as plantas tinham uma distribuição aproximadamente igual, de vagens verdes, amarelas e secas, com a maioria das folhas amarelecidas, porém ainda retidas na planta e as sementes apresentando 50% de umidade. Em trabalho com o cultivar Rico 23, Silva et al. (1975) verificaram que a maturidade fisiológica foi atingida quando a umidade da semente variava de 30 a 40%. Neubem e Carvalho (1976) verificaram que sementes da variedade Carioca atingem a maturidade fisiológica com 38 a 44% de umidade.

Rocha et al. (1983), estudando a maturação fisiológica do cultivar Carioca, concluíram ser possível colher as sementes com 20 dias de antecedência da plena maturação, quando elas possuíam cerca de 40% de umidade, sem prejuízos na produtividade e na qualidade. Para tanto, os autores recomendaram realizar o arranquio das plantas com as vagens na mudança de cor, de verde para verde palha e com as folhas amarelecidas mas com as ponteiros ainda verdes. Nessas condições, o feijoeiro pode ser trilhado após três dias de exposição ao sol.

Uma alternativa para a colheita antecipada é a utilização de desseccantes, os quais promovem a redução rápida do grau de umidade das sementes, permitindo assim a colheita em momentos em que as sementes ainda se encontram com alto teor de umidade. Alguns trabalhos foram realizados para a determinação de produtos desseccantes e de época de aplicação mais adequadas na cultura do feijoeiro. Domingos (1998) trabalhou com o cultivar Carioca, e concluiu que os herbicidas mais eficientes foram o Paraquat e a mistura Paraquat + Diquat, e observou que a antecipação de 7 dias na colheita, correspondendo a aplicação do produto aos 29 dias após a floração (37% de umidade), não interferiu na qualidade fisiológica das sementes. Concluiu também que a aplicação destes produtos até 42% de umidade das sementes não prejudicou o rendimento e a germinação. Aplicações com 35 e 32% atrasaram a colheita e ocasionaram perda de vigor.

Até 30 dias após a floração não houve alteração na porcentagem de germinação. O retardamento da colheita, contudo promoveu o aumento na incidência de patógenos, sendo que as plantas dessecadas tenderam a apresentar menor grau de incidência de patógenos.

A época de colheita, além de influenciar na qualidade fisiológica das sementes, e no rendimento da cultura, tem mostrado em alguns trabalhos que também pode interferir na qualidade tecnológica dos grãos.

Os resultados dos estudos realizados por Kays et al. (1980) indicam diferenças significativas na qualidade tecnológica de feijão processado colhido em diferentes épocas. Estes autores avaliaram, dentre outras características, a coloração de tegumento, textura e rachamento dos grãos após o processamento. Os resultados revelaram diminuição significativa no valor de luminosidade em colheitas mais tardias, indicando um produto final mais escuro. Com relação à textura, os valores de firmeza do produto processados aumentaram com datas de colheita retardadas, indicando que feijões colhidos mais cedo são mais macios após o processamento. Contudo os autores ressaltam que um produto mais macio pode contribuir significativamente para a perda de integridade estrutural durante o armazenamento. O número de sementes fendidas, uma característica de qualidade importante para produtos processados, também diminuiu com as colheitas retardadas.

2.2. Qualidade tecnológica

A qualidade dos grãos pode ser julgada de três maneiras sob o aspecto tecnológico: a comercial, a culinária e a nutritiva. Por qualidade comercial entende-se o tipo de grão, ou seja, cor, brilho, forma e tamanho, e são características que não podem ser esquecidas pelos melhoristas. Contudo a qualidade culinária das sementes é tão decisiva para o futuro de um novo cultivar quanto o seu tipo comercial (Vieira et al., 1999).

Dentre as características culinárias desejáveis pelos consumidores estão a rápida hidratação, baixo tempo de cocção, produção de um caldo espesso, bom sabor e textura, grãos moderadamente rachados, casca delgada e com boa estabilidade de cor. A integridade dos grãos depois de cozidos é importante para a aplicação industrial (Bressani, 1989).

A cocção é a etapa de abrandamento com a absorção máxima de água, pela aplicação de calor úmido. Nesta etapa, a estrutura do grão modifica-se, sendo que o amido é gelificado e as proteínas, desnaturadas, (Hohlberg e Stanley, 1987).

A cocção tem dupla função: aumenta a disponibilidade de aminoácidos sulfurados presentes em alta concentração nos inibidores de tripsina (Bressani et al., 1991) e inativa as substâncias tóxicas e antinutricionais, aumentando a digestibilidade e, conseqüentemente melhorando o valor nutritivo do feijão (Coelho, 1991). Contudo a cocção pode acarretar problemas, como a perda de parte do valor nutritivo. Alguns aminoácidos essenciais e também algumas vitaminas podem ser inativadas e colocadas em forma não assimilável ao organismo humano em razão de uma cocção muito prolongada ou mal conduzida (Bressani et al., 1988).

O tempo de cozimento para atingir a textura apropriada depende da variedade, do tempo transcorrido desde a colheita e de outros fatores ligados à qualidade (Chiaradia e Gomes, 1997). A preferência popular por uma determinada variedade depende, além do tipo comercial de grão, do tempo que esta requer para cozimento. Elias (1982) destaca a importância deste tempo de cocção nas alterações das características dos grãos e sua conseqüente aceitação pelo consumidor.

O genótipo e o grau de maturidade são fatores que interferem no desenvolvimento de dureza do tegumento em leguminosas, fenômeno esse que resulta em falha na reidratação do grão (Shehata, 1992) prejudicando assim o cozimento, visto que o processo de absorção de água é fundamental para a redução do tempo de cozimento e para a obtenção de uma textura adequada ao consumo.

Hsieh et al. (1992), trabalhando com cultivares de feijão azuki, observaram que o tempo de cocção foi afetado pela fase de maturidade. Havendo acréscimo no tempo necessário para a cocção com o decorrer da maturação.

O processo de reidratação envolve a absorção de água pela parede celular e pelas moléculas protoplasmáticas, onde as moléculas da água são mantidas por forças eletrostáticas (ligações de hidrogênio), sendo que o

movimento da água dentro da semente é devido à difusão e ação capilar de uma região de elevado potencial da água para uma de baixo, (Woodstock, 1988).

A penetração de água na semente depende do tegumento, assim como do tamanho do hilo. A espessura do tegumento e o tamanho do hilo são responsáveis pela maior parte da água absorvida pela semente nas primeiras 12 horas de absorção (León et al., 1990).

Carrillo e Ramos (1992) encontraram alta correlação entre tamanho de sementes e capacidade de absorção de água, trabalhando com feijões cultivados e silvestres.

A capacidade de absorção de água da semente deve ser analisada em vários aspectos: facilidade de penetração de água, e a relação da capacidade de penetração e difusão uniforme da mesma através do cotilédone. Este é um ponto importante para relacionar características físicas da semente com a textura e o tempo de cozimento (Elias, 1982).

Alguns trabalhos foram realizados na tentativa de encontrar parâmetros que possam prever as características culinárias. Shellie e Hosfield, (1991) encontraram 0,37 de correlação fenotípica entre o tempo de cocção e a percentagem de absorção de água, não sendo contudo suficiente para justificar o uso dessa característica na seleção indireta para o tempo de cocção. Já Heil et al. (1992) observaram que a proporção de tegumento na semente teve uma relação significativa com a quantidade de feijões quebrados depois do processamento.

Dos atributos de qualidade comercial dos grãos a coloração e o tamanho são as características que primeiramente são avaliadas pelos consumidores, apresentando papel decisivo na aceitação do produto.

Com relação a coloração de tegumento, diversos estudos indicaram que as variedades de feijão diferem em sua suscetibilidade ao escurecimento (Burr et al., 1968; Sartori, 1996; Iadaroza et al., 1989).

No feijão Carioca, a cor creme, denominada cor do fundo do grão, escurece com o armazenamento. Como a capacidade de absorção de água é reduzida com o envelhecimento, conseqüentemente o cozimento dos grãos é mais demorado e também o produto obtido é de pior qualidade. Assim, cultivares recém lançados que têm a cor do fundo dos grãos mais escura

dificilmente serão aceitos. Isso porque o material recém-colhido será confundido com grãos armazenados por mais tempo. Esse fato, por exemplo, dificultou e continua dificultando a aceitação de alguns cultivares, como Aysó, Carioca MG, Aporé e Rudá que possuem vantagens agronômicas em relação ao Carioca. Nesse contexto, é preciso enfatizar também que essa cor do fundo do grão é dependente, em grande parte, do manejo durante a colheita. Assim, mesmo os grãos do cultivar Carioca original, se submetidos a uma excessiva seca na planta ou depois de colhidos, têm seu processo de escurecimento acentuado. (Ramalho e Abreu, 1998).

Em feijão armazenado ao ar, o escurecimento do tegumento tende a aumentar com o teor de umidade, a temperatura e o período de armazenamento (Burr et al., 1968; Jordão et al., 1976; Iadaroza et al., 1989; Sartori, 1996).

Feijão do tipo "Pinto", com 14,7% de umidade, foi armazenado durante seis meses a 25°C a 75% UR em: a) sacos de algodão, b) recipientes com fluxo forçado de ar e c) recipientes com fluxo forçado de nitrogênio. O feijão armazenado sob nitrogênio conservou o tegumento claro, característico de feijão recém-colhido, durante todo o período de armazenamento. No feijão armazenado sob aeração forçada a em sacos de algodão, houve um escurecimento significativo do tegumento após dois, quatro a seis meses de armazenamento, não havendo, contudo, diferenças significativas entre os dois tratamentos (Sartori, 1996). Segundo o autor, o fato do escurecimento do tegumento não se ter verificado na ausência de oxigênio, apesar da temperatura relativamente elevada (25°C), indicaria que não é devido a reações químicas do tipo Maillard, mas sim à oxidação enzimática de compostos fenólicos pela polifenoxidase, na realidade a única reação de escurecimento que é dependente da presença de oxigênio. Em feijões com tegumento colorido, as concentrações de tanino, uma substância fenólica, são altas (38-43 mg/g) quando comparadas às de feijão com tegumento branco (1-3 mg/g) (Elias et al., 1979).

Feijão da variedade Aroana 80, Aysó, Carioca, Carioca 80, Catu e Rosinha G-2, produzidos no mesmo local e época, recém-colhidos, secos até atingir o teor de umidade médio de 13,6% (13,4% a 14%) e armazenados em sacos de juta a 25°C a 70% UR, e em sacos de polietileno, em câmara fria, a 7

$\pm 2^{\circ}\text{C}$, apresentaram diferenças na variação total de cor, sendo estas variações mais intensas a 25°C do que a 7°C (laderoza et al.,1989). Neste experimento observou-se, em todas as variedades, tendência a aumento no teor de vermelho (a_{Hunter}) durante a estocagem a manutenção ou diminuição no teor de amarelo (b_{Hunter}). Quanto à alteração dos compostos fenólicos, aos três meses de armazenamento, tanto a 7°C como a 25°C , observou-se aumento no teor de taninos condensados nos seis cultivares, porém aos seis meses todos os cultivares apresentaram valores menores que os valores observados aos três meses, sendo que apenas as variedades Carioca 80 e Aroana, estocadas a 25°C , apresentaram valores maiores que os observados no início do experimento. Quanto a polifenoloxidase, o armazenamento a 25°C provocou reduções de 22 a 48% na sua atividade, com exceção da variedade Carioca, que não apresentou atividade, e da variedade Rosinha G-2, cuja atividade foi muito baixa, observando-se perda total de atividade após três meses a 25°C (laderoza et al., 1989). Os autores concluíram que as alterações na coloração a no conteúdo de compostos fenólicos que ocorrem no feijão durante o armazenamento não são devidas às reações enzimáticas. Hohlberg e Stanley (1987) também indicaram que não foi encontrada atividade de polifenoloxidase (catecolase) nos extratos de proteína obtidos de feijão preto armazenados durante 10 meses sob três condições.

Outro caráter associado à aceitação do cultivar é o tamanho dos grãos. Essa característica é estimada com base no peso de 100 sementes, sendo um caráter que varia muito com as condições ambientais nas quais a semente foi produzida. Em geral as cultivares são classificadas como de grãos pequenos (menos de 25 gramas/100 sementes), médios (entre 25 e 40 gramas/100 sementes) e grandes (acima de 40 gramas/100 sementes) (Bragantini, 1996). A preferência do tipo carioca, por exemplo, é para grãos pesando de 23 a 25 gramas por 100 grãos. Se o tamanho estiver fora desses limites, certamente o novo cultivar terá restrições na sua adoção pelos agricultores (Ramalho e Abreu, 1998).

2.3. Qualidade fisiológica e sanitária

No estabelecimento da lavoura a qualidade da semente caracteriza-se como fator primordial. Sementes de baixa qualidade, com germinação e vigor reduzidos originam lavouras com população inadequada de plantas, implicando em instabilidade e prejuízo econômico para o produtor (Krzyzanowski et al., 1993).

A qualidade da semente é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. A qualidade fisiológica da semente significa sua capacidade para desenvolver funções vitais, abrangendo germinação, vigor e longevidade (Popinigis, 1977).

O máximo de vigor e germinação é obtido quando as sementes estão no ponto de maturidade fisiológica. Nesse ponto, a semente é capaz de desenvolver, com eficiência plena, todas as funções fisiológicas que lhe são inerentes (Popinigis, 1977; França Neto, 1984; Barros, 1986; Carvalho e Nakagawa, 1988).

O componente fisiológico é influenciado pelo ambiente em que as sementes se formaram e pelas condições de colheita, de secagem, de beneficiamento e de armazenamento (Vieira et al., 1993). Contudo, segundo Krzyzanowski et al. (1993), independentemente da escolha de regiões favoráveis à produção de sementes, do controle do ambiente no armazenamento, ou das práticas culturais aplicadas à melhoria de sua qualidade, o fator determinante e fundamental da qualidade fisiológica é intrínseco e depende do controle genético dessa característica. Dessa forma, torna-se importante levar em conta tais características de qualidade nos programas de avaliação de novas linhagens.

Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes existem poucos testes oficiais, dentre eles o teste padrão de germinação. Esse teste fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente e, além disso, é um teste padronizado, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância. Por ser conduzido sob condições ideais pode ser considerado incompleto, principalmente pela possível superestimativa do potencial

fisiológico das sementes, não envolvendo vários aspectos da interação semente x ambiente (Marcos Filho, 1999).

Este fato foi comprovado por Vieira (1991), que observou que o teste padrão de germinação por si só, não é eficiente para indicar a real qualidade das sementes de feijão. Torna-se importante portanto, a inclusão de testes que permitam, pelo menos, identificar diferenças na qualidade fisiológica de lotes com alta germinação ou viabilidade, além de detectar possíveis diferenças no potencial de desempenho entre lotes com germinação ou viabilidade semelhantes.

Para complementar a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, e propiciar uma melhor caracterização, são utilizados testes que procuram avaliar o vigor do lote de sementes, havendo para essa finalidade diversas metodologias baseadas em diferentes princípios. O vigor é caracterizado como sendo a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula (International Seed Testing Association, 1981).

Vieira (1991) concluiu que dentre os melhores testes para detectar as diferenças entre níveis de qualidade fisiológica de sementes de feijão estão o potencial de vigor da classe de 1 a 3 do teste de tetrazólio, teste de frio (contagem aos 7 dias), condutividade elétrica e o envelhecimento acelerado com sementes submetidas por 48 horas à temperatura de 42°C e 100% de umidade relativa.

O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que sementes de baixo vigor, quando imersas em água, liberam maior quantidade de eletrólitos na solução, em virtude do comprometimento da integridade das membranas celulares, o que indica a perda de vigor (Woodstock, 1973; Grabe, 1976).

Tendo sido utilizado para identificar lotes de sementes comerciais com elevadas porcentagens de germinação em laboratório, mas deficientes quanto a emergência de plântulas em campo, o teste de condutividade elétrica fornece, portanto, informações adicionais ao teste de germinação (Bedford, 1974; Hepburn et al. 1984). Steere et al. (1981) trabalhando com sementes de soja, feijão e algodão, concluíram que o método é um bom indicador da

qualidade das sementes, colaborando na avaliação do vigor. Por outro lado, Oliveira et al. (1984), trabalhando com sementes de soja, com lotes de diferentes níveis de vigor, e relacionando resultados do teste de condutividade com os de germinação e a emergência em campo, evidenciaram que o referido teste é um indicador mais eficiente da emergência em campo do que o teste de germinação. Da mesma forma, Bedford (1974), utilizando sementes de ervilha, e Brower e Mulder (1982), sementes de soja, constataram a eficiência do teste de condutividade elétrica para detectar a baixa qualidade de sementes, assim como para avaliar o potencial de emergência das plântulas de diferentes lotes de sementes em campo.

Além da qualidade fisiológica, avaliada pelos testes de germinação e vigor, a avaliação da qualidade sanitária da semente se constitui de grande importância, uma vez que inúmeros microrganismos a elas associados estão relacionados com a transmissão de doenças causadoras de prejuízos ao rendimento e à sua qualidade (Machado, 1988).

Dessa forma, a análise da sanidade das sementes em laboratório é necessária e indispensável à avaliação da sua qualidade pois, além de identificar os patógenos que poderão ocasionar problemas futuros, serve para indicar a natureza da associação patógeno-semente e o grau de intensidade da infecção do lote de sementes.

O teste de sanidade, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), corresponde à "análise das sementes com o objetivo básico de detectar os patógenos (fungos, bactérias, vírus e nematóides) a elas associados, visando determinar o perfil sanitário da amostra correspondente e, conseqüentemente, do lote que representa".

Existem, pelo menos, 14 testes empregados para caracterizar o estado sanitário das sementes. Desses, o de incubação em substrato de papel absorvente ("blotter-test") tem sido bastante utilizado tanto em rotinas como em pesquisas.

Por este método, o patógeno é estimulado a produzir estruturas típicas sobre ou em torno das sementes em um substrato de papel umedecido. Em alguns casos, a produção de sintomas típicos na plântula desenvolvida durante o período do teste é um recurso que se considera para a detecção de alguns patógenos. Porém, a possibilidade de ocorrência de contaminações

secundárias nas sementes faz com que sua germinação seja impedida ou limitada por meio do uso de certos inibidores de germinação, como 2,4-diclorofenoxiacetato de sódio em doses abaixo de 10 ppm. Entre os principais fungos do feijoeiro, espécies de *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Phomopsis* a *Penicillium*, além de *C. lindemuthianum*, *M. phaseolina*, *P. griseola* e *R. solani*, podem ser detectadas pelo "blotter test". (Machado e Teixeira, 1996)

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constituiu-se de experimentos realizados no campo, onde foram realizadas colheitas, em quatro épocas distintas, de 11 diferentes genótipos de feijão, obtendo-se os dados de rendimentos de grãos, e de experimentos realizados em laboratório, onde as sementes foram submetidas a testes para avaliação da qualidade tecnológica e fisiológica.

3.1. Experimento de campo

O experimento foi instalado no campo de produção de sementes básicas da Embrapa-CNPAP, localizada em Goiânia-GO, sob irrigação por pivô central, no período de maio a setembro de 1999 (cultivo de inverno). No dia 28 de maio realizou-se o plantio direto de 11 genótipos de feijão, utilizando na adubação 396 kg/ha de NPK, formulação 5-30-10.

Na Figura 1 estão apresentados os dados climatológicos obtidos durante o período de execução do experimento no campo e representação das épocas de emergência, floração e colheitas dos genótipos, do plantio (28.05.1999) a última colheita (16.09.1999).

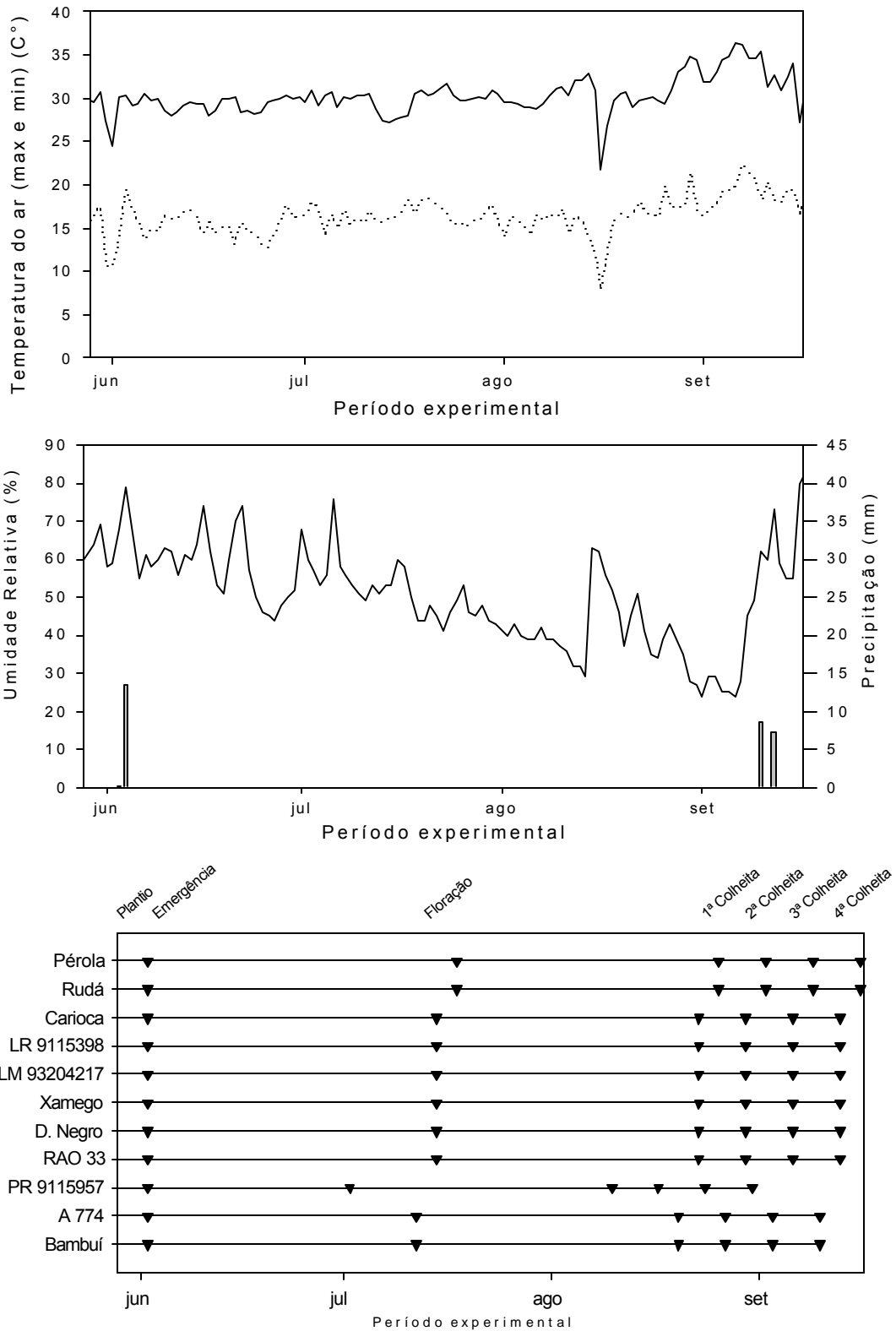


Figura 1 – Temperaturas máxima e mínima diária, umidade relativa do ar e precipitação diária total, épocas de emergência, floração e colheitas dos genótipos no período de 28.05.1999 a 16.09.1999. Goiânia-GO, 1999.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, sendo utilizadas três repetições. As parcelas foram constituídas pelos genótipos e as subparcelas pelas épocas de colheita. A parcela experimental foi composta por 10 linhas de plantio, espaçadas de 0,45 m e com 11 m de comprimento, sendo eliminado 0,50 m em cada extremidade e utilizadas apenas as oito linhas centrais, onde para cada época de colheita foram utilizadas duas linhas, uma para caracterização das vagens e grãos e outra para a obtenção das sementes para as análises de qualidade.

Os genótipos utilizados constaram de cultivares comerciais e de linhagens provenientes do programa de melhoramento de feijão da Embrapa-CNPAF, apresentando características promissoras e com potencial para serem lançadas no mercado (Quadro 1).

Cada genótipo foi colhido em quatro épocas diferentes, onde a primeira colheita foi realizada 39 dias após a floração do respectivo genótipo, e as três restantes num intervalo de sete dias entre cada colheita: 46, 53 e 60 dias após a floração. A colheita foi realizada manualmente, e parte do material colhido foi colocado sobre um piso cimentado para secagem. As vagens foram debulhadas manualmente e as sementes de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de pano, mantendo-se individualizadas as repetições de campo, e armazenadas em câmara com temperatura controlada, em torno de 10 °C, até a sua utilização para as análises.

Outra parte do material colhido foi utilizado, no mesmo dia da colheita, para a caracterização do estágio de desenvolvimento das vagens e grãos em cada época de colheita. Para isso as vagens foram classificadas e contadas em cinco classes de maturação: imaturas, verdes, maduras, semi-secas e secas. Tomando-se a coloração e teor de umidade da vagem como critérios para diferenciação das classes.

Quadro 1 – Características dos genótipos avaliados.

Genótipo	Fase de desenvolvimento ¹	Origem ²	Grupo comercial	Ciclo ³ (Dias após semeadura)	Habito de crescimento ⁴
Bambuí	Cultivar comercial	CNPAF	Mulatinho	85	Tipo III
A 774	Linhagem – ER 95/96	CIAT	Mulatinho	88	Tipo II
PR 9115957	Linhagem – ER 95/96	CNPAF	Mulatinho	98	Tipo II
RAO 33	Linhagem – ER 95/96	CIAT	Roxo	88	Tipo II
Diamante Negro	Cultivar comercial	CNPAF	Preto	90	Tipo II
Xamego	Cultivar comercial	CNPAF	Preto	90	Tipo II
LM 93204217	Linhagem – ER 97/98	CNPAF	Preto	90	Tipo II
LR 9115398	Linhagem – ER 95/96	CNPAF	Preto	90	Tipo II
Carioca	Cultivar comercial	IAC	Carioca	90	Tipo III
Rudá	Cultivar comercial	CIAT	Carioca	95	Tipo II
Pérola	Cultivar comercial	CNPAF	Carioca	95	Tipo II/III

¹ ER – Ensaio Regional de Avaliação.

² CNPAF – Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
 CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical
 IAC – Instituto Agrônômico de Campinas.

³ Ciclo médio no cultivo das “águas” (plântio em outubro-novembro).

⁴ II – Indeterminado de porte ereto; III – Indeterminado de porte semi-prostrado.

3.2. Avaliação da qualidade tecnológica dos grãos

Esta avaliação foi conduzida no laboratório de qualidade tecnológica de grãos da Embrapa-CNPAF, em janeiro de 2000. Foram determinadas as seguintes características: peso de 100 grãos, capacidade de hidratação antes e depois da cocção, tempo de cocção, porcentagem de sólidos solúveis no caldo de cocção, Porcentagem de grãos inteiros e porcentagem de tegumento no grão. Para todas as avaliações foram tomadas duas amostras de cada repetição de campo, consideradas como repetições de laboratório.

3.2.1. Peso de 100 grãos

Para essa determinação foram tomados ao acaso 100 grãos inteiros de feijão livres de impurezas e defeitos, e pesados em balança de precisão.

3.2.2. Coloração de tegumento

A determinação da coloração do tegumento foi realizada em grãos inteiros e “in natura” por meio de reflectância em colorímetro marca Hunterlab. Foram utilizadas amostras previamente selecionadas e limpas, visando a eliminação de impurezas e de grãos partidos. Para a leitura da cor, os grãos foram colocados em cuba de quartzo de 50 mL e foram realizadas 3 leituras por amostra. Foram tomados para análise os valores de luminosidade (L_{Hunter}), teor de vermelho (a_{Hunter}) e teor de amarelo (b_{Hunter}).

3.2.3. Capacidade de hidratação

Amostras de 50 grãos de feijão livres de impurezas e defeitos foram pesadas e embebidas em água. Desphandes e Cheryan (1986) observaram em diversas variedades de feijão absorção de água em torno de 1g de água/g de feijão. Utilizou-se portanto para cada amostra, 100 mL de água destilada para a embebição, que procedeu à temperatura ambiente durante 16 horas, pois segundo Reyes e Paredes, citados por Chiaradia e Gomes (1997), foi observada, por meio de autoradiograma, a completa penetração de água em grãos de feijão a partir de 14 horas de embebição. Após este período, as

amostras foram pesadas e a quantidade de água absorvida determinada em relação ao peso inicial, utilizando-se a seguinte equação:

$$PAA = \frac{(\text{peso úmido depois da embebição} - \text{peso seco}) \times 100}{\text{peso seco}}$$

3.2.4. Tempo de cocção

Amostras de 50 grãos selecionados (sem impurezas, de tamanho e forma semelhantes e sem danificação) foram colocados para embeber em 100 mL de água durante 16 horas. Após este período, os grãos foram retirados da água e colocados no cozedor de Mattson, imerso em Becker de 2000 mL contendo 1000 mL de água fervente, sobre chapa aquecedora.

O tempo necessário para a cocção foi determinado segundo metodologia utilizada por Burr et al. (1968), com algumas adaptações. Para tanto, utilizou-se o cozedor de Mattson (Figura 2), o qual é composto por 25 estiletes em posição vertical, onde cada estilete pesa 90 gramas e apresenta uma extremidade mais fina, com diâmetro de 0,15 cm. Essa parte mais afilada fica apoiada sobre um grão de feijão durante o processo de cozimento. Quando o grão atinge uma textura mais macia, a ponta afilada penetra-o, e o deslocamento do estilete é então contabilizado para a determinação do tempo de cozimento.

Durante o cozimento os grãos são conservados submersos em água fervente, sendo a temperatura e o volume de água mantidos constantes.

O tempo de cocção foi determinado pelo tempo em minutos decorrido entre o início da fervura da água do banho-maria e a queda do décimo terceiro estilete no grão, o que representa a cocção completa de aproximadamente 50% dos grãos.



Figura 2 – Cozedor de Mattson sobre placa aquecedora.

3.2.5. Capacidade de hidratação depois da cocção

Amostras de 50 grãos de feijão livres de impurezas e defeitos, após serem embebidas por 16 horas, foram então colocadas em um Becker de 100 mL e cozidas até o tempo obtido pela determinação do tempo de cocção para cada amostra. Após a cocção as amostras foram pesadas e a quantidade de água absorvida depois da cocção determinada em relação ao peso obtido antes da cocção, através da equação:

$$\text{PADC} = \frac{(\text{peso úmido antes da cocção} - \text{peso úmido após cocção}) \times 100}{\text{peso úmido antes da cocção}}$$

3.2.6. Porcentagem de grãos inteiros

Após a cocção de 50 grãos pelo período de tempo determinado pelo teste de tempo de cocção, contou-se os grãos que não apresentaram

separação dos cotilédones ou fendilhamento maior que a metade do comprimento do grão, considerados como grãos inteiros, e calculou-se sua proporção em relação ao total de grãos utilizados no teste.

3.2.7. Porcentagem de sólidos solúveis no caldo de cocção

Após a cocção de 50 grãos em Becker contendo 100 mL de água, mediu-se o caldo obtido em proveta de 100 mL. Foi retirada uma alíquota de 20 mL e colocada em placa de petri previamente pesada, levando-a imediatamente à estufa com temperatura de 105°C por 24 horas. Depois de retirada da estufa, foi realizado o esfriamento em dessecador e efetuando-se em seguida uma nova pesagem. Para o cálculo da porcentagem de sólidos solúveis foi utilizada seguinte equação:

$$\text{PSS} = \frac{\text{peso da matéria seca} \times \text{volume do caldo} \times 100}{\text{volume da alíquota} \times \text{volume inicial}}$$

3.2.8. Porcentagem de tegumento

De cinco grãos cozidos, utilizados na determinação da porcentagem de sólidos solúveis, separou-se o tegumento e esse foi levado, juntamente com o restante do grão, para estufa a 105°C por 24 horas, esfriou-se em dessecador e efetuou-se a pesagem do tegumento e do cotilédone mais embrião separadamente. A porcentagem de tegumento foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{PT} = \frac{\text{peso do tegumento} \times 100}{\text{peso total do grão}}$$

3.3. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes

Foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, de junho a agosto de 2000. Foram realizados os testes de germinação, condutividade elétrica e sanidade.

3.3.1. Teste padrão de germinação

Para esse teste foram utilizadas 200 sementes por repetição de campo de cada tratamento, em 4 repetições de laboratório contendo 50 sementes. O teste foi montado no sistema de rolo de papel, marca germitest, previamente umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Posteriormente, foram levados para um germinador, previamente regulado a 25°C. A avaliação foi efetuada aos cinco e nove dias após semeadura, segundo prescrições das Regras para Análise de Sementes, Brasil (1992). Os resultados foram expressos na percentagem média de plântulas normais obtidas.

3.3.2. Teste de condutividade elétrica

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por amostra. Inicialmente, as amostras foram pesadas e, a seguir, colocadas para embeber em copo plástico (200 mL), contendo 50 mL de água deionizada. As amostras foram mantidas em germinador, a temperatura de 25°C, durante 24 h. Após esse período, retirou-se o material da câmara, agitou-se suavemente cada recipiente para permitir a uniformização dos lixiviados na solução, procedendo-se então as leituras da condutividade elétrica na solução de embebição com condutivímetro Digimed modelo CD-21.

A leitura obtida no aparelho ($\mu\text{S}/\text{cm}$) foi dividida pelo peso da amostra em gramas, e o valor final da condutividade elétrica foi expresso com base no peso da amostra, ou seja, $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$.

3.3.3. Teste de sanidade

Avaliou-se a qualidade sanitária das sementes utilizando o método papel-filtro ("Blotter Test"), proposto por Neergaard (1979), em caixas de plástico ("gerbox"), com dimensões de 11,5 cm x 11,5 cm x 3,5 cm, tendo ao fundo seis folhas de papel mata-borrão embebido em solução de estreptomicina a 125 mg por litro. Antes do teste, as caixas de plástico foram esterilizadas com solução de hipoclorito de sódio, a 2%, e as folhas de papel previamente autoclavadas à temperatura de 120 °C durante 20 minutos.

As sementes foram pré-tratadas com álcool etílico a 70% e com hipoclorito de sódio a 2%, durante um minuto. Em seguida, foram lavadas com água destilada e distribuídas, eqüidistantemente em condições assépticas, utilizando-se duas subamostras de 25 sementes por repetição, para cada variedade, época de colheita e condição de armazenamento. As caixas gerbox permaneceram à temperatura ambiente, em laboratório, durante sete dias, quando determinou-se a percentagem de sementes contaminadas com patógenos, conforme metodologia adotada por Neegaard (1979).

3.4. Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e Cocran para verificar se os dados apresentam distribuição normal e homogeneidade de variância, respectivamente. Comprovada a normalidade e homogeneidade dos dados, foi realizada análise de variância para cada teste conduzido, sendo as médias dos genótipos agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, e os dados das épocas de colheita submetidos à análise de regressão, sendo realizado o teste dos coeficientes de regressão para escolha do modelo. Utilizou-se para as análises o software estatístico SAEG.

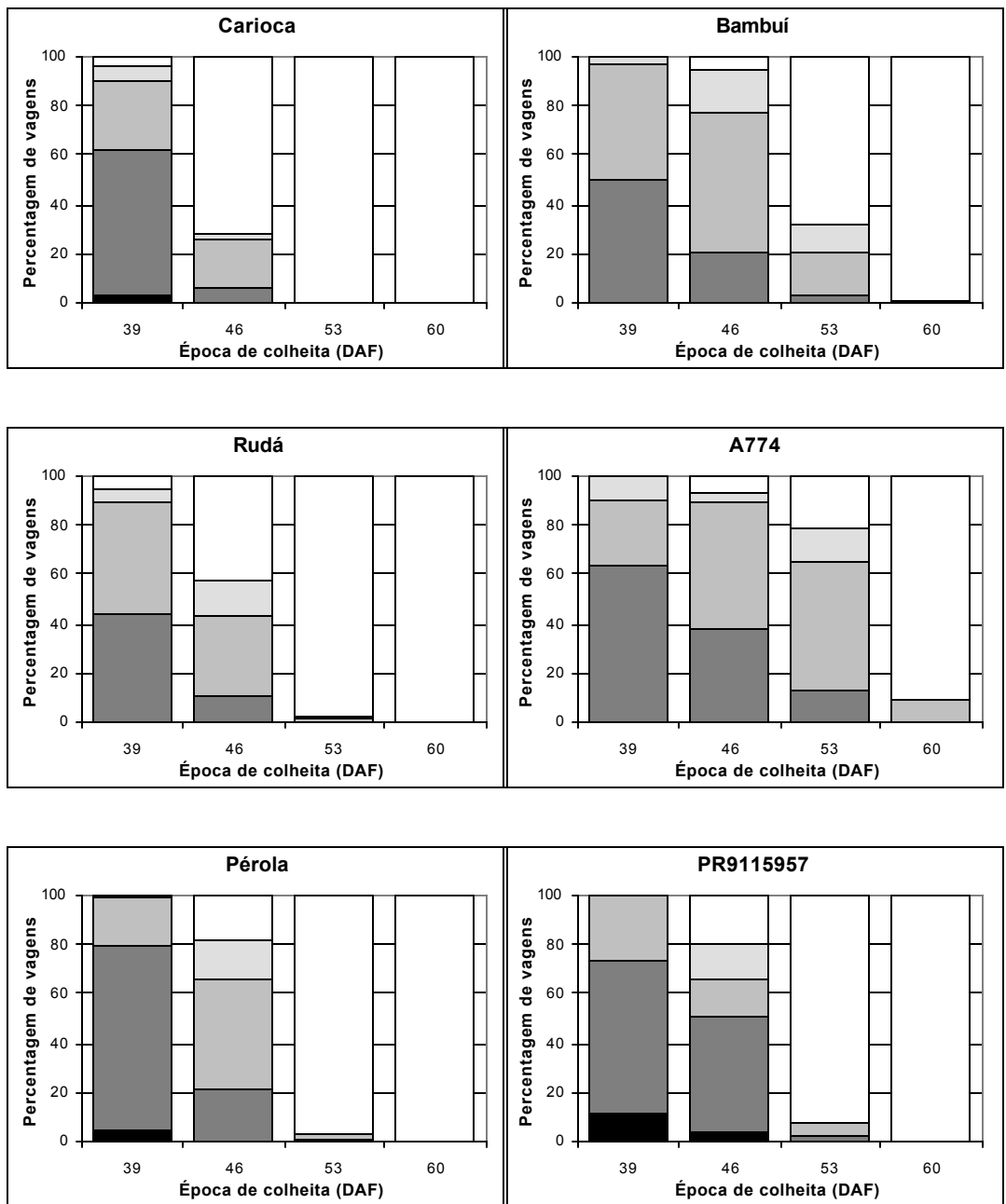
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da época de colheita

As proporções de cada classe de maturação das vagens encontradas em cada época de colheita para cada genótipo são apresentadas nas Figuras 3 e 4, nas quais observamos que na primeira época de colheita todos os genótipos apresentaram elevada proporção de vagens verdes e maduras, com sementes apresentando alta umidade nessa época, 62 e 55% respectivamente, o que inviabilizaria a colheita neste estádio.

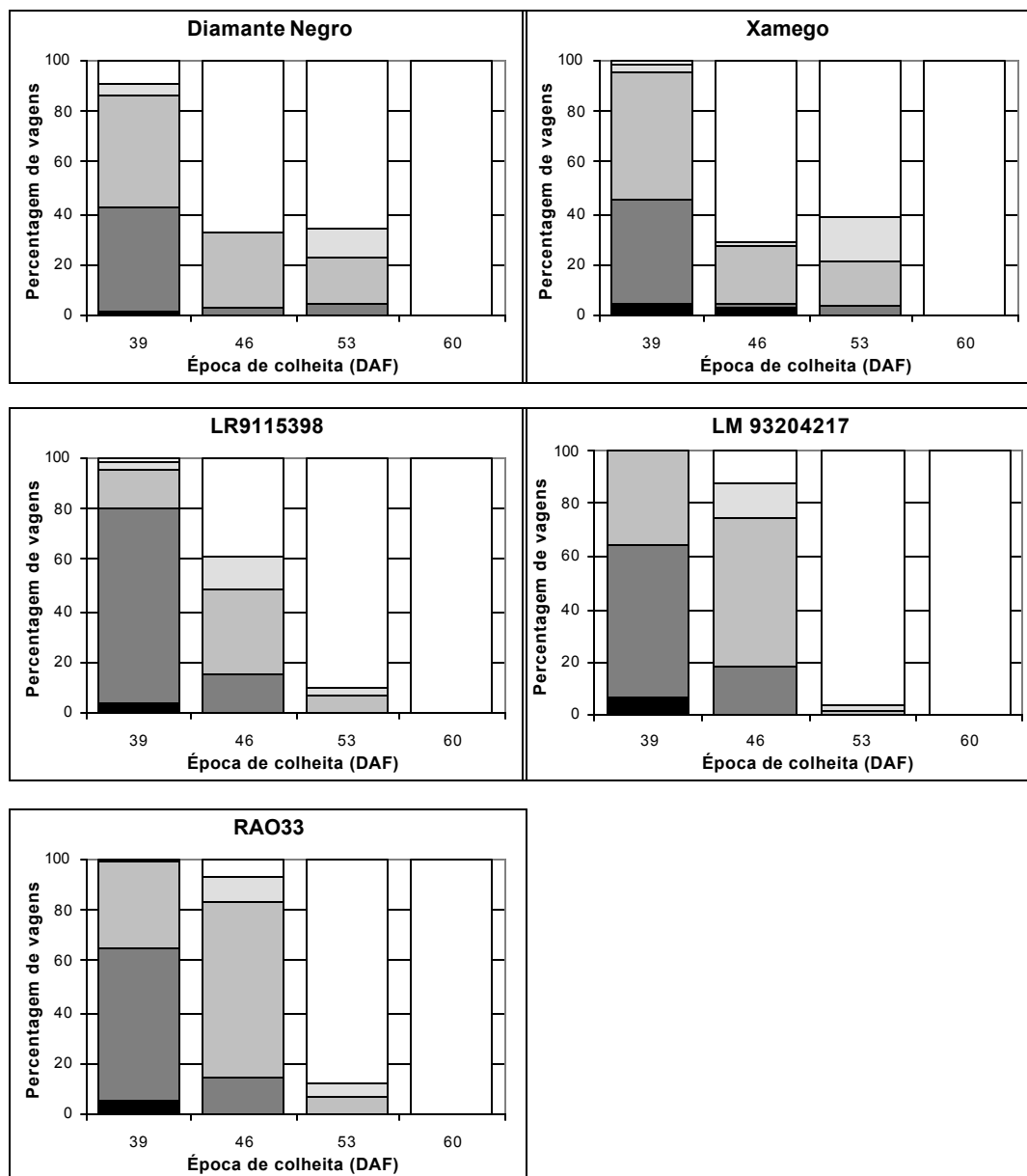
No grupo Carioca o cultivar Carioca foi o que apresentou maior percentagem de vagens secas na segunda época de colheita (71%), seguido pelo Rudá (43%) e Pérola (19%). Já na terceira época de colheita (53 DAF) os cultivares apresentaram percentagem de vagens secas acima de 90% (Figura 3).

No grupo mulatinho (Figura 3), os genótipos apresentaram alta percentagem de vagens verdes e maduras na segunda época de colheita. Já na terceira época de colheita (53 DAF), apenas a linhagem PR9115957 continha mais de 90% de vagens secas, apresentando o cultivar Bambuí e a linhagem A774, 68 e 21% de vagens secas, respectivamente.



Legenda: ■ Imaturas ■ Verdes ■ Maduras □ Semi-Secas □ Secas

Figura 3 - Proporção de vagens imaturas, verdes, maduras, semi-secas e secas nas quatro épocas de colheita de cada genótipo. Goiânia-GO, 1999.



Legenda: ■ Imaturas ■ Verdes ■ Maduras ■ Semi-Secas □ Secas

Figura 4 - Proporção de vagens imaturas, verdes, maduras, semi-secas e secas nas quatro épocas de colheita de cada genótipo. Goiânia-GO, 1999.

A linhagem RAO33 do, grupo roxo, apresentou baixa percentagem de vagens secas na segunda época de colheita, mas na terceira colheita já apresentava 88% de vagens secas.

Na última época de colheita (60 DAF), todos os genótipos apresentaram condições ideais de colheita, ou seja, com mínimo de 90% de vagens secas (Figuras 3 e 4).

4.2. Qualidade tecnológica

A análise de variância dos dados de qualidade tecnológica, observada nos Quadros 2 e 3, referente ao peso de cem grãos, percentagem de absorção de água, tempo de cocção, percentagem de grãos inteiros e percentagem de sólidos solúveis, revelou efeito significativo de genótipo, época de colheita e da interação entre os fatores. Para a percentagem de absorção de água durante a cocção e luminosidade não houve efeito significativo da interação, já para percentagem de tegumento e *b* da coloração de tegumento apresentaram diferença significativa apenas entre os genótipos.

Com exceção dos genótipos PR9115957, Bambuí e LM93204217, que apresentaram resposta crescente do peso de 100 sementes até a última data de colheita, os demais genótipos mostraram aumento dessa característica até aproximadamente a terceira colheita, seguindo-se então uma redução nesses valores (Figura 5). Rocha et al. (1983) também encontraram respostas quadráticas tanto para peso de cem grãos, como para produtividade do cultivar Carioca, com máximos valores aos 10 dias de antecipação da colheita. As reduções nos valores de peso de cem grãos foram atribuídas por estes autores, ao processo de deterioração que pode ter iniciado após a maturação fisiológica.

Para todos os genótipos a primeira colheita resultou numa redução significativa do peso de 100 grãos, o que pode comprometer o rendimento final da colheita. Domingos (1998) observou redução significativa do peso de matéria seca da semente de feijão com aplicações precoces de herbicida, e Ratnayake e Shaw (1992) observaram redução no rendimento da cultura da soja com colheitas antecipadas.

Em geral as linhagens apresentaram peso de 100 grãos dentro do padrão comercial, com exceção de LM93204217, que juntamente com as variedades Xamego e Rudá apresentaram grãos pequenos nas primeiras colheitas, fato que pode comprometer a aceitação comercial do produto.

Quadro 2 - Resumo da análise de variância dos dados de qualidade tecnológica: Peso de cem grãos (PCG), Coloração do tegumento expresso pela Luminosidade (L), gama de vermelho a verde (a) e amarelo a azul (b) e Percentagem de absorção de água (PAA).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		PCG	L	a	b	PAA
Bloco	2	0,09	3,29	0,65	0,68	0,26
Genótipos (G)	10	92,55 **	904,16**	175,39**	286,73**	250,31 **
Resíduo (a)	20	0,49	1,13	0,06	0,12	2,28
Epocas de colheita (E)	3	60,06 **	3,60 **	0,12 ^{n.s}	0,06 ^{n.s}	510,26 **
G x E	30	1,02 *	1,05 ^{ns}	0,18**	0,07 ^{n.s}	7,82 **
Resíduo (b)	66	0,53	0,82	0,05	0,09	2,26
CV (b) (%)		3,21	2,36	5,16	5,49	1,45
Média		22,66	38,42	4,49	5,35	103,13

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

^{ns}. Não significativo.

Quadro 3 - Resumo da análise de variância dos dados de qualidade tecnológica: Tempo de cocção (TC), Percentagem de absorção de água durante a cocção (PADC), Percentagem de grãos inteiros (PGI), Percentagem de sólidos solúveis (PSS) e Percentagem de tegumento (PT).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		TC	PADC	PGI	PSS	PT
Bloco	2	0,74	0,01	9,07	0,01	2,79
Genótipos (G)	10	72,06 **	30,06**	765,05 **	0,2110 **	12,22 **
Resíduo (a)	20	1,76	0,39	14,28	0,0056	0,67
Epocas de colheita (E)	3	100,51 **	5,85**	374,75 **	0,0926 **	1,45 ^{ns}
G x E	30	24,56 **	1,45 ^{ns}	117,18 **	0,0223 **	1,10 ^{ns}
Resíduo (b)	66	2,07	0,97	23,84	0,0063	0,89
CV (b) (%)		6,32	9,98	5,34	6,98	8,73
Média		22,76	9,89	91,34	1,14	10,79

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

^{ns}. Não significativo.

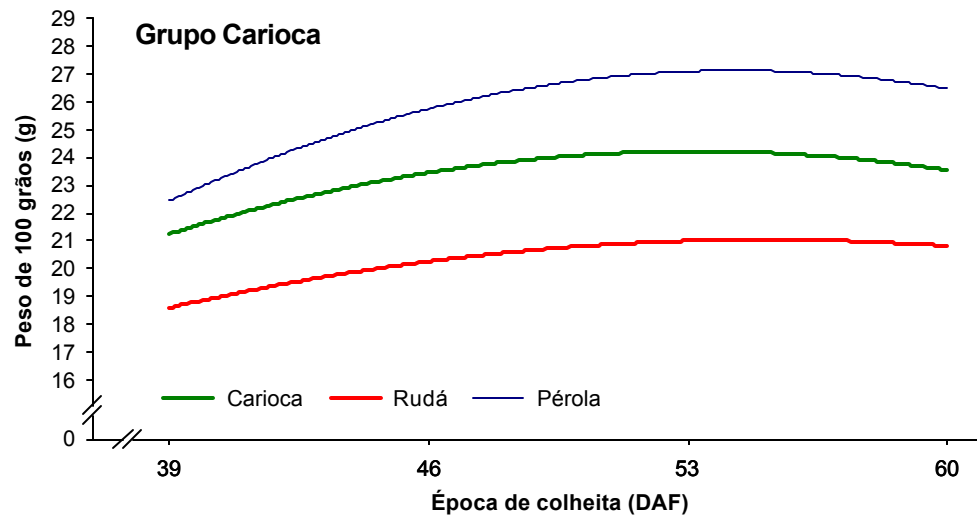
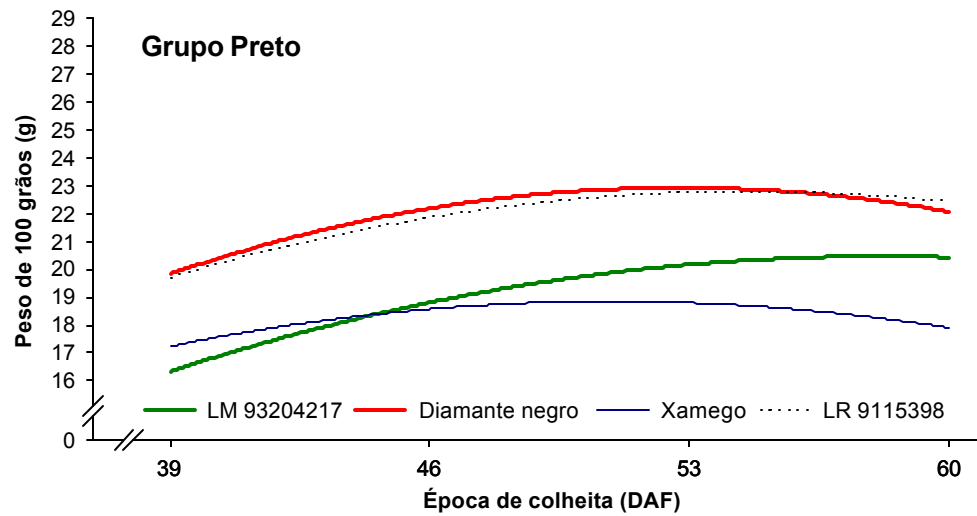
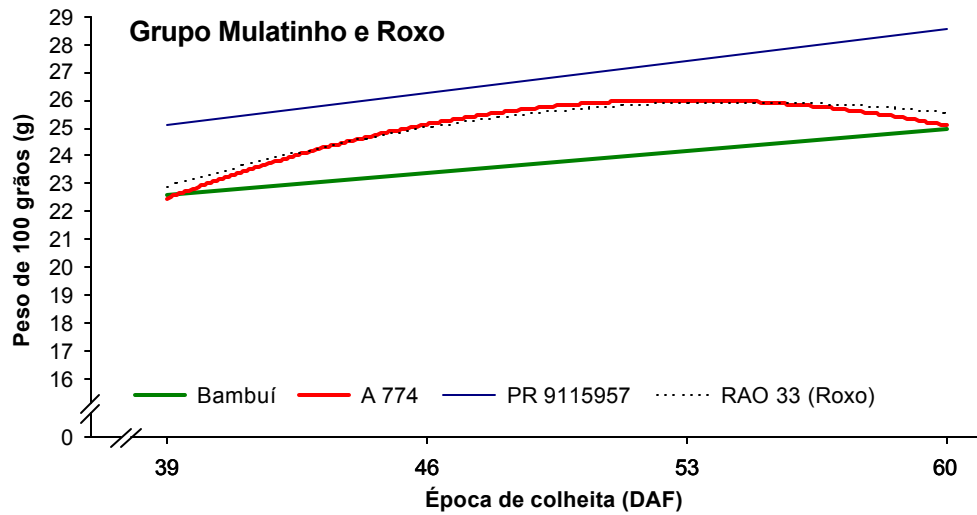


Figura 5 – Peso de 100 grãos de feijão em função da época de colheita para os respectivos genótipos. Goiânia-GO, 1999.

Na avaliação da coloração de tegumento, o componente de luminosidade (L_{Hunter}) apresentou variação em função da época de colheita somente para as variedades Carioca e Rudá, do grupo carioca. Observa-se na Figura 6 que com o avanço da maturação os valores de luminosidade para a variedade carioca reduziram linearmente, o que indica o escurecimento do tegumento. Já para a variedade Rudá há um aumento no valor de L_{Hunter} da primeira colheita até a segunda aproximadamente, e a partir de então observa-se a redução nestes valores até a última colheita, onde os três cultivares do grupo carioca apresentaram valores semelhantes. Destaca-se o fato de que a cultivar Pérola, apesar de não mostrar diferenças nos valores de L_{Hunter} nas diferentes épocas de colheita, apresentou tegumento mais escuro que os outros dois cultivares do grupo carioca em todo período anterior a última colheita.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Kays et al. (1980), que observaram maior escurecimento do tegumento em grãos do grupo carioca colhidos mais tardiamente.

Segundo Laderosa et al. (1989) a coloração do tegumento parece estar relacionada à concentração de taninos condensados, onde quanto mais escuro o tegumento menor o seu conteúdo de tanino. Estes autores também observaram que os teores de taninos condensados decrescem com o decorrer do armazenamento do grão.

Coelho e Lajolo (1993), estudando a variação do teor de fenólicos totais e taninos condensados durante a maturação da semente de feijão Aroana 80, observaram aumento dessas substâncias até 31 e 21 dias após antese, respectivamente, com diminuição até a colheita (45 dias após antese).

Os cultivares Carioca, Rudá e Bambuí apresentaram aumento da intensidade da coloração vermelha com colheitas mais tardias, a linhagem RAO33, de tegumento vermelho apresentou tendência inversa (Figura 7). Resultados semelhantes aos obtidos nos cultivares Carioca, Rudá e Bambuí foram observados por outros autores (Kays et al., 1980)

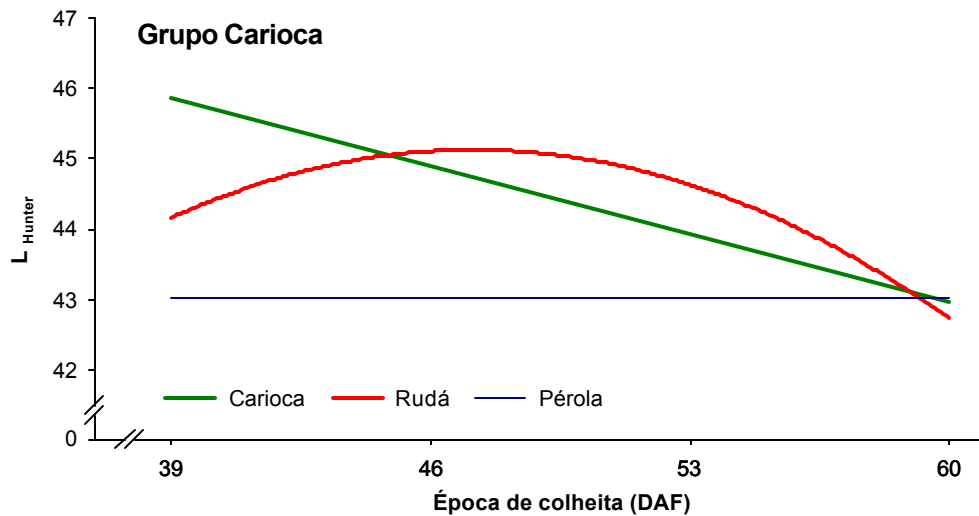


Figura 6 – Estimativa da luminosidade do tegumento por reflectância em função da época de colheita dos respectivos genótipos de feijão. Viçosa-MG, 2000.

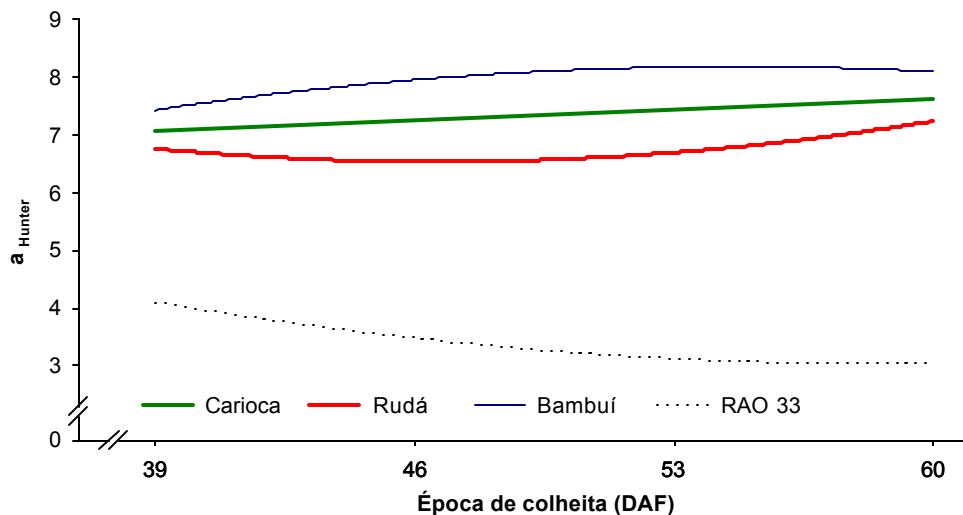


Figura 7 – Estimativa do componente a (vermelho) da coloração de tegumento, obtido por reflectância, em função da época de colheita dos respectivos genótipos de feijão. Viçosa-MG, 2000.

As pigmentações vermelhas provêm de diferentes polifenóis (antocianinas), que são responsáveis pelas cores do tegumento de feijão. Tsuda et al. (1994) observaram alta atividade antioxidante em uma antocianina presente em feijão vermelho, sendo importante para a proteção contra danos oxidativos durante o armazenamento, que podem comprometer a germinação. Por outro lado Chiaradia e Gomes (1997) alertam para o fato de que as

antocianinas estão extremamente relacionadas aos taninos, que reagem com as proteínas do feijão, diminuindo sua digestibilidade e, assim, sua qualidade.

Observaram-se mudanças no teor de amarelo (b_{Hunter}) dos grãos apenas entre os genótipos. Dentro dos grupos comerciais houve diferença significativa apenas entre os genótipos do grupo mulatinho (Quadro 4), apresentando a linhagem A774 o tegumento mais amarelo, seguida do cultivar Bambuí, e com tegumento com menor teor de amarelo a linhagem PR 9115957.

Quadro 4 – Médias estimadas do componente *b* da coloração de tegumento, obtido por reflectância, dos 11 genótipos de feijão. Viçosa-MG, 2000.

Grupo	Genótipo	Médias *
Mulatinho	A 774	11,24 A
	Bambuí	10,26 B
	PR 9115957	9,21 C
Carioca	Carioca	8,97 D
	Pérola	8,89 D
	Rudá	8,77 D
Roxo	RAO 33	0,97 E
Preto	Diamante Negro	0,21 F
	Xamego	0,15 F
	LR 9115398	0,15 F
	LM 93204217	0,04 F

* As médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação à absorção de água antes da cocção, observa-se na Figura 8 que os valores máximos apresentam-se na primeira colheita, havendo redução linear nos valores dessa característica para os genótipos Carioca e Bambuí nas sucessivas colheitas. Os genótipos PR9115957 e Diamante Negro também apresentaram redução dessa característica até a última colheita. Para os demais genótipos houve redução na absorção até 54 DAF, havendo a partir de então uma resposta crescente ao retardamento na colheita.

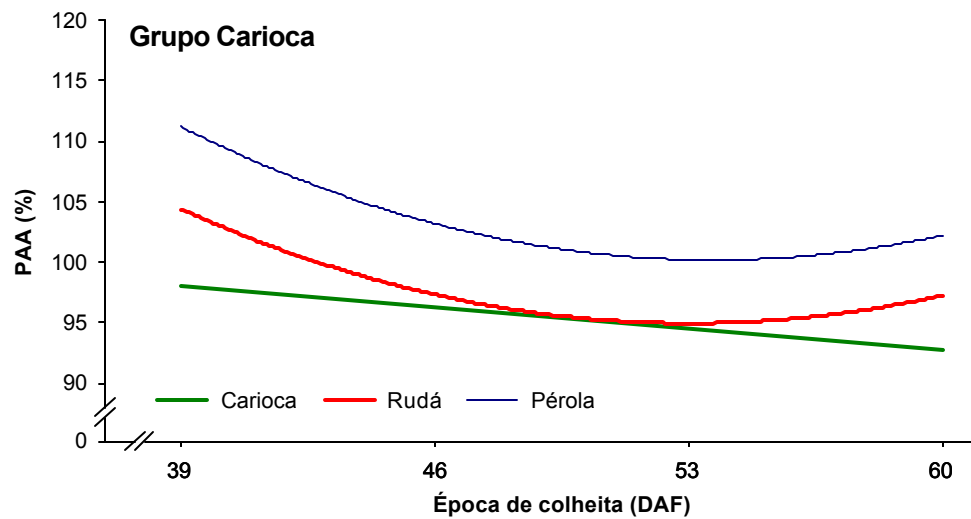
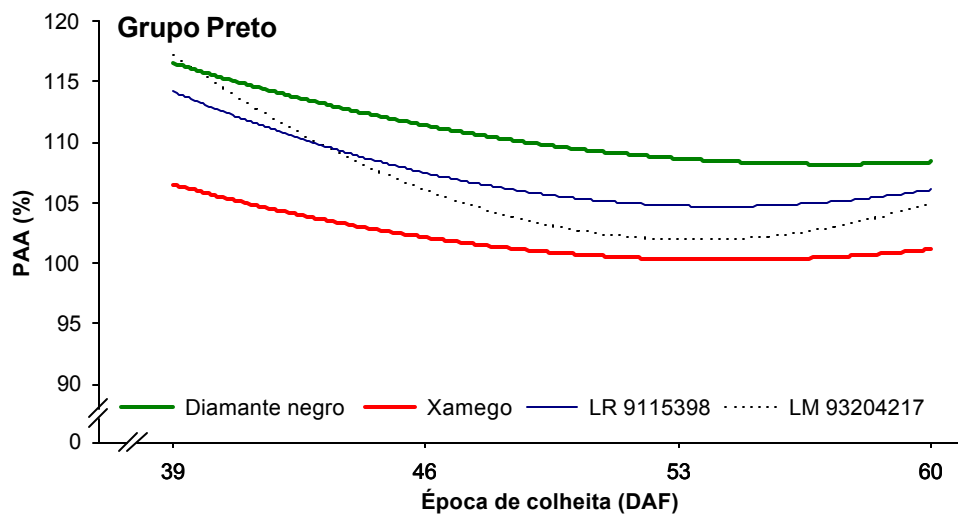
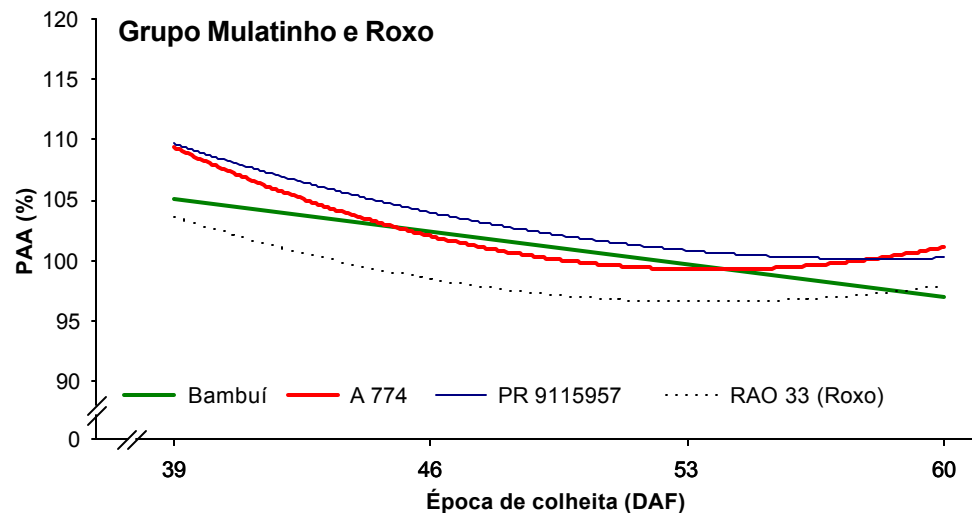


Figura 8 – Estimativas da porcentagem de absorção de água (PAA) em função da época de colheita dos respectivos genótipos. Goiânia-GO, 1999.

Na Figura 9 pode-se observar que o tempo de cocção aumentou linearmente para as sucessivas épocas de colheita dos genótipos Carioca, Pérola, Diamante Negro, Xamego e LR9115398. As linhagens LM93204217 e RAO33 apresentaram aumento no tempo de cocção até 50 e 51 DAF, havendo redução a partir desse ponto. O genótipo Rudá comportou-se diferentemente, apresentando queda no tempo de cocção até 47 DAF, seguida de aumento expressivo nesta característica até a última colheita.

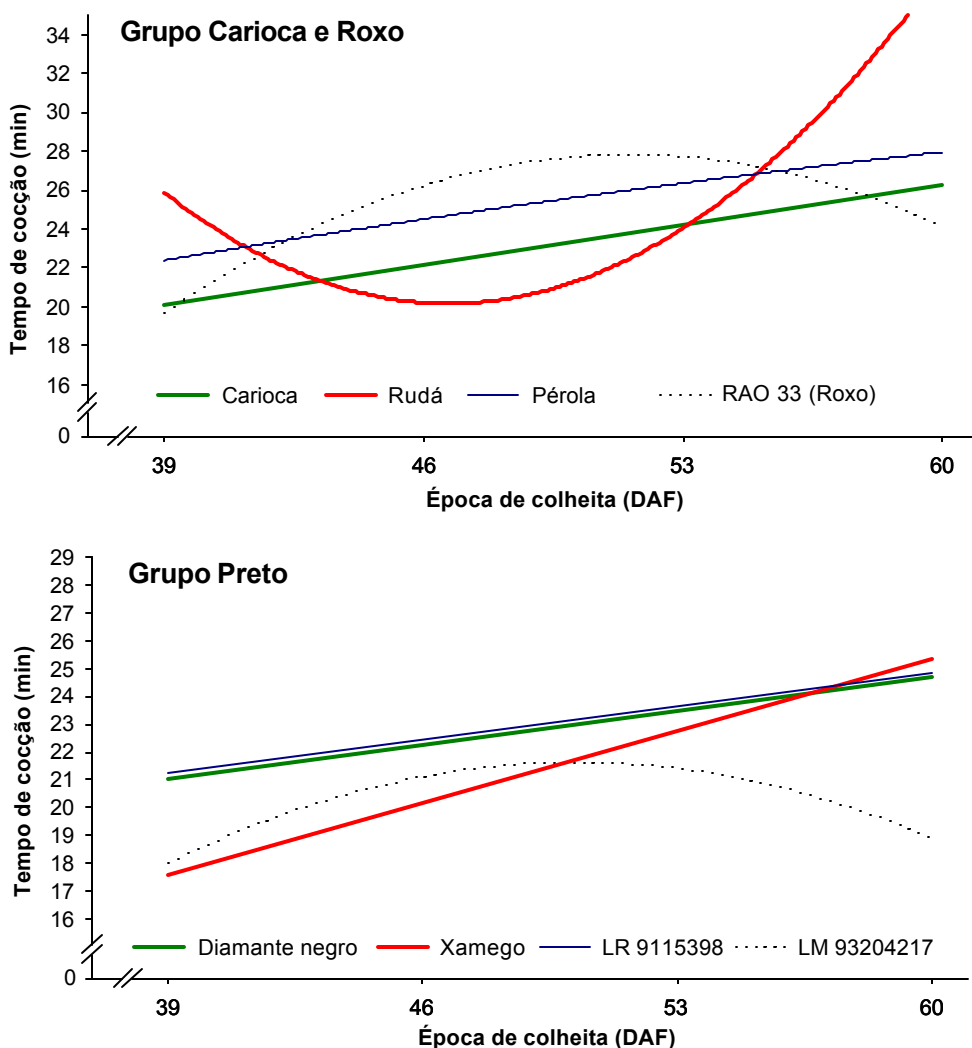


Figura 9 – Estimativas do tempo de cocção em função da época de colheita dos genótipos. Goiânia-GO, 1999.

Os resultados obtidos com o tempo de cocção para D. Negro, Xamego, Carioca, Pérola e Rudá concordam com os resultados obtidos por Hsieh

(1992), onde foi observado o aumento do tempo necessário para a cocção de grãos colhidos em estágio de maturação mais avançado. Para as linhagens LM93204217 e RAO33 houve resposta quadrática do tempo de cocção às épocas de colheita, apresentando máximo aos 50 e 51 DAF, respectivamente (Figura 9).

Foi observado que a época de colheita não afetou o tempo de cocção para os genótipos do grupo mulatinho (Quadro 1A), e que entre os genótipos desse grupo, as linhagens apresentaram tempo de cocção maior que a variedade comercial Bambuí, com exceção somente da segunda colheita onde a linhagem A 774 foi semelhante a Bambuí. Já para o grupo preto as linhagens apresentaram tempo de cocção comparável as variedades comerciais, destacando-se, contudo, a linhagem LM93204217, que apresentou menor tempo de cocção na última colheita (Quadro 3A).

De modo geral, observa-se com os diferentes resultados de tempo de cocção apresentados pelos genótipos em função da época de colheita, que existe influência significativa do genótipo nas respostas da característica avaliada.

Após a cocção constatou-se que para a maioria dos genótipos a absorção de água durante a cocção não apresentou resposta às diferentes épocas de colheita (Figura 10). Apenas o genótipo Bambuí mostrou crescimento linear na percentagem de absorção de água durante a cocção, com o retardamento na colheita, e os genótipos RAO33, A774 e Carioca que tiveram a absorção aumentada até aproximadamente entre a segunda e a terceira colheita.

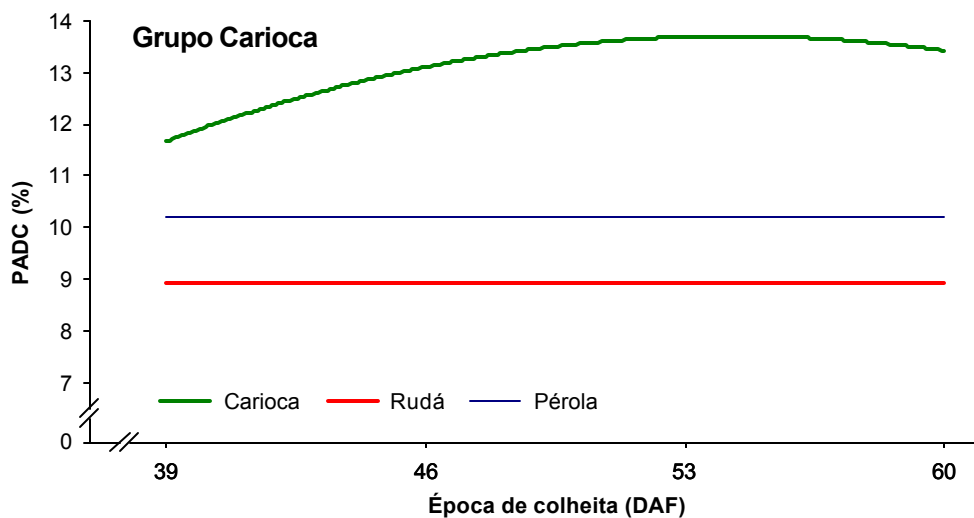
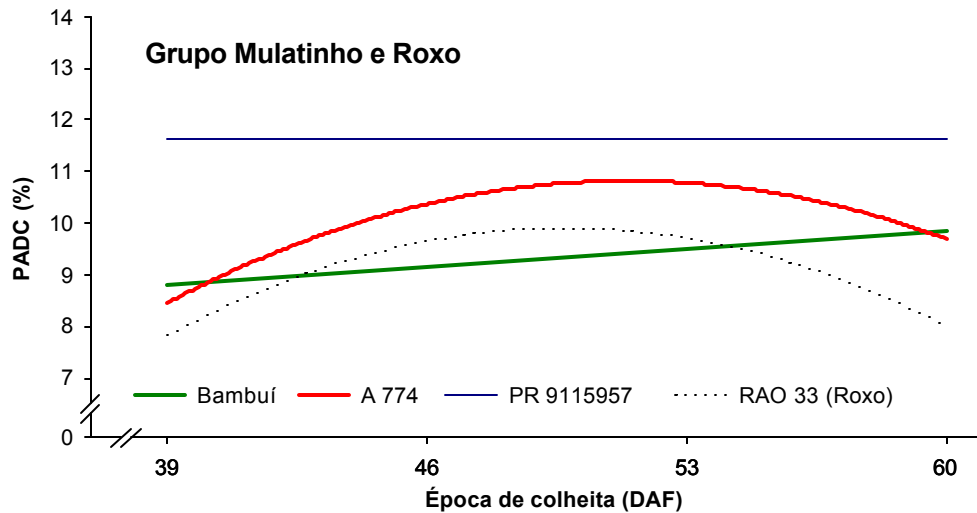


Figura 10 – Estimativa da porcentagem de absorção de água durante cocção (PADC) em função da época de colheita dos respectivos genótipos. Goiânia-GO, 1999.

A porcentagem de grãos inteiros após a cocção só apresentou resposta às diferentes datas de colheita para os genótipos LM93204217, Carioca e RAO33 (Figura 11), onde os valores mínimos foram encontrados aos 49 DAF, aproximadamente.

Para a última colheita não se observou diferenças na porcentagem de grãos inteiros entre os genótipos (Quadro 3A). Os valores encontrados foram acima de 85%, mostrando, juntamente com o tempo de cocção mais elevado, que há um possível endurecimento do tegumento com o processo de maturação.

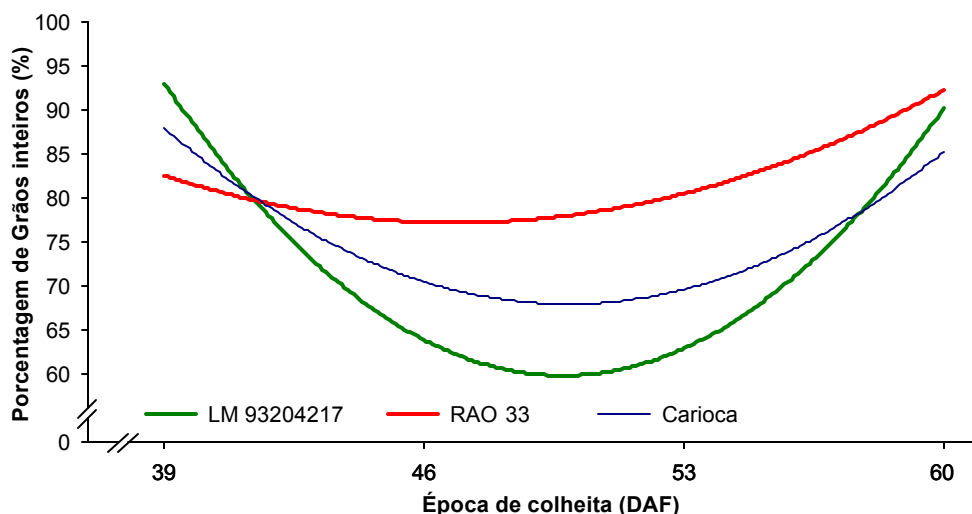


Figura 11 – Estimativa da porcentagem de grãos inteiros após a cocção em função da época de colheita dos respectivos genótipos. Goiânia-GO, 1999.

Para estes genótipos que apresentaram redução na porcentagem de grãos inteiros com as épocas de colheita, até 49 DAF, observa-se também o aumento concomitante no tempo de cocção, que pode ter influenciado nessa característica. E com o aumento da firmeza dos grãos com o decorrer da maturação, também observado por Kays et al. (1980), os grãos podem ter passado a resistir um maior tempo de cocção sem haver o rompimento do tegumento, justificando o aumento na porcentagem de grãos inteiros com as colheitas posteriores.

Observa-se com relação à porcentagem de tegumento, que mesmo a linhagem LM93204217, que apresentou PT estatisticamente igual aos genótipos com maiores médias (Quadro 5), foi suscetível ao fendilhamento dos grãos.

Para a porcentagem de sólidos solúveis no caldo de cocção também houve resposta variada para as épocas de colheita (Figura 12). Os genótipos RAO33, LR9115398 e Pérola responderam de forma linear e crescente às épocas de colheitas. Já o genótipo PR9115957 apresentou queda da porcentagem de sólidos solúveis. Os genótipos Bambuí e Diamante Negro tiveram resposta crescente até 53 DAF, e a linhagem LM93204217 até 56 DAF. Sendo que os demais genótipos não responderam diferencialmente para as várias épocas de colheita.

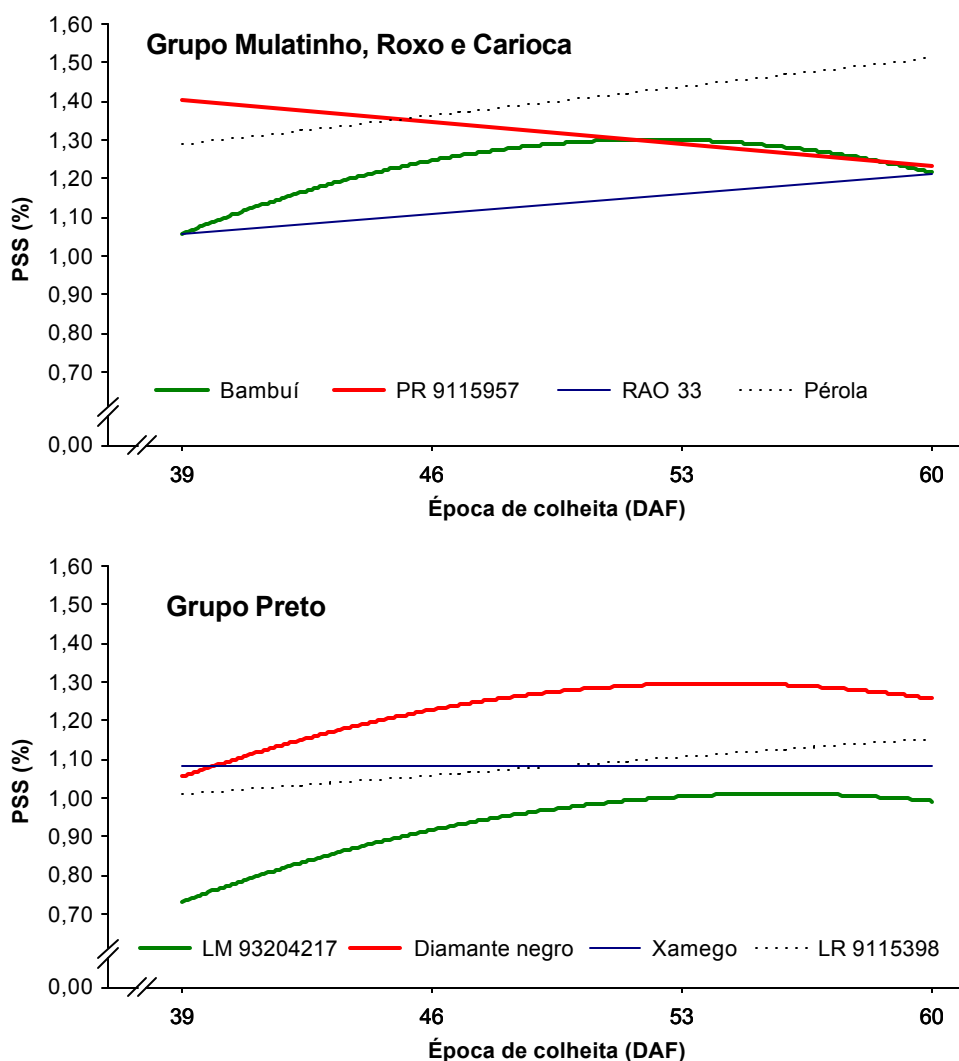


Figura 12 – Estimativas da percentagem de sólidos solúveis no caldo de cocção (PSS) em função da época de colheita dos respectivos genótipos. Goiânia-GO, 1999.

Os resultados do Quadro 5 mostram que os genótipos do grupo mulatinho e preto, com exceção da variedade Diamante Negro, apresentaram maiores percentagens de tegumento nos grãos, e as variedades Carioca e Rudá as menores percentagens, ficando as variedades Pérola e Diamante Negro, juntamente com a linhagem RAO 33, com valores intermediários de percentagem de tegumento.

Coelho e Lajolo (1993), estudando a percentagem de tegumento no cultivar Aroana 80 durante a maturação, encontraram decréscimo nestes valores dos 10 aos 45 dias após a antese (55,4 e 10,4% respectivamente). Sendo esse resultado final próximo aos mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 – Médias estimadas da percentagem de tegumento (PT) dos 11 genótipos de feijão. Goiânia-GO, 1999.

Grupo	Genótipo	Médias *
Mulatinho	PR 9115957	12,18 A
	Bambuí	11,62 A
	A 774	11,61 A
Preto	LM 93204217	11,56 A
	LR 9115398	11,29 A
	Xamego	10,96 A
	Diamante Negro	10,43 B
Roxo	RAO 33	10,42 B
Carioca	Pérola	10,38 B
	Carioca	9,25 C
	Rudá	9,00 C

* As médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Segundo Jaffé, citado por Coelho (1991), os tegumentos das sementes apresentam menor digestibilidade que o feijão integral, provavelmente, por conterem teores relativamente elevados de componentes fenólicos e fitatos. Duarte (1995) também concluiu que o tegumento do feijão, principalmente aqueles mais pigmentados, piora o seu desempenho nutricional e reduz a qualidade protéica da caseína. Assim, os genótipos com menor percentagem de tegumento são melhores nutricionalmente e, possivelmente, mais aceitos pelos consumidores, devido ao tegumento mais delgado.

4.3. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes

A análise de variância dos dados de qualidade fisiológica e sanitária das sementes, incluindo os testes de percentagem de germinação, condutividade elétrica e percentagem de sementes infectadas, mostrou diferença significativa entre os genótipos para todas as variáveis avaliadas. Houve efeito significativo de época de colheita e interação entre época de colheita e genótipos apenas para a variável condutividade elétrica. As sementes, portanto, haviam atingido o máximo potencial de germinação já na primeira época de colheita. Entretanto, diferenças no vigor, avaliadas pelo teste de condutividade elétrica foram observadas (Quadro 6).

Não se observou diferenças da incidência de patógenos em relação as épocas de colheita. Contudo, em soja, diversos trabalhos têm mostrado uma sensível redução da qualidade sanitária das sementes com o retardamento de colheita (Oliveira, 1996).

Quadro 6 - Resumo da análise de variância dos dados de qualidade fisiológica e sanitária das sementes: porcentagem de germinação (PG), porcentagem de sementes infectadas (PSI) e condutividade elétrica (CE)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		PG	CE	PSI
Bloco	2	4,80	429,82	2,94
Genótipos (G)	10	30,28**	3286,80**	3,74*
Resíduo (a)	20	4,18	32,30	1,54
Épocas de colheita (E)	3	5,16 ^{n.s}	414,10**	4,15 ^{n.s}
G x E	30	6,21 ^{n.s}	282,62**	4,06 ^{n.s}
Resíduo (b)	66	6,51	45,92	3,40
CV (b) (%)		2,65	7,29	143,26
Média		96,39	93,00	1,29

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

^{n.s}. Não significativo.

Com relação ao teste de condutividade elétrica das sementes, observa-se na Figura 13 que as linhagens LR9115398 e PR9115957, e os cultivares Pérola e Diamante Negro apresentaram valores mais elevados de condutividade nas primeiras colheitas. Nessa época, possivelmente devido à alta proporção de sementes ainda em fase de formação, a capacidade de reorganização das membranas celulares no processo de embebição fica comprometida, o que segundo Woodstock (1973) e Grabe (1976), favorece a liberação de maior quantidade de eletrólitos na solução e perda de vigor.

A linhagem RAO33 apresentou aumento da condutividade elétrica, com máximo aos 50 DAF, e queda neste valor após esse período (Figura 13).

Para as linhagens LR9115398 e PR9115957 os menores valores de condutividade foram obtidos aos 57 e 54 DAF, respectivamente, com a tendência de aumento a partir desses valores. Já para o cultivar Rudá, o maior valor de condutividade obtido no período de avaliação foi na última colheita, ou

seja, aos 60 DAF, e o valor mínimo aos 48 DAF (Figura 13). Esse aumento expressivo na condutividade do cultivar Rudá após os 48 DAF, e início de elevação da condutividade para as linhagens LR9115398 e PR9115957, pode já estar relacionado com o processo de deterioração que a semente apresenta após a maturação fisiológica.

Para os cultivares Pérola e Diamante Negro houve decréscimo linear da condutividade elétrica em relação às épocas de colheita.

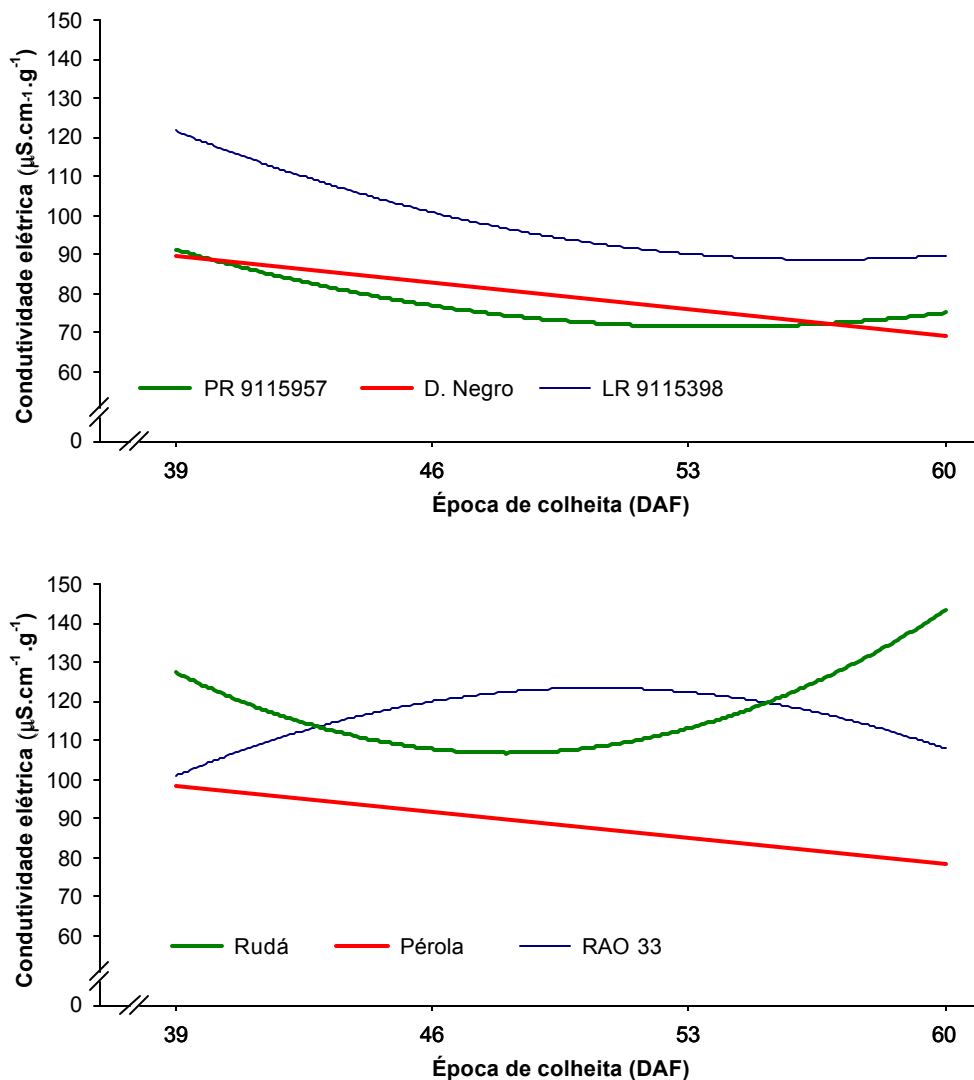


Figura 13 - Estimativa da condutividade elétrica das sementes em função da época de colheita dos genótipos. (Viçosa, Minas Gerais, 2000).

5. CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, conclui-se que:

- A época de colheita influenciou em todos os caracteres estudados, com exceção da percentagem de tegumento dos grãos e germinação e sanidade das sementes.
- Nas colheitas mais precoces foram observados grãos menores com maior capacidade de absorção de água pelos grãos.
- Para a cultivar Rudá a colheita pode ser realizada aos 46 dias após a floração, permitindo menor escurecimento dos grãos, menor tempo de cocção dos grãos e melhor vigor das sementes.
- Para as demais variáveis, houve resposta variada dos genótipos às épocas de colheita.
- As linhagens do grupo Mulatinho apresentaram maior tempo de cocção.
- A linhagem LM93204217, do grupo preto, apesar de apresentar menor tempo de cocção, mostrou menor percentagem de sólidos solúveis e baixa percentagem de grãos inteiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.M. de S. e VIEIRA, C. Efeitos da colheita, em diferentes estádios de maturação sobre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Experientiae**, Viçosa. v.14, n.7, p.161-177. 1972.
- BARROS, A. S. R. Maturação e colheita de sementes. In: MARCOS FILHO, J., CÍCERO, S. M., SILVA, W. R. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.107-34.
- BEDFORD, L.V. Conductivity tests in commercial and hand harvested seed for pea cultivars and their relation to field establishment. **Seed Science Technology**, Zurich, 2(3):323-35, 1974.
- BRACCINI, A. L. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de linhagens e variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento**. Viçosa: UFV, 1993. 109p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade federal de Viçosa, 1993.
- BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Ed.). **Cultura de feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.639-667.
- BRASIL. Ministério da Agricultura a Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRESSANI, R.; NAVARRETE, D.A.; GARCIA-SOTO, A. et al. Culinary practices and consumption characteristics of common beans at the rural home level. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, 38:925-934, 1988.
- BRESSANI, R. Revision Sobre la Calidad del Grano de Frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, 39(3):419-443, 1989.

- BRESSANI, R.; MORA, D.R.; FLORES, R. et al. Avaliação de los métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estos provocan en la digestibilidad de la proteína. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 4/(4):569-583, 1991.
- BROWER, H.M. e MULDER, J.C. Reduced steeping time for the conductivity vigor test of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal Seed Technology**, 7(1):85-96, 1982.
- BURR, H. K., KON, S., MORRIS, H. J. Cooking rates of dry beans influenced by moisture content and temperature and time of storage. **Food Technology**, Champaign, v.22, p. 336-339. 1968.
- CARRILLO, G.V. e RAMOS, F. C. Physical and technological characteristics and protein contents of wild and cultivated beans (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 42: 2, 201-209, 1992.
- CARVALHO, N.M. e NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429p.
- CHIARADIA, A.C.N. e GOMES, J.C. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. Viçosa: Fundação Artur Bernardes, 1997. 180p.
- COELHO, J.V. e LAJOLO, F. M. Evolução dos fenólicos totais e taninos condensados (Proantocianidinas) durante o desenvolvimento das sementes do feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 43: 1, 61-65, 1993.
- COELHO, R.C. Considerações sobre as proteínas do feijão. **Revista de Nutrição**, 4(1):122-45, 1991.
- DEL GIÚDICE, M. P. **Influência de temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em quatro épocas**. Viçosa: UFV, 1990. 60p. (Tese M.S.).
- DELOUCHE, J.C. Environmental effects on seed development and seed quality. **Hortscience**, Alexandria, v.15, n.6, p.13-17. 1980.
- DESPHANDES, S.S. e CHERYAN, M. Microstructure and water uptake of Phaseolus and Winged beans. **Journal of Food Science**, 51(5):1218-1223, 1986.
- DOMINGOS, M. **Dessecação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): Efeito sobre a produtividade e a qualidade das sementes**. Viçosa: UFV, 1998. 89p. (Tese D.S.).
- DUARTE, M.S.L **Efeito do tegumento e do caldo de cocção do feijão na qualidade protéica**. Viçosa: UFV, 1995. 52p. (Tese M.S.).

- ELIAS, L.G. Conocimiento actuales sobre al proceso de endurecimiento del frijol. **Archivos Latinosmericanos de Nutrición**, Guatemala; v. 32, n. 2, p. 233-257, jun. 1982.
- ELIAS, L.G.; FERNANDEZ, D.G.; BRESSANI, R. Possible Effects of SeedCoat Polyphenolics on the Nutritional Quality of Bean Protein. **Journal of Food Science**, 44(2):524-527, 1979.
- FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica da semente. In: FRANÇA NETO, J. B., HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica a sanitária da semente de soja**. Londrina, EMBRAPA - CNPSo, 1984. 39p. (EMBRAPA - CNPSo. Comunicado Técnico, 9).
- FRANÇA NETO, J. B., KRZYZANOWSKI, F. C. **Sementes enrugadas: novo problema da soja**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 1990. 4p. (EMBRAPA - CNPSo. Comunicado Técnico, 49).
- GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **Journal Seed Technology**, East Lansing, 1(2):18-31, 1976.
- HEIL, J.R.; MCCARTHY, M.J.; OZILGEN, M. Parameters for predicting canning quality of dry kidney beans. **Journal Science Food and Agricultural**. Essex : Elsevier Applied Science. 1992. v. 60 (4) p. 519-523.
- HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Problems associated with routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science Technology**, 12:403-13, 1984.
- HOHLBERG, A.I. e STANLEY, D.W. Hard-to-Cook Defect in Black Beans: Protein and Starch Consideration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 35:571-576, 1987.
- HSIEH, H.M; POMERANZ, Y.; SWANSON, B.G. Composition, cooking time, and maturation of azuki (*Vigna angularis*) and common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Cereal Chemistry**. 1992, 69: 3, 244-248.
- IADEROZA, M.; SALES, A. M.; BALDINI, V.L.S.; SARTORI, M.R.; FERREIRA, V.L.P. Atividade de polifenoxidase a alterações da cor a dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) durante o armazenamento. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 19, p. 154-64, 1989.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, Switzerland, ISTA, 1981. 72p.
- JORDÃO, B.A.; CARVALHO, G.R.; SARTORI, M.R.; ANGELUCCI, E.; LEITÃO, M.F.F.; COSTA, S.L; MIYA, E.E. Armazenamento de feijão de mesa em escala industrial, a granel em silo ventilado artificialmente. **Coletânea do ITAL**, Campinas, vol. 7, p. 265-98, 1976.

- KAYS, S.J., WILLIAMS, J.W.; DAVIS, D.T. Harvest of dry beans in the pre'dry stage of development: Effect on yield anti processed product quality. **Journal American Sic Horticultural Science** 105:15-17. 1980
- KRZYZANOWSKI, F.C., GILIOLI, J.L., MIRANDA, L.C. Produção de sementes no cerrado. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Ed). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 465-522
- LEÓN, L.F.; BRESSANI, R.; ELÍAS, L.G. Efectos de la cascara sobre el mecanismo de endurecimento del frijol comum. **Instituto de Nutrición de Centro América y Guatemala**, 1990.
- MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Lavras, SAL/FAEPE, 1988. 107p.
- MACHADO, J.C. e TEIXEIRA, H. Testes de sanidade de sementes. In: **Cultura do feijoeiro comum no Brasil** / coordenado por Ricardo Silva Araujo [et al.]. – Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786p.
- MARCOS FILHO, J. Maturidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.4, p. 447-60,1980.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: Importância e utilização. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes** / [Editado por] Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e França Neto, J. de B. Londrina : ABRATES, 1999. 218p.
- NEEGAARD, P. **Seed pathology**. London, MacMillan Press, 1979. v.2. 1259p.
- NEUBERN, R.G. e CARVALHO, N.M. Maturação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, Jaboticabal, v.4, n. 1, p.28-32, 1976.
- OLIVEIRA, M.A.; MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. The role of split seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soybean, as measured by the electrical conductivity test. **Seed Science Technology**, Zurich, 12(2):659-68, 1984.
- OLIVEIRA, D. A. de. **Qualidade fisiológica e produção de aldeidos em sementes de linhagens com ausência de lipoxigenases e em sementes de cultivares de soja**. Viçosa: UFV, 1996. 67p. (Tese M.S.)
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1988. p.125-56.
- RAMALHO, M.A.P. e ABREU, A. de F.B. Cultivares. In: **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas** / [Editado por] Clibas Vieira; Trazilbo José de Paula Júnior; Aluizio Borém. – Viçosa: UFV, 1998. 596p.

- RATNAYAKE, S. e SHAW, D.R. Effects of harvest-aid herbicides on soyabean (*Glycine max*) seed yield and quality. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.2, p.339-344, 1992.
- RENA, A.B e VIEIRA, C. Efeito da colheita, em diferentes estádios de maturação, na produção e na qualidade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Experientiae**, Viçosa, v.11, n.6, p.239-257, 1971.
- RESENDE, J.C.F. **Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes épocas de colheita e condições de armazenamento.** Viçosa, MG: UFV, 1993. 115p. (Tese M.S.)
- ROCHA, J.A.M.; VIEIRA, N.R. de A.; VIEIRA, E.H.N. e AIDAR, H. **Efeitos da antecipação da colheita sobre a produtividade e a qualidade da semente do feijão de terceira época de plantio.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1983. 15p. (Boletim de pesquisa, 2)
- SARTORI, M. R. Armazenamento. In: **Cultura do feijoeiro comum no Brasil** / coordenado por Ricardo Silva Araujo [et al.]. – Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786p.
- SHEHATA, A.M. Hard-to-cook phenomenon in legumes. **Food Reviews International**, 8(2):191-221, 1992.
- SHELLIE, K.C.; HOSFIELD, G.L. Genotype X environmental effects on food quality of common bean: resource-efficient testing procedures. **Journal American Societ Horticultural Science**. Alexandria, Va. : The Society. July 1991. v. 116 (4) p. 732-736.
- SILVA, C.M. da; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C.S. Qualidade fisiológica das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) colhidas em diferentes períodos após a fecundação do óvulo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 22, n.122, p.264-271, 1975.
- SILVA, J. G. da e FONSECA, J. R. da. Colheita. In: **Cultura do feijoeiro comum no Brasil** / coordenado por Ricardo Silva Araujo [et al.]. – Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786p.
- SILVA, J. de S. e QUEIROZ, D. M. de. Colheita, Trilha, Secagem e Armazenagem. In: **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas** / [Editado por] Clibas Vieira; Trazilbo José de Paula Júnior; Aluizio Borém. – Viçosa: UFV, 1998. 596p.
- STEERE, W.C.; LEVENGOOD, W.C.; BONDIE, J.M. An electronic analyser for evaluation seed germination and vigor. **Seed Science Technologi**, Zurich, 12(2):659-68, 1981.

- TSUDA, T.; OHSHIMA, K.; KAWAKISHI, S.; OSAWA, T. Antioxidative pigments isolated from the seeds of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 42: 2, 248-251, 1994.
- VIEIRA, R.V. **Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)** Lavras: ESAL, 1991. (Tese Mestrado).
- VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C. e RAMOS, J. A. de O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: EPAMIG, 1993. 131p.
- VIEIRA, E. H. N. e VIEIRA, N. R. de A. **Indicadores visuais da maturação fisiológica do feijão**. Goiânia: Embrapa-CNPAP-APA, 1997. 22p.
- VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do Feijão. In: **Melhoramento de espécies cultivadas** / [Editado por] Aluizio Borém. – Viçosa: UFV, 1999. 817p.
- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science Technology**, 1:127-57, 1973.
- WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Tecnology**, Springfield, 12(1):1-15, 1988.

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1A – Equação de regressão ajustada das variáveis peso de cem grãos (PCG), percentagem de absorção de água (PAA), percentagem de absorção de água durante a cocção (PADC), percentagem de grãos inteiros (PGI), percentagem de sólidos solúveis (PSS), tempo de cocção (TC). luminosidade do tegumento (L), em função da época de colheita de cada genótipo de feijão e respectivos coeficientes de determinação.

Genótipos	Variáveis	Equação ajustada	R ²
Carioca	PCG	= -18,0908 + 1,5957** EP – 0,0151** EP ²	0,72
	PAA	= 106,619 – 0,2239** EP	0,77
	PADC	= -25,4473 + 1,5502 ^{ns} EP – 0,0154* EP ²	0,22
	PGI	= 486,852 – 16,7973 ^{ns} EP + 0,1684** EP ²	0,56
	PSS	= 1,1072	-
	TC	= 13,1999 + 0,1865* EP	0,33
	Rudá	PCG	= -7,5956 + 1,0398** EP – 0,0094* EP ²
PAA		= 229,527 – 5,0740** EP + 0,0478** EP ²	0,92
PADC		= 8,9110	-
PGI		= 95,0833	-
PSS		= 1,0490	-
TC		= 231,047 – 9,0365** EP + 0,0968** EP ²	0,91
Pérola		PCG	= -31,9458 + 2,1764** EP – 0,0201** EP ²
	PAA	= 247,458 – 5,4876 EP** + 0,0511** EP ²	0,91
	PADC	= 10,2065	-
	PGI	= 96,3333	-
	PSS	= 0,8758 + 0,010** EP	0,39
	TC	= 12,2025 + 0,2647** EP	0,59
	Bambuí	PCG	= 18,5835 + 0,1034** EP
PAA		= 118,457 – 0,3470** EP	0,58
PADC		= 2,1879 + 0,1567** EP	0,36
PGI		= 95,2500	-
PSS		= -3,1469 + 0,1746 ^{ns} EP – 0,0017** EP ²	0,24
TC		= 18,0097	-
A774		PCG	= -24,9153 + 1,9243** EP – 0,0182** EP ²
	PAA	= 234,300 – 5,0312** EP + 0,0469** EP ²	0,81
	PADC	= -29,7190 + 1,5766 ^{ns} EP – 0,01533* EP ²	0,33
	PGI	= 89,8333	-
	PSS	= 1,1109	-
	TC	= 22,5764	-
	PR9115957	PCG	= 18,7797 + 0,1627** EP
PAA		= 187,572 – 3,0054** EP + 0,0258** EP ²	0,97
PADC		= 11,6233	-
PGI		= 97,8333	-
PSS		= 1,7274 – 0,0083** EP	0,49
TC		= 23,5708	-

Continuação...

Genótipos	Variáveis	Equação ajustada	R ²
Diamante Negro	PCG	= -22,6775 + 1,7294** EP – 0,0164** EP ²	0,80
	PAA	= 189,6200 – 2,8410** EP + 0,0248** EP ²	0,88
	PADC	= 11,5578	-
	PGI	= 99,3333	-
	PSS	= -1,8608 + 0,1172** EP – 0,0011* EP ²	0,72
	TC	= 14,1758 + 0,1753* EP	0,57
Xamego	PCG	= -10,7153 + 1,1617 ^{ns} EP - 0,0114** EP ²	0,66
	PAA	= 178,415 – 2,8772 EP** + 0,0265** EP ²	0,70
	PADC	= 9,2796	-
	PGI	= 97,9166	-
	PSS	= 1,0819	-
	TC	= 3,2700 + 0,8644** EP	0,88
LM93204217	PCG	= -15,3612 + 1,2091** EP – 0,0102* EP ²	0,74
	PAA	= 304,737 - 7,5414** EP + 0,0701** EP ²	0,92
	PADC	= 6,9421	-
	PGI	= 784,616 – 29,2074 ^{ns} EP + 0,2942** EP ²	0,89
	PSS	= -2,0075 + 0,1078** EP – 0,0010* EP ²	0,68
	TC	= -53,3312 + 2,9967 ^{ns} EP – 0,0210* EP ²	0,42
LR9115398	PCG	= -15,0549 + 1,3870** EP – 0,0127** EP ²	0,71
	PAA	= 225,177 – 4,4467** EP + 0,0410** EP ²	0,82
	PADC	= 9,6730	-
	PGI	= 94,0833	-
	PSS	= 0,7445 + 0,0068* EP	0,55
	TC	= 14,4447 + 0,1737* EP	0,43
RAO33	PCG	= -11,5791 + 1,3769** EP – 0,0126** EP ²	0,86
	PAA	= 191,880 – 3,5604** EP + 0,0333** EP ²	0,92
	PADC	= -65,4157 + 3,0550 ^{ns} EP – 0,0304** EP ²	0,43
	PGI	= 440,286 – 15,2244 ^{ns} EP + 0,1565** EP ²	0,29
	PSS	= 0,7690 + 0,0074* EP	0,38
	TC	= -181,295 + 8,2769** EP – 0,0807** EP ²	0,39

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

^{ns}. Não significativo.

Quadro 2A – Médias estimadas do peso de 100 grãos (PCG), percentagem de absorção de água (PAA) e percentagem de absorção de água durante a cocção (PADC) dos 11 genótipos de feijão, em quatro épocas de colheita. Goiânia-GO, 1999.

Genótipo	Épocas de colheita*											
	PCG				PAA				PADC			
	39	46	53	60	39	46	53	60	39	46	53	60
BambuÍ	22,18 B	24,23 C	23,58 C	24,81 C	106,09 E	100,37 C	100,83 C	97,84 D	8,770 C	8,736 C	10,310 C	11,872 A
A774	22,43 B	25,27 B	25,86 B	25,14 C	108,87 D	103,48 B	97,82 D	101,61 C	8,852 C	9,171 C	11,980 B	9,294 C
PR9115957	25,06 A	26,26 A	27,59 A	28,41 A	109,51 D	104,41 B	100,42 C	100,38 C	10,722 B	11,823 A	11,888 B	12,060 A
RAO33	22,85 B	25,15 B	25,77 B	25,59 C	103,56 F	98,60 D	96,46 D	98,02 D	7,678 D	10,078 C	11,705 B	8,143 C
D. Negro	19,86 D	22,10 D	23,01 C	22,04 E	116,80 A	110,46 A	109,53 A	108,05 A	11,840 A	10,639 B	11,817 B	11,935 A
Xamego	17,21 F	18,63 F	18,75 E	17,92 G	106,83 E	101,07 C	101,35 C	100,78 C	9,076 C	9,785 C	9,180 C	9,077 C
LM93204217	16,14 F	19,40 F	19,57 E	20,84 F	117,49 A	105,15 B	102,77 C	104,16 B	6,698 D	7,268 D	7,063 D	6,739 D
LR9115398	19,62 D	22,14 D	22,49 C	22,52 E	114,63 B	106,00 B	106,17 B	105,59 B	9,195 C	9,576 C	9,456 C	10,464 B
Carioca	21,07 C	23,99 C	23,67 C	23,64 D	98,43 G	95,41 D	94,95 D	93,36 E	11,918 A	12,371 A	14,425 A	11,862 A
Rudá	18,55 E	20,39 E	20,87 D	20,86 F	104,48 F	97,00 D	95,25 D	97,14 D	8,783 C	9,238 C	9,190 C	8,433 C
Pérola	22,25 B	26,29 A	26,53 B	26,64 B	111,69 C	101,65 C	101,72 C	101,69 C	10,027 B	10,551 B	10,066 C	10,182 B

* As médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 3A – Médias estimadas da percentagem de grãos inteiros (PGI), percentagem de sólidos solúveis (PSS) e tempo de cocção (TC) dos 11 genótipos de feijão, em quatro épocas de colheita. Goiânia-GO, 1999.

Genótipo	Épocas de colheita*											
	PGI				PSS				TC			
	39	46	53	60	39	46	53	60	39	46	53	60
Bambuí	98,00 A	96,00 A	90,00 A	97,00 A	1,104 C	1,104 B	1,441 A	1,105 C	16,81 C	18,31 B	19,03 C	17,89 D
A774	92,67 A	95,33 A	79,00 B	92,33 A	1,098 C	1,102 B	1,181 B	1,063 D	21,89 B	20,99 B	24,55 B	22,88 C
PR9115957	99,67 A	99,33 A	96,33 A	96,00 A	1,372 A	1,376 A	1,333 A	1,193 C	24,98 A	22,73 A	23,03 B	23,55 C
RAO33	83,67 B	73,67 B	70,33 C	91,00 A	1,092 C	1,092 B	1,083 B	1,267 B	20,53 C	23,64 A	35,93 A	23,23 C
D. Negro	99,33 A	98,00 A	100,00 A	100,00 A	1,058 C	1,218 B	1,304 A	1,251 B	21,33 B	21,32 B	24,35 B	24,41 C
Xamego	99,67 A	96,00 A	98,33 A	97,67 A	1,051 C	1,058 B	1,148 B	1,071 D	17,28 C	20,08 B	23,98 B	24,56 C
LM93204217	93,33 A	62,67 B	64,00 C	91,00 A	0,754 D	0,852 C	1,065 B	0,975 D	18,65 C	19,19 B	23,34 B	18,01 D
LR9115398	96,67 A	95,67 A	93,00 A	91,00 A	0,994 C	1,109 B	1,052 B	1,172 C	22,45 B	20,89 B	23,04 B	25,79 B
Carioca	88,00 B	70,00 B	70,00 C	85,00 A	1,008 C	1,145 B	1,144 B	1,132 C	19,98 C	21,77 B	24,59 B	23,39 C
Rudá	97,00 A	97,33 A	96,00 A	90,00 A	1,067 C	1,017 B	1,091 B	1,021 D	25,14 A	22,38 A	21,88 B	38,09 A
Pérola	97,67 A	95,33 A	97,33 A	95,00 A	1,230 B	1,479 A	1,386 A	1,508 A	21,95 B	25,84 A	25,03 B	28,40 B

* As médias seguidas de mesma letra constituem um grupo homogêneo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 4A – Equação de regressão ajustada da condutividade elétrica em função da época de colheita de cada genótipo de feijão e respectivos coeficientes de determinação.

Genótipos	Equação ajustada	R ²
Diamante Negro	= 127,777 – 0,979** EP	0,78
LR9115398	= 426,115 – 11,897** EP + 0,104 ^{ns} EP ²	0,98
PR9115957	= -335,753 – 9,840** EP + 0,091** EP ²	0,90
Rudá	= 691,722 – 24,364 ^{ns} EP + 0,253** EP ²	0,99
Pérola	= 134,532 – 0,933** EP	0,89
RAO33	= -347,656 + 18,843 ^{ns} EP - 0,188* EP ²	0,69

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

^{ns}. Não significativo.

Quadro 5A - Médias estimadas do grau de umidade de sementes provenientes de vagens nos diferentes estádios de maturação e épocas de colheita. Goiânia-GO, 1999.

Estádio de maturação da vagem	Umidade (%)			
	Época de colheita (DAF*)			
	39	46	53	60
Verde	62	61	56	-
Madura	55	55	51	52
Semi-seca	49	51	42	38
Seca	31	30	13	13

* DAF – Dias após a floração.