



Maturação e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi

Glauce Portela de Oliveira^{1*}, Otoniel Magalhães Morais²

RESUMO- A cultura do feijão-caupi possui grande relevância econômica e social na região Nordeste do Brasil. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a maturação e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi, cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Marataoã. O delineamento experimental foi em subparcelas dispostas em blocos casualizados, com quatro repetições. As colheitas iniciaram cinco dias após a abertura de 50% das flores e a partir daí colheitas a cada cinco dias, totalizando oito colheitas. Constatou-se que a maturidade fisiológica das cultivares está compreendida entre os 30 DAA para a cultivar BRS Novaera e aos 35 DAA para BRS Guariba e BRS Marataoã, uma vez que nesses períodos as sementes encontram-se com o máximo de matéria seca e máxima germinação e vigor, além de redução significativa do teor de água que é fundamental para preservação da sua qualidade. A maturidade fisiológica ocorreu em épocas diferentes entre as cultivares de feijão-caupi e as épocas de colheita apresentaram um bom indicativo para discriminar o momento ideal de realização da colheita. Os testes de teor de água, massa seca de sementes, primeira contagem de germinação, germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado foram eficientes para determinar a maturidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: maturidade fisiológica, ponto de colheita, produção de sementes.

Maturation and physiological quality of cowpea seeds

ABSTRACT- Cowpea has great economic and social importance in Northeast Brazil. The study aimed to evaluate the maturation and physiological quality of cowpea seeds of the BRS Guariba, BRS Novaera and BRS Marataoã cultivars. A randomized block design with four replications was adopted. Harvests began five days after the opening of 50% of the flowers and thenceforth harvests every five days, totaling eight harvests. The physiological maturity of cultivars is between 30 DAA to cultivars BRS Novaera and at 35 DAA to BRS Guariba and BRS Marataoã, since these periods the seeds are with maximum dry matter and maximum germination and vigor, and significant reduction of the seeds moisture content which is fundamental to the quality preservation. The physiological maturity occurred at different times between the cowpea cultivars and harvest times showed a good indicator to discriminate the ideal harvest time. Tests for moisture content, seeds dry mass, first germination, germination, electrical conductivity and accelerated aging were effective in determining the seeds physiological maturity.

Keywords: physiological maturity, harvest time, yield and seed quality.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é a leguminosa utilizada na alimentação humana mais cultivada nas áreas semiáridas do nordeste brasileiro. É uma espécie rústica, bem adaptada às condições de clima e solo da região nordeste e ao mesmo tempo possuidora de uma grande variabilidade genética, podendo ser usada em diferentes sistemas de produção, tradicionais ou modernos (FREIRE FILHO et al., 2005).

Os trabalhos relacionados ao ciclo da cultura do feijão-caupi, como o florescimento e a maturação, além da sua capacidade de adaptação às condições ambientais (edáficas e climáticas) são extremamente importantes, uma vez que definem o momento ideal de colheita e o estágio de máxima qualidade das sementes, denominado maturidade fisiológica (POPINIGIS, 1998). Ainda segundo esse autor, a maturidade fisiológica pode variar em

função da cultivar e das condições de ambiente, sendo necessário estabelecer parâmetros para a correta definição da época de colheita, denominados índices de maturação.

A obtenção de sementes com elevada qualidade depende da identificação precisa do momento ideal da colheita, o qual corresponde frequentemente à época em que a maturidade fisiológica é atingida, coincidindo também com o momento de máximo acúmulo de massa seca, elevado vigor e alta germinabilidade potencial (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000).

As atuais pesquisas com o feijão-caupi objetivam desenvolver cultivares com alto potencial produtivo, com maturidade uniforme, perfil ideal para o cultivo mecanizado. Os estudos buscam também cultivares precoces com ciclo de até 60 dias (entre o plantio e a colheita) e grãos de alta qualidade (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Recebido em 20/02/2018; Aceito para publicação em 30/04/2019

¹ Universidade Federal do Mato Grosso

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

*email: glauceoli@gmail.com

No mercado brasileiro existem cultivares de boa aceitação comercial. Entretanto, não há um programa nacional que vise à avaliação e recomendação de cultivares em ambientes específicos (VALADARES et al., 2010)

Sendo a produtividade resultado do uso de cultivares adaptadas à região e um correto manejo da cultura voltado à colheita de sementes de qualidade superior e em estágio de maturação adequados, objetivou-se avaliar o processo de maturação e a qualidade fisiológica de sementes em cultivares de feijão-caupi no município de Vitória da Conquista-BA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista-BA. O clima regional é classificado como tropical de altitude (Cwa) de acordo com Köppen, com pluviosidade média anual em torno de 735 mm. Para a realização do trabalho foram utilizadas três cultivares de feijão-caupi apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das cultivares de feijão-caupi utilizadas no experimento.

Cultivar	Hábito de crescimento	Porte da planta	Comprimento da vagem (cm)	Sementes por vagem	Floração (dias)	Ciclo (dias)	Peso de cem sementes (g)
BRS Guariba ¹	Indeterminado	Semiereto	17,8	12	41	65-70	19,5
BRS Novaera ²	Indeterminado	Semiereto	15	10	41	65-70	20,9
BRS Marataoã ³	Indeterminado	Semi-prostrado	18	15	42	70-75	15,5

Fonte: Freire Filho et al., 2004¹; Freire Filho et al., 2008²; Freire Filho et al., 2005³

Baseando-se nos resultados da análise de solo, iniciou-se o preparo da área para a semeadura, com aração, gradagem e abertura de sulcos. A adubação foi realizada segundo recomendações da Embrapa Meio Norte (2003).

As colheitas iniciaram cinco dias após a antese (abertura de 50% das flores) e a partir daí realizaram-se colheitas a cada cinco dias, totalizando oito colheitas.

Foram colhidas 10 plantas da área útil da parcela e levadas imediatamente para o Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *campus* de Vitória da Conquista-BA, onde caracterizou-se teor de água, massa seca e biometria das sementes provenientes das plantas.

As demais plantas da área útil da parcela foram retiradas do campo, inteiras, e levadas para estufa com filme plástico agrícola. Após 24 horas, as vagens foram retiradas das plantas, colocadas sob proteção da umidade, proporcionando secagem de maneira uniforme até a redução do teor de água, atingindo o ponto de debulha. Após a secagem, as sementes foram encaminhadas para o laboratório acima citado e utilizadas para caracterizar as demais avaliações de qualidade física, fisiológica e o vigor das sementes. Para a determinação de envelhecimento acelerado, as sementes foram analisadas no Laboratório de Sementes da

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de Botucatu-SP.

As sementes utilizadas para esta finalidade foram aquelas provenientes das colheitas a partir dos 20 dias após a antese (DAA), uma vez que as colhidas anteriormente eram muito pequenas e não foi possível retirá-las das vagens secas sem danificá-las.

Para as características avaliadas no campo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados num esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições.

Foram avaliadas nas parcelas três cultivares de feijão-caupi e as subparcelas consistiram das épocas de colheita. As parcelas instaladas constaram de 3 metros de largura por 40 metros de comprimento e foram divididas em 8 subparcelas compostas por 3 metros de largura e 5 metros de comprimento. Três linhas centrais com quatro metros de comprimento perfizeram a área útil de cada subparcela, totalizando 4 m². A densidade de semeadura foi de 8 plantas por metro linear, que foi obtido após desbaste da semeadura de 16 sementes por metro linear. O espaçamento entre linhas foi de 0,50m, totalizando uma população de 160 mil plantas ha⁻¹.

As características avaliadas foram:

- Análise física das sementes

a) Florescimento pleno (FP): Foi determinado pelo número de dias compreendidos entre a emergência e até que 50% das plantas da área útil da parcela

experimental estivessem com pelo menos uma flor aberta.

b) Ciclo das cultivares: determinado pelo número de dias compreendidos entre a semeadura e a colheita.

c) Biometria das sementes (comprimento (CS) e largura das sementes (LS)): determinada por meio de medições diretas com auxílio de um paquímetro digital, onde foram realizadas mensurações de todas as sementes das dez plantas colhidas da área útil da parcela em cada colheita. Os resultados foram expressos em centímetro.

d) Teor de água da semente no momento da colheita (TA): O teor de água das sementes obtidas das dez plantas retiradas da parcela útil por ocasião de cada colheita foi determinado utilizando-se o método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, em quatro repetições de 50 sementes, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido da amostra.

e) Teor de água no momento dos testes (TA): O teor de água das sementes obtidas das plantas retiradas da área útil da parcela por ocasião de cada colheita, e secas em estufa com filme plástico agrícola, foi determinado utilizando-se o método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, em quatro repetições de 50 sementes, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido da amostra.

f) Massa seca das sementes (MS): após a exposição das sementes à avaliação de teor de água, ao final do teste, as sementes foram pesadas e determinada a massa seca para cada repetição. Essa massa foi dividida pelo número de sementes avaliadas, e os resultados foram expressos em grama por semente.

g) Peso de mil sementes (PM): Foram contadas ao acaso, oito subamostras de 100 sementes de cada colheita. Em seguida essas subamostras foram pesadas e posteriormente calculadas as médias, para obtenção da massa de mil sementes, de acordo com BRASIL (2009). O resultado foi expresso em grama.

- Análise fisiológica

a) Teste de Germinação (GER): Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada repetição de campo, semeadas em substrato de papel tipo Germitest, umedecido com 2,5 vezes o seu peso com água deionizada na forma de rolo e depois mantidas em germinador, em posição vertical, a uma temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$. As avaliações foram feitas no quinto e oitavo dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais e anormais, sementes duras, dormentes e mortas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

b) Teste de vigor das sementes

Primeira contagem de germinação (PCG): 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, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

c) *Teste de envelhecimento acelerado (EA)*: Foram acondicionadas 400 sementes, de cada colheita realizada, sobre a tela de caixas plásticas do tipo gerbox para envelhecimento, distribuída em camada única contendo 40 mL de água deionizada. Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas a uma câmara de envelhecimento, marca Hitachi (modelo MT10), regulada a temperatura de 42°C , por 48 horas (DUTRA, TEÓFILO, 2007). Posteriormente, foi conduzido o teste de germinação, com 200 sementes subdivididas em quatro repetições de 50 sementes, conforme descrição anterior, avaliando-se as porcentagens de plântulas normais ao quinto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009). Também foi realizado a avaliação do teor de água após o envelhecimento das sementes, com as demais 200 sementes, subdivididas em 4 repetições de 50 sementes.

c) Teste de condutividade elétrica (CE): Foram utilizadas 200 sementes, obtidas por ocasião de cada colheita, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, pesadas com precisão de 0,01 g e colocadas para embeber em 75 ml de água deionizada em copos plásticos (capacidade de 200 mL), durante 16 horas, a 30°C (DUTRA et al., 2006). Após esse período foi obtida a condutividade da solução de embebição com o auxílio de um condutivímetro Digimed (modelo DM 31), sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de semente.

- Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros. Em seguida foi realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para as variáveis quantitativas foram ajustadas equações de regressão de até 3º grau, em função das datas de colheita. As análises foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que houve diferenciação entre as cultivares de feijão-caupi para o florescimento pleno (FP) bem como para o seu ciclo. A cultivar BRS Marataoã demandou mais tempo para alcançar o florescimento (52 dias após a emergência), enquanto

as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera tiveram floração inicial aos 42 e 44 dias após a emergência. Já o ciclo das cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Marataoã foi de 82 dias, 84 dias e 92 dias após a emergência, respectivamente.

A variação do florescimento é atribuída provavelmente ao momento da identificação do pleno florescimento, ao ambiente de cultivo, assim como pela diferenciação dos genótipos das cultivares.

Na Tabela 1 onde estão apresentados os descritores das cultivares, pode-se observar que, para as cultivares BRS Guariba e BRS Novaera, o número de dias compreendidos entre a emergência e o florescimento foi semelhante, enquanto que para a cultivar BRS Marataoã o florescimento foi mais tardio.

O tempo que a cultivar BRS Marataoã precisou para alcançar o florescimento pleno foi de 51,75 dias, maior que aquele demandado pela cultivar BRS Guariba que obteve florescimento pleno aos 45,75 dias. Nogueira et al. (2014), avaliando a maturação de sementes da cultivar Guariba em diferente

localidade, constatou que o florescimento ocorreu aos 35 dias após a semeadura.

A diferença observada entre o ciclo das cultivares e o encontrado neste trabalho pode ser explicada pela influência por locais, ano agrícola e épocas de cultivo.

Meira et al. (2017), avaliando estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em feijão-caupi sob estresse hídrico severo, observaram que a variação fenotípica foi um pouco mais elevada do que a variação genotípica entre os genótipos avaliados, indicando que houve influência ambiental durante o período de crescimento.

Segundo Motta et al. (2002), fatores como temperatura, umidade do ar, precipitação e fotoperíodo variam com a estação do ano e com a latitude das regiões, o que provavelmente podem ter influenciados nestes resultados.

Em relação às dimensões das sementes (comprimento e largura), a cultivar BRS Novaera obteve maiores médias em todas as colheitas realizadas, igualando o comprimento somente na colheita 6 à cultivar BRS Marataoã (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das características comprimento da semente (CS) e largura da semente (LS), de cultivares de feijão-caupi.

Colheita	CS (cm)			LS (cm)		
	Cultivar			Cultivar		
	G	N	M	G	N	M
1	0,26 C	0,42 A	0,36 B	0,12 C	0,21 A	0,17B
2	0,38 C	0,45 A	0,42 B	0,17 C	0,42 A	0,20 B
3	0,71 B	0,92 A	0,54 C	0,44 B	0,67 A	0,28 C
4	0,95 B	1,16 A	0,73 C	0,45 B	0,91 A	0,39 B
5	1,27 B	1,61 A	0,99 C	0,67 B	0,91 A	0,69 B
6	1,14 B	1,49 A	1,14 B	0,68 B	0,77 A	0,73 A
7	0,94 B	1,02 A	0,94 B	0,61 B	0,71 A	0,67 B
8	0,92 B	1,05 A	0,91 B	0,53 B	0,74 A	0,61 B

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os fatores abióticos e bióticos influenciam o desenvolvimento das sementes e sua variabilidade genética, isto dentro de uma mesma espécie ou até mesmo dentro de uma mesma planta (LUCENA et al., 2017).

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentadas a variação das sementes em comprimento e largura, respectivamente, em função dos dias após a antese.

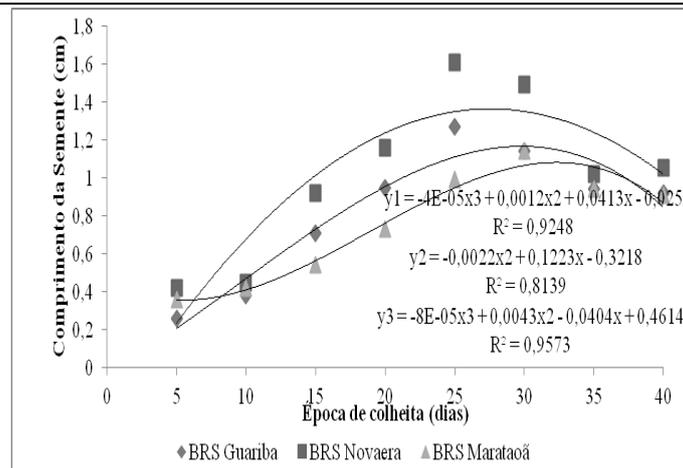


Figura 1. Comprimento da semente de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

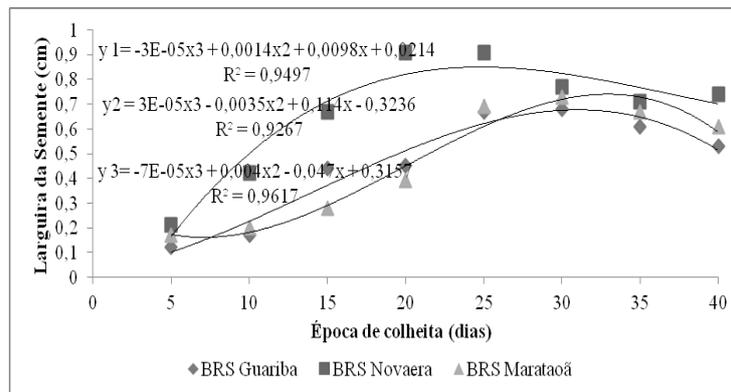


Figura 21. Largura da semente de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

Em geral observa-se que a partir da colheita 6 (30 DAA), em relação ao comprimento e largura das sementes, as dimensões foram reduzidas. Isto provavelmente ocorreu devido ao processo de desidratação das sementes que ocorrem naturalmente após a maturidade. Segundo Carvalho e Nakagawa (1999), este fato está relacionado à redução da umidade das sementes e de massa seca perdida por respiração, onde a semente atinge o conteúdo de matéria seca para o qual está geneticamente programada.

O teor de água das sementes foi reduzindo em função das colheitas e variou entre as cultivares, apresentando maiores médias a cultivar BRS Marataoã nas colheitas 2, 4 e 5 (10, 20 e 25 DAA). A mesma foi semelhante à BRS Guariba aos 5, 15 e 35 DAA seguidas pela cultivar BRS Novaera. Já nas colheitas 6 e 8 (30 e 40 DAA), a cultivar BRS Guariba apresentou médias superiores às demais (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das características teor de água da semente (TA) e massa seca da semente (MS) de cultivares de feijão-caupi.

Colheita	TA (%)			MS (g)		
	Cultivar			Cultivar		
	G	N	M	G	N	M
1	84,39 A	83,7 B	84,57 A	0,09 B	1,19 A	0,03 C
2	84,6 B	83,37 C	86,03 A	0,08 B	1,81 A	0,02 C
3	84,58 A	76,48 B	84,42 A	0,11 C	4,87 A	0,48 B
4	80,74 B	65,61 C	86,3 A	2,32 C	8,19 A	4,41 B
5	66,12 B	44,28 C	71,53 A	6,38 C	9,17 A	7,21 B
6	46,77 A	15,33 C	43,46 B	9,08 B	9,32 A	9,48 A
7	15,32 A	11,31 B	15,19 A	9,77 A	9,09 B	9,84 A
8	13,77 A	10,89 B	8,81 C	6,19 C	6,84 B	8,71 A

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para a massa seca das sementes, a cultivar BRS Novaera apresentou maiores médias entre as cultivares e as épocas de colheita até os 30 DAA, igualando-se à BRS Marataoã. A partir daí, a BRS Marataoã foi superior para esta característica, assemelhando-se à BRS Guariba na colheita 7 (35 DAA).

Para o teor de água da semente (Figura 3), a tendência foi de redução, enquanto que para matéria seca (Figura 4) foi de ampliação, podendo ser observado uma relação inversa entre as duas variáveis, como observado por Alves et al. (2005) e Araújo et al. (2006).

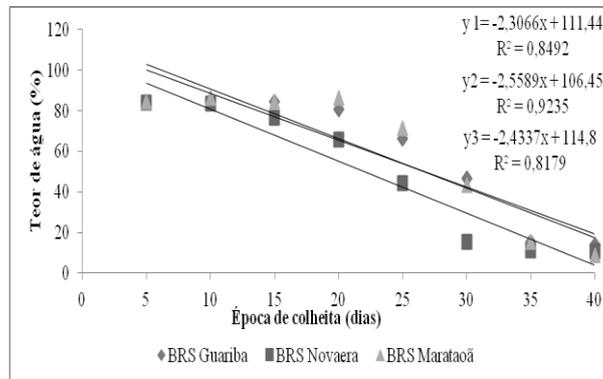


Figura 3. Teor de água da semente de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

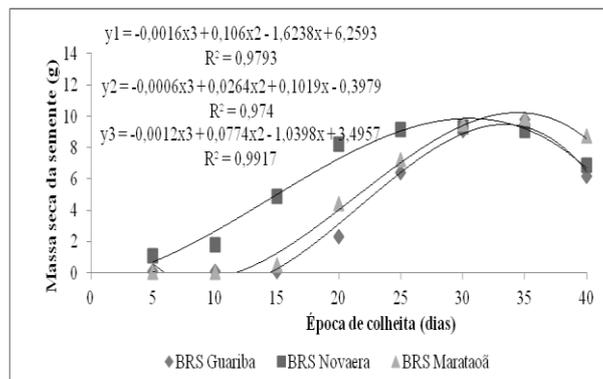


Figura 4. Massa seca da semente de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

Observa-se o crescimento da matéria seca, enquanto o teor de água da semente das cultivares se mantém acima de 40%. Entretanto, a partir de 25 e 30 DAA ocorre a estabilização da matéria seca e uma redução rápida do teor de água das sementes, quando estas apresentam teor de água de 46,77% para a cultivar BRS Guariba, 44,28% para a cultivar BRS Novaera e 43,46% para a cultivar BRS Marataoã, onde se leva a concluir que provavelmente nestas colheitas estará ocorrendo a maturidade de massa das sementes.

As cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã apresentaram comportamento semelhante no processo de desidratação das sementes, enquanto que a cultivar BRS Novaera foi mais precoce para esta característica. Contudo, ao final das colheitas apresentaram teores de água da semente semelhantes.

Segundo Marcos Filho (2005), a fase inicial de desidratação é lenta, enquanto as sementes acumulam reservas. A desidratação é acelerada a partir da época que as sementes atingem a máxima massa seca. Esse decréscimo do grau de umidade

prossegue até que as sementes atinjam o ponto de equilíbrio com a umidade relativa do ar; a partir daí, sofrem variações, acompanhando as alterações da umidade relativa do ambiente.

Em relação à massa seca da semente observa-se um crescimento lento até a terceira colheita (15 DAA) e posteriormente um rápido acúmulo até a estabilização entre 25 e 30 DAA, onde as cultivares apresentaram comportamento semelhante atingindo seu máximo por ocasião da sexta colheita, aos 30 DAA. Este pequeno acúmulo inicialmente observado deve-se à ausência de um sistema celular desenvolvido para que possa ser depositado as reservas geradas pelos processos fotossintéticos.

Este tipo de comportamento foi semelhante ao descrito por Carvalho e Nakagawa (2000) onde o acúmulo de matéria seca se faz inicialmente de maneira lenta, pois a divisão das células ocorre de maneira mais lenta que o desenvolvimento dessas. Em seguida, começa uma fase de rápido e constante acúmulo de matéria seca, até que um máximo é atingido.

O elevado teor de umidade inicial das sementes na primeira colheita e a sua subsequente queda pode estar relacionada com a importância da água no processo de transporte de fotossintatos (proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias). Segundo Marcos Filho (2005), a água desempenha um papel importante na formação e maturação das sementes, com redução do seu conteúdo durante todo o processo, embora permaneça suficientemente elevada. Enquanto as sementes estão em processo de acumulação de fotossintatos, a desidratação é lenta, e torna-se acelerada quando atingem a máxima matéria seca.

A interação cultivar x colheita foi significativa para as variáveis peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, germinação,

envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Os coeficientes de variação para estas variáveis encontram-se abaixo de 20%, podendo ser considerados baixos.

Essas variáveis, como mencionado na metodologia, só puderam ser avaliadas a partir da colheita 4 (aos 20 DAA), devido às sementes estarem pouco desenvolvidas, assim sem condições de proceder os testes.

De acordo com a Tabela 4, verifica-se incremento no peso das sementes pelos valores obtidos por meio da massa de mil sementes, onde a cultivar BRS Novaera apresentou médias superiores que as demais, igualando-se à BRS Marataoã apenas na colheita 1 (5 DAA).

Tabela 4. Médias das características peso de mil sementes (PM), primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (GER) de cultivares de feijão-caupi.

Colheita	PM (g)			PCG (%)			GER (%)		
	Cultivar			Cultivar			Cultivar		
	G	N	M	G	N	M	G	N	M
4	19,35B	158,55A	146,75A	0,00 C	64,05B	75,43A	0,00C	86,56B	88,75 ^a
5	185,90B	245,00A	188,45B	73,89C	83,38B	81,65A	86,94C	98,09A	96,06B
6	202,15B	265,55A	207,20B	83,51A	83,16A	83,77A	98,25A	97,84A	98,56 ^a
7	203,55B	254,30A	196,65C	84,36A	82,71B	83,30AB	99,25A	97,31B	98,00AB
8	199,60B	232,60A	187,00C	84,25A	82,77B	83,09AB	99,12A	97,39B	97,75 B

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na mesma Tabela 4 são apresentadas as avaliações de primeira contagem de germinação (PCG) e percentual germinativo das sementes (GER). Para PCG, as médias foram superiores para a cultivar BRS Marataoã aos 5 e 10 DAA, aos 30 DAA as três cultivares obtiveram médias semelhantes e aos 35 e 40 DAA a BRS Guariba obteve maiores médias, não diferindo da cultivar BRS Marataoã que foi semelhante à BRS Novaera também nessas colheitas.

O mesmo comportamento entre as cultivares foi observado para os valores obtidos no teste padrão de germinação.

O peso de mil sementes em função dos dias após a antese obteve o seu máximo para as cultivares aos 30 DAA, com médias de 202,15, 265,55 e 207,2 g para as cultivares BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Marataoã, respectivamente (Figura 5). Entretanto, BRS Novaera ao longo das colheitas, sempre apresentou massa de mil sementes superiores a partir dos 20 DAA.

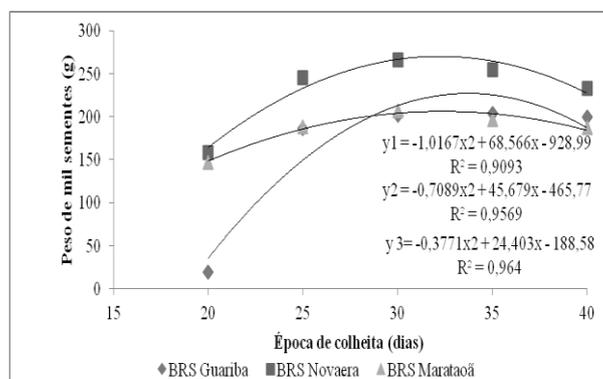


Figura 2. Peso de mil sementes de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

Observa-se

ainda que a partir da sexta colheita (30 DAA), houve uma redução para o peso de mil sementes

entre as cultivares, provavelmente em função do desligamento das sementes da planta mãe,

interrupção da transferência de nutrientes e a desidratação natural, o que leva a inferir que as sementes na sexta colheita atingiram a maturidade de massa, corroborando com os resultados obtidos para a variável massa seca da semente.

Bolina (2012), caracterizando a época adequada de colheita e Bonett et al. (2006), avaliando a divergência genética em germoplasma de *Phaseolus vulgaris*, obtiveram resultados semelhantes, onde a massa de sementes apresentou variações entre as cultivares.

A avaliação de primeira contagem de germinação está apresentado na Figura 6. Verifica-se que a partir dos 30 DAA todas apresentaram germinação acima a.

de 80%. As cultivares BRS Novaera e BRS Marataoã a partir da quarta colheita (20 DAA) já apresentaram percentual de germinação próximo a 80%, enquanto a cultivar BRS Guariba nesta colheita não apresentou germinação em função do tamanho e potencial de desenvolvimento das sementes. Entretanto, na próxima colheita se igualou às demais cultivares, mantendo esse comportamento nas colheitas subsequentes. Tal parâmetro demonstra o potencial fisiológico das sementes de alto vigor, demonstrando que o teste é sensível para determinação do vigor das sementes, como descrito por Ávila et al. (2005), trabalhando com sementes de canol

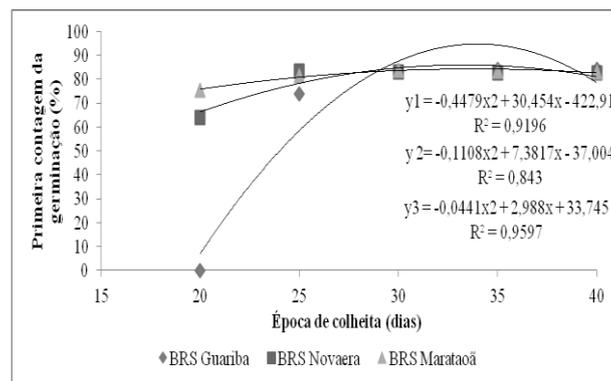


Figura 63. Primeira contagem da germinação de sementes de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

Os percentuais de germinação das cultivares durante as colheitas são apresentados na Figura 7, demonstrando que as cultivares BRS Novaera e BRS Marataoã a partir de 20 DAA apresentaram

germinação superior a 80%, enquanto que BRS Guariba apresenta germinação semelhante a partir de 25 DAA.

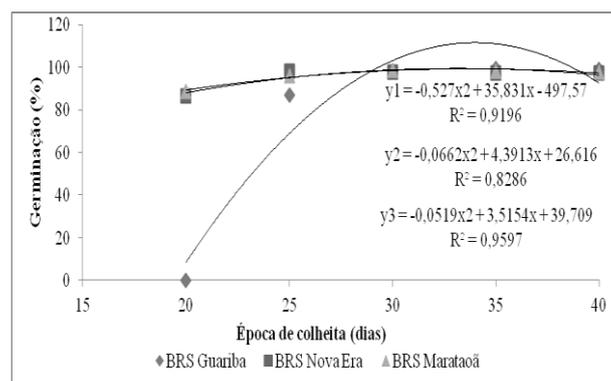


Figura 7. Germinação de sementes de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

No teste de germinação avaliando o desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento, Botelho et al.(2010) também observaram um comportamento linear e crescente em função da época de colheita das sementes de feijão independente da cultivar.

O percentual de germinação atingiu o seu máximo aos 30 DAA para a cultivar BRS Novaera, com 98,09% e aos 35 DAA para as cultivares BRS Guariba, com 99,25% e BRS Marataoã com 98,56%,

inferindo para estas colheitas o ponto de maturidade fisiológica das sementes. Os resultados observados para a porcentagem de germinação aos 20 DAA da cultivar BRS Guariba, onde não se observou germinação das sementes, estão relacionados ao desenvolvimento insuficiente destas, que pode ser corroborado com as análises referentes à massa seca da semente nesta colheita, assim como a biometria das vagens e das sementes, inferindo que as

sementes neste estágio de desenvolvimento ainda encontravam-se imaturas.

Considerando o padrão de germinação de sementes de feijão-caupi, que é de no mínimo 80%, verifica-se neste trabalho percentual superior foi atingido aos 20 DAA para as cultivares BRS Novaera e BRS Marataoã e aos 30 DAA para a cultivar BRS Guariba.

É lícito considerar que a porcentagem de sementes aptas a germinar seja crescente durante o processo de maturação, atingindo nível máximo em época próxima à paralisação do fluxo de fotossintatos da planta para a semente. As modificações do vigor da semente ocorrem

paralelamente à evolução da transferência de matéria seca da planta para as sementes, ou seja, a proporção de sementes vigorosas aumenta com o decorrer da maturação, atingindo o máximo em época muito próxima ou coincidente com o máximo acúmulo de reservas (MARCOS FILHO, 2005).

Na Tabela 5, verifica-se que a cultivar BRS Novaera apresentou percentuais germinativos após o submetimento das sementes ao envelhecimento acelerado superiores em todas as colheitas realizadas, cujas médias foram semelhantes à BRS Guariba aos 35 DAA e aos 40 DAA não diferiu das cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã.

Tabela 5. Médias das características envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) de cultivares de feijão-caupi.

Colheita	EA (%)			CE ($\mu\text{s cm g}^{-1}$)		
	Cultivar			Cultivar		
	G	N	M	G	N	M
4	0,00 C	94,25A	84,75B	496,90A	120,91C	140,39B
5	82,68C	93,59A	89,50B	172,69A	122,90C	128,93B
6	93,00C	95,06A	94,72B	159,86A	115,42B	104,75C
7	93,22B	95,87A	95,15 ^a	164,24A	100,72C	123,89B
8	93,44B	94,68AB	95,00A	141,16A	118,88B	110,57C

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na Figura 8 consta o potencial germinativo das sementes após o teste de envelhecimento acelerado. Observa-se que as sementes das cultivares apresentaram comportamento semelhante quando

comparado ao teste padrão de germinação, demonstrando a qualidade das sementes observada pelo alto vigor apontado pelo teste.

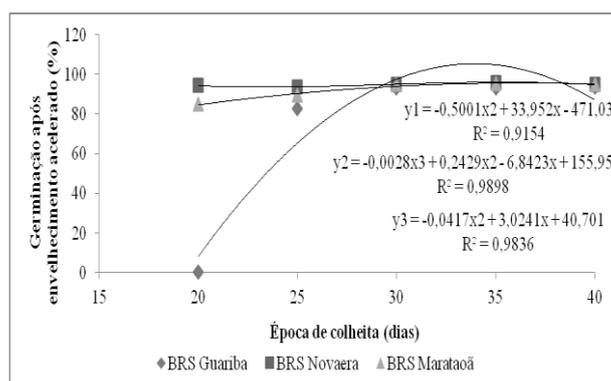


Figura 8. Porcentagem de germinação após envelhecimento acelerado em sementes de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

Os valores de condutividade elétrica encontrados na Tabela 5 indicam que a cultivar BRS Guariba apresentou maiores médias para esta característica, que no entanto caracteriza vigor mais reduzido em comparação às demais cultivares, uma vez que essa avaliação indica a integridade das sementes.

Em relação à condutividade elétrica (Figura 9) ao curso das colheitas, verifica-se tendência quadrática

para a cultivar BRS Guariba e cúbica para BRS Novaera. Para a cultivar BRS Marataoã, na análise de regressão não foram ajustadas equações de regressão ($R^2 > 60\%$). Silva et al. (2006), trabalhando com sementes de feijão, concluíram que a eficiência do teste é variável de acordo com o genótipo.

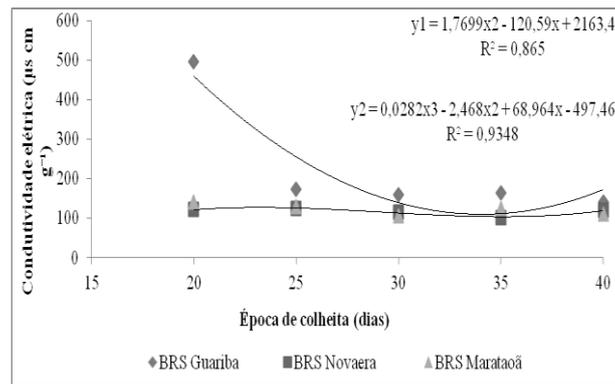


Figura 9. Condutividade elétrica de sementes de cultivares de feijão-caupi em função da época de colheita.

O resultado observado para condutividade elétrica na cultivar BRS Guariba aos 20 DAA, confirma os resultados anteriores, demonstrando a imaturidade das sementes, pois observou-se maior quantidade de lixiviados na solução de embebição, caracterizado pelos valores mais elevados. Contudo, a partir da colheita seguinte, já foi observada uma redução drástica destes valores, indicando o crescente vigor das sementes.

Pelo teste de condutividade elétrica, as sementes que apresentam menor lixiviação de solutos são as mais vigorosas e consequentemente possuem menor valor de condutividade elétrica (SCHUAB et al, 2006).

Verifica-se que houve o mesmo comportamento para as variáveis de germinação e vigor para as cultivares BRS Novaera e BRS Marataoã. Essas não apresentaram médias discrepantes dentre as colheitas, demonstrando boa integridade.

CONCLUSÕES

A maturidade fisiológica ocorreu em épocas diferentes para as cultivares de feijão-caupi e as épocas de colheita apresentaram um bom indicativo para discriminar o momento ideal de colheita.

Os testes de teor de água, massa seca de sementes, primeira contagem de germinação, germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado foram eficientes para determinar a maturidade fisiológica das sementes.

As cultivares BRS Guariba e BRS Marataoã atingem a maturidade fisiológica aos 35 dias após a antese e a BRS Novaera aos 30 dias após a antese.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.1, p. 1-8, 2005.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; FREIRE FILHO, F. R. Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do

Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.109-117, 2007.

ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Maturação de sementes de milho-doce - Grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.2, p. 69-76, 2006.

ÁVILA, M. R.; LUCCA E BRACCINI, A.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n.1, p.62-70, 2005.

BOLINA, C. C. Maturação fisiológica da semente e determinação da época adequada de colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Científica Linkania Master**, Maringá, v. 2, n. 3, p. ?, 2012.

BONETT, L. P.; VIDIGAL, M. C. G.; SCHUELTER, A. R.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONELA, A.; LACANALLO, G. F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 547-560, 2006.

BOTELHO, F. J. E.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; ELOI, T. A.; BALIZA, D. P. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, pp. 900-907, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

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

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E.M. Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.166-170, 2006.

- DUTRA, A.S.; TEÓFILO, E.M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n.1, p.193-197, 2007.
- EMBRAPA MEIO-NORTE. **Sistemas de Produção**. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/plantio.htm>. Acesso em: 12 de out. 2011.
- FERREIRA, D. F. SISVAR - um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. S.; VILARINHO, A. A.; CAVALCANTE, E. S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SOUZA, F. F.; LOPES, A. M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L.; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. **BRS Novaera: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto**. (EMBRAPA – CPATU. Comunicado técnico 215). Londrina, p.1-4. 2008.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ALCÂNTARA, J. P.; BELARMINO FILHO, J.; ROCHA, M. M. BRS Marataoã: novo cultivar de feijão-caupi com grão tipo sempre-verde. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, p.771-777, 2005.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, S. M. S.; SITTOLLIN, I. M. **BRS Guariba: nova cultivar de feijão-caupi para a região Meio-Norte**. Teresina. (EMBRAPA – CPAMN. Folders). 2004.
- LUCENA, E. O.; LÚCIO, A. M. F. N.; BAKKE, I. A.; PIMENTA, M. A. C.; RAMOS, T. M. BIOMETRIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE JUAZEIRO (*Ziziphus joazeiro* Marth.) DE DIFERENTES MATRIZES DO SEMIARIDO PARAIBANO. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.13, n.4, p.275-280, 2017.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ. 495p. 2005.
- MEIRA, A. L.; SANTANA, T. M.; AMARAL, C. L. F.; MIGUEL, D. L.; SANTOS JÚNIOR, N. S. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em feijão-caupi sob estresse hídrico severo. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.13, n.1, p.41-47, 2017.
- MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M.; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T. L. DIAS, M. A. N. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n.1 p. 143 - 155, 2012.
- MOTTA, I. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; INOUE, M. H.; ÁVILA, M. R.; BRACCINI, M. C. L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1281-1286, 2002.
- NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P. Physiological maturation of cowpea seeds. **Journal Seed Science**, Londrina, v.36, n.3, p. 312-317, 2014.
- 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, 1998. p.432-49.
- SCHUAB, S.R.P.; BRACCINI, A.L.; FRANÇA NETO, J.B.; SCAPIM, C.A.; MESCHÉDE, D.K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, p.553-561, 2006.

SILVA, S. S.; VIEIRA, R. D.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; CARVALHO, T. C.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of different common bean seeds genotypes. **Journal Seed Science**, Londrina, v.35, n.2, p. 216-224, 2013.

VALADARES, R. N.; MOURA, M. C. C. L.; SILVA, A. F. A.; SILVA, L. S.; VASCONCELOS, M. C. C. A.; SILVA, R. G. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de porte ereto/semiereto nas mesorregiões leste e sul maranhense. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.6, n. 2, p. 21- 27, 2010.