

Características morfológicas e físicas de grãos secos e hidratados de cinco cultivares de feijão-caupi¹

The morphological and physical characteristics of dry seeds and hydrated cultivars of cowpea

Eliézer de Souza Campos², José Maria Arcanjo Alves^{3*}, Sandra Cátia Pereira Uchôa⁴,
José de Anchieta Alves de Albuquerque⁵, Célida Socorro Vieira dos Santos⁶

Resumo - O feijão-caupi, conhecido no estado de Roraima como feijão regional, é o mais consumido e cultivado pelo pequeno produtor como cultura de subsistência com baixo nível tecnológico. Esta pesquisa foi desenvolvida no Centro de Ciências Agrárias da UFRR, no ano de 2007, e teve por objetivo avaliar a caracterização morfológica de grãos secos e embebidos em água e a determinação da capacidade de hidratação dos grãos de cinco cultivares de feijão-caupi colhidos de plantios realizados em Boa Vista, Roraima. Avaliou-se os grãos das cultivares pertencentes a coleção de germoplasma do Departamento de Fitotecnia da UFRR (Pretinho Precoce 1, UFRR Grão Verde) e das cultivares BRS Mazagão, BRS Guariba e BRS Novaera, recomendadas pela EMBRAPA para cultivo no estado de Roraima. Os grãos destas cultivares foram analisados secos e hidratados medindo-se o comprimento, largura e espessura, definindo a forma e o grau de achatamento dos grãos. Fez-se também a análise da capacidade de absorção de água (capacidade de hidratação – tempo e quantidade de água absorvida) dos grãos. Concluiu-se que o comprimento do grão do feijão-caupi é uma característica que mais foi afetada pela hidratação, apresentando maior aumento quando o grão é hidratado. A hidratação por vinte horas dos grãos das cinco cultivares de feijão-caupi dobrou a sua massa. A cultivar BRS Mazagão foi a única a dobrar a massa dos grãos secos antes de duas horas de hidratação e a cultivar UFRR Grão Verde não apresenta boa capacidade de absorção de água, necessitando mais de cinco horas de hidratação para dobrar a sua massa.

Palavras-chave - *Vigna unguiculata*. Absorção de água. Tamanho de grão.

Abstract - The cowpea, known in the State of Roraima as regional bean, is the most consumed and cultivated by the small producer as a low technological level culture. This research was done at the Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima (UFRR), in 2007. The objectives were the evaluation of the morphological features of the dry and wet beans, and the determination of the hydration capacity of the five varieties of beans obtained from planted areas in the Boa Vista, Roraima, Brazil. The beans from the collection of Departamento de Fitotecnia, UFRR (Pretinho Precoce 1, UFRR Grão Verde) and the varieties BRS Mazagão, BRS Guariba and BRS Novaera, recommended by the Embrapa for cultivation in the State of Roraima, were evaluated during this study. The dry and hydrated forms of varieties of beans were studied by measuring the length, width and thickness, defining the shape and the degree of flatness of the beans. The capacity of water absorption (capacity of hydration – time and quantity of absorbed water) of the beans was also investigated. It was concluded that the length is the feature that presented the best increase when the hydrated bean was evaluated. The hydration of the beans of the five varieties during 20 hours resulted in twice the mass of the beans. The variety BRS Mazagão was the only bean to double the mass of the dry beans before two hours of hydration and the variety UFRR Grão Verde did not present good capacity of water absorption, since it needed more than five hours of hydration to double its mass.

Key words - *Vigna unguiculata*. Water absorption. Size of the bean.

*- Autor para correspondência

¹Parte da monografia do primeiro autor apresentada ao curso de especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos do CCA/ UFRR

²Secretaria de Agricultura Pecuária e Abastecimento do estado de Roraima, eliezer_terra@hotmail.com

³Departamento de Fitotecnia/CCA-UFRR, BR 174, Km 12, s/n, Campus do Cauamé, Boa Vista-RR, Brasil, arcanjoalves@oi.com.br

⁴Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/CCA-UFRR, BR 174, Km 12, s/n, Campus do Cauamé, Boa Vista-RR, Brasil, scpuchoa@dsi.ufrr.br

⁵Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR, anchietaufr@gmail.com

⁶Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR, celidasocorro@uol.com.br

Introdução

O grão do feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L) Walp., representa uma importante fonte de proteínas, calorias, vitaminas e minerais para dieta básica de parte da população da África, Brasil e Índia (NG, 1990; PEDALINO *et al.*, 1992; OLUWATOSIN, 1998). No Brasil é cultivado, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste, constituindo-se na principal fonte de proteína vegetal (BERGMAN *et al.*, 1996).

O feijão-caupi, apesar de ser boa fonte de proteínas, energia e de outros nutrientes, além de seu baixo custo em relação a outros alimentos ricos em proteínas, tem sua utilização de certa forma comprometida pela presença de fatores antinutricionais como taninos, inibidores de proteases, fatores de flatulência e lectinas. Além disso, a consistência do tegumento e a dificuldade para cocção são fatores negativos (MARTÍNEZ *et al.*, 1995; HUGHES *et al.*, 1996; UZOGARA; OFUYA, 1992, *apud* LIMA *et al.*, 2003).

Para o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) muitos trabalhos indicam que as determinações da capacidade de hidratação dos grãos antes do cozimento podem ser um bom indicativo do tempo de cocção, ou seja, o menor tempo de cocção está diretamente relacionado à rápida absorção de água (capacidade de penetração de água nos grãos), que pode ser devido à impermeabilidade do tegumento do feijão à água, causando uma hidratação mais lenta durante o cozimento (STANLEY; AGUILERA, 1985; GARCIA-VILELA; STANLEY, 1989; PHLAK *et al.*, 1989; IBARRA-PERÉZ *et al.*, 1996; DALLA CORTE (2003), RODRIGUES *et al.*, 2005), ou ainda devido a impermeabilidade dos cotilédones à água, em razão das modificações químicas que ocorrem durante o cozimento (CASTELLANOS *et al.*, 1995). Carbonell *et al.* (2003) e Coelho *et al.* (2007) encontraram baixa correlação entre esses dois caracteres, necessitando de avaliações de um maior número de genótipos para validar esses testes de correlação.

As sementes iniciam a retomada dos processos metabólicos a partir da embebição. Esta supre a necessidade de água para reduzir a resistência mecânica do tegumento, hidratar o embrião e cotilédones, induzindo o embrião a ativar enzimas que aceleram o processo de quebra de materiais de reserva usados para dar início à germinação da semente (COSTA *et al.*, 2002).

Segundo Bewley e Black (1985) a absorção de água pelas sementes inicia o processo de germinação que é trifásica em condições ótimas. A primeira fase, ou fase de embebição ou hidratação, é um processo físico (não associado com a viabilidade da semente) que é determinado, por três fatores principais, composição (química e estrutural) da semente e a disponibilidade de água no estado líquido ou gasoso (relacionados com o microambiente do solo) (STUDDERT *et al.*, 1994).

A hidratação é consequência das forças matriciais, e a quantidade de água absorvida em função do tempo origina uma curva sigmoidal. A quantidade de água absorvida na germinação varia com a espécie e com as condições em que a semente tenha sido submetida desde a maturação (LABOURIAU, 1983; BEWLEY; BLACK, 1985). No entanto a velocidade com que a água é absorvida pela semente depende da espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato sementes/água, forças intermoleculares, composição química e condições fisiológicas (POPINIGIS 1985). O tegumento da semente tem função importante na germinação, pois é um fator regulador da hidratação da semente (CALERO *et al.*, 1981; McDONALD *et al.*, 1988).

Devido a escassez de informações na literatura sobre as descrições das características físicas dos grãos de feijão-caupi e da capacidade de hidratação destes grãos é que realizou-se este trabalho, objetivando avaliar a caracterização morfológica de grãos secos e embebidos em água, e a determinação da capacidade de hidratação dos grãos de cinco cultivares de feijão-caupi colhidos de plantios realizados em Boa Vista, Roraima.

Material e métodos

A produção de grãos das cultivares de feijão-caupi: Pretinho Precoce 1, UFRR Grão Verde, BRS Guariba, BRS Mazagão e BRS Novaera; provenientes de cultivos realizados em Boa Vista, Roraima, durante o segundo semestre de 2007 foram acondicionados em garrafas PET – Politereftalato de etila (recipiente plástico transparente para refrigerante com capacidade de 2,0 L) e mantidas no Laboratório de Grandes Culturas do CCA/UFRR, sendo considerada a produção total de cada cultivar, um lote.

As cultivares Pretinho Precoce 1 e UFRR Grão Verde pertencem a coleção de germoplasma de feijão-caupi do Departamento de Fitotecnia do CCA/UFRR. Estas cultivares foram oriundas dos trabalhos de melhoramento genético deste departamento, provenientes de seleções feitas dentro das linhagens IT 85D-3428-4 e IT 86D-719, respectivamente, ambas do “International Institute of Tropical Agriculture”(IITA - Ibadan, Nigéria). As cultivares BRS Mazagão, BRS Guariba e BRS Novaera (Figura 1) são recomendados pela EMBRAPA para plantio no estado de Roraima (VILARINHO; FREIRE FILHO, 2005).

A cultivar BRS Novaera é oriunda do cruzamento da linhagem TE97-404-1F com a linhagem TE97-404-3F, do Programa de Melhoramento da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí. É um cultivar com ciclo em torno de 65 a 70 dias, grãos de coloração branca, com peso médio de 100 grãos em torno de 20 gramas (VILARINHO, 2007).

Na primeira quinzena de dezembro de 2007 coletou cinco amostras do lote de cada cultivar (repetições), sendo realizada o descarte dos grãos com injúrias físicas por quebraamento ou ataque de inseto, deixando no final a amostra com 500 g de grãos limpos com umidade média de 11% (avaliada conforme as Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992) e acondicionadas em garrafas PET com capacidade de 1,0 L (parcela) para a realização das análises. Na Figura 1 são apresentados os detalhes dos grãos (cor, tamanho e forma) das cultivares estudadas.

Dentro de cada repetição por cultivar retirou-se, ao acaso, 10 grãos para realizar a caracterização física (morfológica) dos grãos secos (11% de umidade), medindo o comprimento, a largura e a espessura de cada grão (Figura 2), por meio de um paquímetro. Fez-se, também, a medida da massa dos 10 grãos da amostra em balança de precisão 0,0001g.

Os grãos foram analisados também quanto a sua morfologia, conforme metodologia de Puerta Romero (1961), adotada por Coelho *et al.*, (2007) para grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), ou seja, a relação entre comprimento/largura – forma (esférica=1,16 a 1,42; elíptica = 1,42 a 1,65; oblonga/reniforme curta = 1,66 a

1,85; oblonga/reniforme média = 1,86 a 2,00; oblonga/reniforme curta > 2,00) e relação entre espessura/largura – grau de achatamento (achatada < 0,69; semi-cheia = 0,70 a 0,79; cheia > 0,80).

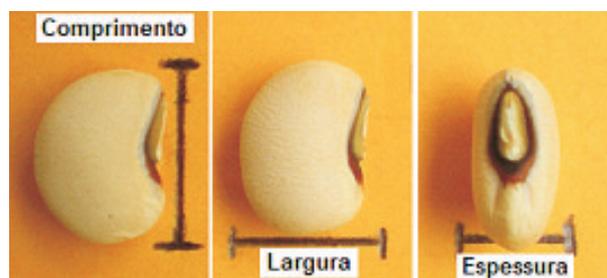


Figura 2 - Detalhes das medidas do comprimento, largura e espessura do grão seco (11% de umidade) de feijão-caupi da cultivar BRS Novaera.

Para a análise da capacidade de absorção de água (capacidade de hidratação – tempo e quantidade de água absorvida), 50 g dos grãos selecionados de cada cultivar e de cada repetição foram colocados em copos plásticos de 300 mL com 150 mL de água deionizada.

Estas amostras ficaram em ambiente (Laboratório de Grandes Culturas do CCA/UFRR) com temperatura média de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. A cada hora após o tempo de hidratação, os grãos eram retirados e parcialmente secos em papel toalha. Após a medição da massa os grãos eram colocados de volta no copo plástico e acrescentado 150 mL de água deionizada. Este procedimento foi efetuado a cada hora até a oitava hora. A nona e última medida foi realizada na vigésima hora após o início da hidratação. A capacidade de absorção de água pelos grãos foi determinada pela diferença de massa antes e após a hidratação, de acordo com Garcia-Vilela e Stanley (1989) e Plhak *et al.* (1989).

Dos grãos hidratados após a vigéssima hora retirou-se uma amostra de dez grãos de cada uma das cinco repetições por cultivar e procedeu-se as mesmas medições realizadas nos grãos secos ((11% de umidade), conforme descrito anteriormente.

O delineamento experimental utilizado para caracterização física dos grãos secos e hidratados foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os tratamentos consistiram das diferentes cultivares.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F. Para a comparação das médias empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável capacidade de absorção de água utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 9 com cinco repetições. Os



Figura 1 - Detalhes da cor, tamanho e forma dos grãos secos (11% de umidade) das cinco cultivares de feijão-caupi

termos do fator referem-se as cinco cultivares e os nove tempos de hidratação. A capacidade de absorção de água, em porcentagem, foi relacionada com o tempo de hidratação dos grãos em água. Essa variável foi submetida à análise de regressão. Os critérios para escolha dos modelos de regressão foram o maior valor do coeficiente de determinação ajustado (R^2) e a significância dos coeficientes da equação de regressão até 5%, pelo teste t.

Resultados e discussão

Todas as variáveis estudadas relacionadas com as características físicas dos grãos das cinco cultivares de feijão-caupi apresentaram diferenças significativas entre as cultivares e entre a condição do grão, seco ou hidratado.

O comprimento, a largura e a espessura dos grãos hidratados em água foram superiores aos grãos secos nas cinco cultivares de feijão-caupi (Tabela 1). As cultivares BRS Novaera e BRS Guariba foram as que apresentaram o maior comprimento do grão, tanto seco quanto embebido. Com relação a largura do grão apenas a cultivar BRS Novaera apresentou o maior valor, tanto para grão seco quanto para grão embebido, 7,3 mm e 8,48 mm, respectivamente (Tabela 1).

As cultivares UFRR Grão Verde e BRS Mazagão foram as que apresentaram o menor comprimento nas duas condições de grão, abaixo de 8,0 mm em grão seco e abaixo de 12,0 mm em grão hidratado. No entanto, para a variável espessura do grão a cultivar BRS Mazagão foi a que apresentou a menor espessura do grão, 4,15 mm para grão seco e 5,95 mm para grão hidratado, diferindo das demais cultivares (Tabela 1).

Constata-se ainda, na Tabela 1, que o comprimento do grão foi a medida que sofreu a maior variação em todas as cultivares quando os grãos foram hidratados, com um aumento médio de 3,53 mm.

Quanto a forma dos grãos secos as cultivares apresentaram a relação comprimento/largura entre 1,21 a 1,41 (Tabela 2), sendo classificados de forma esférica (Tabela 3), no entanto com a hidratação os grãos aumentaram a relação comprimento/largura de 1,44 para 1,69 (Tabela 2), assumindo outra forma, oblonga/reniforme curta para a cultivar BRS Guariba e elíptica para as demais cultivares (Tabela 3).

A menor relação comprimento/largura tanto no grão seco quanto no grão hidratado foi observado na cultivar UFRR Grão Verde, 1,21 e 1,44, respectivamente. A maior relação comprimento/largura tanto no grão seco quanto no grão hidratado foi observado na cultivar BRS Guariba, 1,41 e 1,69, respectivamente (Tabela 2).

As cultivares BRS Mazagão (0,68) e BRS Novaera (0,73) foram os que apresentaram os menores valores da relação espessura/largura, considerados achatados e semi-cheios, respectivamente, sendo os grãos das demais cultivares considerados cheios com valores acima de 0,80 (Tabela 2 e 3).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho sobre as medidas de comprimento, largura e espessura, bem como as relações que definem a forma e o grau de achatamento dos grãos, conforme metodologia de Puerta Romero (1961), adotada por Coelho *et al.* (2007) para o feijão comum, é importante que outros trabalhos sejam feitos com um maior número de cultivares de feijão-caupi para que esta metodologia seja realmente indicada ou adaptada para o feijão-caupi, inclusive nas mensurações dos grãos hidratados.

Quando os grãos foram hidratados houve um aumento na relação espessura/largura, mas todas as cultivares apresentaram valores da relação espessura/largura superior a 0,80 (Tabela 2), com grau de achatamento dos grãos considerados cheios (Tabela 3).

Tabela 1- Valores médios do comprimento, largura e espessura, em milímetros, dos grãos secos (11% de umidade) e embebidos em água deionizada por vinte horas de cinco cultivares de feijão-caupi

Cultivares	Comprimento do grão (mm)		Largura do grão (mm)		Espessura do grão (mm)	
	Seco	Hidratado	Seco	Hidratado	Seco	Hidratado
Pretinho Precoce 1	8,69 bB	12,17 bA	6,43 bcB	7,47 cdA	5,18 aB	6,81 aA
UFRR Grão Verde	7,78 cB	11,21 cA	6,45 bcB	7,80 bA	5,15 aB	6,71 aA
BRS Guariba	9,22 abB	12,94 aA	6,53 bB	7,67 bcA	5,40 aB	6,81 aA
BRS Mazagão	7,75 cB	11,70 bcA	6,11 cB	7,28 dA	4,15 bB	5,95 bA
BRS Novaera	9,81 aB	12,87 aA	7,30 aB	8,48 aA	5,31 aB	7,10 aA
CV(%)	2,94		1,99		4,23	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey

Na Tabela 4 pode-se observar que as cultivares BRS Novaera (0,243 g) e BRS Guariba e (0,210 g) apresentaram as maiores médias de massa de um grão seco. Nota-se, ainda na Tabela 4, que a massa de um grão hidratado foi maior para a cultivar BRS Novaera (0,478 g) e as menores foram das cultivares BRS Mazagão (0,335 g) e UFRR Grão Verde (0,352 g).

Na análise de variância da capacidade de absorção de água pelos grãos do feijão-caupi, apresentados na Tabela 5, constata-se que houve diferença significativa entre as cultivares, no tempo de hidratação e houve efeito significativo na interação entre os efeitos de cultivar e tempo de hidratação.

De acordo com a Figura 3 e a Tabela 6 observa-se que o efeito da capacidade de absorção em função do tempo de hidratação pelos grãos foi melhor descrito pelo modelo raiz quadrada para as cinco cultivares estudadas.

Tabela 2 - Valores médios da forma dos grãos (comprimento/largura) e do grau de achatamento (espessura/largura) dos grãos secos (11% de umidade) e hidratados em água deionizada por vinte horas de cinco cultivares de feijão-caupi

Cultivares	Forma do grão		Grau de achatamento	
	Seco	Hidratado	Seco	Hidratado
Pretinho Precoce 1	1,35 abB	1,63 abA	0,81 aB	0,91 aA
UFRR Grão Verde	1,21 cB	1,44 dA	0,80 abB	0,86 abcA
BRS Guariba	1,41 aB	1,69 aA	0,83 aB	0,89 abA
BRS Mazagão	1,27 bcB	1,61 bA	0,68 cB	0,82 cA
BRS Novaera	1,34 abB	1,52 cA	0,73 bcB	0,84 bcA
CV (%)	2,84		3,67	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Tabela 3 - Determinação da forma e do grau de achatamento dos grãos secos (11% de umidade) e hidratados em água deionizada por vinte horas de cinco cultivares de feijão-caupi

Cultivares	Forma do grão		Grau de achatamento	
	Seco	Hidratado	Seco	Hidratado
Pretinho Precoce 1	Esférica	Elíptica	Cheia	Cheia
UFRR Grão Verde	Esférica	Elíptica	Cheia	Cheia
BRS Guariba	Esférica	Obl./Renif. curta	Cheia	Cheia
BRS Mazagão	Esférica	Elíptica	Achatada	Cheia
BRS Novaera	Esférica	Elíptica	Semi-cheia	Cheia

Tabela 4 - Valores médios da massa, em gramas, dos grãos secos (11% de umidade) e hidratados em água deionizada por vinte horas de cinco cultivares de feijão-caupi

Cultivares	Massa de um grão (g)	
	Seca	Hidratada
Pretinho Precoce 1	0,185 abcB	0,394 bcA
UFRR Grão Verde	0,168 bcB	0,352 cdA
BRS Guariba	0,210 abB	0,430 bA
BRS Mazagão	0,138 cB	0,335 dA
BRS Novaera	0,243 aB	0,478 aA
CV (%)	7,81	

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

Tabela 5 - Resumo da análise de variância da capacidade de absorção de água, em percentagem, dos grãos de cinco cultivares de feijão-caupi em função do tempo de hidratação, em água deionizada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
		Absorção de água pelos grãos (%)
Cultivar (C)	4	4.736,36 ***
Tempo de Hidratação (TH)	8	9.220,33 ***
C x TH	32	543,13 ***
Resíduo	180	15,00
CV (%)	3,82	

***, Significativo a 0,1% de probabilidade pelo Teste F.

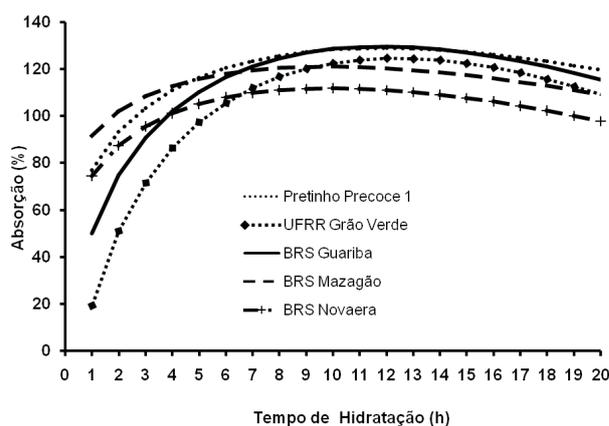


Figura 3 - Absorção de água, em percentagem, de cinco cultivares de feijão-caupi em função do tempo de hidratação dos grãos, em água deionizada.

Tabela 6 - Equação de regressão e o coeficiente de determinação da capacidade de absorção (\hat{y}) de água das sementes de cinco cultivares de feijão-caupi em função do tempo de hidratação (x) em água deionizada. Tempo necessário para a absorção de 100% de água em relação a massa inicial dos grãos com 11% de umidade, estimados pela equação de regressão

Cultivares	Equação de Regressão	Coef. de Determinação (R^2)	Tempo para 100% de absorção de água (horas:minutos)
Pretinho Precoce 1	$\hat{y} = 25,63 + 60,18*\sqrt{x} - 8,76*x$	0,78	2:42'
UFRR Grão Verde	$\hat{y} = - 81,05 + 117,11*\sqrt{x} - 16,66*x$	0,98	5:18'
BRS Guariba	$\hat{y} = - 28,35 + 91,89*\sqrt{x} - 13,36*x$	0,91	3:48'
BRS Mazagão	$\hat{y} = 57,53 + 40,72*\sqrt{x} - 6,52*x$	0,91	1:48'
BRS Novaera	$\hat{y} = 31,72 + 50,87*\sqrt{x} - 8,06*x$	0,94	3:48'

* - Signi cância dos coeficientes da equação de regressão a 5%, pelo Teste t.

O percentual de hidratação dos grãos de todas cultivares aumentou até atingir um ponto de máxima (129,65% para a cultivar BRS Guariba e 111,42% para a cultivar BRS Novaera) no tempo de 11,8 h e 11,7h, respectivamente (Figura 3). Outras pesquisas têm também apresentado aumentos gradativos entre 85 a 115%, em intervalos de 4 a 21 horas de hidratação em grãos de cultivares de feijão comum, *Phaseolus vulgaris* (COSTA *et al.*, 2001; RAMOS JUNIOR *et al.*, 2005; COELHO *et al.*, 2009), abaixo dos percentuais de hidratação observados neste estudo com grãos de feijão-caupi. Segundo Esteves *et al.*, (2002) e Pujola *et al.* (2007) estas diferenças entre os cultivares podem estar associadas à rigidez do tegumento (menor espaços intracelulares), aderência dos cotilédones (deposição de pectatos de cálcio na lamela média), elasticidade, porosidade e propriedades coloidais na absorção de água pelos grãos das diferentes cultivares e espécies.

Observa-se que os grãos da cultivar UFRR Grão Verde necessitou de 5 horas e 18 minutos de hidratação para dobrar de massa (100% de absorção), enquanto que as cultivares BRS Mazagão e Pretinho Precoce 1 foram as duas cultivares que dobraram de massa em menor tempo, 1 hora e 48 minutos e 2 horas e 42 minutos de hidratação, respectivamente (Tabela 6). Esta característica pode indicar que os grãos destas cultivares deverão apresentar um tempo menor de cocção em relação as demais cultivares analisadas conforme constatações feitas para o feijão comum (STANLEY; AGUILERA, 1985; GARCIA-VILELA; STANLEY, 1989; PHLAK *et al.*, 1989; IBARRA-PERÉZ *et al.*, 1996; RODRIGUES *et al.*, 2005).

Segundo Rodrigues *et al.* (2005) a qualidade dos grãos de feijão comum para o cozimento é variável em função da época de semeadura. As características – teste de

absorção de água e tempo de cozimento – são influenciadas pelo genótipo, ambiente e interação genótipo x ambiente.

Observa-se ainda, na Figura 3, que a cultivar UFRR Grão Verde por não apresentar boa capacidade de absorção de água, por ser a única a apresentar uma percentagem de 2,0% de grãos duros após o tempo de 20 horas de hidratação e por não apresentar um bom aspecto na qualidade do grão seco, não deve ser recomendada para ser cultivada com a finalidade de produção de grão seco. No entanto, outros trabalhos têm recomendado esta cultivar para a produção de feijão verde, pela qualidade dos grãos verdes, pela estabilidade na produção de feijão verde em cultivo de sequeiro e irrigado no cerrado de Roraima, por apresentar facilidade de debulha da vagem verde e alcançar alta produtividade de vagens verdes (ALVES *et al.*, 2006; ALVES *et al.*, 2007; UCHÔA *et al.*, 2007, ALVES *et al.*, 2009).

A cultivar UFRR Grão Verde por ter apresentado uma absorção lenta de água deve possuir alguma característica que confere uma menor permeabilidade ao tegumento. Calero *et al.* (1981) constataram que cultivares de soja com absorção lenta de água podem possuir tegumentos com poros alongados e material ceroso embebido na epiderme. O alto teor de lignina em tegumentos de sementes de soja também podem influenciar na hidratação.

A cor do tegumento da semente de feijão-caupi parece não influenciar na capacidade de hidratação, pois a cultivar Pretinho Precoce 1 apresentou uma rápida absorção de água contrariando as constatações de Tavares *et al.* (1986) que observaram um atraso no processo de hidratação em cultivares de soja com tegumentos escuros.

Conclusões

O comprimento do grão do feijão-caupi é a característica que é mais afetada pela hidratação, alterando assim a sua forma.

O efeito da capacidade de absorção de água dos grãos de feijão-caupi em função do tempo de hidratação foi o modelo raiz quadrada.

A cultivar BRS Mazagão foi a única a dobrar a massa dos grãos secos antes de duas horas de hidratação.

A cultivar UFRR Grão Verde não apresenta boa capacidade de absorção de água, necessitando mais de cinco horas de hidratação para dobrar de massa.

Literatura científica citada

ALVES, J. M. A. *et al.* Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.

ALVES, J. M. A. *et al.* Programa de melhoramento do feijão-caupi da UFRR. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA. Documentos 04, EMBRAPA-Roraima, Anais..., Boa Vista-Roraima. 2007, CD.

ALVES, J. M. A. *et al.* Competição de cultivares de feijão-caupi em área de cerrado no município de Boa Vista, Roraima. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI E VI REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. GM 18. Anais... Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2006.

BERGMAN, C. J.; GUALBERTO, D. G.; WEBER, C. W. Nutritional evaluation of high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). **Archives Latinoamericans of Nutrition**. v. 46, p.146-153, 1996.

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

BRASIL. REGRAS PARA ANÁLISES DE SEMENTES. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. BRASÍLIA: CLAV; DNDV; SNAD/MA, 1992. 365 p.

CALERO, E.; WEST, S. H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, v.21, n.6, p.926-933, 1981.

CARBONELL, S. A. M. *et al.* Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v. 62, p.369-379, 2003.

CASTELLANOS, J. Z. *et al.* Effects of hardshell character on cooking time of common beans grown in the semiarid highlands of Mexico. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 69, n. 4, p. 437-443, 1995.

COELHO, C. M. M. *et al.* Influência das características morfológicas e físicas dos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na sua capacidade de hidratação e cocção. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 105-107, 2007.

COELHO, C. M. M. *et al.* Tempo de cocção de grãos de feijão em função do tipo d'água. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 560-566, 2009

COSTA, G. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. de F. de B. Variabilidade para a absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFPA. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 1017-1021, 2001.

COSTA, J. A. *et al.* Variedades de soja diferem na velocidade e capacidade de absorver água. **Scientia Agraria**, v. 3, n. 1-2, p.91-96, 2002.

DALLA CORTE, A. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 4725, p. 193-202, 2003.

ESTEVES, A. M. *et al.* Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 999-1005, 2002.

GARCIA-VELA, L. A.; STANLEY, D. W. Water-holding capacity in hard-to-cook bean (*P. vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, v.54, n.4, p.1080-1081, 1989.

IBARRA-PERÉZ, F. J.; CASTILHO, R.; CUELLAR, E. I. Treshing effect on cooking time in comercial beans cultivars from semiarid highlands of Mexico. **Bean Improvement Cooperative**, v. 39, p.264-265, 1996.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.

McDONALD, M. B.; VERTUCCI, C. W.; ROOS, E. E. Seed coat regulation of soybean seed imbibition. **Crop Science**, v.28, n.6, p.987-992, 1988.

LIMA, E. D. P. de A. *et al.* Características físicas e químicas de grãos de feijão verdes de linhagens e cultivares de feijão-caupi para processamento tipo conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n.1, p. 129-134, 2003.

NG, N. Q. Recent developments in cowpea germplasm collection, conservation, evaluation and research at the genetic resources unit, IITA. Ng, N. Q.; MONTI, L. M. Ed. Cowpea genetic resources. **Amarin Printing**, p. 13-29, 1990.

OLUWATOSIN, O. B. Genetic and environmental variability in starch, fatty acids and mineral nutrients composition in cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). **Journal Science Food Agriculture**. p.1-11, 1998.

PEDALINO, M. *et al.* The structure of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) America seed storage proteins. **Seed Science Technology**. v. 20, p. 223-231, 1992.

PLHAK, L. C.; CALDWELL, K. B.; STANLEY, D. W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, v. 54, n.3, p. 326-336, 1989.

- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília, 1985. 289p.
- PUERTA ROMERO, R. J. Variedades de judias cultivadas en España. Monografía, Ministerio da Agricultura, Madrid. 1961.
- PUJOLA, M.; FARRERAS, A.; CASANAS, F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p.1034-1041, 2007.
- RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005.
- RODRIGUES, J. de A *et al.* Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, v.64, n.3, p.369-376, 2005.
- RODRIGUES, J. A. *et al.* Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.209-214, 2005.
- STANLEY, D. W.; AGUILERA, J. M. A review of textural defects in cooked reconstituted legumes - the influence of structure and composition. **Journal of Food Biochemistry**. v. 9, p.277-290,1985.
- STUDDERT, G. A.; WILHELM, W. W.; POWER, J. F. Imbibition response of winter wheat to water-filled pore space. **Agronomy Journal**, v.86, n.6, p.995-1000, 1994.
- TAVARES, D. Q. *et al.* Compostos fenólicos no tegumento de sementes de linhagens de soja permeável e impermeável. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, p.167-171, 1986.
- UCHÔA, S. C. P. *et al.* Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes a acidez em um Latossolo Vermelho-Amarelo do Estado de Roraima. **Agro@ambiente On-line**, v.1, n. 1, p. 15-23, 2007.
- VILARINHO, A. A. BRS Novaera – nova cultivar de feijão-caupi para a Região Norte do Brasil. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em:<http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/NovaEra/index.htm>. Acesso em: 24/7/2008.
- VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R. **Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte ereto no cerrado de Roraima**. Dezembro, 2005. Boa Vista, RR, Embrapa Roraima, Comunicado Técnico 08.