



Ciência e Tecnologia de Alimentos

ISSN: 0101-2061

revista@sbcta.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência e

Tecnologia de Alimentos

Brasil

Salgado, S.M.; Guerra, N. B.; Andrade, S. A. C.; Livera, A.V.S.

Caracterização físico-química do grânulo do amido do feijão caupi

Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 25, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 525-530

Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940075022>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO GRÂNULO DO AMIDO DO FEIJÃO CAUPI¹

S.M. SALGADO, N. B. GUERRA², S. A. C. ANDRADE², A.V.S. LIVERA²

RESUMO

O presente trabalho objetivou caracterizar quimicamente e fisicamente o amido de feijão caupi nos estádios de maturação em que o grão é consumido. Grãos verdes e maduros de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) foram submetidos à determinação da composição centesimal: proteína por Kjeldahl, lipídio por Soxleth, umidade a 105°, cinzas a 550°C, fibra alimentar por método gravimétrico-enzimático, carboidratos totais por diferença, amido total, glicídios redutores e não redutores, por óxido-redução em solução de Fehling. O amido isolado das distintas amostras foi analisado quanto ao amido resistente (baseado no uso de enzimas amilolíticas), amilose e amilopectina (por espectrofotometria) e tipificação (difração de raio-X). Os dados paramétricos foram avaliados pelo teste t de Student. Os resultados obtidos demonstraram que as frações de carboidratos diferiram em função do estádio de maturação dos grãos. O amido de feijão verde apresentou maior teor de amido resistente (AR) tipo 2 em relação ao amido total e baixo conteúdo de amilose. A maturação influenciou nos padrões de cristalinidade, sendo encontrado padrão tipo C para o feijão verde e o A para o maduro. O estádio de maturação exerceu influência sobre aspectos qualitativos e quantitativos dos constituintes dos feijões. O aspecto morfológico dos grânulos de amido não sofreu influência do estádio de maturação dos grãos. O feijão verde apresenta um percentual da fibra alimentar solúvel compatível com a recomendação do FDA.

Palavras-chave: composição química; cristalinidade; amido resistente; *Vigna unguiculata*.

SUMMARY

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE GRANULE OF THE STARCH OF THE COWPEA BEAN. This work aimed at characterizing the starch of the cowpea bean in the stages of maturation in which it is consumed both chemically and physically. The unripe and ripe grains of the cowpea bean (*Vigna unguiculata* L. Walp) were submitted to determine the centesimal composition: protein by Kjeldahl, lipids by Soxleth, moisture at 105°C, ashes at 550°C, alimentary fiber by gravimetric-enzymatic method, total carbohydrates by difference, total starch, reductor glicids and non reductor by oxid-reduction in Fehling solution. The isolated starch of the distinct samples was analyzed as to the resistant starch (based in the use of amyloytic enzymes), amylose and amilopectin (by spectrophotometry) and typification (X-ray diffraction). The results obtained showed that the fractions of carbohydrates differed according to the stage of maturation of the grains. The starch of the unripe bean showed a higher content of resistant starch (RS) type 2 in relation to total starch and low content of amylose. Maturation influenced the crystallinity patterns, type C was found for the unripe bean and type A for the ripe bean. The stage of the maturation influenced the qualitative and quantitative aspects of the constituents of the beans. The morphologic aspect of the granules of starch was not influenced by the stage of maturation of the grains. The unripe bean showed a percentage of soluble alimentary fiber compatible with the FDA standards.

Keywords: chemical composition; crystallinity; resistant starch; *Vigna unguiculata*.

1 - INTRODUÇÃO

No Agreste e Sertão Nordestino o feijão caupi se destaca entre as leguminosas mais consumidas, sendo tradicionalmente utilizado na forma seca (quiescente) e verde (imatura). Considerando o aspecto nutritivo, verifica-se a importância da proteína, em termos quantitativos e qualitativos [3, 7], no entanto pouco se conhece sobre os carboidratos que representam 60% do grão [1, 30].

Relatos recentes mostram que o amido das leguminosas pode ser constituído por frações resistentes à digestão cuja classificação nutricional corresponde ao amido nativo resistente tipo 2 (AR 2), encontrado especialmente em banana verde, batata crua, alimentos proces-

sados com gelatinização incompleta e outros vegetais crus ou verdes (imatuuros) [12].

A resistência à hidrólise enzimática encontra-se relacionada ao tipo de cristal do amido, cujo padrão de cristalinidade e composição química variam segundo a origem botânica e grau de maturação do vegetal [13, 17]. A relação amilose/amilopectina constitui outra característica relevante no processo digestivo, devido à facilidade pela qual a amilose, quando retrogradada por processamento hidrotérmico, origina um polímero resistente à digestão, denominado amido resistente tipo 3, que se encontra relacionado a etiologia e redução do risco de patologias crônicas não transmissíveis, como por exemplo o câncer de cólon [2, 6].

Considerando a participação do feijão caupi na alimentação humana, especialmente nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, a importância do amido como fonte de calorias e a influência das características estruturais desse composto sobre a sua biodisponibilidade, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de determinar as características físicas-químicas do grânulo de amido dessa leguminosa nos estádios de maturação em que o grão é consumido.

¹ Recebido para publicação em 18/08/2004. Aceito para publicação em 11/08/2005 (001394).

² Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos - LEAAL, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco. Endereço: Av. Prof. Moraes Rêgo, s/n. Cidade Universitária. CEP: 50670-901, Recife-PE. E-mail: silvanasalgado@ufpe.br

A quem a correspondência deve ser enviada.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Material

Foi constituído pelo feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.Walp) nos estádios de maturação verde (imatura) e maduro (seco), adquiridos de forma aleatória no comércio local da Região Metropolitana do Recife.

2.2 - Métodos

A amostra de feijão verde foi dividida em dois lotes, um deles foi seco em estufa ventilada a 70°C por 24 horas (amostra feijão caupi verde seco em estufa) para posterior Trituração, o outro lote (amostra feijão caupi verde), juntamente com a amostra de feijão maduro (amostra feijão caupi maduro), foram triturados em multiprocessador, sem secagem prévia.

Para caracterização dos três grupos amostrais foi realizada por meio de ensaios físico-químicos referentes a:

- composição centesimal: foi determinada segundo a AOAC [4]: umidade em estufa a 105°C, procedimento nº 925.09(32.1.03); proteína por Kjeldahl, empregando o fator de conversão 6,25, procedimento nº 991.20 (33.2.11), cinzas em mufla a 550°C, procedimento nº 923.03 (32.1.05); lipídios por Soxhlet, procedimento nº 963.15 (31.4.02); fibra alimentar total por técnica enzimática gravimétrica, procedimento nº 985.29 (45.4.07). Os carboidratos foram determinados por diferença e o valor calórico foi calculado multiplicando-se o teor de proteína, carboidrato e lípido pelos fatores 4, 4 e 9, respectivamente [5].
- amido total, glicídios redutores e não redutores, açúcares, por óxido-redução em solução de Fehling, de acordo com as NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ [26].

Os grânulos de amido das amostras foram isolados de acordo com o procedimento preconizado por HOHLBERG & STANLEY [18] com modificações introduzidas por ROSIN, LAJOLO & MENEZES [29], cujo princípio baseia-se na remoção das proteínas da amostra com solução tampão seguido da decantação do amido por centrifugação. Posteriormente foi procedida à caracterização do amido quanto aos seguintes parâmetros físicos-químicos:

- amido resistente: baseado no uso de enzimas amilolíticas para degradar a fração de amido resistente e este, quantificado por meio da glicose liberada pelo método glicose-oxidase [9];
- amilose e amilopectina: por espectrofotometria, de acordo com GILBERT & SPRAGG [15];
- difração de raio-X: em Difratômetro Siemens D500 com radiação CuKa a 40 KV 40mA, sendo a velocidade de varredura de 2,5 segundos, sob ângulo 2θ variando de 5-4°. Os resultados obtidos foram comparados com padrão JCPDS-Internacional Centre for

Difraction 2000.

- microscopia eletrônica de varredura (MEV): em microscópio eletrônico de varredura JEOL modelo JMS 5900 sob aceleração de 15 KV a 1600X.

Os dados paramétricos dos feijões verdes secos em estufa e feijões maduros foram avaliados pelo teste t de Student, considerando $p \leq 0,05$.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Composição química dos feijões

No que diz respeito aos grãos maduros e verdes secos em estufa (Tabela 1), ressalvadas as variações, decorrentes da cultivar analisada, das condições de cultivo e dos métodos de análises utilizados, os resultados corroboram com os apresentados por GUERRA, LAGO & CHAVES [16]; MENDEZ, DERIVI & RODRIGUES [24]; ONWULIRI & OBU [27]; LONGE [21]. Divergem de LIRA [20] quanto ao teor de carboidratos, lipídios, fibra e de LONGE [21], que detectou em suas amostras menor teor de fibra (2-5%) e maior de amido (45-48%). MARCONI, RUGGERI & CARNOVALE [23], encontraram em oito espécies de *Vigna* ssp. valores de proteínas entre 22,2% a 27,9% semelhantes ao desta pesquisa (Tabela 1).

O elevado teor de açúcar no feijão caupi verde, segundo STANLEY [31], decorre da ativação da enzima frutose 2-6 biofosfatase responsável pela síntese específica de sacarose em presença de elevada proporção de triose-fosfato/ortofosfato, enquanto que o baixo teor de amido se deve ao processo competitivo entre a sacarose e amido que ocorre no citosol e cloroplasto, respectivamente. No grão maduro é reduzido o teor de açúcares provavelmente pelas reações de oxidação, via mitocôndria e ainda a síntese de enzimas envolvidas na formação da amilose [11]. Este comportamento foi encontrado no presente trabalho (Tabela 1).

O amido, cuja síntese ocorre nos cloroplastos durante o amadurecimento do vegetal, representa 67,40% do total de carboidratos do feijão seco em contraposição aos 35,37% e 34,66% determinado para o grão verde e verde seco em estufa, respectivamente. Esta diferenciação também se fez presente de modo quantitativo e qualitativo na fibra alimentar total (FAT), bem como em suas frações e constituintes do amido (Tabela 1).

No feijão caupi verde a FAT representa cerca de 35% do total de carboidratos, percentual que é reduzido para 29,33% no grão maduro. Trabalho realizado por MENDEZ, DERIVI & RODRIGUES [24], utilizando o método fibra detergente neutro e ácido demonstrou variação entre 9,82 e 20,25% nos valores de FAT, bem como de 47 a 83% para fibra insolúvel em distintas espécies de feijões crus. Com relação ao aspecto qualitativo, constata-se que 90,9% da FAT do feijão caupi maduro é constituído por fibras insolúveis, semelhante aos achados por MENEZES & LAJOLO [25] para o feijão branco e preto crus. Por outro lado, são superiores aos de MENDEZ,

TABELA 1- Composição química do feijão caupi verde e maduro

| CONSTITUINTES ENSAIADOS | FEIJÃO CAUPI VERDE (g/ 100g) | FEIJÃO CAUPI VERDE (SECOS EM ESTUFA) (g/100g) | FEIJÃO CAUPI MADURO (g/ 100g) |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Umidade | 66,35 ± 0,80 | 10,21 ± 0,70 | 11,08 ± 0,98 |
| Proteína | 9,65 ± 0,09 | 25,74 ± 1,09 | 22,13 ± 0,80 |
| Lipídio | 0,83 ± 0,00 | 2,23 ± 0,30 | 1,87 ± 0,00 |
| Cinzas | 1,63 ± 0,10 | 4,36 ± 0,58 | 3,56 ± 0,35 |
| Carboidratos totais* | 21,54 ± 1,02 | 57,46 ± 1,29 | 61,36 ± 0,90 |
| Fibra alimentar total | 7,54 ± 0,70 | 20,14 ± 0,98 | 18,00 ± 0,36 |
| Fibra alimentar insolúvel | 5,69 ± 0,04 | 15,19 ± 0,04 | 16,37 ± 0,08 |
| Fibra alimentar solúvel* | 1,85 ± 0,50 | 4,95 ± 0,70 | 1,61 ± 0,30 |
| Amido* | 7,62 ± 0,80 | 19,92 ± 0,90 | 41,36 ± 0,60 |
| Açúcares totais* | 6,38 ± 0,60 | 17,4 ± 0,60 | 2,00 ± 0,05 |
| Valor calórico total (kcal) | 102,07 ± 2,20 | 272,31 ± 2,89 | 278,79 ± 2,75 |
| Umidade | 66,35 ± 0,80 | 10,21 ± 0,70 | 11,08 ± 0,98 |
| Proteína | 9,65 ± 0,09 | 25,74 ± 1,09 | 22,13 ± 0,80 |
| Lipídio | 0,83 ± 0,00 | 2,23 ± 0,30 | 1,87 ± 0,00 |

(*) As amostras de feijão verde seco em estufa e feijão maduro diferem significativamente ($p \leq 0,05$) nesses parâmetros.

DERIVI & RODRIGUES [24]. No feijão verde, a fração insolúvel representa cerca de 75%, sendo, portanto, uma relação compatível ao recomendado pelo FDA [10] para uma dieta equilibrada: 70-75% de fibra insolúvel e 20-25% de solúvel, baseado em estudos sobre os efeitos fisiológicos destes constituintes[32].

3.2 - Caracterização dos grânulos de amido dos feijões

3.2.1 - Características físicas dos grânulos dos amidos dos feijões

As longas cadeias de polissacarídeos do grânulo de amido se associam entre si por meio de pontes de hidrogênio, resultando em cristalinidade que é atribuída a amilopectina. Com base na cristalinidade, o amido pode ser classificado em formas A, B, C, das quais a A e B encontram-se presentes nos cereais e a forma C, considerada uma mistura das anteriores , é encontrada na maioria dos tubérculos, leguminosas e sementes [2, 12].

De acordo com a Figura 1, constata-se a influência do estádio de maturação: o amido do feijão verde apresentou padrão C e o feijão maduro do tipo A. As diferenças entre os padrões, embora não se encontrem completamente estabelecidas, parecem estar relacionadas ao tamanho da cadeia de amilopectina [12].

Os grânulos do amido nativo, embora apresentem semelhança quanto ao percentual de cristalinidade, são diferentes quanto à organização tridimensional das estruturas [12,14]. O padrão tipo A possui a cadeia de amilopectina mais curta, a estrutura é ortogonal e contém apenas 8 moléculas de água com ligações pouco numerosas, irregulares sendo a amilose, distanciada da amilopectina por uma região amorfa que é menos densa, absorve água mais rapidamente e é mais suscetível as modificações químicas e enzimáticas [2]. Quanto ao grau de cristalinidade das amostras em estudo, observa-se que a intensidade do pico do difractograma foi maior para o padrão tipo C (feijão verde), sugerindo fortes ligações internas das moléculas e maior grau de associação entre as cadeias de amido (Figura 1).

Com relação à morfologia, os grânulos de amido nativo podem ser reconhecidos por seus formatos e tamanhos, posição do hilo e temperatura de gelatinização. O amido de milho, por exemplo, pode ser esférico, angular ou em forma de dente. O trigo é lenticular e tem distribuição de tamanho variável ($>14\mu\text{m}$; $5-14\mu\text{m}$; $1-5\mu\text{m}$). O arroz, considerado o menor de todos os amidos comerciais ($1,5-9\mu\text{m}$), apresenta uma melhor digestibilidade, devido ao aumento da área superficial em relação ao volume, após a cocção. Os grânulos de amido das raízes e tubérculos são volumosos, elipsoidais, em geral são menos

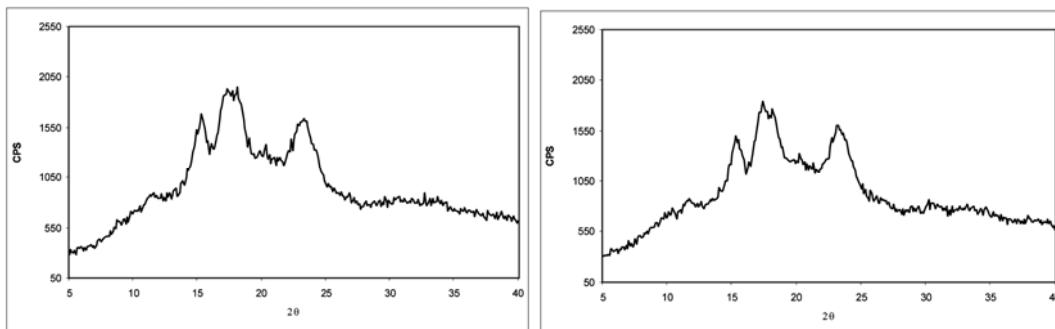


FIGURA 1 - Difractograma de raio X: amido de feijão caupi verde, padrão C (I) e amido de feijão caupi maduro, padrão A (II)

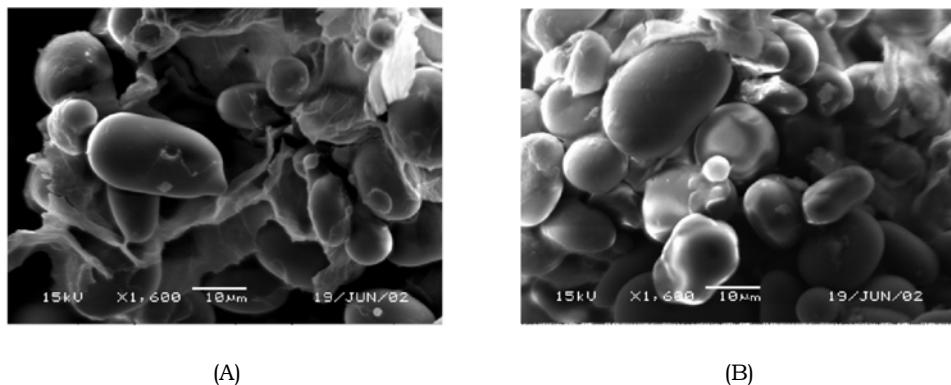


FIGURA 2 - Micrografia eletrônica: grânulo do amido do feijão caupi maduro (A) e amido do feijão caupi verde (B)

densos e mais fáceis de cozinar [14]. AGUNBIADE & LONGE [1] encontraram diâmetro entre 5 μ m - 57,5 μ m para o amido de leguminosas (*Vigna unguiculata*, *Cajanus cajan* e *Sphenostylis stenocarpa*).

Nesta pesquisa os grânulos de amido dos feijões, independente do grau de maturação, apresentaram formato riniforme tamanho variável (11,8 μ m-26,7 μ m) e superfície lisa, conforme representado na Figura 2.

3.2.2 - Características químicas

Diferenças importantes também observadas quanto às características químicas entre os grânulos de amido obtidos nos dois estádios de maturação. O percentual de amido resistente tipo 2 foi similar, ao encontrado por MENEZES & LAJOLLO [25], diferindo de LINTAS & CAPELLONI [19] que encontraram até 40% em leguminosas como o feijão branco, ervilha, lentilha e fava. Em termos proporcionais, percentual de AR 2 do feijão verde é superior ao feijão seco, 68,82g% e 31,19g% do amido total, respectivamente. Esta elevada redução do conteúdo de AR tipo 2 em vegetais, durante o amadurecimento, é segundo CIACCO, TAVARES & TEIXEIRA [8], devido à finalização da gênese do amido que ocorre neste estádio de desenvolvimento.

Segundo MANNERS [22], com exceção dos cerosos, a proporção dos glicanos: amilose e amilopectina que formam o grânulo de amido varia entre 20 a 30% e 70 a 80%, respectivamente. O teor de amilose do feijão seco representa 37,79% do amido total, superior, portanto ao referido acima e ao determinado para o verde 27,66% (Tabela 2).

Esta diferença é característica destes estádios de maturação, no qual a síntese de amilose ocorre nos amiloplastos a partir da sacarose por ação da enzima sacarose-uridinadifosfoglicose (UDPG) glicosiltransferase ou pela glicose a partir da adenosinadifosfoglicose (ADPG) fosforilase [11], o que implica a redução destes açúcares, no grão seco, conforme demonstra a Tabela 1.

A existência de uma relação entre o teor de amilose e a formação de AR 3 é citada por RING, GEE & WITTAM

TABELA 2 - Composição química do grânulo do amido do feijão caupi no estádio de maturação verde e maduro

| DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS | FEIJÃO VERDE (SECO EM ESTUFA) | FEIJÃO MADURO (g/100g) |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| (g/100g) | | |
| Amido total* | 19,92 ± 0,08 | 41,36 ± 1,08 |
| Amido resistente tipo 2 | 13,71 ± 0,07 | 12,90 ± 0,85 |
| Amilose* | 5,51 ± 0,03 | 15,63 ± 0,01 |
| Amilopectina* | 13,33 ± 0,00 | 27,10 ± 0,00 |

(* As amostras de feijão verde seco em estufa e feijão maduro diferem significativamente ($p \leq 0,05$) nesses parâmetros.

[28]; SIEVERT & POMERANZ [30]; TOVAR [33]. Essa propriedade a distingue da amilopectina, altamente ramificada e esférica, cujas ligações intermoleculares responsáveis pela retrogradação do gel, só ocorrem, de modo parcial nas cadeias laterais.

4 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições em que este trabalho foi desenvolvido, permitem concluir que:

- o aspecto morfológico dos grânulos de amido não sofreu influência do estádio de maturação dos grãos;
- maturação influenciou nos padrões de cristalinidade;
- o feijão verde, em relação ao maduro, apresenta um maior percentual de amido resistente tipo 2 e padrão de cristalinidade mais resistente;
- o feijão verde apresenta um percentual da fibra alimentar solúvel compatível com a recomendação do FDA.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUNBIADE, S.A.; LONGE, OYEBIODUN, G. L. The physico-functional characteristics of starches from cowpea (*Vigna unguiculata*), pigeon pea (*Cajanus cajan*) and yabean (*Sphenostylis stenocarpa*). **Food Chemistry**, v.65, p.469-474, 1999.
- [2] ANNISION, G.; TOPPING, D. L. Nutritional role of resistant starch: chemical, structure vs physiological function. **Annual Review Nutrition**, v.14, p.297-320. 1994.

- [3] ANTUNES, N. L.; LAGO, E. S.; BION, F. B.; NASCIMENTO, J. S.; ARAÚJO, T. M. ; FREITAS, L. P. C. G.; PONTES, D. C. N. Valor nutritivo do feijão macacar (*Vigna unguiculata* L. Walp.) **Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas**, v.9, n.5-6, p.293-296, 1976.
- [4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist International. Food Composition; Additives; Natural Contaminants.** 17 th Edition, 4th Revision. Maryland, USA, AOAC International. 2002. VII.
- [5] BRASIL. Resolução n. 40, de 21 de março de 2001. Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 de março de 2001.
- [6] CAMBRODÓN, I. G.; MARTÍN-CARRÓN, N. Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética en Iberoamérica tecnología y salud-obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** São Paulo: Varela, 2001. p.311-337.
- [7] CHAVES, N. ; BARROS, M. M. R.; MADRUGA, I.; LAPA, M. A. G.; FREITAS, C. P.; LIMA, J. A. L.; COSTA, L. P.; Valor nutritivo da associação de proteínas do feijão macacar (*Vigna sinensis*) e da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Revista Brasileira de Medicina**, v.17, n.7, p. 385-395, 1962.
- [8] CIACCO, F. C.; TAVARES, D. Q.; TEIXEIRA, M. A. V. Amido resistente. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. Fibra dietética en Iberoamérica tecnología y salud-obtención, caracterización , efecto fisiológico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001. p. 129-139.
- [9] FAISANT, N.; PLANCHOT, V.; KORLOWSKI, F.; PACOURET, M. P.; COLONNA, P.; CHAMP, M. Resistant starch determination adapted to products containing high level of resistant starch. **Science des Aliments**. v.15, p.83-89, 1995.
- [10] FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Center for Food Safety and applied nutrition. Department of health and human services. Recommendations for fiber intake in the United States. In: **Physiological effects and health consequences of dietary fiber.** Life Sciences Research Office, Bethesda, Maryland, 1987.
- [11] FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos.** 2^a Edição. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258p.
- [12] FREITAS, M.C.J. Amido resistente: propriedades funcionais. **Nutrição Brasil**, v.1, p.40-49, 2002.
- [13] GALLANT, D. J.; BOUCHET, B.; BALDWIN, P. M. Microscopy of starch: evidence of a new level of granule organization. **Carbohydrates Polymers**, v.32, p.177-191, 1997.
- [14] GALLANT, D. J.; BOUCHET, B.; BULÉON, A.; PÉREZ, S. Physical characteristics of starch granules and susceptibility to enzymatic degradation. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.46, n.2, p.3-165, 1992.
- [15] GILBERT, G. A.; SPRAGG, S. P. Iodometric determination of amylose. In: Whistler, R.L.(ed.) **Methods in carbohydrate chemistry starch.** New York: Academic Press, 1964.v.4, p168-169.
- [16] GUERRA, N. B.; LAGO, E. S.; CHAVES, N. Contribuição ao estudo do feijão macacar (*Vigna unguiculata*). **Revista Brasileira de Medicina**, v.30, n.2, p.82-86, 1973.
- [17] GUILBOT, A.; MERCIER, C. Starch. In: ASPINALL, G. O. **The Polysaccharides.** New York: Academic Press. 1985.v.3.p.209-282.
- [18] HOHLBERG, A. I.; STANLEY, D. W. Hard-to-cook defect in black beans. Soaking and cooking processes. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.35, p 571-576, 1987.
- [19] LINTAS, C.: CAPPELONI, M. Effect of processing on legume resistant starch. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.46, Sppl.2, p.S101-104, 1992.
- [20] LIRA, G. M. **Propriedades nutricionais e sensoriais do feijão macacar verde (*Vigna unguiculata* L. WALP) enlatado e armazenado.** Recife, 1991. 83p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- [21] LONGE, G. OYEBIODUN. Carbohydrate composition of different varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*). **Food Chemistry**, v.6, n.2, p. 153-161, 1980.
- [22] MANNERS, D. J. Some aspects of the structure of starch. **Cereal Foods World**, v.10, n.7, p.461-467. 1985.
- [23] MARCONI, E.; RUGGERI, S.; CARNOVALE, E. Chemical evaluation of wild under-exploit *Vigna* ssp. seeds. **Food Chemistry**, v.59, n.2, p.203-212, 1997.
- [24] MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N.; RODRIGUES, M. C. R. **Tabela de composição dos alimentos.** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1995. 41p.
- [25] MENEZES, E. W.; LAJOLO, F. M. **Contenido en fibra dietética y almidón resistente en alimentos y productos iberoamericanos.** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: São Paulo. 2000. 121p.
- [26] NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3^a Ed. São Paulo: IMESP, 1985.v.1, 533p.
- [27] ONWULIRI, V. A. ; OBU, J. A . Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigeria. **Food Chemistry**, v.76, n.1, p.1-7, 2002.
- [28] RING, S.G; GEE, J. M.; WITTAM, M. Resistant starch: its chemical form in foodstuffs and effect on digestibility in vitro. **Food Chemistry**, v.28, p, 97-109, 1988.
- [29] ROSIN, P. M ; LAJOLO, F. M. ; MENEZES, E. W. Measurement and characterization of dietary starches. **Journal Food Composition Analisys**, v.14, n.4, p.367-377, 2002.
- [30] SIEVERT, D.; POMERANZ, Y. Enzyme resistant starch. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods. **Cereal Chemical**, v.66, n.4, p.342-347, 1989.
- [31] STANLEY J. K. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: Van Nostrand Reinhold.

1991. 532p.
- [32] TORRES, G. F. **Efeito do processamento térmico sobre o teor de fibra alimentar em hortaliças**. Recife, 2001. 57p. Tese Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- [33] TOVAR, J. Bioavailability of carbohydrates in legumes: digestible and indigestible fractions. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.44, n.4, p.36-40, 1994.