CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E EFEITOS FUNCIONAIS DO SORGO

MORAES, E. A[1]; QUEIROZ, V. A. V. [2]; MARTINO, H. S. D. [1].

[1]Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e Saúde. Avenida PH Holfs, s/n. Viçosa-MG. Brasil. CEP: 36570-000.

[2]Embrapa Milho e Sorgo. Núcleo de recursos Genético e Genótipos. Rodovia MG 424, km 65, caixa postal 151. Sete Lagoas – MG. Brasil. CEP: 35701-970

1. Introdução

O sorgo destaca-se como o quinto cereal de maior produção no mundo (FAOSTAT, 2010) e o quarto no rancking de produção brasileiro (IBGE, 2010). Por sua versatilidade e facilidade de produção, o sorgo tem sido utilizado como base alimentar de milhões de pessoas, principalmente na África e na Ásia chegando a suprir cerca de 70% da ingestão calórica diária (DICKO et al., 2006; TAYLOR et al., 2006;). Nos demais países, o cereal tem sido utilizado basicamente na alimentação animal (ITAVO et al, 2009; MENEZES et al, 2009), no entanto apresenta potencial a ser explorado também na alimentação humana (RODRIGUES FERREIRA et al., 2009; SCHOBER et al., 2007).

O aumento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), relacionadas à má nutrição, demanda a exploração de fontes alternativas para a aquisição de hábitos alimentares saudáveis. O hábito de consumir alimentos que contenham concentrações significantes de fitoquímicos e fibra alimentar é correlacionado com benefícios à saúde (FARRAR et al, 2008; ANDERSON, 2003). O sorgo apresenta-se como uma alternativa de consumo aos cereais convencionais como trigo, arroz, aveia e cevada em função da elevada concentração de compostos fenólicos como, por exemplo, os ácidos fenólicos, antocianinas, taninos além do conteúdo de fibra alimentar (AWIKA et al., 2005).

Estudo *in vitro* (GÜLÇIN et al., 2010; AWIKA et al., 2009) tem confirmado elevado potencial antioxidante do sorgo em função da presença de compostos fenólicos, sendo que seu consumo pode estar associado a redução do risco de doenças como as cardiovasculares (CARR et al., 2005), diabetes (LAKSHMI, VILAMALA, 1996), obesidade (AL- MAMARY et al., 2001) e câncer (AWIKA et al, 2009; YANG et al., 2009). Tendo em vista a inclusão deste cereal na alimentação humana esta revisão concentrou-se na obtenção de informações sobre a caracterização química e potencial funcional do sorgo.

2. Composição química do sorgo

Os carboidratos correspondem ao principal macronutriente do sorgo com, aproximadamente, 74,63% do cereal (USDA, 2010). O carboidrato deste cereal está presente, principalmente, na forma de amido, que corresponde ao polissacarídeo de reserva das plantas.

Em trabalho sobre as propriedades físico-químicas e funcionais do amido de dois genótipos de sorgo, encontrou-se para o genótipo branco um teor de 66,8% e de 65,3% para o genótipo vermelho. Evidenciou-se, também, significativa diferença entre a concentração de amilose e amilopectina dos genótipos. A concentração amilose e amilopectina foi de 27,1% e 72,9%, respectivamente, observado no genótipo de coloração branca e de 24,8% e 75,2% no cultivar vermelho, destacando-se a influência genética e do ambiente no teor e qualidade deste nutriente. (BOUDRIES et al., 2009). O sorgo conta, ainda, com teor de fibra alimentar em torno de 6,3% (USDA, 2010). Estudos em nossos laboratórios detectou teor de fibra alimentar de a 15,09% em nove genótipos de sorgo (dados não publicados).

Os lipídios correspondem a cerca de 3% do cereal (USDA, 2010). Mehmood e col. (2008) demonstraram concentrações maiores deste macronutriente, variando de 5% a 8,4%. A maioria dos genótipos apresentaram maior teor de ácidos graxos poliinsaturados do que monoinsaturados. As concentrações dos principais ácido graxos variaram de 31,1 a 48,9% para o ácido oléico; 0,4 a 0,6% de palmitoléico; 27,6 a 50,7% de linoléico; 1,7 a 3,9% de linolênico; 1,01 a 2,6% de esteárico e 11,7 a 20,2% de palmítico.

O teor de proteínas do sorgo corresponde a, aproximadamente, 11,3% do grão de sorgo (USDA, 2010). No entanto, o teor de proteínas e de aminoácido pode variar largamente em função da influência genética e local de plantio do sorgo. Proteínas do sorgo são deficientes em arginina, lisina, glicina, tirosina e metionina. Estudo recente em nosso laboreatório demonstrou que as proteínas de farinha de sorgo de três genótipos em que os grãos foram tratados em calor seco (105^0C/30minutos) apresentaram baixa qualidade protéica (dados não publicados). Ao comparar a qualidade proteica do sorgo com outros cereias, as farinhas dos genótipos BRS 309 e BRS 310 tratados termicamente apresentam valores de PER semelhantes ao de animais alimentados com farinha de trigo (0,98) e superior ao valor encontrado em animais alimentados com fubá de milho (0,68) (PIRES et al., 2006).

A baixa qualidade protéica do sorgo, também, pode ser associada aos compostos fenólicos como, por exemplo, os taninos. Estes compostos complexam-se as proteínas impedindo sua digestão e subseqüente, absorção (DYKES, ROONEY, 2006). No entanto, outros componentes do cereal, também são associados ao baixo aproveitamento das proteínas. Estudos demonstram que as kafirinas, principal estoque protéico do sorgo, tornam-se menos solúveis e indigeríveis com a cocção úmida do sorgo, em função da formação de ligações de dissulfeto (HAMAKER et al., 1986).

O grão de sorgo também pode ser considerado uma boa fonte de vitaminas do complexo B como, por exemplo, tiamina, riboflavina e piridoxina, e das vitaminas hidrossolúveis A, D, E e K. O cereal é rico em minerais como o fósforo, potássio e zinco (DICKO et al., 2006). Dentre os minerais analisados por Tomaz e colaboradores (2009) o alumínio, cádmio, chumbo, cromo e níquel não foram detectados em nenhum dos nove genótipos analisados. Este minerais,

denominados metais pesados, em grandes concentrações, são tóxicos à saúde humana (Taveres, Carvalho, 1992). Exceto o manganês que foi encontrado apenas no genótipo BR 506, os demais minerais cálcio, cobre, enxofre, ferro, fósforo, magnésio e zinco foram detectados em todos os genótipos (Tabela 2).

Deste modo, tendo em vista a composição centesimal do sorgo pode-se afirmar que este grão apresenta composição química semelhante a do milho e trigo, sendo que, as tecnologias de processamento para a obtenção de produtos alimentícios desses cereais são aplicáveis ao sorgo com a finalidade de explorar seu potencial como matéria-prima para a elaboração de diversos produtos, incluindo produtos sem glúten destinados a portadores de doença celíaca (SOUZA et al., 2009; CIACCI et al. 2007; DICKO et al., 2006; NEUMANN et al.; 2004; MARTÍNEZ & PAU, 1992).

Genótipos de sorgo destacam-se no meio científico por apresentarem concentrações significantes de compostos fitoquímicos. Os principais fitoquímicos, normalmente, encontrados são os ácidos fenólicos, que compreendem aos derivados do ácido hidrobenzóico e de ácido hidrocinamico; e os flavonóides, que englobam as antocianinas e os taninos (AWIKA, ROONEY, 2004).

O ácido fenólico hidrobenzóico é derivado do ácido benzóico que incluem o ácido gálico, *p*-hidroxibenzóico, vanilico, siringico e o ácido protocatequinico entre outros. O ácido hidroxicinamico possui uma estrutura C6-C3 e incluem o ácido cumárico, caféico, felurico e sinápico. Estes compostos apresentam elevada atividade antioxidante *in vitro* e podem contribuir significantemente com benefícios à saúde associado ao consumo do grão integral (KAMATH et al. 2004). No sorgo, as concentrações de ácidos fenólicos não são correlacionadas com a presença de outros compostos fenólicos como antocianinas e taninos. Geralmente, os níveis de ácidos fenólicos do sorgo são compatíveis aos demais cereais (AWIKA, ROONEY, 2004).

Dentre os flavonóides, a antocianina, mais comumente, encontrada em genótipos de sorgo é denominada de 3-deoxiantocianina, que compreendem as luteolinidinas e apigeninidinas. O sorgo é a única fonte de 3-deoxiantocianina, no qual, está presente em grandes quantidades em alguns genótipos (SHIH et al., 2007) e destaca-se por apresentar maior estabilidade quando comparada a outras antocianinas encontradas nas frutas e hortaliças (DYKES et al., 2009; AMIKA, 2008; AMIKA et al, 2004b). Amika e colaboradores (2004a) compararam o teor de antocianinas de genótipos de sorgo negro com as fontes atualmente disponíveis deste pigmento. Foi quantificado que os genótipos de sorgo apresentaram concentrações de 4,0 a 9,8mg/g enquanto, os demais alimentos, apresentaram concentrações entre 0,2 a 10mg/g. Este fato possibilita a exploração comercial da antocianina do sorgo como fonte de corante natural para alimentos.

O outro importante flavonóide do sorgo é o tanino do tipo condensado, conhecido como proantocianinas ou procianidinas (DYKES, ROONEY, 2006). Estes compostos estão presentes em diversas bebidas como vinho tinto, cerveja, café, chá preto, chá verde e em muitos outros alimentos como banana, pêra, lentilhas e chocolates (CHUNG et al., 1998). Compostos fenólicos são, conhecidamente, responsáveis pelo sabor amargo e adstringente de alguns alimentos (Drewnowski, Gomez-Carneros, 2000). Kobue-Lekalake e colaboradores (2007), em estudo sobre as propriedades sensoriais de genótipos de sorgo, verificaram que tanto os genótipos com tanino, quanto os sem tanino apresentaram amargor e adstringência, embora estas características fossem mais perceptíveis nos genótipos com tanino.

Normalmente, genótipos de sorgo que possuem a testa pigmentada, como uma camada de revestimento, apresentam maiores concentrações de taninos, fenólicos totais e, subsequentemente, maior atividade antioxidante (DLAMINI et al., 2007). Dilamini e colaborados (2007) demonstraram que o teor de taninos de três genótipos de sorgo que apresentavam esta camada variaram entre 33,6 a 49,1 mg equivalentes de catequina/g, enquanto nos genótipos sem esta camada não foi possível a detecção deste fenólico. Resultados semelhantes foram relatados na literatura, embora com menores concentrações de taninos, mesmo com a presença da testa (DYKES et al, 2005).

3. Dislipidemias e doenças cardiovasculares

Poucos estudos relatam os efeitos da adição do sorgo sobre as doenças cardiovasculares. No entanto, Klopfenstein e coloboradores (1981) (*Apud* DYKES, ROONEY, 2006) demonstraram redução das concentrações plasmáticas de colesterol em porcos da índia alimentados com adição de 58% de sorgo com baixo teor de taninos, ressaltando, ainda, que este efeito foi maior que o encontrado nas dietas a base de outros cereais como trigo integral, aveia e milheto. Uma possível explicação para a ocorrência deste efeito sobre os níveis plasmáticos de colesterol é devido à capacidade das fibras reduzirem a absorção de colesterol e reabsorção dos ácidos biliares no lúmen intestinal (ERKKILA, LICHTENSTEIN, 2006). A fermentação das fibras no intestino também pode auxiliar na redução do colesterol, devido a produção de ácidos graxos de cadeia curta como, por exemplo, acetato, propionato e butirato. Estes ácidos são absorvidos no cólon e, principalmente o propionato, inibe a síntese hepática de colesterol (WONG et al., 2006).

Carr e colaboradores (2005) proporam outro mecanismo sobre benefício do sorgo nas doenças cardiovasculares, concentrando seus estudos na extração lipídica do cereal. Camundongos foram alimentados durante um período de quatro semanas com dietas AIN- 93M suplementadas com 0,5; 1,0 e 5,0% de lipídios extraídos do sorgo. O estudo demonstrou redução significativa, dose-dependente, nas concentrações plasmáticas de colesterol não HDL, lipídios hepáticos e manutenção da concentração de HDL colesterol. A redução nos níveis de

colesterol não HDL ocorreu, provavelmente, em função da concentração de fenólicos do sorgo, destacando a capacidade destes compostos de reduzir a inflamação, a oxidação da HDL, melhorar a função endotelial e inibir a agregação plaquetária, fatores que auxiliam no tratamento e prevenção das doenças cardíacas.

4. Diabetes mellitus

Genótipos de sorgo com tanino são digeridos lentamente pelo organismo. Algumas culturas da África consomem preferencialmente, sorgo com tanino por contribuir para um maior período de saciedade e plenitude gástrica em comparação com outros cereais (AWIKA, ROONEY, 2004). Esta característica pode ser potencialmente, aplicada a alimentos destinados à pacientes portadores de diabetes (DYKES, RONEEY, 2006) no qual, o retardo do esvaziamento gástrico permite mais lenta absorção de glicose.

O sorgo integral como um alimento rico em fibra alimentar, pode contribuir para ingestão de β- glicana e amido resistente, tendo em vista as vantagens fisiológicas desses nutrientes sobre a resposta glicêmica. Niba e Hoffman (2003) encontraram teor de 0,12g.100g^{-1} de β-glicana e 6,46 g.100g^{-1} de amido resistente em um genótipo de sorgo. Lakshmi e Vimala (1996) demonstraram que a ingestão, por indivíduos diabéticos, de receitas típicas indianas, acrescidas de sorgo integral, apresentou menores valores de glicemia quando comparadas a ingestão das receitas padrão ou com sorgo decorticado. Os autores relacionaram a redução do pico de glicemia com o maior conteúdo de fibras das receitas a base de sorgo integral, em função do prolongamento de esvaziamento gástrico, reduzindo a taxa de digestão e utilização dos carboidratos.

5. Obesidade

A incorporação do sorgo na alimentação humana pode, também, servir de estratégia para o controle da obesidade (AWIKA, ROONEY, 2004). Estudos conduzido em ratos (JAMBUNATHAN, MERTZ, 1973) e porcos (AL-MAMARY et al., 2001) demonstraram menor ganho de peso dos animas alimentados com dietas a base de sorgo que continham elevados teores de tanino. MacLean e colaboradores (1981) em estudo sobre a qualidade protéica do sorgo em crianças de idade pré-escolar verificaram que o ganho de peso durante o período de consumo do sorgo foi de 1,0g.kg^{-1} de peso corpóreo dia, enquanto o grupo controle de caseína obteve ganho de peso de 4,9 g.kg^{-1} de peso dia. Desta forma, o sorgo foi associado a um drástico retardo no ganho de peso de crianças. O mecanismo pelo qual o sorgo pode ser associado ao menor ganho de peso deve-se a formação de complexos insolúveis do tanino com os carboidratos (WONG et al. 2009) e, principalmente, com as proteínas (ALI et al. 2009; DUODU et al.; 2002).

6. Câncer

Propriedades anti-carcinogenicas também estão sendo atribuídas aos nutrientes constituintes do sorgo. Estudos *in vitro* demonstraram que o sorgo de pericarpo negro induziu enzimas detoxificantes e, aqueles com teores mais elevados de taninos, inibiram a proliferação de células de câncer de esôfago e cólon. Os extratos de sorgo apresentaram forte potencial quimopreventivo, independente da sua atividade antioxidante (AWIKA et al., 2009). Esta propriedade foi confirmada em estudo de mudanças de hábitos alimentares de populações africanas. Verificou-se que em populações onde o consumo de sorgo foi substituído pelo consumo de milho houve uma aumenta na incidência de câncer de esôfago (ISAACSON, 2004).

Turner e colaboradores (2006) demonstraram redução de câncer de colón em ratos alimentados com genótipos de sorgo negro com tanino. Foi relatado que ratos alimentados com este tipo de sorgo apresentaram menores alterações nas criptas intestinais quando comparado com ratos alimentados com celulose ou sorgo branco. Esta redução foi atribuída à atividade antioxidante desse cultivar de sorgo.

Em estudo *in vitro* de cultura de células, com extrato de genótipos de sorgo negro, vermelho e branco contendo 3-deoxiantocianina, verificou-se que os estratos do sorgo negro foram mais eficientes ao induzirem a atividade da enzima de fase II por meio do ensaio NAD(P)H: quinase oxidoredutase na inibição do crescimento de células humanos de câncer de colón. A atividade da enzima de fase II é um indicador de proteção de células animais contra carcinogênese (YANG et al.; 2009).

Goméz-Cordovés e colaboradores (2001) analisaram os efeitos de fenólicos do vinho e de genótipo de sorgo com tanino sobre melanogênese das células normais e crescimento de células de melanoma humano. Os fenólicos do vinho reduziram a atividade melanogênica até concentração de baixa variação na viabilidade desta atividade. Entretanto, o sorgo aumentou a atividade melanogênica, embora nenhum aumento fosse encontrado nas concentrações totais de melanina. Ademais, a incubação de células de melanoma humano com os fenólicos de ambos alimentos reduziram a formação de colônias. Estes resultados sugerem potencial efeito terapêutico destes compostos em tratamento de melanoma humano. No entanto, ainda são necessárias pesquisas que possam determinar quais componentes deste cereal são responsáveis por estes benefícios.

7. Conclusão

O sorgo destaca-se por seu um alimento rico em amido, fibra alimentar e compostos fitoquímicos que, no entanto, variam largamente a concentração destes elementos, principalmente, em função do genótipo do cereal. Devido as suas características químicas o sorgo torna-se um alimento em potencial para o desenvolvimento de novos produtos.

Trabalhos têm sido desenvolvidos pela comunidade científica em função do elevado potencial antioxidante do sorgo. Este potencial é largamente demonstrado em estudos *in vitro*, no entanto, ressalta-se a necessidade de pesquisa em modelos animais e futuramente em seres humanos para verificação dos efeitos benéficos à saúde, com a redução de risco de DCNT, e a possivelmente atribuição de alimento funcional ao sorgo.

8. Referencias bibliográficas

ANDERSON, J. W. Whole grain protects against atherosclerotic cardiovascular disease. **Proc. Nutr. Soc**. v. *62*, p.135-142, 2003.

AL-MAMARY, M., AL-HABORI, M., AL-AGHBARI, A., AL-OBEIDI, A. In vivo effects of dietary sorghum tannins on rabbit digestive enzymes and mineral absorption. **Nutrition Research**. v. 21, p. 1393– 1401, 2001.

ALI, N. M.M.; TINAY,A. H. E.; ELKHALIFA, A. E. O.; SALIH, O.A.; YOUSIF, N.E. Effect of alkaline pretreatment and cooking on protein fractions of a high-tannin sorghum cultivar. **Food Chemistry**. v. 114 p. 649–651, 20

AWIKA, J. M. Behavior of 3-deoxyanthocyanidins in the presence of phenolic copigments. **Food Res. Int**., v. *41*, p. 532–538, 2008.

AWIKA,J. M.; MCDONOUGH,C. M.; ROONEY, L. W. Decorticating Sorghum To Concentrate Healthy Phytochemicals. **J. Agric. Food Chem**. v. 53, p. 6230-6234, 2005.

AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W. Sorghum phytochemical and their potencial impacto in human health. **Phytochemistry** 65,1199-1221, 2004.

AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W.; WANISKA, R. D. Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. **Food Chemistry**. v. 90, p. 293–301, 2004a.

AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W.; WANISKA, R. D. Properties of 3- Deoxyantocyanins from Sorghum. J. Agric. Food. Chem. v. 52, p. 4388- 4394, 2004b.

AWIKA, J. M.; YANG, L.; BROWNING, J. D.; FARAJ, A. Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (Sorghum bicolor) varieties. **LWT - Food Science and Technolog**y. v. 42, p. 1041–1046, 2009.

BOUDRIES,N.; BELHANECHE, N. NADJEMI, B.; DEROANNE, C.; MATHLOUTHI, M.; ROGER, B.; SINDIC,M. Physicochemical and functional properties of starches from sorghum cultivated in the Sahara of Algeria. **Carbohydrate Polymers**. v. 78, p. 475–480, 2009.

CARR,T.P. ; WELLER, C. L.; SCHLEGEL,V. L.; CUPPETT,S. L.; et al. Grain Sorghum Lipid Extract Reduces Cholesterol Absorption and Plasma Non-HDL Cholesterol Concentration in Hamsters. **J. Nutr**. v. 135, p. 2236-2240, 2005.

CIACCI, C.; MAIURI, L.; CAPORASO, N.; BUCCI,C.; GIUDICE, L.; MASSARDO, D. R.; et al Celiac disease: In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products. **Clinical Nutrition** . v. 26, p. 799–805, 2007.

CHUNG, K.T. ;WONG, T.Y. ;WEI,C.I. ;HUANG, Y.W. Tannins and huamn health: a review, **Crit. Rev. Food Sci. Nutr**. v. 38, p. 421–464,1998.

DLAMINI, N. R.; TAYLOR, J.R.N.; ROONEY, L.W. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of African sorghum-based foods. **Food Chemistry**. v. 105, p.1412–1419, 2007.

DEYOE, C.W.; SHELLENBERGER, J. A. Amino acids and proteins in sorghum grain. **J. Agr. Food Chem.** v. 13, n. 5, p.446- 450, 1965.

DICKO, M.H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A. S.; VORAGEN ,A. G. J.; BERKEL, W. J. H. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **Afr. J. Biotechno**l. v. 5 (5), p. 384-395, 2006.

DUODU, K. G.; NUNES, A.; DELGADILLO, I.; PARKER, M. L.; MILLS, E. N. C.; BELTON, P.S.; et al. Effect of grain structure and cooking on sorghum and maize *in vitro* protein digestibility. **Journal of Cereal Science.** v.38, p. 117-131, 2003.

DREWNOWSKI, A. ; GOMEZ-CARNEROS. C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. **Am J Clin Nutr**.v. 72, p. 1424–1435,2000.

DYKES, L.; ROONEY, L.W. Sorghum and millet phenols and antioxidants. **Journal of Cereal Science**. v. 44, p. 236-251, 2006.

DYKES, L.; ROONEY, L. W.; WANISKA, R. D.; ROONEY, W. L. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, p. 6813–681, 2005.

DYKES, L.; SEITZ, L. M.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L.W. Flavonoid composition of red sorghum genotypes. **Food Chemistry.** v. 116, p. 313–317, 2009.

ERKKILA, A. T.; LICHTENSTEIN, A. H. Fiber and cardiovascular disease risk: how strong is the evidence? J. CardioVasc. Nursing. v. 21, p. 3–8, 2006.

FARRAR, J. L.; HARTLE, D. K.; HARGROVE, J. L.; GREENSPAN, P.A Novel Nutraceutical Property of Select Sorghum (Sorghum bicolor) Brans: Inhibition of Protein Glycation. **Phytother. Res**. v. 22, p.1052–1056, 2008.

FAOSTAT data (2007) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO (2007). Disponível em: http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en. Acesso em: 27 fev. 2010.

GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMEÉ, B.; VIEIRA, W.; VIRADOR, V. M. Effects of wine phenolics and sorghum tannins on tyrosinase activity and growth of melanoma cells. J. **Agric. Food Chem**., v. 49, p. 1620-1624, 2001.

GÜLÇIN,I.; HUYUT, Z.; ELMASTAS,M.; ABOUL-ENEIN, H.Y. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. **Arabian Journal of Chemistry.** v. 3, p. 43–53, 2010.

HAMAKER, B.R., KIRLEIS, A.W., MERTZ, E.T. AND AXTELL, J.D. Effect of cooking on the protein profiles and in vitro digestibility of sorghum and maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**.v. 34, p. 647–649, 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) - Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA/IBGE, DPE, COAGRO - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Janeiro 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201001_5.shtm > Aceso em: 27 fev. 2010.

ISAACSON, C. The change of the staple diet of black South Africans from sorghum to maize (corn) is the cause of the epidemic of squamous carcinoma of the oesophagus. **Medical Hypotheses**. v. 64, p. 658–660, 2005.

ITAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.; BIBERG, F.A.; ALVES, W.B.; SANTOS, M.V. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., Belo Horizonte, v. 61, n. 2, 2009.

JAMBUNATHAN, R.; MERTZ E. T. Relationship between Tannin Levels, Rat Growth, and Distribution of Proteins in Sorghum. **J. Agr. FoodChem**., v. 21, n. 4, p. 692-696, 1973.

KAMATH,V. G.; CHANDRASHEKAR,A.; RAJINI, P.S. Antiradical properties of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) flour extracts. **Journal of Cereal Science**. v. 40, p. 283–288, 2004.

KOBUE-LEKALAKE,R.I.; TAYLOR, J.R.N.; KOCK, H.L. Effects of phenolics in sorghum grain on its bitterness, astringency and other sensory properties. **J Sci Food Agric**. v.87, p. 1940–1948, 2007.

LAKSHMI, K.B.; VIMALA, V. Hypoglycemic effect of selected sorghum recipes. **Nutrition Research**. V. 16 (10), p. 1651- 1658, 1996.

MARTÍNEZ, B.F; PAU, C. L. Extrusión de sorgo integral y decorticado. **Agronomía mesoamericana.** v 3, p. 40-44, 1992.

MACLEAN, W.C., DEROMANA, G.L., PLACKO, R.P., GRAHAM G.G. Protein quality and digestibility of in pre-school children: Balance studies and plasma free amino acids. **Journal of Nutrition**. v. 111, p. 1928–1936, 1981.

MEHMOOD, S.; ORHAN, I.; AHSAN, Z.; ASLAN, S.; GULFRAZ, M. Fatty acid composition of seed oil of different Sorghum bicolor varieties. **Food Chemistry**. v. 109, p. 855–859, 2008.

MENEZES, L.F.G.; SEGABINAZZI, L.R.;BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; KUSS, F.; PACHECO, P.S.; ROSA, J.R.P. Silagem de milho e grão de sorgo como suplementos para vacas de descarte terminadas em pastagem cultivada de estação fria. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., Belo Horizonte, v. 61, n. 1, Feb. 2009.

NIBA,L. L.; HOFFMAN, J. Resistant starch and b-glucan levels in grain sorghum (Sorghum bicolor M.) are influenced by soaking and autoclaving. **Food Chemistry.** v. 81, p. 113–118, 2003.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench) ou milho (Zea mays, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 438-452, 2004

RODRIGUES FERREIRA,S. M.;LUPARELLI, P. C.;SCHIEFERDECKER,M. E. M.; VILELA, R. M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. v. 59, Nº 4, 2009.

TAYLOR, J. R.N.; SCHOBER, T. J.; BEAN, S.R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. **Journal of Cereal Science**. v.44, p. 252–271, 2006.

TOMAZ, P. A.; QUEIROZ, V. A. V.; MARTINO, H. S. D.; RIBEIRO, S. M. R.; TARDIN, F. D.; SILVA, C. O. DETERMINAÇÃO DE MINERAIS EM DIFERENTES CULTIVARES DE SORGO (SORGHUM BICOLOR). In: **IX Simpósio de Iniciação Científica da Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa, MG, Brasil, Out/2009.

TURNER, N.D., DIAZ, A., TADDEO, S.S., VANAMALA, J., MCDONOUGH, C.M., DYKES, L., MURPHY, M.E., CARROLL, R.J., ROONEY, L.W., Branfrom black or brown sorghum suppresses colon carcinogenesis. **FASEB Journal** 20, A599, 2006.

SHIH,C.; SIU, S.; NG,R. ; WONG,E.; CHIU,L. C. M.; CHU, I. K.; LO, C. Quantitative Analysis of Anticancer 3-Deoxyanthocyanidins in Infected Sorghum Seedlings. **J. Agric. Food Chem**.,v. 55, p. 254-259, 2007.

SCHOBER,T. J.; BEAN, S. R. ; BOYLE, D. L. Gluten-Free Sorghum Bread Improved by Sourdough Fermentation: Biochemical, Rheological, and Microstructural Background. J. Agric. Food Chem.v. 55, p.5137-5146, 2007.

SOUZA, G. F. M.V.; SANTOS, C. M.;SANTANA, D. G.; JÚNIOR, A. S. Armazenamento de sementes de sorgo submetidas a diferentes graus de umidade de colheita. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 30, n. 4, p. 745-752, 2009.

USDA - National Nutrient Database for Standard Reference. Disponível em: http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl . Acesso em: 28 fev. 2010

WONG, J. M.; DE SOUZA, R.; KENDALL, C. W.; EMAM, A.; JENKINS, D. J. Colonic health: fermentation and short chain fatty acids**. J. Clin. Gastroenterol**. v. 40, p. 235–243, 2006.

YANG, L.; BROWNING, J. D.; AWIKA, J. M. Sorghum 3-Deoxyanthocyanins Possess Strong Phase II Enzyme Inducer Activity and Cancer Cell Growth Inhibition Properties. **J. Agric. Food Chem**. v. 57, p. 1797–1804, 2009.