



**Figura 1** – Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). (Fonte: Ana Barradas, Fertiprado, Lda.)

# VALORIZAÇÃO DO SORGO NA OBTENÇÃO DE PRODUTOS INOVADORES E SUSTENTÁVEIS

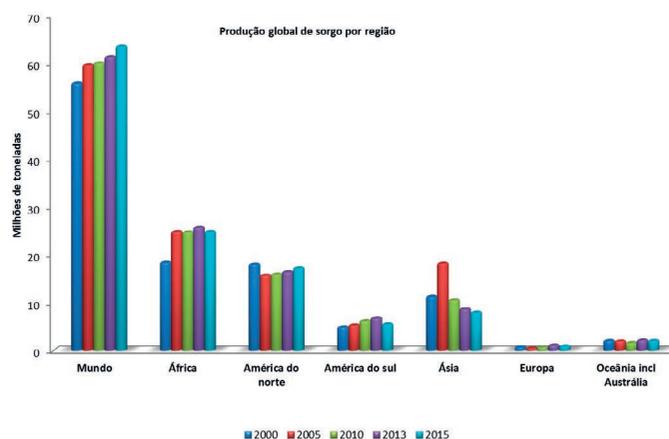
O sorgo é um cereal de elevada versatilidade e facilidade de produção, sendo as variedades cultivadas destinadas à produção de grão, forragens e dupla finalidade. Os seus subprodutos apresentam elevado teor em compostos fitoquímicos, com potencial aplicação em produtos naturais inovadores e sustentáveis.

## Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma cultura originária da África Oriental, possivelmente da Etiópia, e pensa-se que tenha sido domesticado por volta de 1000 a.C., e adaptado desde a costa atlântica à Etiópia e Somália. Atualmente, está distribuído entre 50° N (EUA e Rússia) e 40° S, desde o nível do mar até uma altitude de 1000 m (Figura 1).

A produção mundial do sorgo foi de 60 milhões de toneladas (Figura 2), no período entre 2000-2015, sendo África, América do Norte e Ásia as principais regiões produtoras, e a Nigéria, Estados Unidos, México, Índia e China os cinco maiores produtores, correspondente a cerca de 70% da produção mundial. Tal facto deve-se à sua versatilidade e facilidade de produção, uma vez que pode ser cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais não é económica.

Atualmente, o sorgo é considerado o quinto cereal mais importante em termos de produção mundial, sendo precedido apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada, devido não só à combinação do potencial genético, mas também ao uso de diferentes práticas de cultivo, o que tem propiciado elevados rendimentos de grão e forragem em regiões e condições ambientais desfavoráveis para a maioria dos cereais.



**Figura 2** – Diagrama comparativo da produção global de sorgo para 2000-2015. (Fonte: FAOSTAT, 2018)

## Classificação botânica

O género *Sorghum* pertence à família *Poaceae*. Geneticamente, é uma cultura muito diversificada, tanto nas espécies cultivadas como nas selvagens, sendo

Carmo Serrano, M. Margarida Sapata, Andreia Soares e Sofia Diogo

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



Instituto Nacional de  
Investigação Agrária e  
Veterinária, I.P.

**Tabela 1 – Classificação simplificada do *S. bicolor* ssp. *bicolor***

Variedades básicas	Variedades intermédias
Bicolor (B)	Guiné-bicolor (GB)
	Caudatum-bicolor (CB)
Guiné (G) - Área do Sudão	Kafir-bicolor (KB)
	Durra-bicolor (DB)
Caudatum (C) - África Oriental	Guiné-caudatum (GC)
	Guiné-kafir (GK)
Kafir (K) - África do Sul	Guiné-durra (GD)
	Kafir-caudatum (KC)
Durra (D) - África Oriental, Oriente Médio e Índia	Durra-caudatum (DC)
	Kafir-durra (KD)

Adaptado de: Harlan & Wet (1972)

o *Sorghum bicolor* ssp. *bicolor*, o portador maioritário das variedades comerciais. Da espécie *S. bicolor*, são conhecidas três subespécies: a ssp. *bicolor* (sorgo cultivado), a ssp. *arundinaceum* (os seus parentes selvagens), e a ssp. *drumondii* (formas de plantas daninhas, obtidas por hibridação de formas selvagens e cultivadas). O sorgo cultivado de *S. bicolor* ssp. *bicolor* compreende 5 variedades básicas e 10 variedades intermédias que representam combinações das formas básicas (Tabela 1). A diversidade morfológica do sorgo selvagem *S. bicolor* ssp. *arundinaceum* foi dividido em 4 ecótipos *aethiopicum*, *arundinaceum*, *verticilliflorum* e *virgatum*, que só ocorrem em África.

### Classificação do sorgo quanto ao uso

Enquanto algumas variedades de sorgo são cultivadas exclusivamente para grãos (granífero), outras foram desenvolvidas para produção de forragens e algumas com dupla finalidade. Os sorgos em grão, de cor vermelha, laranja, bronze, castanha, branca e preta, são normalmente utilizados na alimentação humana e animal ou na produção de bioetanol. Por seu lado, as variedades de sorgo forrageiro, são utilizadas para silagem e/ou produção de açúcar (sorgo sacarino), para pastoreio/corte verde/fenação/cobertura morta (biomassa) e também em artesanato (Figura 3).

No **sorgo granífero** incluem-se os tipos de porte baixo (híbridos e variedades), adaptados à colheita mecânica, que se assemelha muito com as características do

milho, apresentando alta capacidade de produção, com altura entre 1,0 m e 1,6 m e grãos de tamanho grande. Pode ser classificado quanto à aparência do grão e ao teor de compostos fenólicos. De acordo com esta classificação, o grão branco (sem tanino) possui o menor teor de fitoquímicos; o grão castanho, com uma testa pigmentada, tem o maior teor de taninos; o grão vermelho, com pericarpo vermelho, apresenta um teor elevado de fenóis; o grão preto, com pericarpo preto, possui alto teor de antocianinas, enquanto o de grão amarelo produz caroteno e xantofilas.

As variedades de cor creme e branca, sem taninos, são transformadas pela indústria alimentar em produtos fermentados ou não fermentados, de moagem a seco, sem glúten, para panificação, flocos, massas, batatas fritas, produtos extrudidos, *snacks*, etc.; já as variedades de cor castanha, preta e vermelha, são utilizadas no fabrico de bebidas alcoólicas, nomeadamente cerveja, vinho e licores.

Na nutrição animal, o grão é usado principalmente como fonte de energia para aves, porcos e ruminantes.

O subproduto resultante do grão tem sido utilizado para a produção de bioetanol. A parte vegetativa tem elevado potencial, podendo ser usada como feno ou pastoreio ou para a extração de matéria corante para diversos fins, nomeadamente no tingimento de tecidos e couros.

O **sorgo sacarino** inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades), em que a planta chega a atingir 2,0 m a 3,0 m de altura e possui colmos suculentos e doces. Devido ao elevado teor de açúcar nos caules, é usado, em pequena escala, para a produção de adoçantes (xarope, melaço, açúcar), constituindo também material para silagem ou feno, tornando-se menos suscetível de causar envenenamento pelo ácido cianídrico (HCN). O grão e os caules podem ser utilizados na produção de bioetanol. O subproduto resultante do grão seco destilado tem interesse para a alimentação animal, e o dos caules, o bagaço, pode ser aproveitado para a produção de energia. As folhas têm sido utilizadas para alimentação animal, ou seja, todo o sorgo sacarino pode ser forrageiro.

O **sorgo forrageiro**, geralmente à base de híbridos comerciais (Sudão × sorgo), está a tornar-se popular na América do Norte e Europa Ocidental, como for-



**Figura 3** – Principais utilizações do sorgo. (Fontes: foto de fundo – Ana Barradas, Fertiprado, Lda.; fotos de produtos alimentares – www.NuLifeMarket.com)

ragem verde, silagem ou feno. É um tipo de porte alto, altura superior a dois metros, muitas folhas, panículas (cachos) abertas, com poucas sementes e elevada produção. Dada a variabilidade do germoplasma, têm sido efetuados esforços intensivos de melhoramento, para que grande número de sistemas ecológicos e agrícolas, onde é cultivado, tenham as devidas recomendações e valores precisos de rendimentos, alturas ótimas, sempre condicionadas pelas condições e variedades locais.

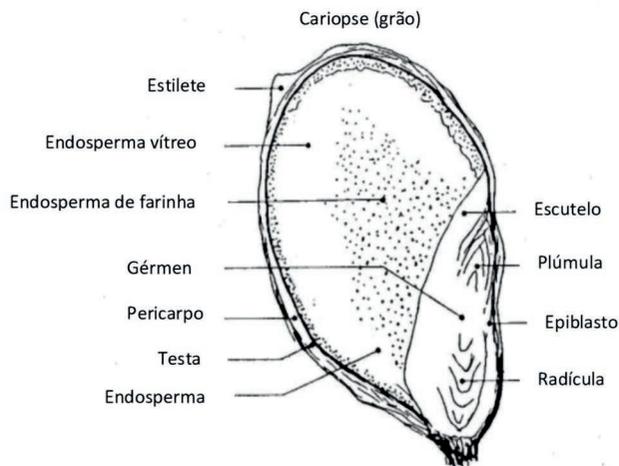
O **sorgo vassoura** apresenta como atributo principal as panículas (cachos) de forma característica, sendo utilizado para o fabrico de vassouras. Em Portugal, este sorgo tem vindo sempre a ser cultivado, apenas com carácter caseiro. No entanto, sabe-se que nos Açores,

na ilha Terceira, em 1950, terá existido uma fábrica com dimensão industrial.

### Potencialidade dos subprodutos do sorgo

A estrutura do grão de sorgo é indicada na Figura 4. Os principais subprodutos do sorgo granífero são provenientes das várias indústrias alimentares, nomeadamente:

- **farelo**, constituído por uma variedade de fitoquímicos e pigmentos que dão cores diferentes aos grãos do sorgo. É uma mistura do pericarpo (farelo) e de fragmentos de grãos (endosperma, gérmen), sendo obtido durante a etapa de descasque e na moagem a seco, para a produção de farinha. A separação da casca do farelo é normalmente efetuada manual-



**Figura 4** – Estrutura do grão do sorgo.  
(Adaptado de Sautier & O'Deye, 1989)

mente, por meio de trituração em almofariz e pilão, ou mecanicamente por adaptação de máquinas de perolização de cevada. Como apresenta elevado teor em fibras insolúveis, pode ainda ser utilizado para enriquecer diversos produtos, sem alterar os atributos sensoriais dos mesmos, nomeadamente na produção de barras de cereais, pães e cereais matinais, desde que moderadamente introduzidos. Os farelos provenientes de cultivares de sorgo mais pigmentadas, como as castanhas e as vermelhas, em combinação com outros ingredientes, fornecem produtos de panificação de coloração mais escura, bastante desejável devido à aparência “natural” e saudável de produto integral, permitindo a substituição de corantes para conseguir tal efeito, como é o caso do caramelo no pão de centeio;

- **grãos, brotos e radículas**, frescos ou secos (ao sol) são os resíduos provenientes da produção da cerveja de sorgo ou de pequena escala. Podem ser utilizados como cereal cozido em produtos extrudidos, como *snacks* e cereais matinais e/ou em outros produtos à base de cereais, como substitutos parciais ou totais. Possuem diversas cores de pericarpo, do branco ao castanho, o que permite, em algumas preparações, como, por exemplo, nos produtos à base de chocolate, o uso de farinha de grãos de pericarpo castanho, dispensando o uso de corantes artificiais. Os grãos do sorgo, secos e solúveis, são os subprodutos provenientes da produção de bioetanol;

- **resíduo do vinho de sorgo** é o subproduto do fabrico tradicional de licor de sorgo (“vinho de sorgo” ou “Kaoliang”);
- **farinha e farelo de glúten e a farinha de gérmen** do sorgo são os subprodutos provenientes da extração do amido de sorgo por moagem húmida. O amido de sorgo pode ser utilizado em substituição parcial ou total do amido de milho ou de mandioca em receitas de biscoitos, bolos, pudins, mingaus, entre outras;
- **grãos integrais** utilizados na confeção de produtos alimentares, devido ao seu papel na redução do risco de doenças crónicas degenerativas;
- **fitoquímicos do sorgo**, localizados principalmente nas camadas de farelo, da testa, e do pericarpo do grão, são fenóis simples, ácidos fenólicos (ácidos ferúlico, p-cumárico, procatecuico, vanílico, caféico, p-hidroxibenzóico, gálico e cinâmico), taninos, fitoesteróis, policosanóis, carotenóides, lignanas e flavonóides, incluindo flavonóides, flavanonas, flavonas, isoflavonas e antocianinas que apresentam benefícios para a saúde humana e podem ser utilizados para fins comerciais. Os policosanóis, por exemplo, são compostos de elevado valor comercial, como suplemento alimentar, para a manutenção de níveis normais de colesterol no sangue, assim como as antocianinas, pelo que podem ser utilizadas como corantes naturais com propriedades funcionais para uso em alimentos.

Assim, as diferentes variedades de sorgo têm vindo a ser exploradas para novas aplicações devido ao conteúdo em antocianinas, denominadas 3-desoxiantocianidinas, que compreendem as luteolinidinas e apigeninidinas e seus derivados metoxilados, 5-metoxiluteolinidina e 7- metoxiapigeninidina, originárias dos metabolitos secundários da planta; são frequentemente isolados por extração com solvente, destacando-se devido à sua capacidade antioxidante e também ao seu potencial como corante na indústria cosmética e alimentar. Estes tipos de antocianinas possuem baixa distribuição na natureza, sendo distintas das demais, devido à ausência de uma molécula de oxigénio no carbono 3 desta estrutura, que confere uma maior estabilidade a variações de pH, quando comparadas com outras antocianinas encontradas nas frutas e hortaliças.

## Produtos inovadores e sustentáveis

Muitas plantas produzem colorações estáveis ou corantes que foram usados no tingimento de tecidos no passado. A sua utilização diminuiu à medida que os corantes orgânicos, à base de carvão e outras matérias-primas fósseis, se tornaram disponíveis, a um custo mais baixo. O projeto GO-Tinturaria Natural, apoiado pelo PDR 2020, ação 1.1 grupos operacionais, tem vindo a analisar a viabilidade de inverter esta tendência e fornecer corantes naturais de alta qualidade a partir de plantas, criando novas oportunidades, tanto para os agricultores, como para a indústria têxtil, tendo em linha de conta as atuais tendências de consumo de produtos naturais.

Com base nos dados históricos e nos atuais conhecimentos, várias cultivares de sorgo, não comestíveis, têm sido investigadas, em termos da prática de cultivo e da capacidade de tingimento, para extrair um corante vermelho, presente nas folhas e noutras partes do caule, para uso industrial. No séc. XIX, o corante extraído do sorgo de cor castanho-avermelhada, conhecido como “*badois rouge*”, era exportado da China para a Europa, conhecido como carmim de sorgo, usado no tingimento da lã ou seda, com um mordente de estanho ou crómio. “*Durra vermelho*”, um produto similar, era exportado da Índia para o Reino Unido, onde o corante era conhecido como “*Hansen brown*” ou “*Meyer brown*”. Em África, este corante ainda é usado, especialmente para tingir pele de cabra, tapetes, tecidos, tiras de folhas de palmeira e ervas, utilizadas em cestaria e tecelagem, cabaças ornamentais, lã, etc.

Neste contexto, têm sido estudados os subprodutos provenientes da produção agrícola do sorgo, de modo a obter corantes que possam ser aplicados na indústria têxtil, cosmética ou alimentar. Ao valorizar os subprodutos do sorgo, atualmente um excedente industrial, numa matéria-prima valorizada, é possível utilizá-los no fabrico de produtos naturais, a custos reduzidos. Para isso, a equipa do INIAV tem vindo a utilizar uma tecnologia industrial já existente, o processo de encapsulamento e a estabilização por liofilização ou atomização, adequando esta tecnologia, de modo a obter corantes naturais em pó (Figura 5).

As características destes corantes naturais (desoxiantocianidinas) estão a ser estudadas quanto à es-

tabilidade, à temperatura e ao pH, comparando com as características de outros corantes naturais, como outras antocianinas. Até à data, percebemos que estes corantes são mais resistentes à temperatura, numa variada gama de pH, do que as antocianinas, podendo assim ser utilizados para usos específicos onde estas características sejam uma mais-valia.

Dadas as propriedades destes corantes naturais em pó, é essencial estimar o tempo de vida útil, avaliar a citotoxicidade, bem como estudar a aplicabilidade de um processo competitivo de secagem no sentido de investigar outras possíveis aplicações, como, por exemplo, corantes para cosméticos (Figura 5).



**Figura 5** – Potenciais aplicações dos corantes extraídos do sorgo.

Adicionalmente, a valorização dos subprodutos demonstrou ter potencial para utilização como corantes naturais no tingimento da lã, uma vez que, nesta altura, são apenas usados como feno ou pastoreio. Além disso, estamos a ir ao encontro das recomendações da FAO para a redução da pegada ecológica na agricultura. Os ensaios sobre o tingimento de lã com corantes naturais, de modo a obter têxteis amigos do ambiente, estão a ser realizados pela Universidade da Beira Interior e são promissores, prevendo-se que a utilização de tais corantes possa ocorrer nos próximos anos a nível industrial. Tentativas para desenvolver um método, ecologicamente aceitável, para o tratamento de águas residuais e a decomposição de resíduos vegetais, por processos naturais, estão a ser estudadas pelo Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL).

## Nota final

O sorgo é uma cultura que apresenta um futuro promissor, por ser mais económica do que o milho, no que respeita a exigências de água e custos de produção. Além disso, o número de compostos bioativos, presentes em determinadas cultivares, tem evidenciado, especialmente o farelo, ser uma fonte potencial de nutracêuticos, com impacto na saúde humana, pois enriquece em fibras e em compostos bioativos diferentes produtos alimentares, sem lhes alterar os atributos sensoriais.

Relativamente aos subprodutos do sorgo, provenientes de cultivares não comestíveis, atualmente considerados um excedente industrial, é possível transformá-los numa matéria-prima valorizada, para obtenção de produtos naturais, a custos reduzidos, com boas perspectivas de aplicação em diferentes áreas da indústria, uma vez que, nesta altura, são apenas usados como feno ou pastoreio. ☺

## Agradecimento

Trabalho elaborado no âmbito do projeto Projeto GO – “Tinturaria Natural – Utilização dos corantes naturais em fibras naturais”, financiado pelo Programa de Desenvolvimento Rural – PDR2020, ação 1.1 Grupos operacionais. PDR2020-101-001. COMPETE 2020 – FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia.

A equipa do projeto agradece à Eng<sup>a</sup>. Ana Barradas, da empresa Fertiprado, Lda, as fotos provenientes do cultivo do sorgo (Figura 1 e Fundo da Figura 3) e também a Kelsey Baker, da empresa NU LIFE MARKET, a autorização para a publicação das fotos correspondentes aos grãos e produtos alimentares provenientes do sorgo (Figura 3).

## Referências bibliográficas

Awika, J.M.; Rooney, L.W. & Waniska, R.D. (2005). Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, **90**(1-2):293–301.

Awika, J.M. & Rooney, L.W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, **65**:1199–1221.

Cardoso, L.M.; Montini, T.A.; Pinheiro, S.S.; Pinheiro-Sant’Ana, H.M.; Martino, H.S.D. & Moreira, A.V.B. (2014). Effects of processing with dry heat and wet heat on the antioxidant profile of sorghum. *Food Chemistry*, **152**:210–217.

Dykes, L.; Rooney, L.W.; Waniska, R.D. & Rooney, W.L. (2005). Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(17):6813–6818.

FAOSTAT (2018). *Production – Crops – Area harvested/yield/production quantity – sorghum – 2010-2015*, FAO Statistics (online database), Food and Agriculture Organization, [www.fao.org/faostat/en](http://www.fao.org/faostat/en) (acesso 22 setembro 2018).

Fialho, E.T.; Lima, J.A.F.; Oliveira, V. & Silva, H.O. (2002). Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **1**:105–111.

Harlan, J.R. & De Wet, J.M.J. (1972). A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Science*, **12**:172–176.

Ratnavathi, C.V. & Patil, J.V. (2013). Sorghum Utilization as Food. *Journal of Nutrition Food Science*, **4**:1. DOI: 10.4172/2155-9600.1000247.

Ratnavathi, C.V.; Patil, J.V. & Chavan, U.D. (2016). *Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective*. 1st Edition – Elsevier. Paperback ISBN: 9780128031575. eBook ISBN: 9780128031827.

Sautier, D. & O’Deye, M. (1989). *Mil, Mais, Sorgho – Techniques et alimentation au Sahel*. Harmatan, Paris, France, 17.

Smith, C.W. & Frederiksen, R.A. (2000). *Sorghum Origin, History, Technology, and Production*. Edited by. John Wiley & Sons, Inc.

Xiong, Y.; Zhang, P.; Warner, R.D. & Fang, Z. (2019). 3-Deoxyanthocyanidin Colorant: Nature, Health, Synthesis, and Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Institute of Food Technologists, **18**:1533–1549.

## Cofinanciado por:

