

Feijão-sopinha: ideótipo de leguminosa de múltiplo propósito de alto valor nutricional

Regis Araújo Pinheiro¹

Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua²

Ricardo Batista Job³

Anderson Luis Mesquita da Martha⁴

Irajá Ferreira Antunes⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do feijão-sopinha, uma cultivar crioula de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], como planta de multipropósito, para sua utilização como forrageira, cobertura do solo e produção de grãos. A identificação de plantas de múltiplo propósito para a diversificação dos sistemas de produção é essencial para atingir uma agricultura sustentável. O feijão-miúdo (ou caupi) enquadra-se nesse conceito, pois é utilizado como planta de cobertura de solo, adubação verde e produção de forragem e de grãos. A Embrapa Clima Temperado possui uma coleção com mais de 20 acessos de feijão-sopinha, coletados em toda a região de clima temperado. Os estudos foram realizados na Estação de Terras Baixas, em Capão do Leão, RS, em um Planossolo de baixa fertilidade. Os experimentos consistiram da caracterização agrônômica da planta e da avaliação da produção de forragem e de sementes e de suas qualidades nutricionais. Na forragem e nos grãos, analisaram-se os seguintes parâmetros: conteúdo de fibras, proteína total, lignina e matéria mineral. Nos grãos, analisaram-se, ainda, os teores de antocianinas, carotenoides, polifenóis e atividade antioxidante total. O feijão-sopinha apresenta ciclo mais longo do que o feijão-miúdo e é capaz de produzir 9,2 Mg ha⁻¹ de massa de matéria seca, com um único corte na fase de floração das plantas. A forragem de feijão-sopinha apresenta boa qualidade quanto à composição de fibras e proteína total. O feijão-sopinha tem potencial para seu uso como planta forrageira, cobertura de solo e produção de grãos e, portanto, serve como ideótipo como planta de múltiplo propósito.

Termos para indexação: atividade antioxidante, fenologia, produção de biomassa, sementes, *Vigna unguiculata*.

Sopinha bean: an ideotype of multiple purpose pulse of high nutritional value

¹ Engenheiro-Agrônomo, doutorando em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, s/n.o, Caixa Postal 451, CEP 96010-900 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: regispinheiroagro@gmail.com.

² Engenheiro-Agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, 9.º Distrito, Monte Bonito, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: gilberto.bevilaqua@embrapa.br.

³ Engenheiro-Agrônomo, doutor, Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, s/n.o, Caixa Postal 451, CEP 96010-900 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: ricardo.job@gmail.com.

⁴ Bacharel em Ciências Ambientais, mestrando em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, s/n.o, Caixa Postal 451, CEP 96010-900 Pelotas, RS, Brasil. E-mail: andersonmartha81@gmail.com.

⁵ Engenheiro-Agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, 9.º Distrito, Monte Bonito, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: iraja.antunes@embrapa.br.

Ideias centrais

- Feijão-sopinha: a agrobiodiversidade local contribuindo no desenvolvimento de uma agricultura sustentável
- Agricultores guardiões de sementes conservam a biodiversidade de feijão-sopinha na planície costeira do RS
- Feijão-sopinha: leguminosa de verão para produção de forragem e grãos de alto valor nutricional
- A utilização da biodiversidade local para a preservação sociocultural dos povos tradicionais quilombolas
- O estudo do feijão-sopinha como contribuição da Embrapa na conservação da biodiversidade e na inovação social e tecnológica

Recebido em
30/10/2019

Aprovado em
07/01/2020

Publicado em
22/05/2020



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the potential of *feijão-sopinha*, a landrace of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], as a multipurpose plant for use as forage plant, soil cover, and grain production. The identification of multipurpose plants for the diversification of production systems is essential for achieving a sustainable agriculture. *Miúdo* bean (the common name for cowpea in Portuguese) belongs to the genus *Vigna* and fit this concept because it can be used as soil cover, green manure, and for the production of forage and grain. Embrapa Clima Temperado has a germplasm bank with more than 20 accessions of cowpea collected throughout the temperate region. The studies were carried out at the Estação Terras Baixas, in Capão do Leão, RS, Brazil, in a planosol of low fertility. The experiments consisted of the agronomic characterization of the plant, and the evaluation of forage and seed productions and their nutritional qualities. In the forage and grains, the following parameters were analyzed: fiber contents, total protein, lignin, and mineral matter. Grains were also analyzed for anthocyanins, carotenoids, polyphenols, and total antioxidant activity. *Sopinha* bean shows a longer cycle than *miúdo* bean, and is capable of producing 9,200 kg ha⁻¹ dry mass under a single cut, in the flowering phase of the plants. *Sopinha* bean fodder shows a good quality of fiber composition and total protein. *Sopinha* bean has potential for its uses as forage plant, soil cover, and grain production, serving, therefore, as an ideotype for multipurpose plant.

Index terms: *Vigna unguiculata*, antioxidant activity, biomass production, fenology, seed.

INTRODUÇÃO

Os sistemas agrícolas passaram por profundas transformações nos últimos anos, entre as quais o uso intensivo de insumos externos, a redução drástica das culturas de interesse comercial e da diversidade genética utilizada para fins de cultivo (Altieri, 2002). Os sistemas de produção agrícola necessitam de alternativas que visem a diversificação e o aumento da estabilidade e contemplem conceitos de múltiplo propósito, como cobertura de solo, adubação verde e fixação de nitrogênio, produção de forragem ou biomassa e de grãos para alimentação humana e animal. Diversas espécies como o trigo, por exemplo, têm sido avaliadas sob a ótica de duplo propósito (Santos et al., 2011). De acordo com esses conceitos (múltiplo e duplo propósitos), as plantas produzem forragem para alimentação animal, no início do ciclo e, após o diferimento, há produção de grãos. Dentre as alternativas de verão, destaca-se o gênero *Vigna*, por apresentar características fundamentais aos sistemas agrícolas diversificados (Araújo & Watt, 1988).

O caupi ou feijão-miúdo, como é conhecido no Rio Grande do Sul, pertence à família *Fabaceae*, ao gênero *Vigna* e espécie *unguiculata*. Segundo Ng & Maréchal (1985) e Padulosi & Ng (1997), o gênero tem cerca de 160 espécies, dentre as quais se destacam quatro como mais importantes: feijão-mungo-verde (*V. radiata*), feijão-adzuki (*V. angularis*), feijão-arroz (*V. umbellata*) e caupi (*V. unguiculata*). As três primeiras são cultivadas principalmente na Ásia, com largo uso na alimentação humana em razão das excelentes qualidades nutricionais dos grãos; a última é cultivada principalmente na África e América do Sul (Steele & Mehra, 1980) e se destaca pela rusticidade. Segundo Steele & Mehra (1980) e Ng & Maréchal (1985) o feijão-miúdo tem como centro primário de diversidade a região Oeste da África, em especial a Nigéria.

O feijão-miúdo presente no Brasil é de origem africana e foi introduzido no país pelos colonizadores portugueses na Bahia, na segunda metade do século XVI (Freire Filho, 1988). Existem mais de 300 variedades conhecidas dessa planta, que apresentam diferenças quanto ao porte, ciclo, hábito de crescimento, cor da flor, antocianina no caule e forma, tamanho e coloração das sementes, além de outras características agrônômicas. Uma série de cultivares têm sido selecionadas para cultivo nas diversas ecorregiões do Brasil (Araújo & Watt, 1988). Entretanto, a pesquisa está voltada primordialmente para a produção de grãos, principalmente em regiões tropicais do Brasil. Na planície costeira do Rio Grande do Sul, especialmente nos municípios de Tavares, São José do Norte e Mostardas, o feijão-miúdo é cultivado há 200 anos, onde passou por processo de seleção natural pelos agricultores locais, tendo-se adaptado às condições extremas da região, especialmente aos solos arenosos – com baixíssima fertilidade, deficiência hídrica recorrente e ventos fortes –, e desenvolvido sua condição de planta altamente adaptada a condições ambientais bastante limitantes (Bevilaqua et al., 2007).

No Nordeste brasileiro, a cultura é utilizada principalmente na produção de grãos secos ou verdes, destinados ao consumo humano devido ao seu excelente valor nutritivo. Porém, o feijão-miúdo

pode ser utilizado como cobertura de solo e adubação verde, bem como na alimentação animal como forragem, feno ou silagem (Araújo & Watt 1988; Ribeiro, 2002). Além disso, a cultura proporciona a fixação de boa quantidade de nitrogênio ao solo, substituindo em parte ou totalmente a adubação nitrogenada de culturas subsequentes ou concomitantes, principalmente gramíneas. Ademais, os genótipos de feijão-miúdo do Rio Grande do Sul apresentam alta produção de biomassa e elevada capacidade de cobertura de solo, o que torna necessária uma observação mais detalhada da qualidade da forragem ao longo do ciclo e do consumo direto pelos animais (Bevilaqua et al., 2007). É objetivo fundamental da pesquisa identificar espécies promissoras para a produção de forragem e alimentação animal, aliando os quesitos qualidade e quantidade, que possibilitem a alimentação do rebanho em fase de escassez (Otero, 1961).

Dentro da espécie *V. unguiculata*, há um grupo de variedades reconhecidas genericamente como “sopinha”, com distinções em relação às demais. Segundo Bevilaqua et al. (2015), esse grupo apresenta ciclo mais longo e sementes de menor tamanho, porém, com as mesmas características de rusticidade, elevada capacidade de produção de biomassa e fixação simbiótica de nitrogênio. Para Vila Nova et al. (2014), a cultivar local ‘Sopinha’ pertence a um grupo diferente do ponto de vista da similaridade genética, em relação aos padrões dos materiais do melhoramento genético convencional avaliados no Nordeste brasileiro. Entretanto, as cultivares, embora dissimilares geneticamente, apresentaram comportamento semelhante quanto às características avaliadas. Alguns genótipos de caupi estavam praticamente desaparecidos do Rio Grande do Sul, quando foram recuperados com a ajuda de guardiões de sementes e suas entidades representativas. A planta tem grande valor histórico, uma vez que, segundo os agricultores, as sementes chegaram ao Brasil presas aos cabelos das mulheres afrodescendentes escravizadas, como um mero acessório. Além disso, os agricultores familiares e quilombolas guardiões de sementes da região de Tavares, Rio Grande do Sul, relatam a importância da planta em rituais religiosos, bem como afirmam que o grão possui alto valor nutricional, inclusive com propriedades afrodisíacas.

A partir do conhecimento das demandas dos agricultores da região Sul do Rio Grande do Sul e das qualidades da cultura relatadas, iniciaram-se as investigações sobre a planta e as diversas formas de aproveitamento. O banco de germoplasma de feijões da Embrapa Clima Temperado compreende aproximadamente 200 genótipos de *Vigna*, dos quais 23 referem-se ao grupo Sopinha. Os genótipos são provenientes de diferentes locais e apresentam características agrônomicas pouco conhecidas. O germoplasma está sob a responsabilidade dos agricultores guardiões predominantemente, e é necessário aprofundar tais estudos em sistemas ecológicos de produção, visando à recomendação de variedades para o cultivo comercial, em escala ampliada, para, assim, aliar a conservação do germoplasma ao aumento do aproveitamento da agrobiodiversidade local (Bevilaqua et al., 2015), os quais são requisitos essenciais e fundamentais para a construção de agroecossistemas mais sustentáveis.

O caupi é reconhecido como uma fonte potencial de proteínas e outros nutrientes, como substâncias bioativas e antioxidantes. A capacidade de substâncias fenólicas, inclusive flavonoides e ácidos fenólicos, para atuar como antioxidantes, tem sido extensivamente investigados nessa espécie (Siddhuraju & Becker, 2007). O estudo de tais substâncias, que estão presentes naturalmente em legumes, frutos, cereais e leguminosas, aumentou consideravelmente, tornando os grãos dessas espécies cada vez mais utilizados como antioxidantes naturais e nutracêuticos, pois têm a capacidade de reduzir os danos oxidativos associados a muitas doenças (Kumar et al., 2014). No que se refere à produção proteica, podemos observar que, nos países em desenvolvimento, a proteína de origem animal tem um custo elevado, o que ocasiona sua falta ou a baixa utilização pelas populações de baixa renda. Nesse aspecto, as leguminosas podem ser uma fonte importante de proteínas para a dieta humana, bem como a animal, com alto valor nutricional. Outro fator a ser mencionado é que o feijão-miúdo é uma importante fonte de carboidratos, fibras alimentares, vitaminas do complexo B, minerais, polifenóis e baixa quantidade de lipídios (Ribeiro, 2002).

Os objetivos deste trabalho: realizar a descrição da variabilidade genética de feijão-sopinha, existente no Rio Grande do Sul, avaliar o comportamento agrônomico da espécie, por meio da produção de biomassa e de grãos, e determinar sua qualidade nutricional quando cultivado em sistemas de base

ecológica, de forma a reconhecer o conceito de múltiplo propósito e o potencial de uso da espécie na produção agrícola familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de avaliação dos genótipos de feijão-sopinha foram conduzidos no campo experimental da Estação Terras Baixas, no Município do Capão do Leão, RS, nos anos agrícolas de 2011/2012 a 2013/2014. As análises nutricionais da forragem e sementes foram realizadas no laboratório de bromatologia e nutrição animal, ambos da Embrapa Clima Temperado.

O solo do local onde foram realizados os ensaios é classificado como Planossolo Háptico eutrófico solódico, unidade de mapeamento Pelotas (Santos et al., 2018), com drenagem deficiente e as seguintes características físico-químicas: 1,2% de matéria orgânica, 4 mg kg⁻¹ de fósforo (P), 50 mg kg⁻¹ de potássio (K), 20% de argila e pH 5,8.

A adubação da área foi realizada com mistura de fosfato natural, torta de tungue e pó de rocha, à base de granodiorito a 1.000 kg ha⁻¹. A mistura foi aplicada manualmente, com a incorporação ao solo um mês antes da semeadura. Nos anos subsequentes não se realizaram novas adubações.

No primeiro experimento, avaliaram-se os genótipos quanto a possíveis diferenças genéticas e fenotípicas entre eles. Utilizaram-se 20 genótipos do banco de germoplasma da Embrapa Clima Temperado. A caracterização dos diferentes acessos foi feita de acordo com Bettencourt (2007), tendo-se analisado o ciclo das plantas até a colheita e até a coleta das vagens, a cor da flor, o comprimento das vagens e o número de grãos por vagem. O genótipo que se destacou nessa avaliação inicial foi avaliado em outros experimentos e comparado com a cultivar de feijão-miúdo mais utilizada pelos agricultores na região. Neste primeiro experimento, a semeadura foi realizada em 03 de janeiro, e a emergência ocorreu após seis dias.

No segundo experimento, avaliaram-se dois genótipos quanto ao ciclo e produção de sementes, por meio da colheita de vagens maduras, a cada período entre 12 e 15 dias, aproximadamente, até o final do ciclo, no total de até quatro colheitas de acordo com o genótipo. Observaram-se nas parcelas as datas de emergência, de floração e de maturação das vagens, que caracterizavam o ciclo das variedades. As parcelas consistiram de quatro linhas de cada genótipo, com 4 m de comprimento e 0,65 m de espaçamento entre linhas, com densidade de semeadura de 10 plantas por metro linear. Utilizaram-se duas repetições de cada tratamento, tendo-se avaliado a produtividade obtida em quatro épocas de colheita de sementes para Sopinha (G 76), e três para a testemunha. A semeadura foi realizada em janeiro, e a emergência ocorreu em seis dias.

Para avaliação do ciclo da planta, determinou-se o período da semeadura até a emergência das plântulas e o período definido de dias após a emergência (DAE) até a floração plena, quando 50% das plantas estavam com flores abertas, até a maturação das plantas, tendo-se observado a mudança da cor das vagens de verde para marrom. As vagens maduras foram colhidas manualmente, depositadas em saco de pano e secas ao sol, durante 4 dias, quando foram debulhadas e pesadas. O final do ciclo foi determinado pela senescência das plantas, observada pela mudança de cor das plantas de verde para marrom, que coincidiu com a ocorrência das primeiras geadas, em razão da época de semeadura utilizada.

No terceiro experimento, avaliou-se a produção de biomassa total, com um único corte das plantas na fase de floração, bem como se analisou a qualidade da forragem produzida. Os genótipos usados foram os mesmos do experimento anterior: 'Sopinha G 76' e, como testemunha, a cultivar comercial de feijão-miúdo 'Amendoim'. A semeadura foi realizada em 09/11/2012, em razão da ocorrência de chuva em grande quantidade e da baixa temperatura do solo, embora o planejamento inicial fosse outubro, e a emergência das plântulas ocorreu no dia 15/11/2012. Neste segundo

experimento o espaçamento utilizado foi 0,5 m entre linhas, com densidade de semeadura de 8 plantas por metro linear e duas repetições de cada tratamento.

Avaliou-se a capacidade de produção total de massa de matéria seca da parte aérea, por meio do corte das plantas na fase de floração, bem como a capacidade de recuperação do corte pelas plantas. Realizaram-se cortes nas linhas laterais, onde se avaliou a produção de biomassa, e nas duas linhas centrais, onde se avaliou a produção de grãos. A altura do corte foi de 10 cm. Após o corte, as amostras foram submetidas a pesagens e colocadas para secagem em estufa, a 55-60°C, por 62 horas, quando, então, foram novamente pesadas para determinação da massa de matéria seca (Silva & Queiroz, 2002).

A composição química foi determinada na forragem e nos grãos, pelos seguintes parâmetros: matéria seca, matéria mineral, lignina, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e proteína bruta, pelas metodologias de Silva & Queiroz (2002) e Van Soest (1994), e a estimativa de fibra bruta foi realizada segundo NRC (2001).

A análise de antioxidantes foi realizada nos grãos inteiros, e as amostras foram trituradas em moinho de facas, para obtenção de farinha, que foi armazenada em frascos de polietileno com tampa, mantidos em temperatura ambiente. Realizaram-se as seguintes determinações: antocianinas totais, pelo método adaptado de Fuleki & Francis (1968); e carotenoides totais, pelo método adaptado de Talcott & Howard (1999). A extração para as determinações de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante foi realizada pelo método adaptado de Iqbal et al. (2005). A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método adaptado de Swain & Hillis (1959). A determinação da atividade antioxidante foi realizada com uso do radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), pelo método adaptado de Brand-Williams et al. (1995).

Para a análise da forragem, aplicou-se a análise de variância aos resultados e a comparação de médias pelo programa SASM-AGRI (Canteri et al., 2001).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados referentes à caracterização de 20 genótipos de feijão-sopinha mostram que a variação foi muito pequena entre eles e que apenas dois genótipos apresentaram uma pequena variação de ciclo (Tabela 1). Avaliando-se o período para a espécie atingir a floração, verificou-se que foram necessários, em média, 62 dias após a emergência (DAE), ao passo que no, segundo experimento, foram necessários 69 DAE para a floração. Assim, pode-se inferir que, para o seu desenvolvimento, os genótipos são sensíveis à soma térmica e não ao fotoperíodo, o que confirma as informações de Ribeiro (2002) e Farias et al. (2015), que relatam que a temperatura mais alta antecipou em uma semana a ocorrência da floração, em dois ambientes distintos. Tais condições, durante o ciclo, também afetaram o período necessário para a primeira colheita das sementes e o intervalo entre colheitas, que foram respectivamente de 81 e 16 dias, em média. Fato importante é que a semeadura foi realizada em janeiro que, embora pareça tardia, é a comumente utilizada na região (Bevilaqua et al., 2007) e tende a apressar o ciclo e reduzir o potencial de rendimento.

Observou-se, também, que não houve variação quanto à cor da flor, que era branca em todos os genótipos avaliados. Quanto ao comprimento das vagens, os resultados mostraram-se estatisticamente iguais em todos os genótipos, embora o genótipo G 76 tenha tido destaque positivo. Tal fato mostra que os genótipos avaliados no trabalho podem ser originários da população proveniente do Município de Tavares, pois é a que possui os relatos mais antigos dos guardiões de sementes da região costeira. De forma análoga, o ambiente de Tavares parece ter sido aquele onde ocorreu melhor interação entre genótipo e ambiente, que resultou em genótipos com adequado número de grãos por vagem, característica muito importante para a definição do potencial de produção das culturas. Assim, selecionou-se o genótipo G 76 para realizar os trabalhos subsequentes – quanto à produção de grãos e forragem e suas qualidades nutricionais –, para compará-la à cultivar mais utilizada no Rio Grande do Sul.

Tabela 1. Ocorrência de floração e colheita das sementes (COL) em dias após a emergência (DAE), cor da flor, comprimento de vagens e número de grãos por vagem, em genótipos de feijão-sopinha (*Vigna unguiculata*) do banco de germoplasma da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2016.

Cultivar/genótipo	Dias após a emergência			Cor da flor	Comprimento de vagens (cm)	Nº grãos/vagem
	Floração	1. ^a COL	2. ^a COL			
G 56	62	81	97	branca	13,7 a	16,6ab
G 60	62	81	97	branca	12,4 a	17,3ab
G 68	62	81	97	branca		
G 76	62	81	97	branca	13,0 a	22,3a
G 151	62	81	97	branca		
G 161	63	82	98	branca		
G 232	62	81	97	branca		
G 375	62	81	97	branca		
G 381	62	81	97	branca		
G 440	62	81	97	branca	13,5 a	17,8ab
G 447	62	81	97	branca		
G 458	62	81	97	branca		
G 478	62	81	98	branca	12,5 a	15,6 b
Média	62	81	97		13	18

*Dados de duas repetições.

Nos dados do período até o florescimento e a colheita de sementes, observou-se a possibilidade de realização de até quatro colheitas de vagens maduras, durante uma safra, mesmo com a semeadura realizada em janeiro (Tabela 2). Constatou-se que a cultivar ‘Sopinha G 76’ apresentou um ciclo vegetativo 12 dias mais tardio do que a testemunha, com florescimento aos 69 e aos 57 DAE, respectivamente. Porém, quando se observa o período até a colheita de sementes – 95 DAE (feijão-sopinha) e 87 DAE (testemunha) –, verifica-se que a diferença entre ambos se reduziu para oito dias. No cultivo em clima temperado, as cultivares apresentam ciclo mais tardio do que as cultivadas em clima tropical. Tal fato está relacionado à mais alta temperatura média das regiões tropicais, pois, a maioria das cultivares de feijão-miúdo respondem à soma térmica para completar seu ciclo. Segundo Ribeiro (2002), as cultivares disponibilizadas para cultivo no Nordeste do Brasil têm apresentado ciclo da emergência até a maturação de 70 dias, naquelas condições, o que as classifica como de ciclo médio. Comparativamente, verifica-se que, na testemunha, a primeira colheita de vagens ocorreu 30 dias após o florescimento, enquanto em ‘Sopinha’ foi aos 26 dias. Tal fato é importante para a seleção de genótipos e para a forma de utilização no sistema de cultivo, pois permite às famílias uma rápida obtenção de grãos para a alimentação.

Tabela 2. Ciclo da planta até a floração e até a colheita das sementes, em dias após a emergência (DAE), e produção de sementes, em kg ha⁻¹, por colheita e total, em feijão-miúdo (*Vigna unguiculata*) cultivar Sopinha G 76. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2013.

Cultivar / Genótipo	Floração (DAE)	Colheitas (DAE)				Massa total (kg ha ⁻¹)
		1. ^o	2. ^a	3. ^a	4. ^a	
Sopinha	69	95	117	134	146	-
G 76 - produção (kg ha ⁻¹)	-	105	1.056	435	241	1.836
‘Amendoim’	57	87	99	117	-	-
(Testemunha) - produção (kg ha ⁻¹)	-	925	781	1.346	-	3.052

Em consequência do ciclo mais longo, ‘Sopinha G 76’ propiciou quatro colheitas de vagens, enquanto a testemunha permitiu apenas três. O feijão-miúdo, também em razão do ciclo longo de floração e maturação, normalmente, produz quatro colheitas de vagens durante um ciclo (Bevilaqua et al., 2007). Como se esperava, a semeadura em época tardia, principalmente em condições de clima temperado, ocasiona redução do número de colheitas, pois as baixas temperaturas e as geadas causam a morte das plantas por desidratação. Quanto à duração da fase de maturação, ‘Sopinha’ mostrou um ciclo total de 29 dias mais longo (146 DAE) do que a testemunha (117 DAE). Assim, uma estratégia para a produção de sementes seria a semeadura em janeiro, o que acarreta maior uniformidade na maturação das vagens e sementes.

Apesar do ciclo mais longo, o feijão ‘Sopinha’ teve produção total de sementes de 1.836 kg ha⁻¹, enquanto ‘Amendoim’ apresentou 3.052 kg ha⁻¹, e foi estatisticamente superior. Tal fato confirma o potencial de produção da cultura, mesmo em solos com restrição severa de fertilidade. O pico de produção para ‘G 76’ deu-se na segunda colheita, enquanto na para a testemunha, deu-se na terceira. O desempenho relatado está acima daqueles obtidos por Tomm et al. (2005) que avaliaram genótipos de feijão-miúdo tipo moita, em Passo Fundo, RS, e alcançaram rendimentos de 1.500 kg ha⁻¹. Está também acima daqueles encontrados por Vilarino et al. (2008) para a ‘BRS Xiquexique’, que apresentou produção de grãos de 1.759 kg ha⁻¹, em Boa Vista, RR. Entretanto, os valores estão mais próximos dos obtidos por Bevilaqua et al. (2007), que alcançaram 2.500 kg ha⁻¹, atestando o bom desempenho da cultura. Esse comportamento pode estar relacionado à seleção realizada pelos agricultores guardiães, às condições climáticas extremas da região e à adubação orgânica utilizada no experimento.

A diferença de produtividade entre ambos os genótipos pode ser atribuída à massa de mil sementes (MMS) das cultivares que, para ‘Sopinha’, foi de 72 g, enquanto para ‘Amendoim’ foi de 127 g (praticamente o dobro). Tais resultados estão bem abaixo daqueles colocados por relato de Ribeiro (2002), pelo qual as cultivares de caupi da região Nordeste do Brasil alcançam MMS de 190 g, em média. Nessa região, os genótipos são selecionados quase exclusivamente para a produção de grãos, enquanto que no Sul, são genótipos de duplo propósito, ou seja, cobertura de solo e produção de forragem e grão (Bevilaqua et al., 2007).

Os dados de composição química dos grãos das cultivares foram praticamente iguais em ambos os genótipos (Tabela 3). O ‘Sopinha’ apresentou teores de fibras nas sementes ligeiramente melhores do que os da testemunha; quanto a fibra neutra (FDN), os resultados foram 31,5 e 34,5%, respectivamente. No que diz respeito à fibra ácida (FDA), o ‘Sopinha’ apresentou 6% e a testemunha foi ligeiramente superior com 8,69%; em ambos os casos, não houve diferença significativa entre os genótipos. Os valores estão bem acima daqueles apresentados por Moura (2011), que encontrou valores entre 1,7 a 3,6% de fibra bruta, nos genótipos provenientes da região tropical do Brasil. O baixo teor de fibras, até um certo limite, é importante para a definição de genótipos com alta qualidade nutricional.

O teor de extrato etéreo do ‘Sopinha G 76’ foi ligeiramente mais elevado do que o da testemunha, com média geral de 1,65%. Esse item é importante para definir o teor de gordura na semente que, nessa espécie, pode ser considerada baixa. No entanto, quanto aos teores de matéria mineral, a testemunha mostrou (4,47%) – valor ligeiramente mais elevado do que o do ‘Sopinha G 76’ (4,28%), entretanto, sem diferença significativa. Tais resultados estão um pouco acima dos encontrados por Bevilaqua et al. (2007), que encontrou teores de matéria mineral de 3,5%. Porém, as condições de clima e solo podem afetar esses teores nas amostras, em grande medida.

Tabela 3. Composição química dos grãos das cultivares locais de caupi (*Vigna unguiculata*) – feijão-miúdo e feijão ‘Sopinha’. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2016.

Genótipo/cultivar	Cor do grão	FDN ⁽¹⁾ (%)	FDA ⁽¹⁾ (%)	MM ⁽¹⁾ (%)	EE ⁽¹⁾ (%)
Sopinha G 76	Amarelo	31,5	6,07	4,47	1,67
Amendoim (T)	Vermelho	34,5	8,69	4,28	1,62
Média		32,98 dns ⁽²⁾	7,38 dns	4,36 dns	1,65 dns
Genótipo/cultivar	PB ⁽¹⁾ (%)	AT ⁽³⁾	CT ⁽⁴⁾	ATT ⁽⁵⁾	CFT ⁽⁶⁾
Sopinha G 76	32,3	1,44+0,06 ⁽⁷⁾	4,65+0,6 ⁽⁷⁾	3488,64+113,4 ⁽⁷⁾	626,64+29,0 ⁽⁷⁾
Amendoim (T)	31,4	2,60+0,22	6,59+0,2	4775,36+309,6	6.137,44+140,0
Média	31,8 dns	2,02 dns	5,62 dns	4.132,0 dns	3.382,04*

Composição: FDN, fibra detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; MM, matéria mineral; EE, extrato etéreo; PB, proteína bruta total; AT, antocianinas totais; CT, carotenoides totais; CFT, compostos fenólicos totais; e ATT, atividade antioxidante total. ⁽¹⁾ Resultados corrigidos para 100% de matéria seca (média de dois anos). ⁽²⁾dns: diferença não significativa pela análise de variância. *Diferença significativa pelo mesmo teste, a 5% de probabilidade. ⁽³⁾Expressa (em mg) equivalente de cianidina-3-glicosídeo 100 mg⁻¹ de grão. ⁽⁴⁾Expressa (em mg) equivalente β-caroteno 100 mg⁻¹ de grão. ⁽⁵⁾Expressa (em µg) equivalente Trolox g⁻¹ de grão. ⁽⁶⁾Expressa (em mg) o equivalente ácido clorogênico 100 mg⁻¹ de grão. ⁽⁷⁾Média de quatro repetições ± desvio-padrão.

Nas sementes, os teores proteicos da testemunha (31,4%) foram ligeiramente mais baixos do que os do feijão ‘Sopinha’, (32,3%), sem diferença estatística entre ambos. Tal fato mostra a

excelente composição nutricional dos genótipos, pois Rocha et al. (2008) avaliaram 44 genótipos de caupi e encontraram variação de teores proteicos entre 20,4 e 28,3%, valores similares aos observados por Moura (2011), que avaliou três cultivares de caupi e encontrou variação de 19 a 27%. No entanto, há relatos de valores bem mais baixos, com teores proteicos próximos de 24%, que são semelhantes aos do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (Ferreira Neto et al., 2006; Frota et al., 2008). A maioria desses dados refere-se ao cultivo em clima tropical. Em cultivos em clima temperado e de acordo com as características genéticas das cultivares pode haver divergências; salienta-se a possível interferência da adubação orgânica e mineral não solúvel utilizada no experimento.

Frota et al. (2008), compararam isolados proteicos de soja e caupi e encontraram similaridade entre ambos os tipos de isolados, quanto à composição aminoacídica; no entanto, o caupi apresentou os aminoácidos essenciais em maiores níveis. Segundo Silva & Freire Filho (1999), o caupi apresenta elevado teor proteico no grão e uma série de aminoácidos essenciais, entre eles uma alta concentração de lisina; os sulfurados como cisteína e metionina são encontrados em pouca quantidade. Todavia, Silva & Queiroz (2002) ponderam que a proporção relativa desses constituintes químicos pode variar de acordo com a cultivar, práticas agrônômicas, manejo pós-colheita e a idade das sementes.

Os valores de antocianinas totais foram da ordem de 2,02 mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo 100 mg⁻¹ de grão, e não houve diferença estatística entre os genótipos. Os carotenoides totais, em ambos os tratamentos, também não apresentaram divergências, cuja média foi de 5,62 mg equivalente de β -caroteno 100 mg⁻¹ de grão. Quanto aos compostos fenólicos totais, houve diferença significativa entre os tratamentos, pois o feijão-miúdo ‘Amendoim’ apresentou 10 vezes mais compostos fenólicos do que o ‘Sopinha’, respectivamente 6.137 e 626 mg do equivalente ácido clorogênico 100 mg⁻¹ de grão. A cultivar ‘Amendoim’ é portanto uma fonte importante de polifenóis em relação a outros genótipos de feijão-miúdo. Tal fato está relacionado provavelmente à cor vermelha do grão do ‘Amendoim’, e amarelo claro do ‘Sopinha’. A atividade antioxidante total também não apresentou diferença entre os tratamentos, e o valor médio foi de 4.132,0 μ g equivalente Trolox g⁻¹ de grão. Tais resultados mostram que os grãos têm composição assemelhada e podem ser utilizados nas dietas por suas atividades antioxidantes, o que foi relatado por Siddhuraju & Becker (2007) e Zia-Ul-Haq et al. (2013), sobre genótipos indianos e paquistaneses, respectivamente, que apresentam valores semelhantes quanto aos teores de antioxidantes. Kumar et al. (2014) reportaram que a atividade antioxidante total está mais presente em grãos com tegumento colorido, entretanto, no presente trabalho, apesar de o feijão ‘Amendoim’ apresentar casca vermelha, e o ‘Sopinha’, amarela, os resultados foram semelhantes em ambas as cultivares (Zia-Ul-Haq et al., 2013).

Os genótipos não diferiram estatisticamente quanto à produção de massa de matéria seca (PMS), embora o ‘Sopinha’ tenha apresentado valores ligeiramente mais elevados do que os da testemunha (Tabela 4). A PMS, na fase de florescimento pleno, em ‘Sopinha G 76’ foi de 9.218 kg ha⁻¹, enquanto em feijão-miúdo ‘Amendoim’ foi de 8.147 kg ha⁻¹. Tal fato relaciona-se provavelmente ao ciclo mais longo e maior período de acúmulo de matéria seca do feijão ‘Sopinha’. Os resultados são superiores aos encontrados por Calegari et al. (1993), que obtiveram 4.500 kg ha⁻¹ de matéria seca. Entretanto, a adubação mineral não solúvel utilizada tem um efeito mais lento do que os fertilizantes solúveis, o que pode ter influenciado no resultado.

Tabela 4. Produção de massa de matéria seca da parte aérea, por meio de corte na fase de floração, e qualidade da forragem das cultivares crioulas de feijão-miúdo ‘Amendoim’ e ‘Sopinha G 76’, quanto à composição. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Cultivar	Produção de massa de matéria seca (kg ha ⁻¹)	----- % -----			
		PB**	FDA	FDN	Lignina
Amendoim (T)	8.147,0a	21,2a	35,0a	41,4a	6,0a
Sopinha G 76	9.218,0a	17,1a	35,2a	54,0b	9,1b
Média	8.683,0	19,2	35,1	47,7	7,6

PB, proteína bruta; FDA, fibra ácida; FDN, fibra neutra; MM, matéria mineral; e lignina. *Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. **Corrigido para matéria seca.

Os teores proteicos da massa de matéria seca, em ambos os genótipos, foram semelhantes, com valores em torno de 23%. Os dados apresentados confirmam os resultados encontrados por Bevilaqua et al. (2007), porém, estão acima dos encontrados por Gebreyowhans & Gebremeskel (2014) que, ao analisarem a forragem de feijão-caupi, na Nigéria, encontraram valores médios de 18%. Tal quantidade de massa de matéria seca da parte aérea da planta resulta em quantidade de nitrogênio fixada superior a 350 kg ha⁻¹, valor bem acima do referido por Araújo & Watt (1988), que reportaram valores próximos de 100 kg ha⁻¹. Esse fato pode justificar um rendimento de sementes de 3.500 kg ha⁻¹, evidenciado no presente trabalho, com uso de adubação de baixa solubilidade a base de pó de rocha, fosfato natural e torta de tungue.

Os teores médios de FDA (cerca de 35%) foram semelhantes nos genótipos, na fase de florescimento, o que é até certo ponto esperado por serem variedades da mesma espécie. Esses resultados estão abaixo dos encontrados por Gebreyowhans & Gebremeskel (2014), que encontraram teores médios de 53%. Segundo Mieres (2004), a importância dos valores de FDA encontra-se em na relação negativa de seus teores com os teores de energia das plantas, e conclui que plantas com menor FDA apresentarão maiores teores energéticos, bem como melhor digestibilidade da forragem pelos ruminantes. Salienta-se que Moraes & Maraschin (1988) encontraram valores de FDA próximos de 60%, ao analisarem a forragem de milheto-comum.

Os teores de FDN apresentaram resultados diferentes estatisticamente, Sopinha G 76' apresentou 36,5%, enquanto o feijão-miúdo 'Amendoim', 45,2%. Os valores do presente trabalho, são menores do que os encontrados por Gebreyowhans & Gebremeskel (2014), que analisaram genótipos na Etiópia e obtiveram valores médios de 58%, também avaliados na fase de floração. De acordo com Mieres (2004), o conteúdo de FDN de uma planta forrageira está negativamente relacionado com o máximo consumo voluntário de forragem por ruminantes, bem como o teor de fibras aumenta com a decorréncia dos estádios de desenvolvimento fenológico da planta. Alimentos com teores menores do que 40-45% são considerados alimentos de boa qualidade para o gado, e aqueles com teores acima de 55% podem limitar o consumo do animal (Van Soest, 1994).

No que se refere aos teores de lignina, 'Sopinha G 76' apresentou 4,8%, valor significativamente inferior ao da testemunha, que foi de 7,5%. O teor deste componente é de suma importância para a nutrição de ruminantes, pois, conforme Mieres (2004), a lignina dificulta a acessibilidade dos microrganismos do rúmen à celulose e hemicelulose, limitando a digestibilidade desses componentes, ao formar uma complexação chamada lignificação, principalmente com a celulose. Os dados mostram a boa qualidade da forragem do 'Sopinha' para o consumo animal.

Os dados permitem afirmar que o feijão-sopinha se adequa perfeitamente ao conceito de múltiplo propósito, para diversos sistemas de produção de base ecológica, pois, serve como planta de cobertura em sistemas de produção de grãos ou hortaliças, como cebola e trigo. Também pode ser utilizado em sistemas de produção leiteira, em razão de sua alta produção de biomassa de boa qualidade forrageira, revelada pelos baixos teores de fibra bruta e lignina; contudo, suas características foram, em geral, semelhantes às das cultivares de feijão-miúdo presentes na Planície Costeira. Os grãos dessa cultura são reconhecidos pela altíssima qualidade nutricional, para o preparo de alimentos de pessoas debilitadas fisicamente, e para a alimentação das crianças, conforme relatado por diversos informantes da região. Os agricultores guardiães de sementes da Planície Costeira do Rio Grande do Sul contribuíram decisivamente para a seleção e o desenvolvimento da planta e, assim, para a agrobiodiversidade local, pois, ela apresenta características distintivas favoráveis e pode colaborar na identificação de novas cultivares, para se atingir uma agricultura mais sustentável.

CONCLUSÕES

A cultivar de feijão-miúdo 'Sopinha G 76' destaca-se por seu ciclo mais longo e produção de massa de matéria seca de alto teor proteico, porém, a cultivar 'Amendoim' apresenta maior potencial de produção de sementes.

Embora as diferenças nas características agronômicas desses genótipos sejam facilmente perceptíveis, a análise mostrou que ambos os genótipos apresentam semelhanças quanto à produção de grãos e forragem, e suas análises nutricionais mostram que são fontes altamente promissoras de compostos com atividades antioxidantes.

O trabalho mostra o potencial do feijão-sopinha como planta forrageira e para uso em cobertura de solo, e a possibilidade de uso desta cultura no manejo das unidades familiares, pois pode fornecer grãos para a alimentação humana e animal, adequando-se perfeitamente ao conceito de planta de múltiplo propósito e produção de base ecológica.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. 722p.
- BETTENCOURT, E. (Ed.). **Descritores para Feijão frade ou caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Tradução J. Pedro e A. Alves. Roma: Bioversity International, 2007. Disponível em: <www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/fejao-frade-ou-caupi/>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- BEVILAQUA, G.A.P.; GALHO, A.M.; ANTUNES, I.F.; MARQUES, R.L.L.; MAIA, M. de S. **Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 24p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 204).
- BEVILAQUA, G.A.P.; PINHEIRO, R.A.; JOB, R.B.; EBERHARDT, P.E.R.; ANTUNES, I.F. **Fitomassa de forragem e de grãos e qualidade da forragem de feijão-sopinha em cultivo agroecológico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 21p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 210).
- BRAND-WILLIAMS, M.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P.B.; MYIASAKA, S.; AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M.B.B. da. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p.207-328.
- CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, p.18-24, 2001.
- FARIAS, V.D. da S.; COSTA, D.L.P.; SOUZA, P.J. de O.P. de; TAKAKI, A.Y.; LIMA, M.J.A. de. Temperaturas basais e necessidade térmica para o ciclo de desenvolvimento do feijão-caupi. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, p.1781-1792, 2015.
- FERREIRA NETO, J.R.C.; ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, S.M. de S.; LOPES, A.C.de A.; FRANCO, L.J.D. Composição química dos grãos secos em genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Tecnologias para o agronegócio**: anais. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61816/1/BN06Ferreira.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- FREIRE FILHO, F.R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J.P.P. de; WATT, E.E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP: Ibadan: IITA, 1988. p.25-46.
- FROTA, K. de M.G.; SOARES, R.A.M.; ARÊAS, J.A.G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.28, p.470-476, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000200031>.
- FULEKI, T.; FRANCIS, F.J. Quantitative methods for anthocyanins 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, v.33, p.72-77, 1968. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00887.x>.
- GEBREYOWHANS, S.; GEBREMESKEL, K. Forage production potential and nutritive value of cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes in the northern lowlands of Ethiopia. **Journal of Agricultural Research and Development**, v.5, p.66-71, 2014.
- IQBAL, S.; BHANGER, M.I.; ANWAR, F. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. **Food Chemistry**, v.93, p.265-272, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.024>.
- KUMAR, B.; LAMBA, J.S.; DHALIWAL, S.S.; SARLACH, R.S.; RAM, H. Exogenous application of bio-regulators improves grain yield and nutritional quality of forage cowpea (*Vigna unguiculata*). **International Journal of Agriculture & Biology**, v.16, p.759-765, 2014.
- MIERES, J.M. (Ed.). **Guía para la alimentación de rumiantes**. 3.ed. Montevideo: Inia, 2004. 84p. (Inia. Serie tecnica, 142). Disponível em: <<http://www.inia.org.uy/online/site/publicacion-ver.php?id=979>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

- MORAES, A. de; MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milho cv. Comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, p.197-205, 1988.
- MOURA, J. de O. **Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos**. 2011. 81p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- NG, N.Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin germplasm. In: SINGH, S.R.; RACHIE, K.O. (Ed.). **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: J. Wiley, 1985. p.11-21.
- NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- OTERO, J.R. de. **Informações sobre algumas plantas forrageiras**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1961. 334p. (Serviço de Informações Agrícolas. Série didática, 11).
- PADULOSI, S.; NG, N.Q. Origin, taxonomy and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B.B.; MOHAN RAJ, D.R.; DASHIELL, K.E.; JACKAL, L.E.N. (Ed.). **Advances in Cowpea Research**. Ibadan: IITA: Tsukuba: JIRCAS, 1997. p.1-12.
- RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Cultivo do feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 110p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de produção, 2).
- ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, K.J.D. e; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, A.L.H.; FRANCO, L.J.D.; BASSINELO, P.Z.; NUTTI, M.R.; CARVALHO, J.L.V. de. **Avaliação dos conteúdos de proteína, ferro e zinco em germoplasma elite de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 4p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 212).
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; ARAUJO FILHO, J.C. de; OLIVEIRA, J.B. de; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. E-book. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>>. Acesso em: 15 set. 2019.
- SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; CAIERÃO, E.; SPERA, S.T.; VARGAS, L. Desempenho agrônomico de trigo cultivado para grãos e duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1206-1213, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000013>.
- SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. **Food Chemistry**, v.101, p.10-19, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.004>.
- SILVA, D.J. da; QUEIROZ, A.C. de. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, S.M. de S. e; FREIRE FILHO, F.R. **Proteínas de feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]**: caracterização e aplicação nutricional. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 20 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 44).
- STEELE, W.M.; MEHRA, K.L. Structure evolution and adaptation to farming systems and environments in *Vigna*. IN: SUMMERFIELD, D.R.; BUNTING, A.H. (Ed.). **Advances in Legume Science**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1980. p.393-404.
- SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.10, p.63-68, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>.
- TALCOTT, S.T.; HOWARD, L.R. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p.2109-2115, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf981134n>.
- TOMM, G.O.; FREIRE FILHO, F.R.; BEVILAQUA, G.P.; DÍAZ DÁVALOS, E.; SILVA, C.E.P. da; SILVA, T.M. da. **Comportamento de genótipos de feijão caupi “Moita” branco em Passo Fundo, RS**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 15p. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 18). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci18.htm>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VILA NOVA, M.X.; LEITE, N.G.A.; HOULLOU, L.M.; MEDEIROS, L.V.; LIRA NETO, A.C.; HSIE, B.S.; BORGES-PALUCH, L.R.; SANTOS, B.S.; ARAUJO, C.S.F.; ROCHA, A.A.; COSTA, A.F. Genetic variability and resistance of cultivars of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* Fabr.). **Genetics and Molecular Research**, v.13, p.2323-2332, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4238/2014.March.31.12>.
- ZIA-UL-HAQ, M.; AHMAD, S.; AMAROWICZ, R.; DE FEO, V. Antioxidant activity of the extracts of some cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars commonly consumed in Pakistan. **Molecules**, v.18, p.2005-2017, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules18022005>.