

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COR DE CLONES DE MANDIOQUINHA-SALSA¹
EZEQUIEL LOPES DO CARMO² & MAGALI LEONEL³

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo caracterizar quanto à composição físico-química dez materiais de mandioquinha-salsa cultivados no município de São Manuel, safra de 2009. Nas raízes dos clones BGH (4560, 5741, 5744, 5746, 5747, 6414, 6513, 6525 e 7609) e no cultivar Amarela de Senador Amaral as características avaliadas foram: cor (L*, a* e b*) e teores de umidade, cinzas, fibra bruta, matéria-graxa, proteína bruta, açúcares redutores, açúcares totais e amido. Após a obtenção dos dados foi realizada a análise de variância pelo teste F e as comparações entre as médias feitas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa para os resultados de luminosidade (L*) ao passo que BGH 6414 e BGH 5744 apresentaram os maiores valores para croma a* e BGH 5741, BGH 6414, BGH 7609, 'Amarela de Senador Amaral' e BGH 5747 apresentaram os maiores valores para croma b*. Os clones BGH 7609 e BGH 6414 apresentaram teores de matéria seca significativamente superiores, podendo ser potenciais para rendimento em processos agroindustriais, sendo indicadas para processamento na forma de fritura. Os materiais que apresentaram quantidades significativamente superiores quanto aos teores de cinzas foram BGH 6525, BGH 5747, 'Amarela de Senador Amaral', BGH 4560, BGH 5746 e BGH 6513. Quanto aos teores de matéria graxa, BGH 6525, BGH 5741 e BGH 5744 apresentaram os maiores teores. BGH 7609 apresentou resultado de fibra bruta significativamente superior aos demais materiais avaliados, podendo ser utilizado em dietas compostas de fibras. BGH 4560 e o cultivar apresentaram os mais altos teores de proteína bruta. BGH 5741 apresentou o menor teor de açúcares redutores dentre os clones, porém não diferiu estatisticamente do resultado encontrado para o cultivar. Todos os clones apresentaram teores de açúcares totais superiores ao do cultivar, os quais podem apresentar mais sabor. BGH 5741, BGH 5746, BGH 6525 e BGH 6513 apresentaram teor de amido significativamente superior ao do cultivar Amarela de Senador Amaral. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que os clones avaliados apresentam características de cor semelhantes, são potencialmente nutritivos, podendo substituir o cultivar.

Palavras-chave: *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft, cor, pH e acidez, composição centesimal.

¹ Parte da dissertação do primeiro autor intitulada: Potencialidades da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) para processamento industrial

² Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura), FCA/UNESP – Botucatu-SP ezequiel@fca.unesp.br

³ Orientadora Prof^a. Dr^a., CERAT/UNESP – BOTUCATU-SP mleonel@cerat.unesp.br

MEASUREMENT OF SOME PHYSIOCHEMICAL COMPONENTS IN CLONES OF ARRACACHA

SUMMARY: *This study aimed to characterize the physical and chemical composition of ten items of arracacha grown in the municipality of São Manuel for the 2009 harvest. In the roots of the clones BGH (4560, 5741, 5744, 5746, 5747, 6414, 6513, 6525 and 7609) and the cultivar Amarela de Senador Amaral the characteristics evaluated were: color (L^* , a^* and b^*) and moisture, ash, crude fiber, raw grease, protein, reducing sugars, total sugars and starch. After obtaining the data, an analysis was performed for the variance of test F and comparisons between the means made by the Tukey test at 5% probability. There was no significant difference to the results of luminosity (L^*) while BGH 6414 and BGH 5744 showed the highest values for chroma and a^* BGH 5741, BGH 6414, BGH 7609, 'Amarela de Senador Amaral' BGH 5747 presented the highest chroma values for b^* . Clones BGH 7609 and BGH 6414 showed significantly higher levels of dry matter and with the potential yield of agro-industrial processes it would be best suited in the form of frying. The materials that showed significantly larger amounts of ash were BGH 6525, BGH 5747, 'Amarela de Senador Amaral', BGH 4560, BGH 5746, BGH 6513. Regarding the contents of fatty matter BGH 6525, BGH 5741 and BGH 5744 showed the highest levels. The results of BGH 7609 showed crude fiber significantly higher than the other materials tested, it can be used in diets composed of fibers. BGH 4560 and cultivar had the highest crude protein. BGH 5741 showed the lowest reducing sugar content among the clones, but not significantly different from results found for the cultivar. All clones showed total sugar levels were higher in the cultivar, which may have more flavor. BGH 5741, BGH 5746, BGH 6525 and BGH 6513 showed significantly higher starch content than the cultivar Amarela de Senador Amaral. From these results we conclude that the clones have similar color characteristics, and are potentially a nutritionally adequate substitute for the cultivar.*

Keywords: *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft, color, pH and acidity, proximate composition.

1 INTRODUÇÃO

A mandioquinha-salsa é uma planta da família *Apiaceae* e da espécie *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft, cujas raízes apresentam interesse econômico e de grande qualidade nutritiva. O Brasil é o maior produtor mundial de mandioquinha-salsa, sendo Paraná, Minas Gerais e São Paulo os estados que apresentam os maiores volumes de produção, sendo este último o maior polo de comercialização. A produção

média de raízes é de 250 mil toneladas anuais e cerca de 95% desse volume são destinadas ao mercado de raízes *in natura* (CARVALHO, 2008).

De acordo com o cultivar ou clone e as condições edafoclimáticas, a mandioquinha-salsa poderá apresentar variações na coloração das raízes (SANTOS; CÂMARA, 1995), no desempenho vegetativo, bem como, no rendimento e qualidade das raízes. As produções comerciais das raízes de mandioquinha-salsa no país, esta baseada em apenas um cultivar e um clone, o que resulta em características semelhantes, além da grande uniformidade genética. O único cultivar difundido é a Amarela de Senador Amaral e o clone mais difundido é o BGH 5746, comumente denominado de Amarela de Carandaí ou Amarela Comum. A uniformidade genética entre os materiais mais cultivados no Brasil é um risco em relação a pragas e doenças (GIORDANO et al., 1995), além de limitante a expansão do cultivo em condições ambientais diferentes dos tradicionais.

A mandioquinha-salsa é considerada um alimento de função energética, pois, na sua composição destacam-se alto teor de carboidratos, além de níveis consideráveis de minerais e boa fonte de vitaminas (SEDIYAMA et al., 2005). Comparando-se os teores desses minerais, o consumo diário de 100g de mandioquinha-salsa é suficiente para suprir as necessidades diárias do consumo humano (PEREIRA, 1997). Apresenta ainda amido com características especiais que favorecem a digestibilidade. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (F.A.O) reconhece que a mandioquinha-salsa é uma espécie de alto valor nutritivo, econômico, produtivo e com potencial para indústria e inclusive medicinal (AÑES et al., 2002).

Com o crescimento socioeconômico do país, aumenta a procura por alimentos nutritivos, saudáveis e de fácil preparo para utilização. Portanto, aumenta a exigência do consumidor em obter produtos processados ou prontos para uso. No Brasil, a produção de mandioquinha-salsa é quase exclusivamente destinada ao consumo doméstico (SEDIYAMA et al., 2005), com exceção de pequena produção de purês desidratados empregados na fabricação de sopas instantâneas (PEREIRA; SANTOS 1997), e exportação para o Japão na forma pré-cozida e conservada à temperatura ambiente e pré-cozida congelada (SANTOS, 2000). Por outro lado, os inconvenientes no armazenamento e a perecibilidade das raízes, têm contribuído para o aumento e a diversificação da sua industrialização. As raízes apresentam um grande potencial para produção de *chips*, farinhas, fécula e outros produtos, sendo que a oferta de produtos processados poderá aumentar o consumo e a produção de mandioquinha-salsa no Brasil e no mundo.

A produção de amido no mundo aumenta de importância a cada ano e muitas espécies estão sendo utilizadas para esse fim e seu uso tem sido o mais variado, principalmente na indústria de alimentos (PEREIRA; SANTOS, 1997). As indústrias de alimentos e os produtores de amido estão interessados na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam féculas nativas com características especiais. Estes amidos poderiam substituir féculas modificadas quimicamente ou abrir novos mercados para amidos

(LEONEL, 2007). A mandioquinha-salsa apresenta amidos ausentes de fatores anti-nutricionais e baixos teores de amilopectina, características que favorecem alta digestibilidade (NUNES et al., 2010).

Tendo em vista a importância econômica e nutricional da mandioquinha-salsa neste trabalho tem por objetivo quantificar a composição físico-química de raízes de mandioquinha-salsa e suas potencialidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Nove clones do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa - BGH (4560, 5741, 5744, 5746, 5747, 6414, 6513, 6525 e 7609) e um cultivar [Amarela de Senador Amaral (A.S.A)] utilizado como testemunha foram obtidos do cultivo de oito meses (abril a novembro de 2009) da Fazenda Experimental São Manuel. Está localizada no município de São Manuel-SP e pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu-SP, cujo as coordenadas geográficas da fazenda são de 22°46'35"S e 48°34'44"W, em relação a Greenwich, com altitude de 750 m. As avaliações foram realizadas em raízes comerciais.

Para determinação da cor de raízes frescas foi utilizado o colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing). As coordenadas utilizadas foram "L" [indicando a luminosidade (valor zero para cor preta e 100 para cor branca)], "a" [indicando a faixa que é de verde (-60) até vermelho (+60)] e "b" [indicando a faixa que é de azul (-60) até amarelo (+60)]. Após a calibração do equipamento, procedeu a leitura da cor da polpa das raízes e os resultados foram expressos como média de 3 leituras.

Para determinar o pH, que representa o logaritmo negativo da concentração hidrogeniônica da amostra, foram utilizadas três repetições de 5g de cada amostra em becker de 100 mL, no qual foram adicionados 50 mL de água destilada e agitado por 30 minutos. Após o repouso de 10 minutos, na porção sobrenadante foi determinado o pH, seguindo a metodologia da AOAC (2005). O teor de acidez titulável, que representa o conteúdo total de íons hidrogênio neutralizáveis na amostra, foi determinado na mesma amostra após a determinação do pH, obedecendo à metodologia da AOAC (2005) e os resultados expressos na base úmida em mg de ácido málico 100g⁻¹.

A porcentagem de umidade foi determinada utilizando três repetições de aproximadamente 3 g de amostra de cada material e secas em estufa a 105°C até a obtenção de peso constante. Após esse período foram retiradas da estufa e colocadas em dessecador e novamente pesadas, obedecendo ao método da AOAC (2005).

Para a determinação do teor de cinzas, conteúdo que representa o total de sais minerais na amostra (substâncias não voláteis até 550°C), foram utilizadas três repetições de aproximadamente 3 g de amostra submetida em mufla a 550°C por 2 horas até a calcinação completa. Após esse período as amostras foram

colocadas em dessecador e pesadas, obedecendo à metodologia da AOAC (2005). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Para o teor de matéria graxa, foram utilizadas três repetições de aproximadamente 3g de cada amostra e realizadas em extrator Soxhlet, utilizando éter de petróleo para a extração, obedecendo à metodologia da AOAC (2005). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Para determinar o teor de fibra bruta dos alimentos, que representa o conteúdo total de fibras, foram utilizadas três repetições de aproximadamente 3g de cada amostra e processadas em bloco digestor completo (com tubos e condensador). Foram acrescentados no tubo de digestão, 200 mL de solução de H_2SO_4 a 1,25% e submetido à ebulição branda durante 30 minutos. O material foi filtrado em filtro de papel e lavado com auxílio de água destilada quente. O material retido no filtro foi transferido para o tubo digestor com auxílio de 200 mL de NaOH a 1,25% e submetido novamente ao processo de digestão. Após a segunda filtragem em filtro identificado, o filtro juntamente com a amostra foram submetidos ao processo de secagem completa em estufa com temperatura de 105°C , com circulação de ar forçado. Em seguida, foi esfriado à temperatura ambiente por 2 horas em dessecador e sequencialmente pesados, obedecendo à metodologia da AOAC (2005). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Para o teor de proteína bruta, que representa o conteúdo total de prótidos na amostra, foram utilizadas três repetições de aproximadamente 200 mg de amostra, as quais foram submetidas em bloco digestor de proteína (Micro-Kjeldahl), obedecendo à metodologia da AOAC (2005), cujo fator utilizado para conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta foi de 6,25. Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Para determinar o teor de açúcares redutores, que representa o conteúdo total de açúcares livres da amostra, foi utilizada triplicata de aproximadamente 1g de cada amostra em erlenmeyer de 125 mL. Em seguida foi acrescentado 50 mL de água destilada e aquecidos em banho-maria à temperatura de 65°C durante 30 minutos, com agitação periódica. Após esse procedimento, foi esfriado até a obtenção da temperatura ambiente e transferida para um balão volumétrico de 100 mL, no qual foi completado seu volume com água destilada. Após a homogeneização, foi filtrado em filtro de papel e determinado os açúcares redutores seguindo o método de Somogy (1945) e Nelson (1944). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Para determinar o teor de açúcares solúveis, que representa o conteúdo total de açúcares redutores, mais a sacarose e outros possíveis açúcares solúveis presentes na amostra, foram utilizadas três repetições de aproximadamente 500 mg de cada amostra. Foram colocadas em um erlenmeyer de 250 mL onde foi acrescentado 30 mL de etanol absoluto P.A. e 30 mL de água destilada, levando ao banho-maria com temperatura entre $60-65^\circ\text{C}$ por 1 hora. Em seguida, acrescentou-se 1mL de HCl P.A. concentrado e posteriormente agitados, retornando ao banho-maria por mais uma hora na mesma faixa de temperatura, obede-

cendo ao método proposto por Somogy (1945) e Nelson (1944). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Para determinar o teor de amido, foi utilizado aproximadamente 200 mg da amostra, aplicando o método enzimático. A amostra foi peneirada, colocada em erlenmeyers e em seguida acrescentou-se 42 mL de água destilada e 1 mL de solução de alfa-amilase (Termamyl 120L) a 50% (v/v). Logo, foi agitada suavemente em banho-maria à temperatura de 90°C , durante 20 minutos, acompanhada de uma prova em branco. Após as etapas intermediárias, a solução foi filtrada em papel simples e no material filtrado foi dosado o teor de açúcares redutores, obedecendo à metodologia proposta por Somogy (1945) e Nelson (1944) e AOAC (2005), utilizado o fator de conversão de 0,9 e os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Foi realizada a análise de variância pelo teste F (BANZATTO; KRONKA, 1995) e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar as médias obtidas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos atributos da cor das raízes frescas foi observado diferentes luminosidades, cujo os valores variaram de 79,00 a 93,65. Os clones BGH 6414 e BGH 5741 e o cultivar Amarela de Senador Amaral apresentaram maiores luminosidades, embora não tenha diferido estatisticamente dos clones BGH 5747, BGH 7609 e BGH 6525. Quanto à cromaticidade, observou-se que no cromatograma a* BGH 6414 e BGH 5744 apresentaram resultados significativamente superiores enquanto que BGH 5741, BGH 6414, BGH 7609, 'Amarela de Senador Amaral' e BGH 5747 apresentaram os maiores resultados no cromatograma b* (Tabela 1). O clone BGH 5741 apresentou resultados próximos àqueles encontrados por Iemma (2001), além de apresentar coloração mais amarelada. Raízes de mandioquinha-salsa que apresentam cores mais amareladas, possibilitam maior aceitação pelos consumidores (NUNES et al., 2010).

Nos trabalhos realizados por Nunes (2007), avaliando o efeito da atmosfera modificada passiva na conservação pós-colheita de mandioquinha-salsa, os valores de "L" e "b" foram inferiores (79,7 e 40,3, respectivamente) ao observado neste trabalho (91,36 e 54,45, respectivamente) para a cultivar Amarela de Senador Amaral, mas próximos àqueles do clone BGH 5746, o segundo material mais cultivado no Brasil. Ainda no mesmo trabalho, a autora avaliando dias de armazenamento e diferentes temperaturas sobre o grupo controle, o valor de "a" foi de -2,60 a -1,84 e o valor de "b" variou de 42,93 a 48,94. Algumas hipóteses que podem estar interferindo sobre os valores comparados com outros trabalhos são tipo de solo, o clima, ciclo de cultivo, além do posicionamento do aparelho sobre as raízes, entre outros. O mesmo raciocínio também pode ser observado através dos resultados apresentados por Nunes et al. (2010).

Tabela 1- Identificação da cor de raízes frescas de mandioca-salsa

Tratamento	Luminosidade		Cromaticidade	
	L*	a*	b*	
BGH 4560	79,22 c	2,38 bc	47,14 bc	
BGH 5741	92,19 a	2,55 b	56,86 a	
BGH 5744	81,62 bc	3,22 ab	45,87 c	
BGH 5746	80,55 bc	1,40 cd	41,65 c	
BGH 5747	89,32 ab	2,21 bc	53,41 ab	
BGH 6414	93,65 a	3,71 a	55,63 a	
BGH 6513	79,00 c	0,27 e	44,02 c	
BGH 6525	87,04 abc	0,30 e	47,22 bc	
BGH 7609	87,90 abc	0,94 de	54,58 a	
A. S. A.	91,36 a	2,35 bc	54,45 a	
C.V. (%)	3,66	19,46	4,71	

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados deste trabalho corroboram com aquele realizado em Brasília, cujo a cromaticidade interna de 3 clones de mandioca-salsa variaram de 70,6 a 76,5 para “L”, de 0,7 a 1,4 para “a” e de 34,3 a 42,6 para “b”, resultados dentro do padrão esperado para a espécie e de aceitação pelos consumidores (GIORDANO et al., 1995). Além disso, os resultados de cromaticidade podem auxiliar nos trabalhos de seleção, bem como para comparação com outros genótipos (GIORDANO et al., 1995), além de possibilitar atratividade e estimular maior consumo das raízes.

Os valores médios de pH teve pequena variação entre os materiais analisados e a acidez teve alta variação. O pH da cultivar Amarela de Senador Amara foi significativamente superior aos clones avaliados ao passo que a acidez variou de 1,29 (A. S. A.) a 4,15 (BGH 6525). Em trabalhos realizados por Iemma (2001) e Nunes (2007), os valores médios do pH encontrados para mandioca-salsa foram de 6,50 e 6,44, respectivamente, valores próximos aos encontrados para a maioria dos materiais analisados neste trabalho, exceto para o clone BGH 6525 e para a cultivar Amarela de Senador Amaral (Tabela 2). Dados apresentados por García e Pacheco-Delahaye (2007), avaliando mandioca-salsa amarela e branca, também apresentaram pH de 6,6.

Tabela 2- Avaliação do pH e acidez titulável de clones de mandioquinha-salsa em base úmida

Tratamento	pH	Acidez Titulável
		mg de ác. málico 100g ⁻¹
BGH 4560	6,33 b	1,72 e
BGH 5741	6,28 bc	1,92 d
BGH 5744	6,17 bc	2,07 bc
BGH 5746	6,27 bc	1,97 cd
BGH 5747	6,26 bc	2,11 bc
BGH 6414	6,09 c	1,73 e
BGH 6513	6,30 bc	2,13 b
BGH 6525	5,33 d	4,15 a
BGH 7609	6,37 b	1,56 f
A. S. A.	6,92 a	1,29 g
C.V. (%)	1,23	2,29

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O clone BGH 6525 apresentou maior teor de acidez e a cultivar Amarela de Senador Amaral apresentou o teor mais baixo. A acidez em mandioquinha-salsa apresentada nos trabalhos de Leonel e Cereda (2002) está superior (10,69) e a apresentada no trabalho de Nunes (2007) está abaixo (0,12 e 0,16) da acidez encontrada neste trabalho. Leonel e Sarmiento (2008) avaliando mandioquinha-salsa amarela observaram pH de 5,94, o qual superou apenas o resultado do clone BGH 6525. Porém, o resultado de acidez foi de 10,69 mL 100g⁻¹, superando todos os resultados dos clones e da cultivar.

Um fator importante nas indústrias é o teor de matéria seca, o qual está diretamente relacionado ao rendimento industrial, bem como na absorção de óleo (LULAI; ORR, 1979). No presente trabalho, a umidade variou de 76,03 (clone BGH 6525) até 81,97% (clone BGH 7609), diferindo estatisticamente (Figura 1). Isso reflete a variação que existe entre os materiais plantados, principalmente devido ao sistema de cultivo e época de colheita, bem como a própria característica do material genético. Matsuguma et al. (2009), embora não tenham especificado o ciclo de cultivo, encontraram 73,2 e 74,5% de umidade para BGH 5746, cultivado em dois municípios do Paraná, resultados próximos ao encontrado no presente trabalho para o mesmo clone. Por outro lado, encontraram 69,9% de umidade para ‘Amarela de Senador Amaral’, o qual é inferior ao valor encontrado para a cultivar nas condições de cultivo no município de São Manuel.

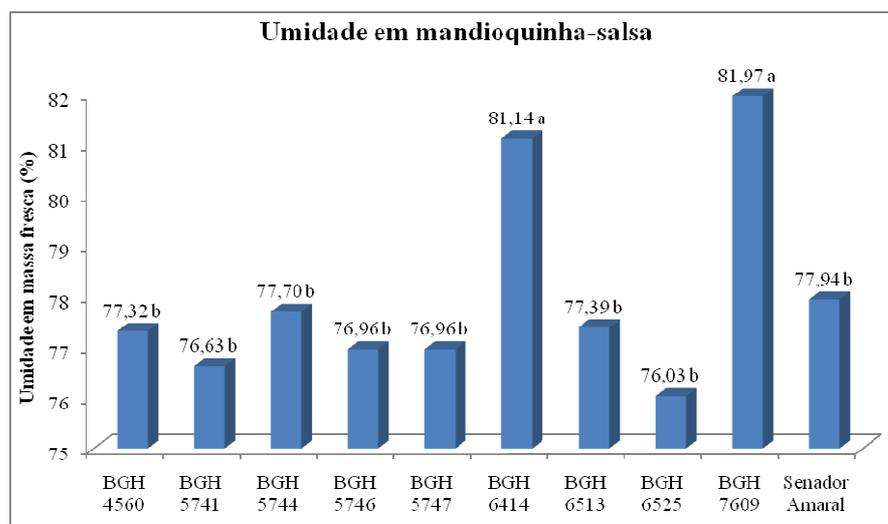


Figura 1 - Porcentagem de umidade de mandioquinha-salsa em base úmida. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 1,11.

Com essas variações nos teores de umidade, pode-se inferir que há grande variação na composição da mandioquinha-salsa, bem como no manejo diferenciado para ambos. Também pode-se inferir que a textura e preparo dos alimentos também podem ser diferenciados, assim como na colheita, tempo de armazenamento e perda pós-colheita. Em trabalho realizado por Ribeiro et al. (2007), avaliando a vida útil de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ foi observado que havia alto teor de umidade e que, sem a utilização de PVC, a perda de umidade foi acentuada. Portanto, uma alternativa seria a utilização de outros materiais com baixo teor de umidade, para prolongar o período de vida útil, sem sofrer muitas alterações no peso, por exemplo. Resultado encontrado para mandioquinha-salsa de cor amarela foi de 79,70% de umidade (LEONEL; SARMENTO, 2008), o qual superou a maioria dos materiais avaliados no presente trabalho, exceto os clones BGH 6414 e BGH 7609. Câmara e Santos (2002) afirmam que a ‘Amarela de Senador Amaral’ tem elevado teor de matéria seca, porém no presente trabalho, 7 clones apresentam matéria seca superior esta cultivar, embora não tenha apresentado diferença significativa.

Conforme as condições de incineração e de composição dos alimentos, na porção de cinzas pode-se encontrar proporcionalmente altas quantidades de potássio, sódio, cálcio e magnésio, pequenas quantidades de alumínio, ferro, cobre, manganês e zinco, e traços de iodo e flúor (ONG, 2010). Os materiais que apresentaram quantidades significativamente superiores de cinzas foram BGH 6525, BGH 5747, ‘Amarela de Senador Amaral’, BGH 6513 e BGH 4560, porém não diferindo entre si (Figura 2).

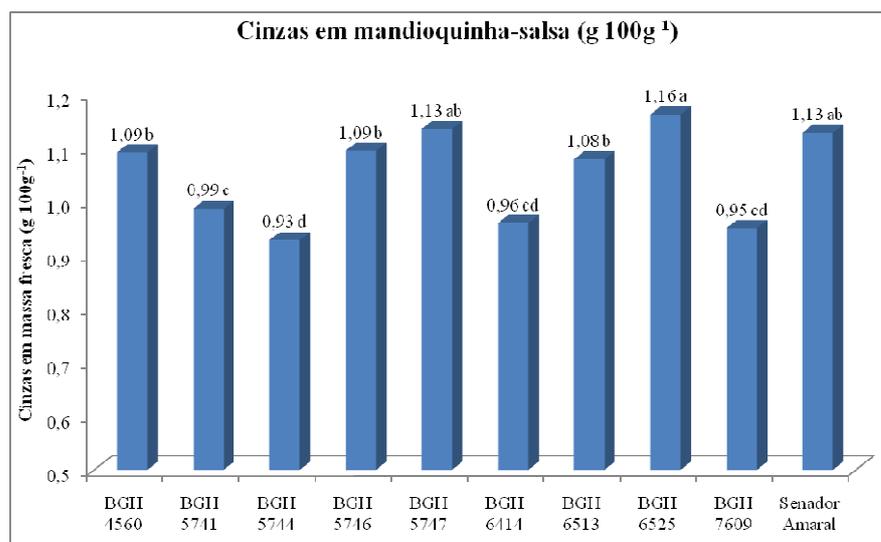


Figura 2 - Quantidade de cinzas de mandioquinha-salsa em base úmida ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 1,86.

Estes resultados estão próximos àqueles encontrados por Leonel e Cereda (2002). Porém, Chiebao (2008) apresentou resultado superior a todos os materiais avaliados no presente trabalho, o qual foi oriundo de raiz adquirida no mercado local, sem especificar o ciclo de cultivo. Por outro lado, Leonel e Sarmiento (2008) apresentaram resultado próximo ao encontrado para todos os materiais do presente trabalho e Matsuguma et al. (2009) encontraram resultados próximos para o clone BGH 5746 e superior para a cultivar Amarela de Senador Amaral.

Na matéria graxa, vários compostos químicos estão presentes, os quais são parte dos aromas dos alimentos, bem como formadores de substâncias importantes (NUNES, 2007). Foi constatado que BGH 7609 apresentou menor teor de matéria graxa ao passo que BGH 6525 e BGH 5741 apresentaram os maiores teores (Figura 3), estes apresentando aproximadamente o dobro do teor da cultivar Amarela de Senador Amaral.

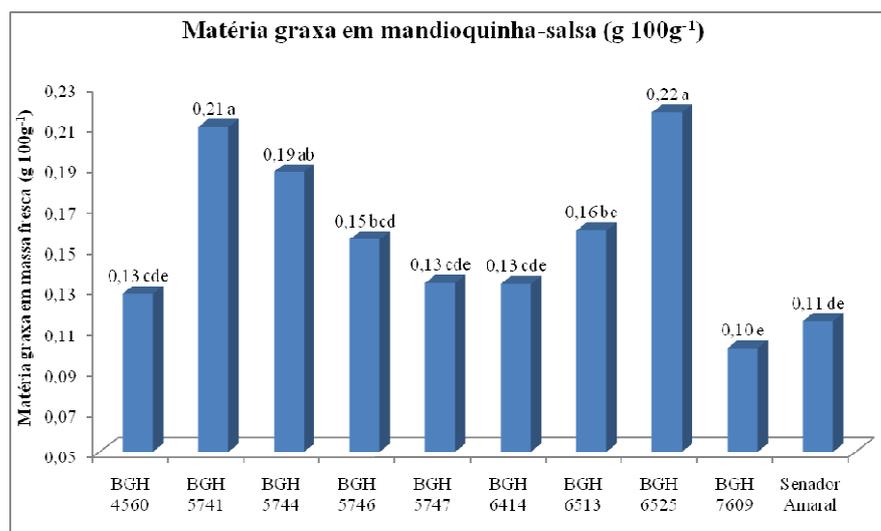


Figura 3- Quantidade de matéria graxa de mandioquinha-salsa em base úmida (g 100g⁻¹ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 9,21.

Os clones BGH 6525 e BGH 5741 apresentam quantidades que tendenciam uma potencialidade de produção de matéria graxa, que complementado com os resultados apresentados por Nunes (2007), podem apresentar novas formas de utilização da mandioquinha-salsa, como fonte de propriedades medicinais. Avaliando o clone BGH 5746, Chiebao (2008) encontrou teor de matéria graxa igual ao do presente trabalho para o mesmo clone, embora não tenha especificado o ciclo de cultivo. Leonel & Sarmiento (2008) avaliando raiz amarela de mandioquinha-salsa também mostraram resultado muito próximo àqueles de BGH 5741, BGH 5744 e BGH 6525 e Matsuguma et al. (2009) encontraram resultados superiores para BGH 5746 e próximo para a cultivar.

As fibras alimentares são importantes complementos da alimentação porque apresentam efeitos fisiológicos na função gastrointestinal humana, as quais podem reduzir a absorção dos nutrientes, aumentar a massa fecal, reduzir o nível de colesterol do plasma sanguíneo e redução na resposta glicêmica (IFT, 1979; PENTEADO, 1981; SAURA-CALIXTO, 1993). Diante disso, o clone BGH 7609, que apresentou alto teor de fibras, torna-se potencialmente o material de mandioquinha-salsa com recomendações para essa finalidade (Figura 4). Por outro lado, na avaliação do processamento de amiláceas, Leonel et al. (2005) afirmam que quando há o processamento de matérias-primas com maiores quantidades de fibras, ajustes são necessários para o melhor aproveitamento do amido. Entretanto, materiais com maiores teores de fibras podem apresentar menores teores de amido. Isso é comprovado para o clone BGH 7609, onde apresenta o maior teor de fibra bruta entre os materiais avaliados (0,89 g 100g⁻¹) e o menor teor de amido

(14,96 g 100g⁻¹). Porém, não houve a mesma tendência para a cultivar Amarela de Senador Amaral, mesmo apresentando neste trabalho, a menor quantidade de fibras (Figura 4).

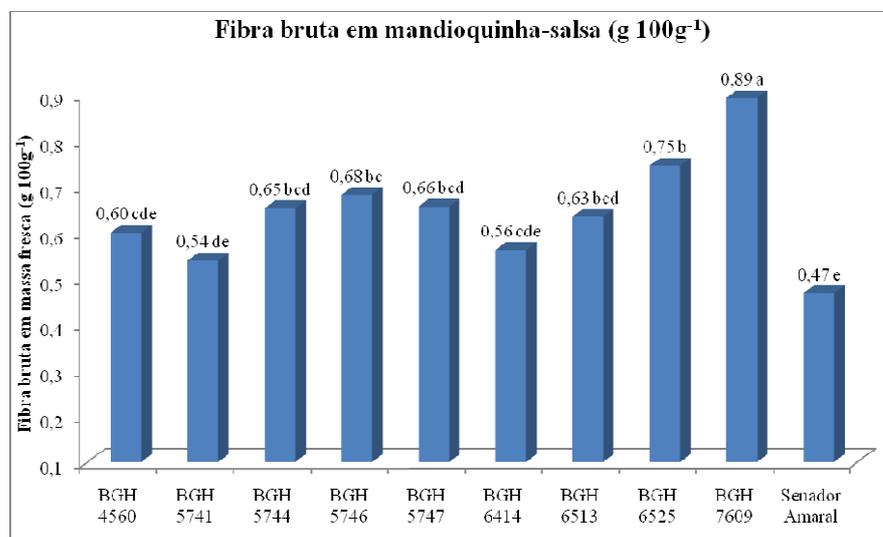


Figura 4- Quantidade de fibra bruta de mandioquinha-salsa em base úmida (g 100g⁻¹ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 7,71.

Na avaliação de fibra bruta, Chiebao (2008) encontrou resultado superior a todos os materiais do presente trabalho, assim como Leonel e Sarmiento (2008) e Matsuguma et al. (2009), mas não citaram o ciclo de cultivo e/ou o clone ou cultivar, os quais podem influenciar sobre esta característica.

A proteína bruta encontrada nos materiais de mandioquinha-salsa foram significativamente superiores para BGH 4560 e 'Amarela de Senador Amaral' ao passo que BGH 5744 e BGH 5746 apresentaram resultados inferiores, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 5). Além disso, esses clones foram inferiores ao resultado apresentados por Chiebao (2008), que por sua vez apresentou resultado próximo ao da cultivar Amarela de Senador Amaral, o material de mandioquinha-salsa mais comercializado no Brasil. Resultado encontrado na literatura (LEONEL; SARMENTO, 2008) aponta proximidade dos resultados encontrados no presente trabalho, exceto para BGH 5744, BGH 5746, 'Amarela de Senador Amaral' e BGH 4560, além da cultivar Amarela de Senador Amaral apresentada por Matsuguma et al. (2009) ser superior a todos os materiais avaliados no presente trabalho.

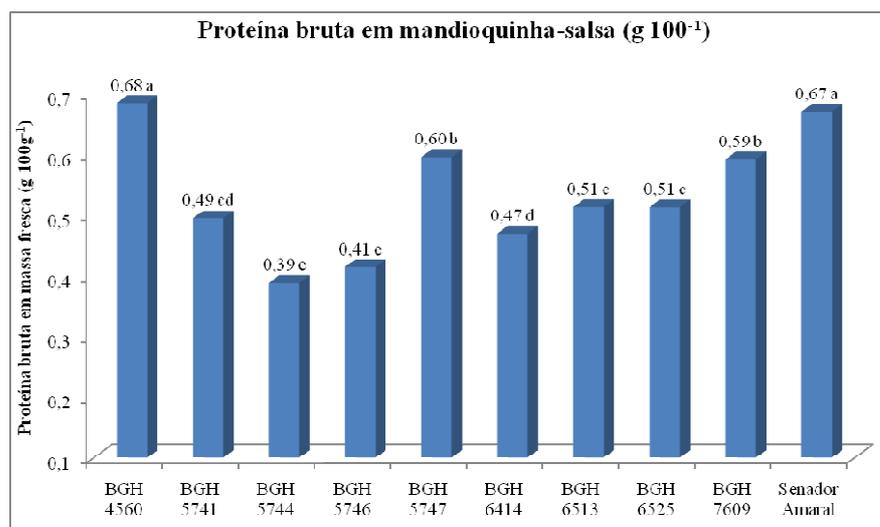


Figura 5- Quantidade de proteína bruta de mandioca-salsa em base úmida ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 2,67.

Cereda e Vilpoux (2003) afirmam que a proteína é usada para fortalecer a estrutura das massas de amido. Portanto, BGH 4560 e ‘Amarela de Senador Amaral’ podem ser os melhores materiais para essa finalidade (Figura 5). Porém, as proteínas são incompletas porque há baixos teores na maioria dos aminoácidos essenciais, condição corrente para raízes e tubérculos (NUNES et al., 2010).

Os açúcares redutores influenciam significativamente sobre as características dos produtos, alterando principalmente a aparência e o sabor dos alimentos processados, porém são pouco estudados em mandioca-salsa. Os teores variaram de $0,30 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (A. S. A) a $1,17 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (BGH 5746) diferindo estatisticamente entre si (Figura 6). Os materiais que apresentam altos teores de açúcares redutores, ao passar por altas temperaturas, podem acarretar escurecimento dos produtos processados, principalmente na forma de ‘chips’ (PEREIRA et al., 1993). O teor de açúcares redutores em mandioca-salsa amarela encontrado por Leonel e Sarmento (2008) apresentou resultado mais próximo ao encontrado para ‘Amarela de Senador Amaral’.

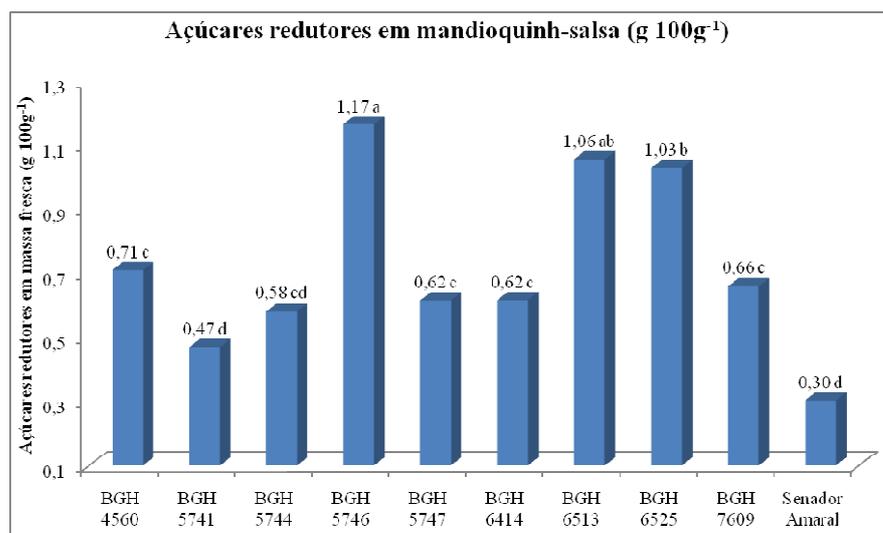


Figura 6- Quantidade de açúcares redutores de mandioquinha-salsa em base úmida (g 100g⁻¹ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 6,37.

O possível escurecimento destes clones, durante a fritura, se deve primariamente, devido às reações dos açúcares redutores com aminoácidos, processo denominado reação de Maillard (SHALLENBERGER et al. 1959). A reação de Maillard envolve uma série de passos que se iniciam com a reação entre o grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas. É o maior contribuidor da cor escura dos produtos alimentares, nos quais as melanoidinas pigmentadas são os produtos finais. A reação de Maillard sofre influência decisiva da temperatura, sendo intensa a 150°C, rápida a 100°C e lenta a 67°C. Como a temperatura do óleo no processo de fritura é normalmente de 180-185°C, tem-se uma alta eficiência de reação (COELHO et al., 1999).

Nos produtos processados, principalmente na forma de *chips*, a cor é um dos parâmetros de qualidade mais importantes, julgados pelos consumidores (YADA; COFFIN, 1987), além das exigências das qualidades nutritivas em determinados mercados. Produtos que apresentam escurecimento excessivo, como nos *chips*, estão associados ao aspecto de queimado, indicando baixa qualidade, além do indesejável gosto amargo (PEREIRA; COSTA, 1997). Carvalho et al. (1977) apontaram que o teor de açúcares redutores para proporcionar a cor ideal das fritas à “francesa” deveria ser inferior a 0,3% do peso da matéria fresca, valor este observado apenas na ‘Amarela de Senador Amaral’.

Houve grande variação de açúcares totais entre os materiais analisados, variando de 0,73 g 100g⁻¹ (‘Amarela de Senador Amaral’) a 2,48 g 100g⁻¹ (BGH 7609) diferindo estatisticamente entre si (Figura 7), cujo os valores de BGH 5746 e BGH 7609 foram superiores aos citados por Pereira (1997) (0,65-1,98%).

Leonel e Sarmiento (2008) encontraram $1,34 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, o qual foi muito próximo ao encontrado para o clone BGH 6525.

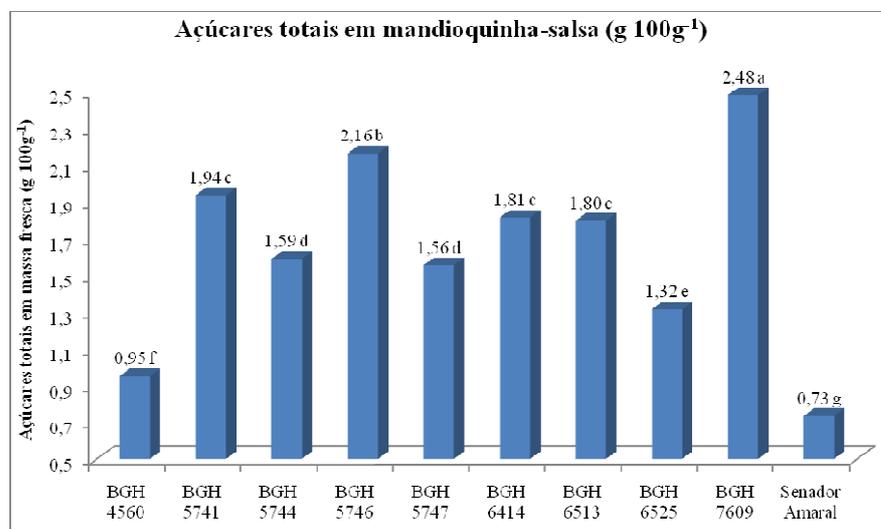


Figura 7- Quantidade de açúcares totais de mandioca-salsa em base úmida ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 4,12.

O teor de açúcares totais dos clones, que foram superiores àqueles da ‘Amarela de Senador Amaral’, podem conferir características de sabor, superior a cultivar, ao mesmo tempo em que também podem sofrer alterações na forma de fritura, por exemplo, e parte desses açúcares sofrerem a reação de Maillard, tornando o produto com características indesejáveis à comercialização. Nos trabalhos realizados por Leonel e Cereda (2002) e Nunes et al. (2010), os açúcares totais foram superiores ($1,34 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e ($1,63 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) para a ‘Amarela de Senador Amaral’, respectivamente. Na avaliação das raízes do clone BGH 5746, proveniente de plantas com 10 meses de cultivo em Viçosa-MG, Ribeiro et al. (2007) encontraram $3,5 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de açúcares solúveis totais. Além da utilização de outra metodologia, o tempo de cultivo, os tratamentos culturais e as condições climáticas da região podem contribuir significativamente para as divergências dos dados comparados.

A mandioca-salsa é uma fonte de amido com características especiais de digestibilidade para humanos, mas pode ser interessante para animais domésticos, além de ser matéria-prima para indústrias processadoras de diferentes produtos. Todos os resultados de amido deste trabalho, exceto aqueles de BGH 7609 e ‘Amarela de Senador Amaral’, estão entre aqueles citados por Pereira (1997) ($16,91\text{-}25,49 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$). Os teores de amido variaram de $14,96 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (BGH 7609) a $21,41 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (BGH 5741), diferindo estatisticamente, além deste superar os dois materiais mais plantados no país [‘Amarela de Senador Amaral’ e Amarela de Carandaí (BGH 5746)] (Figura 8). Além disso, todos os clones, exceto BGH 7609,

superaram a cultivar Amarela de Senador Amaral. Entretanto, os clones são inferiores a cultivar em produtividade de raiz, sendo um dos fatores limitantes para os respectivos plantios. Uma alternativa para difundir o clone BGH 5741 seria uma implementação das exigências por parte das indústrias processadoras do amido de mandioca-salsa em adquirir raízes do referido clone.

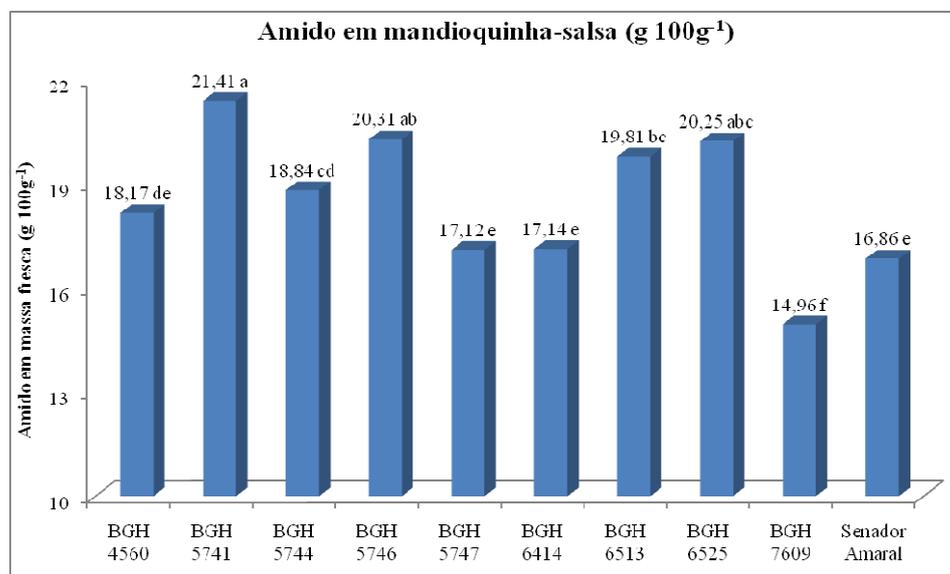


Figura 8- Quantidade de amido de mandioca-salsa em base úmida (g 100g⁻¹ de raiz). Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C. V. (%) = 2,81.

Nos resultados apresentados por Nunes (2007), avaliando atmosfera modificada, nota-se que o teor de amido (21,51% base úmida) também está diferente daqueles encontrados nesse trabalho para ‘Amarela de Senador Amaral’ (16,86% base úmida), porém, próximo ao encontrados no clone BGH 5746 (Amarela de Carandaí) (20,31 g 100g⁻¹), mesmo utilizando metodologia diferente. Ainda no trabalho de Nunes (2007), avaliando tempo de armazenamento, observa-se que no dia zero havia aproximadamente 25% de amido, superando todas as porcentagens de amido encontradas no presente trabalho. Entretanto, nos trabalhos realizados por Leonel e Sarmiento (2008) e Leonel e Cereda (2002) os valores estão próximos (15,16% base úmida e 15,75% base úmida, respectivamente) aos encontrados neste trabalho para BGH 7609 e ‘Amarela de Senador Amaral’. Matsuguma et al. (2009) encontraram resultados próximos do clone BGH 5746, porém superior para a cultivar e no trabalho de Ribeiro et al. (2007) o clone BGH 5746 apresentou 18,5%.

4 CONCLUSÕES

Os clones BGH 5746, BGH 6513 e BGH 6525 não são recomendados para processamento na forma de fritura por apresentarem altos teores de açúcares redutores. O clone BGH 7609 é recomendado para dietas e processos fermentativos por apresentar altos teores de fibras e de açúcares totais, porém não é recomendado para rendimento industrial por apresentar baixo teor de matéria seca. Os clones apresentam opções alternativas para consumo e processamento industrial.

5 REFERÊNCIAS

- AÑES, B.; ESPINOZA, W.; VÁSQUEZ, J. Producción de apio andino em respuesta al suministro de fertilizantes. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v. 46, n. 2, p. 39-45, 2002.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 18. th. edition, Gaithersburg, 2005. 3000 p.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 1995, 247 p.
- CÂMARA, F. L. A.; SANTOS, F. F. Cultura da mandiquinha-salsa. In: CEREDA, M. P. et al. (Orgs.). **Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 519-532.
- CARVALHO, R. et al. Comportamento das variedades Bintje e Radosa na obtenção de flocos de batatinha e fritas do tipo “chips”. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 54, p. 135-152, 1977.
- CARVALHO, S. **Informações sobre mandiquinha-salsa**. Belo Horizonte: Centro de Informação Agropecuária, Assessoria de Mercado e Comercialização; Departamento Técnico Emater – MG, 2008. p. 1.
- CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Massas alimentícias alternativas à base de amido. In: CEREDA, M. P. et al. (Orgs.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 200-219.

CHIEBAO, H. P. **Estudos de conservação de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.):** efeitos da embalagem, radiação gama e temperatura de armazenamento. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R.; CHAGAS, S. J. R. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e de amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 899-910, 1999.

GARCÍA, A.; PACHECO-DELAHAYE, E. Efeito de la temperature sobre la calidad postcosecha del apio criollo. **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 57, n. 4, p. 323-330, 2007.

GIORDANO, L. B. et al. Avaliação de clones de mandioquinha-salsa no Distrito Federal provenientes de sementes botânicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 188-191, 1995.

IEMMA, J. **Efeito da radiação gama na conservação da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) minimamente processada e embalada a vácuo.** 2001. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

IFT (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS). Dietary fiber. **Food Technology**, Van Buren, v. 33, n. 1, p. 35-39, 1979.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 65-69, 2002.

LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A.; DUARTE FILHO, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 49-68, 2005.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S. Isolamento e caracterização do amido de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2008.

LULAI, E. C.; ORR, P. H. Influence of potato specific gravity on yield and oil content of chips. **American Journal of Potato Research**, Idaho, v. 56, n. 8, p. 379-390, 1979.

MATSUGUMA, L. S. et al. Characterization of native and oxidized starches of two varieties of peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* B.) from two production áreas of Paraná state, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Ponta Grossa, v. 52, n. 3, p. 701-713, 2009.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.

NUNES, E. E. **Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada**. 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

NUNES, E. E. et al. Efeito de diferentes temperaturas na qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 311-315, 2010.

ONG, T. **Determinação de cinzas em alimentos**. 2010. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/Ensino/Graduacao/Disciplinas/Exclusivo/Inserir/Anexos/LinkAnexos/CINZAS%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2010.

PENTEADO, R. L. B. Fibras vegetais na alimentação humana. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 279-302, 1981.

PEREIRA, A. S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 11-12, 1997.

PEREIRA, A. S.; COSTA, D. M. Qualidade e estabilidade de ‘chips’ de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 62-65, 1997.

PEREIRA, A. S.; SANTOS, F. F. Processamento industrial da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 56-60, 1997.

PEREIRA, A. S. et al. Inheritance patterns of reducing sugars in potato tubers after storage at 12°C and 4°C followed by reconditioning. **American Journal of Potato Research**, Idaho, v. 70, n. 1, p. 71-76, 1993.

RIBEIRO, R. A. et al. Vida útil e metabolismo de carboidrato em raízes de mandioquinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 453-458, 2007.

SANTOS, F. F.; CÂMARA, F. L. A. **O cultivo da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*)**. Botucatu: EMBRAPA, CNPH; Centro de Raízes Tropicais, 1995. 10 p. (Série Raízes, 1)

SANTOS, F. F. Apresentação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 244, 2000. Número Especial.

SAURA CALIXTO, F. D. Fibra dietetic de manzana: hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad. **Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos**, Rioja, v. 242, n. 4, p. 57-62, 1993.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Cultura da mandioquinha-salsa ou batata-baroa. **Boletim Técnico da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais**, Belo Horizonte, n. 77, p. 1-28, 2005.

SHALLENBERGER, R. S.; SMITH, O.; TREADWAY, R. H. Role of the sugars in the browning reaction in potato chips. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Minnesota, v. 7, n. 4, p. 274-277, 1959.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 160, n. 1, p. 69-73, 1945.

YADA, R. Y.; COFFIN, R. H. Crispy, crunchy and mitritious improving cultivaars for potato chips. **Highlights of Agricultural Research**, Alabama, v. 10, n. 2, p. 1-23, 1987.