

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**Recursos genéticos de abóboras: usos,
caracterização e avaliação do fluxo gênico**

Daniela Priori

Pelotas, 2015

Daniela Piori

Recursos genéticos de abóboras: usos, caracterização e avaliação do fluxo gênico

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Fitomelhoramento).

Orientadora: Dr^a. Rosa Lía Barbieri

Co-orientadora: Dr^a. Caroline Marques Castro

Co-orientadora: Dr^a. Renata Menasche

Pelotas, 2015

Banca examinadora:

Dr^a. Rosa Lía Barbieri – Embrapa Clima Temperado (presidente)

Dr. Arione da Silva Pereira – Embrapa Clima Temperado

Dr^a. Miriam Valli Büttow - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro)

Dr. Gustavo Heiden – Embrapa Clima Temperado

***A Deus;
Aos meus pais por todo o
amor e apoio.***

Dedico

Agradecimentos

A Deus, pela vida, saúde, proteção, por guiar meus passos e por todas as oportunidades que me deste!

A realização deste trabalho contou com inúmeras colaborações. Portanto, cabe aqui um agradecimento a todos que apoiaram e tornaram este projeto realidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – área de concentração em Fitomelhoramento pela oportunidade de realização do Doutorado e pelos conhecimentos adquiridos.

À orientadora Dr^a. Rosa Lía Barbieri, mais que uma orientadora uma grande amiga, obrigada pela orientação, apoio, dedicação, e confiança, ensinamentos, amizade, compreensão, profissionalismo e competência. Uma pessoa de muita luz que motiva a todos na sua volta.

À coorientadora Caroline Marques Castro pelo auxílio com as análises, pelos ensinamentos e especialmente pelo apoio e amizade.

À coorientadora Renata Menasche pela orientação pelos ensinamentos, pelo apoio e amizade.

Ao professor Antonio Costa de Oliveira e demais professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia pelos conhecimentos transmitidos.

À instituição financeira que foi fundamental para a realização deste trabalho: a CAPES pela concessão de bolsa.

À Embrapa Clima Temperado pela estrutura e todo apoio disponibilizados, especialmente aos laboratórios de Tecnologia de Alimentos, de Recursos Genéticos e Central Analítica, à pesquisadora Marcia Vizzoto e a Cristina Moreira da Silveira pelo apoio. Ao pesquisador Ricardo Alexandre Valgas pelo suporte na parte estatística dos trabalhos.

Ao Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) - Laboratorio de Marcadores Moleculares na unidade de Recursos Naturales, Mérida - México especialmente ao Dr. Daniel Zizumbo por me receber no doutorado-sanduiche, pela orientação, dedicação, apoio e profissionalismo.

Agradeço com muito carinho aos meus queridos colegas e amigos da área de Recursos Genéticos Vegetais e Biologia Molecular da Embrapa Clima Temperado Claudete, Juliana, Marene, Taíse, Henrique, Carla, Tângela, Fábio, Gustavo, Anelise, Gabriela, Angela, Raquel, Natércia, Naciele, Carol, Liane pela amizade

pelos bons momentos de trabalho e convivência. Aos funcionários Breno Machado Gonçalves e Carlos Luís (Caçapava) por todo o apoio nos trabalhos de campo.

A Verónica Limones-Briones e Matilde Margarita Ortiz Garcia técnicas do laboratório de Marcadores Moleculares do CICY por todo o apoio, dedicação na realização do trabalho e muito, além disso, pela amizade e a boa convivência durante a minha estadia no México.

Aos queridos amigos Pedro, Alan, Gabriel, Lupita, Candy, Laura, Andres, Noemi, Rosalina, Mariela e Alfredo por todo o apoio, amizade, carinho e pela ótima convivência no laboratório. Agradeço a todos de coração por terem me recebido com tanto amor. Los quiero mucho!!

A Víctor Manuel de Jesús Canché por toda a ajuda e apoio nas análises estatísticas no trabalho realizado no México.

A todos os amigos e colegas do Fitomelhoramento.

A toda minha família pelo incentivo, motivação, amor, para seguir em frente... especialmente aos meus pais Olavo e Maria Inês pela educação que me deram, pelo amor incondicional, por sempre me apoiarem em tudo sempre me dando força e coragem para nunca desistir dos meus sonhos. Tudo o que sou hoje devo a vocês. Meu porto seguro!

As minhas irmãs Daliane e Gabriela por todo amor, carinho e apoio sempre prestados em todos os momentos que precisei. Aos meus sobrinhos Emanuely, Emilly e Arthur pelos bons momentos que me proporcionam e por todo o amor e carinho. São parte de mim! A minha prima Débora que considero como minha irmã pela amizade, apoio e incentivo.

Ao meu amigo Bruno que agora é mais um anjo no céu que olha por nós... pela sua amizade e ensinamentos de como todos os momentos da vida devem ser aproveitados intensamente junto das pessoas que amamos e queremos bem. "O sol nasce para todos, mas brilha para aqueles que acreditam que o amanhã será melhor que hoje..."

As minhas queridas amigas e colegas de faculdade Leila e Elaine pela amizade e carinho e por sempre estarem presentes na minha vida! "Verdadeiras amizades continuam a crescer mesmo a longas distâncias"

Agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para realização deste trabalho com ensinamentos, conselhos, apoio, informações e amizade.

Muito obrigada!!

Resumo

Priori, Daniela. **Recursos genéticos de abóboras: usos, caracterização e avaliação do fluxo gênico**. 2015. 116f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitomelhoramento. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

Um grande número de variedades de abóboras do gênero *Cucurbita* é cultivado mundialmente com diferentes tamanhos, cores e formatos, além de características da polpa. Os usos destas abóboras são bastante diversos. Além da importância econômica e na alimentação, representam um importante patrimônio genético. O objetivo geral deste trabalho foi contribuir para o conhecimento dos recursos genéticos de *Cucurbita* e reunir informações a respeito de como este gênero é utilizado na alimentação em seu centro de origem. Nesse sentido, foram realizadas atividades de caracterização morfológica, caracterização química e avaliação do fluxo gênico. Foram submetidos à caracterização morfológica nove acessos de variedades crioulas de *C. maxima*, à caracterização química dez acessos de variedades crioulas de *C. moschata* e a avaliação do fluxo gênico foi realizada em oito populações de *C. argyrosperma* incluindo silvestres, arvenses e domesticadas, coletadas em seu centro de origem e domesticação. Foi verificada ampla variabilidade genética em *C. maxima* para peso do fruto, formato do fruto, cor do fruto, espessura da casca, espessura da polpa e número de semente por fruto. Esses caracteres foram relevantes para indicar acessos promissores para o melhoramento genético com potencial para uso como fontes de genes e desenvolvimento de novas cultivares. Na caracterização química, foi verificada a produção de compostos bioativos em frutos maduros de *C. moschata*. Os acessos avaliados evidenciaram variabilidade genética para atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, carotenoides totais e também para minerais. Para a produção de compostos bioativos os acessos C52, C267 e C389 demonstraram ser boas fontes de compostos antioxidantes naturais e carotenoides. O acesso C389 se destacou por apresentar os maiores teores de cálcio, magnésio e potássio. Na avaliação das populações de *C. argyrosperma* a partir da análise de oito *loci* microsatélites, foi detectado um total de 87 alelos. Os valores de fluxo gênico encontrados nas populações tiveram média de 0,44. As populações estudadas apresentaram entre 75% e 100% de *loci* polimórficos. O número efetivo de alelos teve variação entre as populações de 1,8 a 3,5 com média de 2,04, o que representa 22,07% dos alelos identificados. A heterozigotidade observada foi menor do que a heterozigotidade esperada. O fluxo gênico para as populações arvenses-domesticadas em cultivo foi alto ($N_m=2.7$). Os resultados obtidos nesse trabalho são importantes por contribuírem para o conhecimento dos recursos genéticos de *Cucurbita* e evidenciar de forma clara a relevância da conservação, caracterização e avaliação de acessos de um Banco Ativo de Germoplasma, relevantes também para elaborar estratégias de coleta de germoplasma e para a conservação *in situ* e *ex situ* dos recursos genéticos de *Cucurbita argyrosperma*.

Palavras-chave: Cucurbitaceae, *Cucurbita*, Banco Ativo de Germoplasma, caracterização morfológica, compostos bioativos, dinâmica evolutiva.

Abstract

PRIORI, Daniela. Genetic resources of pumpkins: uses, characterization and evaluation of gene flow. 2015. 116f. Thesis (Ph.D.) - Graduate Program in Agronomy. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brazil.

A large number of varieties of pumpkins, *Cucurbita* genus, are grown worldwide, with different sizes, colors and shapes, besides pulp characteristics. The uses of these pumpkins are quite diverse, and beyond economic and food importance, represent an important genetic heritage. The aim of this study was to contribute to the knowledge of the genetic resources of *Cucurbita* and get information related to how this genus is used as food in its center of origin. In this sense, morphological and chemical characterization, as well as assessment of gene flow, were done. Nine landraces of *C. maxima* were morphologically characterized; ten landraces of *C. moschata* were submitted to chemical characterization; and the gene flow of eight populations of *C. argyrosperm*, including wild, feral and domesticated accessions collected in its center of origin and diversity was evaluated. In *C. maxima*, high variability for fruit weight, fruit shape, fruit color, thickness of skin, thickness of flesh and number of seed per fruit was verified. These characters were relevant to indicate promising access for genetic improvement, with potential for use as sources of genes and development of new cultivars. The bioactive compounds were observed in ripe fruits of *C. moschata*. The accessions showed genetic variability for antioxidant activity, total phenolic compounds, carotenoids and minerals content. For the production of bioactive compounds, accessions C52, C267 and C389 have proved to be good sources of natural antioxidants and carotenoids. The C389 accession presented the highest levels of calcium, magnesium and potassium. The evaluation of *C. argyrosperma* by eight microsatellite loci, 87 alleles were detected. The gene flow values found in the populations had an average of 0.44. The populations showed polymorphic loci ranging from 75% to 100%. The effective number of alleles varied between populations, from 1.8 to 3.5, with average of 2.04, which represents 22.07% of the identified alleles. The observed heterozygosity was lower than the expected heterozygosity. The gene flow for feral-domesticated populations was high ($Nm = 2.7$). The results of this study are important once they contribute to the knowledge of the genetic resources of *Cucurbita* and show the importance of the conservation, characterization and evaluation of accessions of a genebank. Also, it gives subsidies to germplasm collection and *in situ* and *ex situ* conservation of genetic resources of *Cucurbita argyrosperma*.

Keywords: Cucurbitaceae, *Cucurbita*, genebank, morphological characterization, bioactive compounds, evolutionary dynamics.

Lista de figuras

Capítulo 1	As abóboras e a alimentação em seu centro de origem	19
Figura 1	Sistema de cultivo em <i>milpa</i> realizado por agricultores familiares em pequenas propriedades. Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.....	26
Figura 2	Variedades locais de <i>Cucurbita moschata</i> e sementes de abóbora moída comercializadas no Mercado San Benito em Mérida, Península de Yucatán-México visitada no dia 09/09/201. Fotos: Daniela Priori	27
Figura 3	Modo de preparo do Pipian de Ibes. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	30
Figura 4	Modo de preparo do Tok-Zel. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	31
Figura 5	Modo de preparo do Brazo de Reina. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori e Laura Trejo.....	32
Figura 6	Frutos utilizados no preparo do Tzaj-Bicum. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	32
Figura 7	Modo de preparo do SikilPack. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	33
Figura 8	Prato pronto de Papatzul. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	34

Figura 9	Coleta da <i>chaya</i> e modo de preparo da sopa de <i>chaya</i> . Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	35
Figura 10	Vista geral de todos os pratos preparados no povoado de Tixcacaltuyub no município de Yaxcabá na casa dos senhores Guillermina Xecé e Pastor Gómez. Na foto a senhora Graciela Xecé Gómez a qual conduziu as práticas culinárias. Fotos: Daniela Priori	36
Figura 11	Sementes de abóbora <i>in natura</i> e sementes de abóbora moída natural e mescladas com axhiote. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	36
Figura 12	Modo de preparo das <i>Tortillas</i> de milho. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori	38
Capítulo 2	Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (<i>Cucurbita maxima</i>) do Sul do Brasil.....	44
Figura 1	Agrupamento de nove acessos de <i>Cucurbita maxima</i> obtidos pela análise de componentes principais em uma representação gráfica do tipo biplot. CE: comprimento do entrenó; PF: peso de fruto; EC: espessura da casca; EP: espessura da polpa; NSF: número de sementes por fruto; PS: peso de 100 sementes; DF: diâmetro do fruto.....	51
Figura 2	Frutos do acesso C8 (<i>Cucurbita maxima</i>) Foto: Rosa Lía Barbieri.....	52

Figura 3	Frutos do acesso C253 (<i>Cucurbita maxima</i>) Foto: Rosa Lía Barbieri.	52
Figura 4	Variabilidade genética em acessos de variedades crioulas de <i>Cucurbita maxima</i> A: C8; B: C79; C: C92; D: C253; E: C269; F: C273; G: C282; H: C288; I: C347. Fotos: Daniela Priori e Antônio Roberto de Marchese de Medeiros.....	55
Figura 5	Dendrograma de similaridade genética entre acesso de <i>C. maxima</i> , baseados em 13 caracteres qualitativos, gerado pelo método de agrupamento UPGMA com base no Índice: $S_{ij}=(C/C+D)$, onde C é total de concordância de categorias para todas as variáveis consideradas; e D: total de discordância de categoria para todas as variáveis consideradas. O valor do coeficiente de correlação cofenética (r) é de 0,88.....	56
Capítulo 3	Caracterização de compostos bioativos e minerais em frutos de <i>Cucurbita moschata</i>.....	62
Figura 1	Compostos bioativos em acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. A) Compostos fenólicos totais, expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco; B) Carotenoides totais, expresso em mg equivalente β -caroteno/100g de peso fresco; C) Atividade antioxidante total, expressa em μ g equivalente trolox/g de peso fresco.....	71
Figura 2	Acessos de <i>Cucurbita moschata</i> que apresentaram os maiores teores de carotenoides totais. A) C52; B) C267; C) C389. Fotos: Daniela Priori e Antônio Roberto de Marchese de Medeiros.....	72

Figura 3	Polpa dos frutos dos acessos de <i>Cucurbita moschata</i> avaliados para compostos bioativos e minerais. Acessos: 1) C52; 2) C267; 3) C389; 4) C93; 5) C81; 6) C99; 7) C423; 8) C136; 9) C116; 10) C218. Fotos: Daniela Priori e Juliana Castelo Branco Villela.....	74
Figura 4	Correlações entre compostos bioativos avaliados nos acessos de <i>Cucurbita moschata</i> . A) Correlação entre atividade antioxidante e compostos fenólicos; B) Correlação entre atividade antioxidante e carotenoides totais. Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco; Carotenoides totais expressos em mg equivalente β -caroteno/100g de peso fresco. Atividade antioxidante total expressa em μ g equivalente trolox/g de peso fresco.....	75
Capítulo 4	Dinámica evolutiva de <i>Cucurbita argyrosperma</i> en su centro Mesoamericano de domesticación, analizada con marcadores moleculares SSR's.....	83
Figura 1	Localización de las poblaciones de <i>Cucurbita argyrosperma</i> estudiadas.....	87
Figura 2	Valores Delta K y estructura demográfica estratificada para valores $K = 2$; $K = 3$ y $K = 5$ considerando las 8 poblaciones estudiadas. Cada color representa un diferente estado biológico-evolutivo.....	96
Figura 3	Dendrograma obtenido mediante análisis de agrupamiento UPGMA basado en la matriz de distancia genética obtenida por la Distancia de Dice a partir de la amplificación de los 8 cebadores SSR.....	98

Lista de tabelas

Capítulo 2	Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (<i>Cucurbita maxima</i>) do Sul do Brasil.....	44
Tabela 1	Acessos de variedades crioulas de <i>Cucurbita maxima</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado que foram submetidos à caracterização. Pelotas, 2014.....	41
Tabela 2	Médias obtidas para os descritores quantitativos em acessos de <i>Cucurbita maxima</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.....	49
Tabela 3	Moda dos 13 descritores qualitativos da planta e de frutos em acessos de variedades crioulas de <i>Cucurbita maxima</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.....	53
Capítulo 3	Caracterização de compostos bioativos e minerais em frutos de <i>Cucurbita moschata</i>.....	62
Tabela1	Acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado que foram caracterizados quanto aos compostos bioativos e minerais.....	63
Tabela 2	Compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante em acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.....	73

Tabela 3	Minerais presentes da polpa dos frutos de acessos de <i>Cucurbita moschata</i> do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.....	78
Capítulo 4	Dinámica evolutiva de <i>Cucurbita argyrosperma</i> en su centro Mesoamericano de domesticación, analizada con marcadores moleculares SSR's.....	83
Tabla 1	Nombre, secuencia de bases, número de alelos observados, número de alelos reportados y flujo génico (Nm) en las ocho poblaciones estudiadas.....	93
Tabla 2	Diversidad genética en poblaciones de <i>Cucurbita argyrosperma</i> colectadas.	94
Tabla 3	Valores de distância genética (diagonal abajo) y Identidad genética (diagonal arriba) (Nei et al., 1978) entre las poblaciones de calabazas de Jalisco–México	97
Tabla 4	Distribución de la variabilidad genética entre las poblaciones, entre los individuos dentro de las poblaciones y dentro de los individuos en <i>Cucurbita argyrosperma</i> con base en la análisis da variancia (AMOVA) (Excoffier et al., 1992).....	97
Tabla 5	Valores de Q en K2, K3 y K5 para la las poblaciones de calabazas colectadas en Jalisco – México.....	99

Sumário

1. Introdução geral	15
2. Capítulo 1 - As abóboras e a alimentação em seu centro de origem.....	19
2.1 Introdução.....	19
2.2 A trajetória das abóboras no mundo	21
2.3 Abóboras, alimentação e cultura.....	23
2.4 Produção, usos e valor nutricional de abóboras	25
2.5 Receitas	28
2.6 Considerações finais.....	39
3.6 Referências	40
3. Capítulo 2 - Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (<i>Cucurbita maxima</i>) do Sul do Brasil	44
3.1 Introdução	44
3.2 Material e métodos.....	45
3.3 Resultados e discussão	48
3.4 Conclusão	57
3.5 Referências	58
4. Capítulo 3 – Caracterização de compostos bioativos e minerais em frutos de <i>Cucurbita moschata</i>	62
4.1 Introdução	62
4.2 Material e métodos.....	63
4.3 Resultados e discussão	68
4.4 Conclusão	79
4.5 Referências.....	80
5. Capítulo 4 - Dinâmica evolutiva de <i>Cucurbita argyrosperma</i> en su centro Mesoamericano de domesticación, analizada con marcadores moleculares SSR's.....	83
5.1 Introducción	83
5.2 Metodología	86
5.3 Resultados	92
5.4 Discussion.....	100
5.5 Conclusiones.....	109
5.5 Referências.....	110
6. Considerações finais.....	113

1. Introdução geral

A família Cucurbitaceae apresenta um grande número de espécies cultivadas. Compreende mais de 800 espécies de plantas agrupadas em cerca de 80 gêneros, das quais muitas têm grande importância econômica na horticultura mundial (BALDIN et al., 2002). Aproximadamente 30 destas espécies são utilizadas com fins econômicos, destacando-se as abóboras (*Cucurbita* L.), as melancias (*Citrullus lanatus*), os melões (*Cucumis melo*) e os pepinos (*Cucumis sativus*) (FERREIRA, 2008).

O gênero *Cucurbita*, nativo das Américas, é constituído por 15 espécies (LIRA-SAADE, 1995; BLANK et al., 2013). Todas as espécies do gênero são diploides, com 20 pares de cromossomos ($2n=2x=40$), apesar de haver evidências de que o gênero é um antigo tetraploide (WEEDEN; ROBINSON, 1990, citados por LIRA-SAADE, 1995). As espécies silvestres ocorrem desde os Estados Unidos até a Argentina, sendo que a maior diversidade está presente no México (FERRIOL; PICO, 2008). Cinco espécies foram domesticadas (*Cucurbita argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. moschata* e *C. pepo*) e são cultivadas no Brasil (HEIDEN et al., 2007).

As abóboras tiveram um importante papel nas Américas no período pré-colombiano (WHITAKER; BOHN, 1950; CUTLER; WHITAKER, 1961). A versatilidade de uso na culinária, as propriedades medicinais, a composição nutricional, destacando-se os carotenoides (precursores de vitamina A), a presença de vitamina C e sais minerais, contribuíram para essa permanência na alimentação ao longo do tempo (MORETTI, 2003; ASSIS et al., 2007).

Além do valor econômico e alimentar, o cultivo de abóboras no Brasil tem grande importância social na geração de empregos diretos e indiretos, pois demanda grande quantidade de mão-de-obra, desde o cultivo até a comercialização (RESENDE et al., 2013). O consumo per capita de hortaliças no Brasil foi estimado em 27,08 kg, sendo a participação da abóbora de 1,19 kg (IBGE, 2010).

Os continentes asiático, com 66%, europeu, com 14% e americano, com 11%, são os líderes de produção de abóboras no mundo. A China é o maior produtor, seguida pela Índia e pela Rússia (FAO, 2012). No Brasil os dados de produção são escassos, sendo de 2006 a última informação disponível, indicando uma área

cultivada de 88 mil hectares, com produção de 385 mil toneladas, com uma produtividade média de 4,4 toneladas por hectare. 53% da produção nacional foi proveniente da região Sudeste, liderada pelos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2012). Os dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil colocam as abóboras entre as dez hortaliças de maior consumo alimentar e o Estado do Rio de Janeiro supera a média nacional de consumo em 260 g per capita/ano (IBGE, 2009). Apesar de ser um grupo de hortaliças com expressão no mercado nacional, as variedades crioulas, mantidas pelos próprios produtores, ainda são as mais utilizadas para o cultivo.

As abóboras são cultivadas em todo o território brasileiro (AQUINO, 2010), destacando-se que a maior diversidade genética em variedades crioulas é observada na região Sul do País, em particular no Rio Grande do Sul (HEIDEN et al., 2007). Além da importância econômica e na alimentação, as variedades crioulas de abóboras representam um importante patrimônio genético, o qual se deve ao germoplasma introduzido em épocas remotas, à seleção de sementes de acordo com o critério de cada produtor de forma intencional ou não, à diversidade edafoclimática e aos processos de fluxo gênico que vêm ocorrendo há décadas (QUEIROZ, 1993; RAMOS, 1996). As variedades crioulas podem ser definidas como sendo plantas cultivadas, adaptadas aos locais e culturas onde se desenvolveram, estando presentes nos bancos de sementes de muitos agricultores, principalmente em países em desenvolvimento, justamente por se constituírem como garantia de plantio no ano seguinte (DOMINGUEZ et al., 2000). As variedades crioulas de abóboras fazem parte de manifestações culturais, desde o nome a elas atribuído até seu preparo, como componentes de diferentes pratos tradicionais, ou por meio de outros usos (HEIDEN et al., 2007).

Durante muito tempo, a perpetuação dessas variedades coube unicamente ao esforço de agricultores familiares em propagar e cultivar suas sementes, cuja origem está intrinsecamente ligada com a história das famílias. Porém, as variedades crioulas de abóboras cultivadas no Brasil vêm sofrendo perdas significativas nas últimas três décadas, devido à substituição por variedades híbridas e também pelo abandono do cultivo, causado muitas vezes pelo êxodo rural e pela expansão urbana (BARBIERI, 2012). Mesmo com estas perdas significativas, muitas variedades crioulas são mantidas em cultivo pelos agricultores, o que caracteriza a

ocorrência de conservação *on farm*, já que anualmente estas são cultivadas, consumidas e muitas também comercializadas (CARVALHO et al., 2011).

No Brasil, no que se refere aos recursos genéticos de abóboras, a seleção praticada pelos agricultores, nas mais diversas áreas de cultivo, é o que favorece a ampliação e manutenção da variabilidade genética. Uma parte da variabilidade disponível foi resgatada e está armazenada em bancos de germoplasma em diferentes regiões brasileiras. Existem poucos programas de melhoramento públicos e privados de abóboras, porém, a variabilidade utilizada pelos mesmos ainda é limitada. Na agricultura tradicional praticada pelos agricultores de diferentes regiões existe uma expressiva variabilidade genética que foi a base para a formação dos diferentes bancos de germoplasma, dos quais somente uma pequena parte foi caracterizada e ainda menos foi avaliada (QUEIROZ, 2011).

Os objetivos do melhoramento genético para o gênero *Cucurbita* têm sido direcionados à obtenção de cultivares uniformes, frutos com cavidade pequena, polpa com alto teor de sólidos solúveis e matéria seca, com coloração intensamente alaranjada, com pouca ou nenhuma fibra, de ramas compactas, alto rendimento e resistente às pragas e doenças (RAMOS et al., 1999). Porém, devido à crescente demanda por alimentos com alta qualidade produzidos de forma ambientalmente sustentável, e considerando a necessidade de ofertar produtos que atendam às demandas dos diferentes nichos de mercado consumidor, durante as etapas de caracterização do germoplasma tem sido necessário incluir elementos relativos à qualidade das hortaliças (BOITEUX et al., 2007; CARVALHO et al., 2009). Novos componentes foram agregados ao termo qualidade, além da aparência e do sabor, como teores de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos, fibras e sais minerais, entre outros (AMARIZ et al., 2009). O melhoramento genético tem procurado acompanhar essa nova demanda, desenvolvendo alimentos biofortificados. Esses novos objetivos do melhoramento são voltados, principalmente, para otimizar a concentração dos nutrientes dos alimentos, além das características agrônômicas já incluídas tradicionalmente no processo de seleção (SANTOS, 2013).

Considerando a necessidade e a importância de estudos relacionados à variabilidade genética das espécies de abóboras cultivadas, para programas de conservação e de melhoramento genético, este trabalho teve como objetivo geral

contribuir para o conhecimento dos recursos genéticos de *Cucurbita argyrosperma*, *C. maxima* e *C. moschata*.

As atividades de pesquisa foram realizadas em casa-de-vegetação, campo experimental, Laboratórios de Recursos Genéticos, Laboratório de Tecnologia de Alimentos e na Central Analítica da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS). Parte do trabalho foi realizado no México, na forma de Doutorado-Sanduiche (Programa Doutorado Sanduiche no Exterior Capes/Embrapa, Ciência Sem Fronteiras), no Laboratório de Marcadores Moleculares da Unidad de Recursos Naturales do Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) e em feiras e povoados próximos à cidade de Mérida.

Os resultados serão apresentados em quatro capítulos:

- 1) Capítulo 1 – As abóboras e a alimentação em seu centro de origem;
- 2) Capítulo 2 – Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do Sul do Brasil;
- 3) Capítulo 3 – Caracterização de compostos bioativos e minerais em frutos de *Cucurbita moschata*;
- 4) Capítulo 4 – Dinâmica evolutiva de *Cucurbita argyrosperma* em su centro Mesoamericano de domesticación, analizada con marcadores moleculares SSR's.

2. Capítulo 1

As abóboras e a alimentação em seu centro de origem

2.1 Introdução

Este artigo propõe evidenciar a presença de abóboras na cozinha mexicana, mostrando como as práticas alimentares estão associadas a múltiplas dimensões da vida material e simbólica e à identidade cultural. São, assim, abordados elementos de uma cozinha que representa a vida cotidiana de um povo, capaz de, através dela, expressar os diversos saberes e fazeres locais utilizando a abóbora na elaboração de pratos típicos em povoados do México, seu centro de origem.

Patrimônio cultural é a riqueza comum herdada dos ancestrais e transmitida de geração em geração. Constitui a soma dos bens culturais de um povo, conserva sua memória e revela sua identidade. Apresenta, no seu conjunto, os resultados de um processo histórico. Confere a um povo pressupostos básicos para que se reconheça como comunidade, inspirando valores a partir de um lugar social e da continuidade no tempo (TOLEDO, 2003).

Neste sentido, o patrimônio cultural é todo o produto da ação consciente dos seres humanos sobre seu ambiente e isso é o que distingue as sociedades e grupos sociais uns dos outros, dando-lhes uma identidade própria, a identidade cultural. No México, a cozinha é um fator particularmente vigoroso e eficaz de identidade nacional. Muito além de garantir a saciedade das necessidades biológicas, a cozinha tradicional mexicana é referência que ordena sua vida espiritual e material. A alimentação diária vai além da nutrição e atribuição de valor a receitas e a modos de cozinhar. O México é considerado pela UNESCO como um dos países com maior patrimônio cultural, o que inclui as ruínas das civilizações Asteca e Maia (BARROCO, 2008). Segundo Gloria López, citado por Herrera (2006): “a cozinha mexicana tem pelo menos sete mil anos de antiguidade, o que equivale a dizer que os mexicanos ainda preparam os seus alimentos da mesma maneira e usando técnicas culinárias como faziam os ancestrais”.

A cultura no México é muito rica, na medida em que elementos de diversos períodos se misturam, com influências pré-hispânicas, do período colonial e da

atualidade. Uma grande riqueza cultural também é mantida no México graças aos povos indígenas que ali vivem. A gastronomia mexicana reúne ingredientes que datam da época pré-hispânica, como o milho, a pimenta, o cacau, o abacate e o nopal (um tipo de cacto comestível), em conjunto com outros de influência colonial, como as carnes, o arroz e o trigo. As bebidas, como o pulque, a tequila e o mezcal também são muito características. A culinária de um povo, elaborada ao longo do tempo, tem revelado receitas tradicionais em que os habitantes aproveitam matérias primas específicas do lugar e adaptam outros ingredientes e receitas trazidas por outros povos. Com isso, tais contribuições são aliadas ao imaginário na criação da receita, produzindo uma imagem simbólica do alimento. Tal imagem, associada ao alimento, delinea um aspecto cultural, social, histórico, político e econômico, além de evidenciar a memória, a autenticidade e a singularidade do local (CRUZ e SIMÕES, 2008).

Segundo Garcia (1995), o estudo da alimentação é um elemento para o entendimento da sociedade e de seu desenvolvimento. Desta forma, a comida aparece como evidência constitutiva das relações sociais de um povo. Medved (1981) enfatiza que os hábitos das pessoas de todas as partes do mundo têm sido influenciados por convicções e valores culturais, religião, clima, localização regional, agricultura, tecnologia e situação econômica, entre outros fatores. Consequentemente, os hábitos alimentares variam de país para país e de região para região dentro de um mesmo país. A forma de vida de cada grupo é identificada como cultura. Uma cultura pode ver o alimento como uma forma de saciar a fome e outra como uma fonte de prazer e oportunidade de socialização. A família, a igreja e a escola passam as práticas culturais de uma geração para outra. Cada pessoa seleciona e consome os alimentos baseados nesse guia cultural local. Desse modo, a transformação do alimento em comida define o modo de fazer de cada região, seus ingredientes mais particulares, aqueles que se incorporam à comida, e isso é muito específico (DA MATTA, 1988).

A relação entre comida e cultura resulta em saberes e práticas alimentares que são uma manifestação do patrimônio cultural. As receitas herdadas, pratos tradicionais, produtos e ingredientes locais, espécies e variedades nativas, práticas alimentares cotidianas e comidas festivas, assim como os utensílios que compõem a cultura material relacionada com a produção e consumo de alimentos, mecanismos de sociabilidade através dos quais se dá a circulação e demais espaços onde se

realizam práticas associadas ao ato de comer, incluindo mercados e feiras, compõem os sistemas culinários, constituídos por modos de vida e visões específicas do mundo (MENASCHE, 2013). Sobre a alimentação, Cascudo (2004) ressalta que nenhuma outra atividade será tão permanente na história humana. Além da importância do ponto de vista fisiológico e nutricional da alimentação para o ser humano, existe um valor simbólico do alimento para os grupos sociais. Assim, o entendimento da alimentação passa pela cultura.

No Brasil, há uma grande riqueza de variedades crioulas de abóboras (que são mantidas pelos agricultores), sendo que a maior diversidade genética é observada na região Sul do País, em particular no Rio Grande do Sul, devido à presença de grupos étnicos bastante diferenciados, como indígenas, afrodescendentes, portugueses, açorianos, espanhóis, alemães, pomeranos e italianos (HEIDEN et al., 2007). Essas variedades de abóboras representam um patrimônio genético e cultural muito vasto e devem ser melhor exploradas, pois a história dos usos dessas variedades fazem parte da história do País. Nos últimos anos, a valorização das abóboras tem sido crescente e importante para a diversificação de pequenas propriedades e também como alimento rico que contribui para a nutrição e saúde da população, por possuir altos teores de antioxidantes, principalmente carotenoides (AMAYA, 1997). Nos últimos anos vem aumentando expressivamente a demanda por alimentos funcionais como aqueles que apresentam componentes que conferem benefícios para a saúde pela prevenção ou combate às doenças.

Portanto, este artigo se insere em um esforço de pesquisa mais amplo, pois no Brasil há um grande interesse por parte de algumas instituições como a Embrapa, por exemplo, em resgatar, conservar, multiplicar e principalmente otimizar os usos desses recursos genéticos de abóbora. Através do olhar sobre a alimentação e cultura, se justifica o interesse em verificar e conhecer o cultivo e usos das abóboras, tendo este trabalho o objetivo de reunir informações a respeito de como são utilizadas na alimentação em seu centro de origem e discutir saberes e práticas associados ao ato de comer como patrimônio cultural de um povo.

2.2 A trajetória das abóboras no mundo

Em âmbito mundial, a família Cucurbitaceae é extremamente relevante, pois muitas de suas espécies domesticadas são parte fundamental da dieta e de outros aspectos da vida humana, como o cultural, por exemplo. A família Cucurbitaceae compreende 118 gêneros e 825 espécies, com uma distribuição predominantemente tropical. Aproximadamente 30 destas espécies são utilizadas com fins econômicos, destacando-se as abóboras (*Cucurbita argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. moschata* e *C. pepo*). As abóboras tiveram um importante papel nas Américas no período pré-colombiano e foi nesse período que o homem iniciou um processo seletivo com base em mutantes de polpa não amarga, dando origem às espécies domésticas (WHITAKER; BOHN, 1950; CUTLER; WHITAKER, 1961). Junto com o feijão e o milho, as abóboras formavam um complexo alimentar fundamental dos habitantes da Mesoamérica, que incluiu as civilizações Olmeca, Asteca, Maia e Inca (AQUINO, 2010).

Evidências arqueológicas mostram que 2000 anos A.C. as abóboras já eram cultivadas nas Américas, mais precisamente no Nordeste do México. Relatos indicam que a palatabilidade das sementes foi, provavelmente, a principal atração para os primeiros coletores e que a domesticação foi feita pelos nativos (HARLAN, 1975; NEE, 1990). De acordo com Whitaker e Cutler (1965), as abóboras eram amplamente distribuídas, com grande diversidade, no sudeste do México, América Central, Colômbia e Peru (WHITAKER; BOHN, 1950; ESQUINAS-ALCAZAR; GULICK, 1983).

As abóboras foram dispersas das Américas para outros continentes por transporte marítimo, no século XVI, tornando-se cultivo importante em muitos países (PARIS et al., 2006). Embora esse cultivo tenha sido amplamente difundido em todo o mundo, grande parte da produção é realizada em pequenas propriedades, para subsistência, ou destinada a mercados locais (NUEZ et al., 2000). Segundo dados da FAO (2011), os continentes líderes em produção de abóboras no mundo são o Asiático com 66%, o Europeu com 14% e o Americano com 11%, sendo a China o maior produtor, seguido pela Índia e Rússia.

No Brasil, o cultivo de *Cucurbita* esteve historicamente associado ao milho e à mandioca, constituindo a base alimentar das populações indígenas antes do período de colonização, sendo que a partir de então foi incorporada também à dieta de escravos africanos (VERGER, 1987, *apud* RAMOS; QUEIROZ, 2005). As cinco

espécies domesticadas de *Cucurbita* são cultivadas no Brasil, sendo conhecidas por uma grande diversidade de nomes populares (HEIDEN et al., 2007).

2.3 Abóboras, alimentação e cultura

Atualmente, as abóboras são cultivadas em todo o território brasileiro (AQUINO, 2010). A versatilidade de seu uso na culinária, as propriedades medicinais, a composição nutricional, destacando-se os carotenoides (precursores de vitamina A), a presença de vitamina C e sais minerais, contribuíram para essa permanência na alimentação, ao longo do tempo (MORETTI, 2003).

As abóboras eram o terceiro produto agrícola em ordem de importância para os indígenas, sendo suplantadas apenas pela mandioca e pelo milho. Elas eram cultivadas pelos índios brasileiros e foram levadas para a Europa pelos portugueses, enquanto os espanhóis, que colonizaram outros países das Américas, levaram para lá as variedades de abóboras cultivadas pelos Astecas, Maias e Incas. Quando os primeiros navegadores portugueses desembarcaram em terras brasileiras, há cinco séculos, os indígenas cultivavam suas próprias variedades de abóboras. As variedades crioulas de abóboras são parte de manifestações culturais, desde o nome a elas atribuídos até os modos de preparo, como componentes de diferentes pratos tradicionais, ou por meio de outros usos, como ornamental, por exemplo. Elas foram bem aceitas e circularam rapidamente entre os diferentes países do Velho Mundo, chegando à Alemanha e à Itália ainda no século XVI. Quando os imigrantes alemães e italianos chegaram ao Brasil, no século XIX, trouxeram consigo sementes de suas próprias seleções de abóboras, para seguir cultivando aqui aquelas que já haviam sido incorporadas à sua cultura havia três séculos (BARBIERI, 2012).

Existem muitas variedades crioulas em cultivo pelos agricultores, o que caracteriza a existência de conservação *on farm*, já que anualmente são cultivadas, consumidas e muitas vezes comercializadas. Os agricultores fazem a seleção de suas próprias sementes de diferentes formas e as conservam em recipientes variados, como garrafas plásticas e potes de vidro. Há também uma tradição de manter as sementes misturadas, tanto de diferentes variedades crioulas quanto de outras cucurbitáceas, junto com cinza ou areia para evitar o dano de insetos, como os gorgulhos (CARVALHO et al., 2011). A perpetuação das variedades crioulas, durante muito tempo, coube ao esforço de agricultores familiares em propagar e

cultivar suas sementes, pois a sua origem está intrinsecamente ligada com a história das famílias. Essas variedades crioulas constituem um importante patrimônio genético e cultural, que não pode ser perdido, merecendo maior valorização. Mas devido ao êxodo rural, particularmente o juvenil, e a expansão urbana, as variedades crioulas de abóboras cultivadas no Brasil vêm sofrendo perdas significativas nas últimas três décadas (BARBIERI, 2012).

No México, as abóboras estão inseridas na alimentação e na vida cotidiana: a diversidade biológica está associada às práticas culturais. As variedades locais de abóboras existentes no México representam importantes fontes de variabilidade genética para as espécies domesticadas do gênero *Cucurbita* (LIRA-SAADE, 1995). Na alimentação humana, natureza e cultura se encontram. Comer é uma necessidade vital, mas o quê, quando e com quem comer são aspectos que fazem parte de um sistema que implica atribuição de significados ao ato alimentar. Como um fenômeno social, a alimentação não se restringe a uma resposta ao imperativo de sobrevivência, ao “comer para viver”, pois se as pessoas necessitam sobreviver (e, para isso, alimentar-se), elas sobrevivem de maneira particular, culturalmente forjada e culturalmente marcada (MACIEL, 2002). Ou seja, as pessoas criam diferentes maneiras de viver, o que resulta em grande diversidade cultural. O comportamento relativo à comida está ligado diretamente à identidade social e revela repetidamente a cultura em que as pessoas estão inseridas (MINTZ, 2001).

Os hábitos alimentares não existem isoladamente. Não é possível entender a alimentação de um povo separada de seus costumes e de como é construída sua identidade. As relações entre as pessoas, as trocas e as transformações dos saberes, como parte do processo sociocultural, podem explicar as diferenças culturais, mas não a alimentação em si, isoladamente (MACIEL, 2010). Muito mais que um ato biológico, a alimentação humana é um ato social e cultural. Mais que um elemento da chamada cultura material, a alimentação implica representações e imaginários, envolve escolhas, classificações, símbolos que organizam as diversas visões de mundo no tempo e no espaço. Vendo a alimentação humana como um ato cultural, é possível pensá-la como um sistema simbólico no qual estão presentes códigos sociais que operam no estabelecimento de relações das pessoas entre si e com a natureza (MACIEL, 2004).

Pensando em alimentação e cultura, o México é um dos países com maior diversidade biológica e cultural. A relação entre a biodiversidade e a cultura coloca o

país em posição favorável para a conservação e uso dos recursos genéticos. Está entre os cinco principais países considerados megadiversos, que abrigam entre 60 e 70% da diversidade biológica conhecida no planeta. A diversidade de espécies no México representa cerca de 12% do total mundial (SARUKHÁN et al., 2006).

2.4 Produção, usos e valor nutricional de abóboras

As espécies do gênero *Cucurbita* foram domesticadas e cultivadas no interior de um sistema agrícola conhecido como *milpa* composto por milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus* spp.) e abóboras (*Cucurbita* spp.) fornecendo um complemento alimentar necessário para a subsistência dos povos originários de numerosas culturas mesoamericanas: milho (carboidratos), feijão (proteínas e micronutrientes), abóboras (ácidos graxos e proteínas), pimentas (vitaminas e antioxidantes) (VILLEGAS, 2003). A Mesoamérica, uma área geográfica e cultural que se estende desde o centro do México ao norte e porções oeste da América Central, é o berço da civilização Maia, cuja alimentação era baseada no agroecossistema *milpa*. Ainda hoje, vários séculos após o declínio da civilização Maia, o sistema de cultivo *milpa* segue sendo utilizado e tem grande importância para os agricultores locais. Essas espécies (milho, feijão e abóboras), embora cultivadas no mesmo habitat, ocupam diferentes nichos ecológicos, e outras espécies particulares de cada região estão integradas a este sistema de cultivo. Apesar de sua importância (tanto no passado quanto atual), não se tem muitas informações sobre como e quando o agroecossistema *milpa* foi estabelecido (VILLARREAL, 2012).

A Figura 1 mostra um sistema de cultivo em *milpa* no oriente da Península de Yucatán, em um povoado próximo a Mérida, no México. A espécie de abóbora cultivada é *Cucurbita argyrosperma*. O proprietário da área relatou que quase toda a produção dessa abóbora é destinada ao consumo das sementes e apenas alguns poucos frutos são consumidos na preparação de alimentos. As sementes são utilizadas no preparo de alimentos locais tradicionais para consumo da família e também para comercialização em mercados locais da região.



Figura 1. Sistema de cultivo em *milpa* realizado por agricultores familiares em pequenas propriedades. Península de Yucatán, México. Foto: Daniela Priori.

Segundo Perales e Aguire (2008), as abóboras fazem parte da biodiversidade humanizada no México, definida como sendo o conjunto de plantas e animais cujas características biológicas, abundância e distribuição foram alteradas pelos seres humanos, e a diversidade genética presente tem um enorme valor, tanto presente como futuro para os agricultores e o ambiente. As espécies cultivadas da família Cucurbitaceae representam esse conceito de biodiversidade humanizada no México por armazenarem nas espécies silvestres e cultivadas uma enorme diversidade genética. Além das cinco espécies domesticadas, o gênero *Cucurbita* compreende em torno de dez espécies silvestres, que estão naturalmente distribuídas entre a área central dos Estados Unidos e a área central da Argentina, com maior diversidade presente no México (FERRIOL e PICO, 2008).

Em âmbito nacional, no ano de 2011 no México a superfície plantada de abóbora foi de 28 mil hectares, das quais 43% se destinam para o consumo como verdura (frutos imaturos), 11% para doces de abóbora e 45% para consumo de sementes (SIAP, 2011). O uso das diferentes partes da planta, assim como seu consumo em diferentes estados fenológicos de cultivo é evidenciado na grande diversidade de pratos que são preparados. É importante mencionar também que cada uma das partes da planta consumidas dispõe de diferentes requisitos nutricionais. Informações de aporte nutricional mostram que nos frutos maduros encontram-se proteínas e minerais como potássio. Os frutos imaturos apresentam vitaminas, minerais e proteínas. As folhas frescas e as flores masculinas são ricas em proteínas e vitamina C, enquanto as sementes são ricas em proteínas e apresentam elevados teores de ácidos graxos, que são benéficos à saúde humana (AYALA, 2002).

Na Península de Yucatán e mais especificamente em Mérida, os frutos de abóbora (*Cucurbita moschata*) são os mais consumidos e os mais comumente encontrados em mercados e feiras da cidade. As sementes de abóbora moídas também são comercializadas nestes mercados, em embalagens plásticas (Figura 2).



Figura 2. Variedades locais de *Cucurbita moschata* e sementes de abóbora moída comercializadas no Mercado San Benito em Mérida, Península de Yucatán – México visitada no dia 09/09/2014. Fotos: Daniela Priori.

As abóboras são parte fundamental da dieta não só nas Américas como em outras regiões do mundo (LIRA-SAADE, 1995; ZIZUMBO et al., 2009). No México, as abóboras apresentam variada gama de usos alimentares. Alguns exemplos podem ser citados, como: os brotos jovens são consumidos como *quelites*¹ em sopas ou ensopados; as flores são consumidas em sopas, *quesadillas*², cremes e em recheios de *tortillas*³; os frutos jovens são consumidos como legumes em

¹ Na língua Náhuatl designa folhas ou talos comestíveis. É um nome comum aplicado no México para várias espécies de plantas comestíveis quando ainda estão jovens. Do ponto de vista nutricional, os *quelites* são importantes para complementar a dieta.

² Comida típica mexicana, feita com *tortilla* recheada de queijo, carne, flores de abóbora ou cogumelos e depois grelhada para fundir o queijo.

³ Feitas à base de milho, têm forma de pão aplanado, pode ser servida como entrada ou como base para outros pratos.

ensopados e caldos ou cozidos com cebola e sal; a polpa dos frutos maduros é consumida como doce ou em *atole*⁴; as sementes asadas, cozidas, fervidas torradas e moídas são utilizadas como *botana*⁵, em guisados, *tamales*⁶ ou como ornamento e complementos em outras preparações. Em algumas regiões, os frutos são utilizados também para forragem na alimentação animal (WHITAKER et al., 1950).

Além dos usos na alimentação, as abóboras também apresentam usos medicinais. As flores são utilizadas como tônico estomacal, as sementes como vermífugo e diurético. A raiz de *C. moschata* é empregada para tratar dor de dente e as folhas (suco) são usadas para curar espinhas e erupções da pele. No México, as abóboras também são usadas em cerimônias e fazem parte das festividades do dia de finados, que antes da chegada dos espanhóis tinha como significado um agradecimento aos deuses pela colheita obtida durante o ano. No dia de finados, as abóboras são ofertadas na forma de frutos maduros e naturais e também cozidas em diferentes pratos. Também, em famílias com fortes tradições culturais e de raízes indígenas, são colocados frutos maduros inteiros ou partidos de *C. ficifolia* embaixo dos caixões durante o velório dos mortos, como oferendas.

Além dos diversos usos das abóboras citados acima, elas também têm sido exploradas industrialmente, com fins comerciais. Nesse sentido, no México, foi desenvolvida uma variedade de abóbora cujas sementes não apresentam tegumento, o que facilita seu uso na indústria culinária (SCHAFFELD et al., 1989; VILLANUEVA, 2007). São também utilizadas na elaboração de um sabão para limpar artigos de couro; na extração de algumas enzimas proteolíticas para tratamento de águas residuais e também – a partir das sementes – na produção de um óleo *gourmet* comestível, que teve denominação de origem na região de Styria, na Áustria (OVANDO et al., 2011).

Conforme exposto e a partir da grande importância nutricional e também dos usos das abóboras na alimentação como constitutivo da cultura mexicana, serão relatadas no item a seguir receitas desenvolvidas a partir de abóboras cultivadas no México.

⁴ Bebida preparada com polpa de abóbora cozida, leite, farinha de milho, água, açúcar, noz-moscada e canela moídas a gosto.

⁵ Entrada servida em restaurantes e bares antes de ser servida a comida - almoço ou jantar.

⁶ Prato tradicional da culinária mesoamericana, feito de massa à base de milho envolvida em folhas de milho ou bananeira e recheada com carnes, queijo, abóbora, feijão, pimenta entre outros, são cozidos a vapor e podem ser doces ou salgados.

2.5 Receitas

A seguir serão relatadas receitas de alimentos da tradição Maia, feitos com os frutos e as sementes de abóbora. As receitas emblemáticas dessa cultura ancestral continuam sendo seguidas pelos povos que ali vivem. Para as pessoas que visitam as ruínas das cidades Maias, essas comidas são uma atração à parte. Os pratos foram preparados na casa dos senhores Guillermina Xecé e Pastor Gómez, por Graciela Xecé Gómez (filha do casal), Celia María Uitz Can e Patricia Colunga, no povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, próximo a Mérida, na Península de Yucatán, México. As fotos utilizadas neste artigo e as informações relatadas sobre as abóboras na alimentação humana no México foram obtidas na Península de Yucatán, na cidade de Mérida e em povoados vizinhos.

2.5.1 Pipian de Ibes: Ingredientes: Sementes de abóbora moídas com axhiote (condimento parecido com o colorau extraído do urucum), sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* ou *Vigna unguiculata*), folhas de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* var. *chayamansa*) cortadas e frutos de ciruela verdes (*Spondias mombin* ou *Spondias purpurea*). Modo de preparo: coloca-se o feijão para cozinhar, quando estiver cozido, adiciona-se as sementes de abóbora moídas com axhiote e os frutos de ciruela. Ao final, acrescentar as folhas de chaya picadas (Figura 3).



Figura 3. Modo de preparo do Pipian de Ibes. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Piori

2.5.2 Tok-Zel: Ingredientes: Sementes de abóbora moídas, feijão (*Phaseolus lunatus*) e folhas frescas de cebolinha verde. Modo de preparo: Cozinhar o feijão, quando estiver pronto acrescentar as sementes de abóbora moída e a cebolinha verde. Ao final colocam-se dentro da panela pedras quentes que estavam em brasas junto ao fogo. Em seguida colocar um pano sobre a panela para que o calor permaneça até que o prato seja servido (Figura 4).



Figura 4. Modo de preparo do Tok-Zel. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.

2.5.3 Brazo de Reina: Ingredientes: Sementes de abóbora moídas, sementes de milho nixtamaliada (as sementes são fervidas com cal virgem e depois deixadas em repouso por um dia), folhas de chaya cortadas. Modo de preparo: Prepara-se uma massa homogênea de milho e mistura-se as folhas de chaya cortadas, depois a massa é moldada em formato de círculos com tamanho médio. Em seguida recheia-se com ovos e sementes de abóbora torradas e moídas. Envolva-se a massa recheada em folhas de bananeira (*Musa paradisiaca*) que foram passadas ao fogo e depois limpas com o auxílio de um pano. Por final, coloca-se para cozinhar em vapor (Figura 5).



Figura 5. Modo de preparo do Brazo de Reina. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori e Laura Trejo.

2.5.4 Tzaj-Bicum: Frutos jovens de *Cucurbita moschata* são cozidos com a casca e é acrescentado cebola e sal (Figura 6).



Figura 6. Frutos utilizados no preparo do Tzaj-Bicum. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.

2.5.5 SikilPack: Ingredientes: Sementes de abóbora moída com tomate (*Solanum lycopersicum*) e cebolinha verde. Modo de preparo: Os tomates são assados em brasas e depois de retirada a casca são triturados e misturados com as sementes de abóbora (torradas e moídas) e a cebolinha verde. Esta mistura é consumida acompanhada de *tortillas* de milho (Figura 7).



Figura 7. Modo de preparo do SikilPack. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.

2.5.6 Papatzul: o nome desse prato reverencia uma das dinastias maias mais importantes. Por isso, é considerada a comida dos nobres, um *manjar* dos deuses, mas apesar da pompa, sua receita é relativamente simples. Assemelha-se aos tacos recheados. Ingredientes: Semente moída de abóbora, ovos cozidos, *tortillas* de milho, molho de tomate e cebola. Modo de preparo: Enrola-se o ovo cozido e as

sementes de abóbora moídas em uma *tortilla*. Em seguida, prepara-se um molho com tomate e cebola e coloca-se sobre as *tortillas* enroladas (Figura 8).



Figura 8. Prato de Papatzul. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Foto: Daniela Priori.

2.5.7 Dzotobichay: prato feito à base de chaya, uma árvore típica de Yucatán também conhecida como “árvore espinafre” e semente de abóbora moída, As folhas da chaya são picadas e misturadas à massa de milho e se acrescenta sementes de abóbora tostada e moída. O resultado é muito parecido ao tamal, uma espécie de pamonha salgada clássica da culinária centro-americana e caribenha. Esse é considerado um alimento muito forte e nutritivo, já que a chaya contém grande concentração de ferro.

2.5.8 Sopa de Chaya: Ingredientes: folhas de *chaya*, semente de abóbora moída, limão e pimenta. Modo de preparo: As folhas de *chaya* são cozidas inteiras em água e após acrescenta-se as sementes de abóbora moídas, o limão e a pimenta. As pimentas são assadas em brasas e em seguida amassadas em um

refratário. O limão e a pimenta são acrescentados a gosto após a sopa estar pronta (Figura 9).



Figura 9. Coleta da *chaya* e modo de preparo da sopa de *chaya*. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.

2.5.9 Dzikil-Pac: uma entrada clássica, em que os totopos (erroneamente chamados de “nachos” no Brasil) são mergulhados num patê elaborado a partir de sementes moídas de abóbora.

2.5.10 Taco de Sikil: Semente de abóbora moída enroladas em tortilla de milho (*Zea mays*).

Na Figura 10 todos os pratos são preparados à base de semente de abóbora moída.



Figura 10. Imagem de todos os pratos preparados no povoado de Tixcacaltuyub no município de Yaxcabá na casa dos senhores Guillermina Xecé e Pastor Gómez. Na foto a senhora Graciela Xecé Gómez a qual conduziu as práticas culinárias. Foto: Daniela Priori.

As sementes de abóbora utilizadas na culinária são compradas em feiras e mercados locais já moídas ou *in natura* e posteriormente torradas e moídas antes do preparo dos alimentos (Figura 11). A senhora Graciela Xecé Gómez nos relatou durante a prática culinária que ela prefere comprar as sementes *in natura* e ela mesma moer para utilizar em sua casa no preparo dos alimentos, pois segundo ela é notada uma grande diferença no sabor e textura.

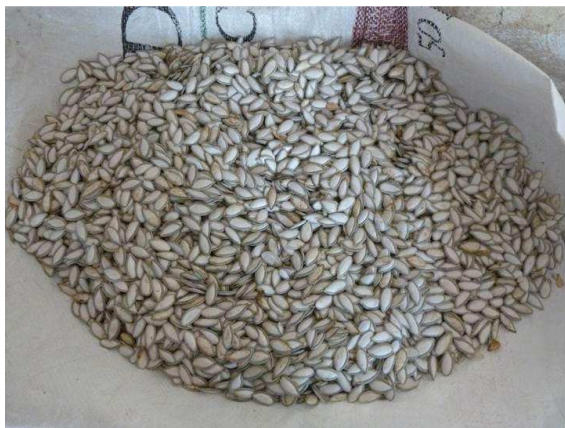


Figura 11. Sementes de abóbora *in natura* e sementes de abóbora moída natural e mescladas com axhiote. Povoado de Tixcaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.

Como as *tortillas* de milho são a base para várias das receitas preparadas e citadas acima e também são consumidas no México com as refeições equivalendo ao pão consumido no Brasil, considerando-se assim importante descrever o processo de preparação das mesmas.

2.5.11 Tortillas de milho: Ingredientes: Milho, duas colheres de sopa de cal virgem e dois litros de água. Modo de preparo: Colocar o milho e a cal em uma panela grande, cobrir todo o milho com a água e colocar para cozinhar. Depois de cozido o milho deixar para descansar por um dia e, após descartar a água o milho é moído até formar uma massa homogênea. Depois com essa massa são feitos círculos moldados com as mãos e em seguida posto para cozinhar (assar) essa massa em uma chapa quente (Figura 12).



Figura 12. Modo de preparo das *Tortillas* de milho. Povoado de Tixcacaltuyub, município de Yaxcabá, Península de Yucatán, México. Fotos: Daniela Priori.

2.6 Considerações finais

Este estudo enfatizou uma reflexão sobre o uso das abóboras na alimentação e como elas estão associadas a práticas culturais e à diversidade biológica no México. Conforme o exposto, o alimento identifica as pessoas e é marca do lugar. A cozinha mexicana apresenta uma grande riqueza cultural e local associada aos povos que ali vivem.

Nesse contexto, no México, especificamente em um olhar a partir de Mérida na Península de Yucatán associado ao uso das abóboras, é possível verificar muitos saberes e sabores locais que enfatizam como a alimentação, cultura e suas práticas estão engajadas a múltiplas dimensões da vida material, simbólica e também à identidade cultural que representa a vida cotidiana de um povo. Entende-se que a alimentação, como marca de identificação, como produto cultural e como um patrimônio está associada, na visão de Beber e Menasche (2011), ao prazer à mesa, ao desfrute dos sabores e da qualidade, os produtos da terra, bem como às técnicas e conhecimentos próprios do saber-fazer herdado, dos produtos e variedades locais, das tradições e identidades associadas às práticas alimentares artesanais e/ou ancestrais.

Este trabalho permitiu conhecer, entender e discutir práticas e saberes vinculados à conservação das variedades crioulas de abóboras, seu uso e inserção na alimentação e na cultura das pessoas em seu centro de origem.

2.7 Referências

AMAYA, D. B. R. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997, 93p.

AYALA, E. J. A. **Cambios ocasionados en los parámetros genéticos por la selección participativa en una variedad local de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) tipo round Zucchini**. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo, México, 2002.

AQUINO, R. S. L. **História das sociedades americanas**. Rio de Janeiro: Record, v. 80, p. 54-67, 2010.

BARBIERI, R. L. **A diversidade de abóboras no Brasil e sua relação histórica com a cultura**. Alimentação e cultura, Slow Food, 2012. Disponível em: <http://www.slowfoodbrasil.com/textos/alimentacao-e-cultura/501-aboboras-e-cultur>. Acesso em: 15 de dez. de 2014.

BARROCO, L. M. S.; BARROCO, H. E. A importância da gastronomia como patrimônio cultural no turismo baiano. **Turydes**, v.1, p.1-12, 2008.

BEBER, A. M. C.; MENASCHE, R. Turismo rural e alimentação, identidade e patrimônio: um olhar sobre os campos de cima da serra em tempos de nostalgia. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 58, n. 1, p. 87-99, 2011.

CARVALHO, P. G. B.; PEIXOTO, A.A.P.; FERREIRA, M.A.J.F. **Caracterização de abóboras quanto aos teores de carotenóides totais, alfa- e beta-caroteno**. Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 78: Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011, 20p.

CASCUDO, C. **História da alimentação no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Global, 2004.

CRUZ, M. S. R.; SIMÕES, M. L. N. **O imaginário da cozinha regional como condutor e atrativo do destino turístico, 2008**. Disponível em: http://www.uesc.br/icer/artigos/o_imaginario_cozinha_regional.pdf. Acesso em: 15 de dez. 2014.

CUTLER, H. C.; WHITAKER, T.H. History and distribution of the cultivated cucurbits in the Americas. **American Antiquity**, v.26, p. 469-485, 1961.

DA MATTA, R. **Notas sobre el simbolismo de la comida en Brasil**. In: Revista L'Homme, França: 1988.

ESQUINAS-ALCÁZAR, J. T.; GULICK, P. J. **Genetic resources of Cucurbitaceae: a global report**. Roma: IBPGR Secretariat, 1983, 101 p.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2011 Disponível em:
<http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE>.

Acesso em: 15 de dez. 2014.

FERRIOL, M.; PICÓ, B. Pumpkin and winter squash. In: PROHENS, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Handbook of plant breeding**. v.1, Vegetables I. Heidelberg: Springer, p. 317-349, 2008.

GARCIA, R. W. D. **Notas sobre a origem da culinária: uma abordagem evolutiva**. Campinas, 1995.

HARLAN, J. R. The possible role of weedy races in the evolution of cultivated plants. **Euphytica**, 14:173–176, 1975.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2007. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 197).

HERRERA, A.; HERRERA, S. R. **A Importância da gastronomia como Patrimônio Cultural**, 2006

Disponível em:http://www.comidamexicana.hpg.ig.com.br/patrimonio_humanidad.htm

Acesso em: 11 de dez. 2014.

LIRA-SAADE, R. L. **Estudios taxonômicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latino americanas de importância económica**. Rome: IPGRI, 1995, 281p.

MACIEL, M. E. Uma cozinha à gaúcha. In: BRUM, C.; MACIEL, M. E.; OLIVEN, R.G. **Expressões da cultura gaúcha**. Santa Maria: Editora UFSM, 2010.

MACIEL, M. E. **Cultura e alimentação, ou o que têm a ver os macaquinhos de Koshima com Brillat-Savarin?** Horizontes Antropológicos, v.16, 2002.

MACIEL, M. E. **Uma cozinha à brasileira**. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, n. 33, p. 25-39, 2004.

MEDVED, E. **The world of food**. Lexington, Ed. Ginn and Company, 1981.

MENASCHE, R. Cuando la comida se convierte en patrimonio: puntualizando la discusión. In: Jose Luis Mingote Calderón (Org.). **Patrimonio inmaterial, museos y sociedad. Balances y perspectivas de futuro**. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, 2013.

MINTZ, S. W. **Comida e antropologia, uma breve revisão**. Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 16, n. 47, p. 31-41, 2001.

MORETTI, C. L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.21, 2003, 27p.

NEE, M. The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). **Economic Botany**, v.44, n.3, p.56-68, 1990.

NUEZ, F.; RUIZ, J. J.; VALCÁRCEL, J. V.; CÓRDOVA, P. F. **Colección de semillas de calabaza del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana**. Madrid, INIA, 2000, 158 p.

OVANDO, L. M. M.; ROBERT, A. B. B.; VERDUZCO, C. V.; MERA, A. L. **Documento de diagnóstico de las especies cultivadas de *Cucurbita* L.** Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2011, 79p.

PARIS, H. S.; DAUNAY, M. C.; PITRAT, M.; JANICK, J. First known image of *Cucurbita* in Europe, 1503–1508. **Annals of Botany**, Oxford, v.98, p.41–47, 2006.

PERALES, H. R.; AGUIRRE, J. R. Biodiversidad Humanizada. In: **Capital Natural de México**, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México, p.565-603, 2008.

RAMOS, S. R. R; QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste brasileiro. 99-116 In: LIMA, M. C. **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura 2005, 190 p.

SCHAFFELD, G., BRUZZONE, P., ILLANES, A., CUROTTO, M., AGUIRRE, C. Enzymatic treatment of stickwater from fishmeal industry with the protease from *Cucurbita ficifolia*. **Biotechnology Letter**, v.11, p. 521-522, 1989.

SARUKHÁN, J. et al., Capital natural y bien estar social. In: **Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, México, 2006.

SIAP. Anuário estadístico de la producción agrícola. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. SAGARPA, México, 2011. En: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>

VILLANUEVA, V. C. **Calabazas cultivadas. Identificación de especies caracterización y descripción varietal**. Universidad Autónoma Chapingo, 2007, 123p.

VILLEGAS, E. S. E. **Densidad de población y producción de fruto y semilla en variedades experimentales de calabaza (*Cucurbita pepo* L.)**, Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, 2003.

VILLARREAL, D. Z.; SILVA, A. F.; MARÍN, P. C. G. The Archaic Diet in Mesoamerica: incentive for milpa development and species domestication. **Economic Botany**, v. 20, p. 1-16, 2012.

WHITAKER, T. W.; BOHN, G. W. The taxonomy, genetics, production and uses of the cultivated species of *Cucurbita*. **Economic Botany**, v. 4, p. 52-81, 1950.

WHITAKER, T. W.; CUTLER, H. C. *Cucurbits* and cultures in the Americas. **Economic Botany**, v. 19, p. 344-349, 1965.

TOLEDO, S. F. A. Questão do patrimônio cultural. Disponível em:
<http://www.valedoparaiba.com.>> Acesso em 10 set 2014.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; GONZÁLEZ-ZOZAYA, F.; OLAY-BARRIENTOS, A.;
ALMENDROS-LÓPEZ, L.; FLORES-PÉREZ, P.; COLUNGA-GARCÍA MARÍN, P.
Distillation in Western Mesoamerica before European contact. **Economic Botany**, v.
63, p. 413–426, 2009.

3. Capítulo 2

Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do Sul do Brasil

3.1 Introdução

As abóboras (*Cucurbita maxima* Duch, Cucurbitaceae) apresentam grande importância econômica estando entre as dez hortaliças mais cultivadas e comercializadas no mundo. Além do uso na alimentação, apresentam outros usos como medicinal, ornamental e forrageiro, com grande importância para a agricultura familiar no Brasil, onde seu cultivo é bastante difundido (RAMOS; QUEIROZ, 2005).

Variedades crioulas das cinco espécies domesticadas de abóboras (*Cucurbita argyrosperma*, *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. moschata* e *C. pepo*) são cultivadas no país por agricultores familiares (HEIDEN et al., 2007). *Cucurbita maxima* é uma espécie diplóide com 20 pares de cromossomos ($2n=40$). Os agricultores selecionam a cada ciclo de plantio as sementes dos frutos com base em características preferidas de cor, forma e tamanho (KU et al., 2005; HERNANDEZ et al., 2005). Porém, as variedades crioulas estão se perdendo por serem progressivamente substituídas por novas cultivares, as quais garantem maior produtividade que satisfazem os requisitos de produtores e consumidores (SARI et al., 2008; BALKAYA et al., 2009).

Por apresentarem elevada variabilidade genética para um grande número de caracteres e apresentarem genes de tolerância a estresses bióticos e abióticos, as variedades crioulas são recursos genéticos importantes para o melhoramento. No Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS), é conservado um grande número de variedades crioulas das cinco espécies domesticadas de *Cucurbita*, provenientes de coletas realizadas, de doações feitas por agricultores e da aquisição de frutos em feiras e mercados populares. O acervo desse banco de germoplasma é composto por 584 acessos de diferentes espécies cultivadas dos gêneros *Citrullus*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Lagenaria*, *Luffa*, *Momordica* e *Sicana*, sendo que 85 acessos são de *Cucurbita maxima*. Porém, apenas uma pequena parte desse acervo já foi caracterizada (NEITZKE et al., 2009; PRIORI et al., 2012; PRIORI et al., 2013;

FISCHER et al., 2012). A caracterização morfológica é o primeiro passo na descrição e classificação dos recursos genéticos mantidos em bancos de germoplasma (SMITH; SMITH, 1989). É um processo pelo qual são obtidas muitas informações sobre o germoplasma conservado, com a utilização de uma lista descritiva, dispondo-o de uma forma mais efetiva para sua utilização (RAMOS et al., 1999; NEITZKE, 2012).

Este trabalho teve por objetivo realizar a caracterização morfológica de acessos de variedades crioulas de *Cucurbita maxima* do Banco Ativo de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado.

3.2 Material e Métodos

Foram avaliados nove acessos de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. A escolha desses acessos foi feita com base nos dados de passaporte e na disponibilidade de um número de sementes suficiente para a implantação do experimento. Na tabela 1 estão listados os 9 acessos avaliados, com nome popular, espécie e procedência.

Tabela 1. Acessos de variedades crioulas de *Cucurbita maxima* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado que foram submetidos à caracterização. Pelotas, 2015.

Acesso	Espécie	Nome popular	Procedência
C8	<i>C. maxima</i>	moranga	Renascença, PR
C79	<i>C. maxima</i>	abóbora mesclada	Farroupilha, RS
C92	<i>C. maxima</i>	abóbora de casca branca	Ipê, RS
C253	<i>C. maxima</i>	abóbora gigante	Não-Me-Toque, RS
C269	<i>C. maxima</i>	abóbora	Piratini, RS
C273	<i>C. maxima</i>	abóbora de casca laranja	Marcelino Ramos, RS
C282	<i>C. maxima</i>	abóbora	Pelotas, RS
C288	<i>C. maxima</i>	abóbora	Pelotas, RS
C347	<i>C. maxima</i>	moranga de estouro	David Canabarro, RS

Os acessos foram semeados em casa-de-vegetação, em sacos de poliestireno preto preenchidos com substrato. Quando as plantas atingiram o estágio de duas a três folhas definitivas, 20 mudas de cada acesso foram transplantadas

para o campo experimental previamente preparado, localizado na sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS). No campo, o espaçamento utilizado foi 2,5 m entre plantas e 4 m entre linhas.

As variedades crioulas foram caracterizadas morfológicamente utilizando sete descritores quantitativos e 13 descritores qualitativos adaptados dos recomendados por Esquinas-Alcazar & Gulick (1983). Para cada variedade crioula, foram submetidos à caracterização 20 plantas e cinco frutos por planta. Os descritores quantitativos utilizados foram: comprimento do entrenó (cm), número de frutos por planta, diâmetro do fruto (cm), peso do fruto (kg), espessura da casca (mm), espessura da polpa (cm) e número de sementes por fruto e peso de 100 sementes (g).

Os descritores qualitativos estão listados a seguir:

- 01) formato do caule em secção transversal:** (1) arredondado; (2) angular;
- 02) formato da folhas:** (1) ovada; (2) orbicular; (3) reniforme; (4) retusa;
- 03) tamanho da folha:** (3) pequena; (5) intermediária; (7) grande;
- 04) formato do pedúnculo:** (3) arredondado; (5) levemente angular; (7) muito anguloso;
- 05) formato do fruto:** (1) globular; (2) achatado; (3) disco; (4) cilíndrico; (5) oval; (6) coração; (7) periforme; (8) dumbbell; (9) alongado; (10) superior turbinado; (11) coroadado; (12) inferior turbinado; (13) curvado (14) pescoço torto; (15) outro;
- 06) gomos no fruto:** (0) ausente; (3) superficiais; (5) intermediários; (7) profundos;
- 07) cor predominante da casca na maturidade:** (0) sem cor secundária; (2) verde; (3) azul; (4) creme; (5) amarelo; (6) laranja; (7) vermelho; (8) pink; (9) marrom; (10) cinza; (11) preto; (12) outra;
- 08) cor secundária da casca:** (0) sem cor secundária; (1) branco; (2) verde; (3) azul; (4) creme; (5) amarelo; (6) laranja; (7) vermelho; (8) pink; (9) outra;
- 09) desenho produzido pela cor secundária:** (0) sem cor secundária; (1) pontilhado – manchas menores que 0,5 cm; (2) manchado – manchas maiores que 0,5 cm; (3) listrado – bandas que vão desde o pedúnculo até a cicatriz do botão; (4) estriado – marcas alongadas que não são contínuas de uma extremidade do fruto a outra e têm menos de 4 cm em comprimento; (5) bissecional; (6) outro;
- 10) textura da casca:** (1) lisa; (2) granulada; (3) levemente enrugada; (4) superficialmente ondulada; (5) em rede; (6) com verrugas; (7) com espinhos; (8) outra;

11) dureza da casca: (3) macia – fácil de marcar com a unha; (5) intermediária – difícil de marcar com a unha; (7) dura – impossível de marcar com a unha;

12) cor da polpa: (1) branca; (2) verde; (3) amarela; (4) laranja; (5) salmão;

13) tamanho da semente: (3) pequeno; (5) intermediário; (7) grande.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para comparação dos valores médios das variáveis referentes aos acessos. Ao verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos, de acordo com o valor de p associado ao teste F, foi avaliada a magnitude destas diferenças utilizando teste de comparações múltiplas. Foi utilizado o teste de Tukey para a comparação de médias com 95% de confiança. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional SAS 9.2 (*Statistical Analysis System*).

Os dados de caracteres quantitativos também foram submetidos à análise de componentes principais. Neste caso, foi utilizada a análise multivariada para identificar os acessos mais semelhantes entre si e grupos de acessos com características distintas. A representação gráfica escolhida foi a *Biplot*, na qual a ideia fundamental consiste em obter uma representação simultânea dos indivíduos e das variáveis, num espaço de baixa dimensão, que forneça informação útil para a compreensão da relação entre indivíduos e variáveis, e entre estes e os componentes principais dos dados. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional R.

Para os caracteres qualitativos a caracterização dos acessos foi expressa por meio da moda de cada acesso para cada descritor. Os caracteres qualitativos foram analisados como variáveis multicategóricas e a matriz de similaridade foi calculada por meio do índice:

$$S_{ij} = \frac{C}{C+D}$$

em que:

C: total de concordância de categorias para todas as variáveis consideradas;

e

D: total de discordância de categoria para todas as variáveis consideradas.

A matriz de similaridade foi gerada com o auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2006). Com base na matriz de similaridade foi construído um

dendrograma pelo método UPGMA com o auxílio do programa NTSYS (ROHLF, 1989).

3.3 Resultados e Discussão

Foi evidenciada variabilidade genética para os caracteres quantitativos e qualitativos avaliados nos acessos de variedades crioulas de *Cucurbita maxima*. A análise de variância pelo teste F indicou que as médias apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey para todos os caracteres quantitativos avaliados com 95% de probabilidade do erro (Tabela 2).

As médias do comprimento do entrenó entre os acessos avaliados variaram de 4,07 cm (C273) a 15,76 cm (C347). Os valores para espessura da polpa variaram de 1,91 cm (C347) a 5,04 cm (C253) com média de 2,98 cm entre os acessos avaliados. Os valores encontrados para os frutos neste trabalho foram altos quando comparados com os encontrados por Amaro et al. (2014), em acessos de *C. maxima* da Embrapa Hortaliças onde o valor médio encontrado para a espessura da polpa foi de 2,57 cm. Também foi maior em relação ao encontrado por Nascimento et al. (2008) em híbridos de abóbora (*C. maxima* x *C. moschata*) que encontrou valor de 2,64 cm. No entanto, foi inferior à espessura média atingida por Balkaya et al. (2010) em frutos de *C. maxima* (3,49 cm). Guzmán (2006), relatou variação para espessura da polpa em frutos de *C. maxima* de 1,5 cm a 12 cm, valores maiores aos encontrados neste estudo. De acordo com Almeida et al. (1994), esta característica é de relevante importância, pois maior porcentagem de polpa implica em maior aproveitamento do fruto.

Com relação à espessura da casca os acessos apresentaram variação de 0,83 mm (C347) a 3,54 mm (C8) (Tabela 2). Amaro et al. (2014) não encontrou diferença significativa para espessura da casca em frutos de *C. maxima* onde os resultados variaram de 0,28 a 1,18 mm. Balkaya et al. (2010) avaliaram a variabilidade fenotípica de 15 populações de abóbora, (*Cucurbita maxima*) coletadas na região do Mar Negro e encontraram valores mais elevados para espessura da casca quando comparados aos encontrados neste estudo variando de 2,9 a 9,0 mm. Conforme Barbosa (2009), frutos com espessura fina de casca favorecem a perda de massa durante o armazenamento, tanto pela maior vulnerabilidade à injúria mecânica, como pela maior perda de água. A espessura da casca e da polpa está

relacionada ao rendimento da porção que é consumida do fruto. Frutos com espessuras da casca intermediárias, com valores entre 0,84 e 0,93 mm, podem favorecer o armazenamento por períodos maiores sem prejudicar o rendimento da polpa (AMARO et al., 2014). Segundo Balkaya et al. (2010), quando a casca apresenta espessura acima de 6 mm, ela é considerada espessa; entre 4,3 mm e 6 mm, medianamente espessa; e fina quando a espessura de casca está entre 2,9 mm e 4,3 mm.

Tabela 2. Médias obtidas para os descritores quantitativos em acessos de *Cucurbita maxima* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Acesso	CE (cm)	PF (kg)	EC (mm)	EP (cm)	NSF	PS (g)
C8	7,73 cd	0,57 e	3,54 a	1,94 f	142,26 d	22,48 a
C79	5,95 de	2,26 cd	1,71 b	3,35 cd	268,22 c	28,66 a
C92	11,87 b	1,40 de	1,07 c	3,08 d	319,67 b	26,72 a
C253	7,09 cd	12,31 a	0,93 c	5,04 a	558,46 a	57,85 b
C269	8,61 c	2,65 cd	1,01 c	2,55 e	311,03 bc	37,95 a
C273	4,07 e	3,47 bc	0,97 c	3,99 b	271,98 bc	33,04 a
C282	4,65 e	2,77 bcd	1,09 c	2,59 e	173,36 d	20,20 a
C288	4,48 e	4,12 b	0,95 c	3,63 bc	320,27 b	40,81 a
C347	15,76 a	0,55 e	0,83 c	1,91 f	142,33 d	20,19 a

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade do erro. CE: Comprimento do entrenó; PF: Peso do fruto; EC: Espessura da casca; EP: Espessura da polpa; NSF: Número de semente por fruto; PS: Peso de 100 sementes.

Para a variável peso de fruto os acessos avaliados diferiram significativamente (Tabela 2). Os valores variaram de 0,554 g (C347) a 12,31 kg (C253). Para esta variável, Guzmán (2006) encontrou valores próximos aos encontrados neste estudo ao avaliar 224 acessos de *C. maxima* onde encontrou valor médio de 9,2kg com variação de frutos com peso de 1kg até 25kg. Marreiros et al. (2005) encontraram valor médio mais baixo para acessos de *C. maxima*, variando de 3,5Kg a 7,7kg. Com relação ao peso de fruto, Ramos et al. (2010) encontraram valores entre 5 a 8 kg em frutos de outra espécie de abóbora, *Cucurbita moschata*, que são comercializados no interior da Bahia. A comercialização de frutos para consumo relaciona-se à massa fresca (tamanho e peso do fruto), característica essencial de qualidade para o mercado consumidor. Há uma prevalência de consumo por abóboras com massa fresca de até 3 kg. Evidencia-se assim a importância de se estudar e caracterizar esses acessos mantidos nos bancos de

germoplasma para futuros lançamentos como cultivares comerciais e também para atender as exigências de mercado e dos consumidores.

Foi possível observar também variação para número de sementes por fruto e peso de 100 sementes, onde o acesso C253 foi destaque obtendo os maiores valores 558,46 e 57,85g respectivamente. Santos (2013), ao caracterizar cultivares de abóbora (*C. moschata*) relatou para massa média de 100 sementes, valores de 8,26 g a 12,13 g.

A análise de componentes principais vem se destacando como a metodologia mais empregada em bancos e/ou coleções de germoplasma, pois além de identificar os caracteres mais importantes na contribuição de variação total disponível entre os indivíduos analisados, fornece indicação para eliminar os que pouco contribuem (DIAS et al., 1997; ALVES, 2002).

Os dois primeiros componentes explicaram 72,86% da variação total disponível. De acordo com a análise de componentes principais, os nove acessos de *Cucurbita maxima* avaliados foram reunidos em cinco grupos (Figura 1). O grupo mais à esquerda (Grupo III), possui notas mais elevadas para número de sementes por fruto, espessura da polpa, peso de fruto e diâmetro de fruto. O grupo acima (II) apresenta notas mais elevada para o descritor comprimento do entrenó. Já o grupo (IV) à direita, apresenta valores elevados para espessura da casca. O grupo abaixo (V) apresenta valores elevados para peso de 100 sementes. Quando se analisa as setas no gráfico *biplot*, ângulos menores, maiores e iguais a 90° graus indicam associação positiva, negativa e ausência de associação, respectivamente (YAN; TINKER, 2006).

A análise de componentes principais tem sido utilizada em *Cucurbita* por outros autores. Borges, et al. (2011), verificaram a formação de grupos distintos ao estimar a divergência genética em 16 acessos de abóbora (*C. moschata*) do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, com base em caracterização morfológica e agrônômica para orientar trabalhos de melhoramento genético com a espécie, onde as variáveis que contribuíram para a divergência genética foram diâmetro médio, peso médio e comprimento médio do fruto. Balkaya et al. (2010), também obtiveram diferentes agrupamentos ao avaliar acessos de *C. maxima* utilizando a análise de componentes principais onde as variáveis peso e comprimento do fruto, comprimento da sementes, espessura da polpa, espessura da casca e sólidos solúveis totais contribuíram para a divergência genética.

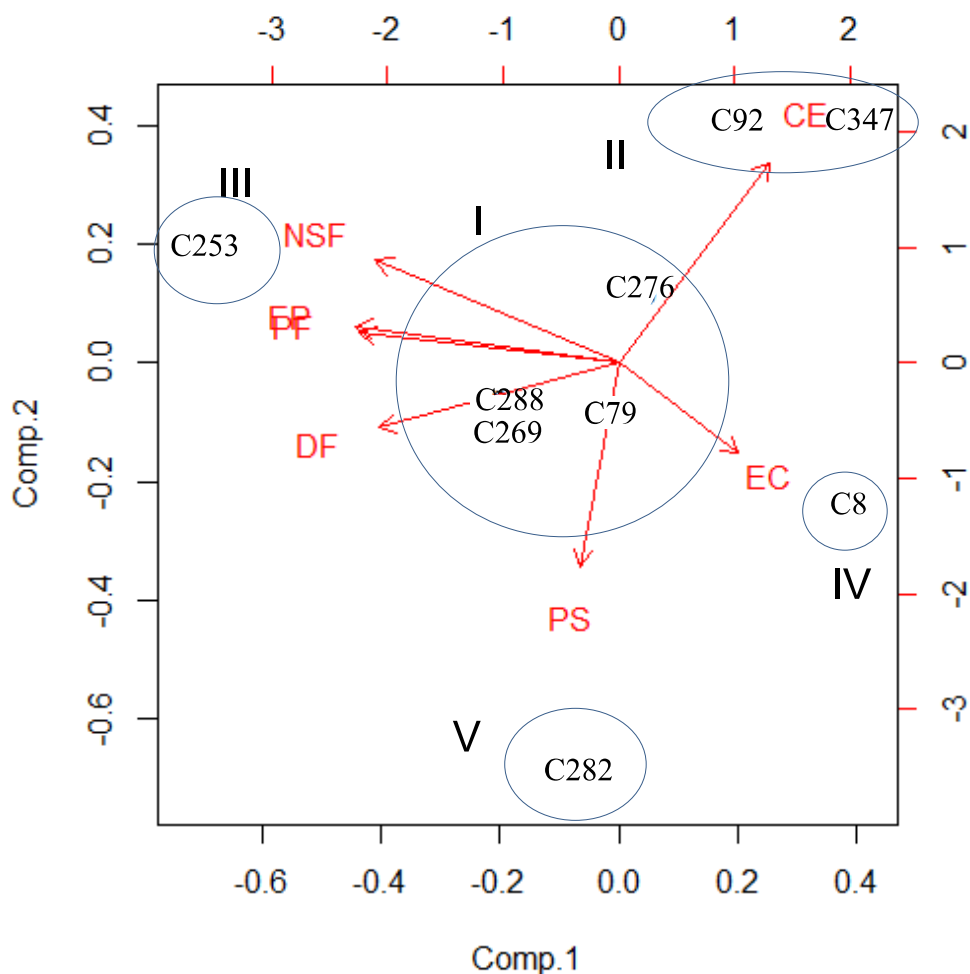


Figura 1. Agrupamento de nove acessos de *Cucurbita maxima* obtidos pela análise de componentes principais em uma representação gráfica do tipo biplot. **CE:** comprimento do entrenó; **PF:** peso de fruto; **EC:** espessura da casca; **EP:** espessura da polpa; **NSF:** número de sementes por fruto; **PS:** peso de 100 sementes; **DF:** diâmetro do fruto.

À direita do gráfico (Figura 1) foi formado o grupo IV, no qual está presente o acesso C8 (Figura 2), que se diferenciou dos demais acessos pela espessura da casca. Cabe destacar que o acesso C8 apresenta frutos pequenos e é bastante produtivo, apresentando o maior número de frutos dentre todos os acessos estudados. Frutos de tamanho reduzido (como aqueles produzidos pelo acesso C8) são ideais para consumidores que moram sozinhos ou para famílias pequenas, por fornecer a quantidade adequada ao consumo. Em avaliações anteriores (dados não publicados), o acesso C8 evidenciou polpa muito saborosa e consistente, com durabilidade pós-colheita ultrapassando 12 meses. A caracterização realizada no presente trabalho serviu de base para a tomada de decisão quanto ao

cadastramento desse acesso no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RNC/MAPA). O acesso C8 foi registrado como uma cultivar, com o nome de BRS Tortéi. O lançamento dessa cultivar aconteceu em 2013. Atualmente, as sementes da BRS Tortéi são comercializadas pela Bionatur (empresa de sementes agroecológicas) e ela está sendo cultivada por um grande número de agricultores familiares nos três estados da Região Sul do Brasil.



Figura 2. Frutos do acesso C8 (*Cucurbita maxima*). Foto: Rosa Lía Barbieri.

A esquerda do gráfico (Figura 1) foi formado o grupo III, no qual esta presente o acesso C253 (Figura 3). Este acesso se diferenciou dos demais pelo número de sementes por fruto, pela espessura da polpa, peso e diâmetro do fruto. Frutos de tamanho grande (como aqueles produzidos pelo acesso C253) são adequados para o processamento em agroindústrias, por fornecerem grande quantidade de matéria-prima.



Figura 3. Frutos do acesso C253 (*Cucurbita maxima*) Foto: Rosa Lía Barbieri.

Na figura 1 os caracteres espessura da casca e número de semente por fruto apresentaram correlação negativa pelo sentido inverso das setas. Estes dois caracteres foram os que contribuíram para separar em grupos isolados os acessos C8 e C253. É importante ressaltar que esses dois acessos ficaram em grupos distintos no dendograma de similaridade genética (Figura 5) baseado em caracteres qualitativos dos frutos. Trabalhos relatados na literatura mostram alta variabilidade genética em variedades locais de *Cucurbita* incluindo variação na forma, tamanho e cor de frutos, número e tamanho de sementes, cor e espessura da polpa do fruto (NERSON et al., 2000; FERRIOL et al., 2003; PAKSOY e AYDIN, 2004; HERNANDEZ et al., 2005). Estas informações são muito importantes e úteis para programas de melhoramento genético. O alto grau de variabilidade genética está relacionado também ao comportamento reprodutivo da espécie (GELETA et al., 2005). A abóbora é monoica e alógama apresentando altas taxas de fecundação cruzada, a qual contribui para o aumento da variação nos frutos (ROBINSON e DECKER-WALTERS, 1997).

Para os caracteres qualitativos avaliados, o formato do fruto e a cor da casca formam os que apresentaram maior variação (Figura 4). O formato dos frutos variou entre globulares, achatados e alongados (Tabela 3). Balkaya et al. (2010), também encontraram variação para formato de fruto em *C. maxima*. Os frutos variaram de globular para cilíndrico, onde o maior número de acessos apresentou formato globular (49,6%), seguido de oval (28,2%) e elípticos (10,3%). Devido à grande importância que caracteres relacionados ao formato do fruto exercem sobre comercialização, sobre a seleção que é realizada pelos agricultores, muitos estudos têm destinado esforços para compreender melhor os mecanismos genéticos envolvidos para a definição da forma do fruto no gênero *Cucurbita*. Para forma e tamanho dos frutos, já é definido que a herança genética tem controle poligênico, com dois genes de efeito principal identificados (PARIS et al., 2005).

Tabela 3. Moda dos 13 descritores qualitativos da planta e de frutos em acessos de variedades crioulas de *Cucurbita maxima* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Acessos	FC	FP	FF	TF	FFt	GF	CCM	CSC	DCS	TC	DC	CP	TS
C8	2	3	4	7	2	5	4	0	0	4	7	4	5
C79	1	3	4	7	2	5	10	0	0	4	5	4	5
C92	1	3	4	7	2	5	10	4	2	4	5	4	5
C253	1	3	4	7	1	3	12	4	2	4	3	3	7
C269	1	3	4	7	2	5	6	0	2	4	5	4	5
C273	1	3	4	5	9	5	6	2	2	4	5	4	5
C282	1	3	4	5	2	0	2	2	2	4	5	4	5
C288	1	3	4	5	1	5	10	2	2	4	5	4	5
C347	1	3	4	7	9	5	10	0	0	4	5	4	5

FC = Formato do caule em secção transversal (1: arredondado; 2: angular); **FP** = formato do pedúnculo (3: arredondado;); **FF** = formato da folhas (4: retusa); **TF**= tamanho da folha (5: intermediária; 7: grande); **FFt** = formato do fruto (1: globular; 2: achatado; 7: periforme; 9: alongado; 14: pescoço torto); **GF** = gomos no fruto (0: ausente; 3: superficiais; 5: intermediários; 7: profundos); **CCM** = cor da casca predominante na maturidade (2: verde; 4: creme; 6: laranja; 10: cinza; 12: salmão); **CSC** = cor secundária da casca (0: sem cor secundária; 2: verde; 4: creme; 6: laranja; 9: salmão); **DCS** = desenho produzido pela cor secundária (0: sem cor secundária; 2: manchado – manchas maiores que 0,5 cm; 4: estriado – marcas alongadas que não são contínuas de uma extremidade do fruto a outra e têm menos de 4 cm em comprimento); **TC** = textura da casca (4: superficialmente ondulada); **DC** = dureza da casca (5: intermediária – difícil de marcar com a unha; 7: dura – impossível de marcar com a unha); **CP** = cor da polpa (3: amarela; 4: laranja); **TS** = tamanho da semente (5: intermediário; 7: grande).

Dentre os caracteres qualitativos avaliados, formato do pedúnculo, formato da folha e textura da casca foram monomórficos não apresentando variação entre os acessos.

Os nove acessos de *C. maxima* foram separados em quatro grupos (Figura 4). O coeficiente de correlação cofenética entre o dendrograma e a matriz de distância genética foi elevado ($r= 0,88$). O primeiro grupo formado pelo acesso C8. Este acesso também separou dos demais na análise de componentes principais onde o caractere espessura da casca foi o que mais influenciou. O segundo grupo formado pelos acessos C79, C347, C92 e C269, onde C79 e C347 foram os mais similares com 92,3 de similaridade média. O terceiro grupo foi formado pelos acessos C273, C 288 e C282, e no quarto grupo ficou o acesso C253.

Os acessos mais similares (C79 e C347) apresentaram as mesmas notas para os caracteres formato do caule, tamanho da folha, gomos no fruto, cor da casca predominante na maturidade, cor da casca predominante na maturidade, dureza da casca, cor da polpa e tamanho da semente. Mesmo apresentando estes caracteres que foram avaliados em comum, estes acessos apresentam variações para cor e formato em alguns frutos (Figura 4B e I).

Dentre os acessos que compõem o terceiro grupo esta o C288. Este acesso apresenta pouca variação para tamanho e formato do fruto (Figura 4H) as quais são características importantes para o melhoramento genético para ser lançado como

uma variedade comercial. Os frutos do acesso C282 (Figura 4G) também apresentam uniformidade para formato, tamanho e coloração da casca e conforme os dados de passaporte e informações do doador este acesso apresenta boa consistência da polpa e um bom sabor.

O estudo da variabilidade genética dos acessos de *Cucurbita moschata* conservados no Banco de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado foi realizado com base em caracteres morfológicos qualitativos e quantitativos, onde as informações dos mesmos foram apresentadas nas análises de componentes principais, na ANOVA e na similaridade pelo método UPGMA. A partir destas análises foi possível destacar que peso, formato, cor do fruto, espessura da casca e número de sementes por fruto são caracteres relevantes para indicar alguns acessos promissores para o melhoramento genético com potencial para uso como fontes de genes, visando o desenvolvimento de cultivares com maior produtividade e direcionadas a determinados segmentos de mercado.

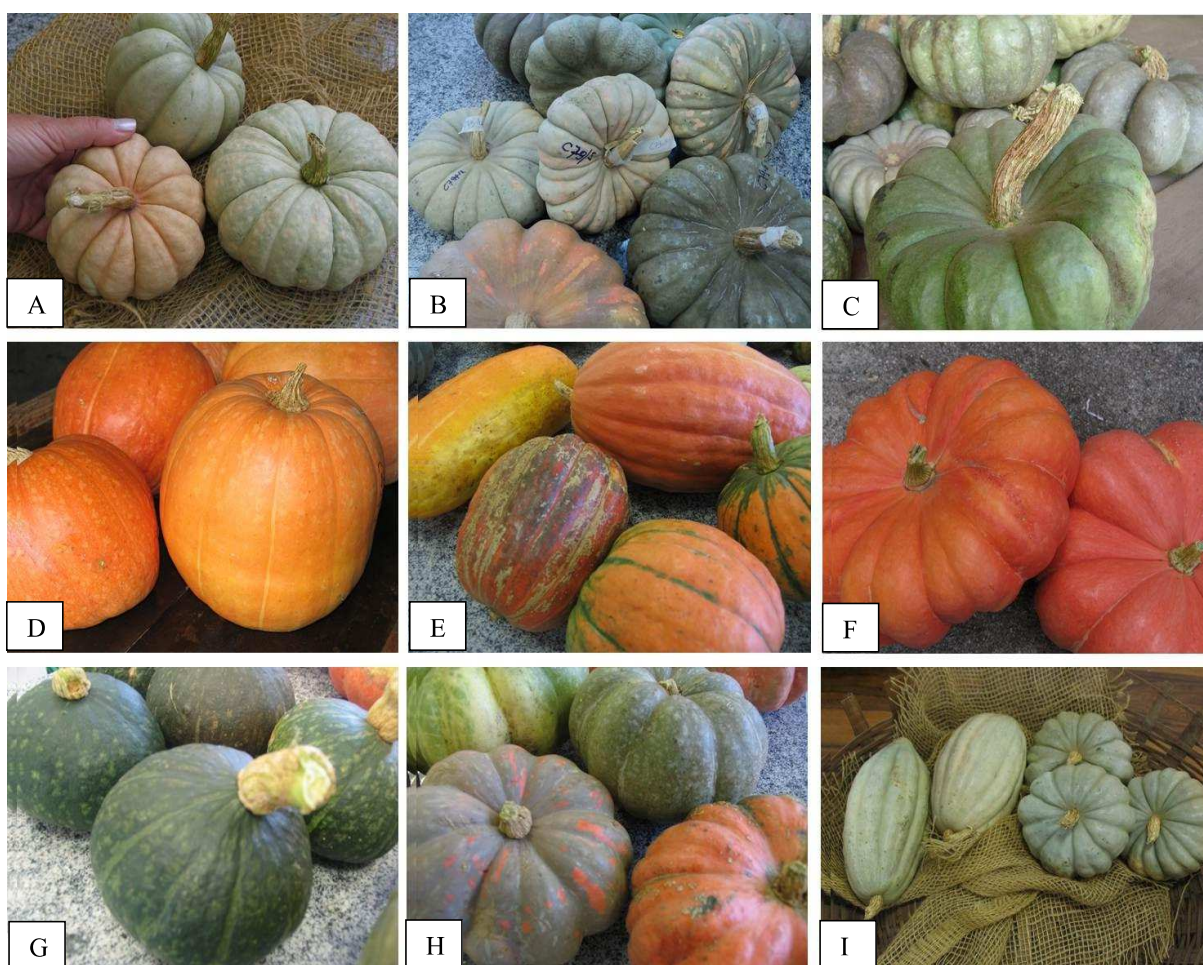


Figura 4. Variabilidade genética em acessos de variedades crioulas de *Cucurbita maxima* A: C8; B: C79; C: C92; D: C253; E: C269; F: C273; G: C282; H: C288; I: C347. Fotos: Daniela Priori e Antônio Roberto de Marchese de Medeiros.

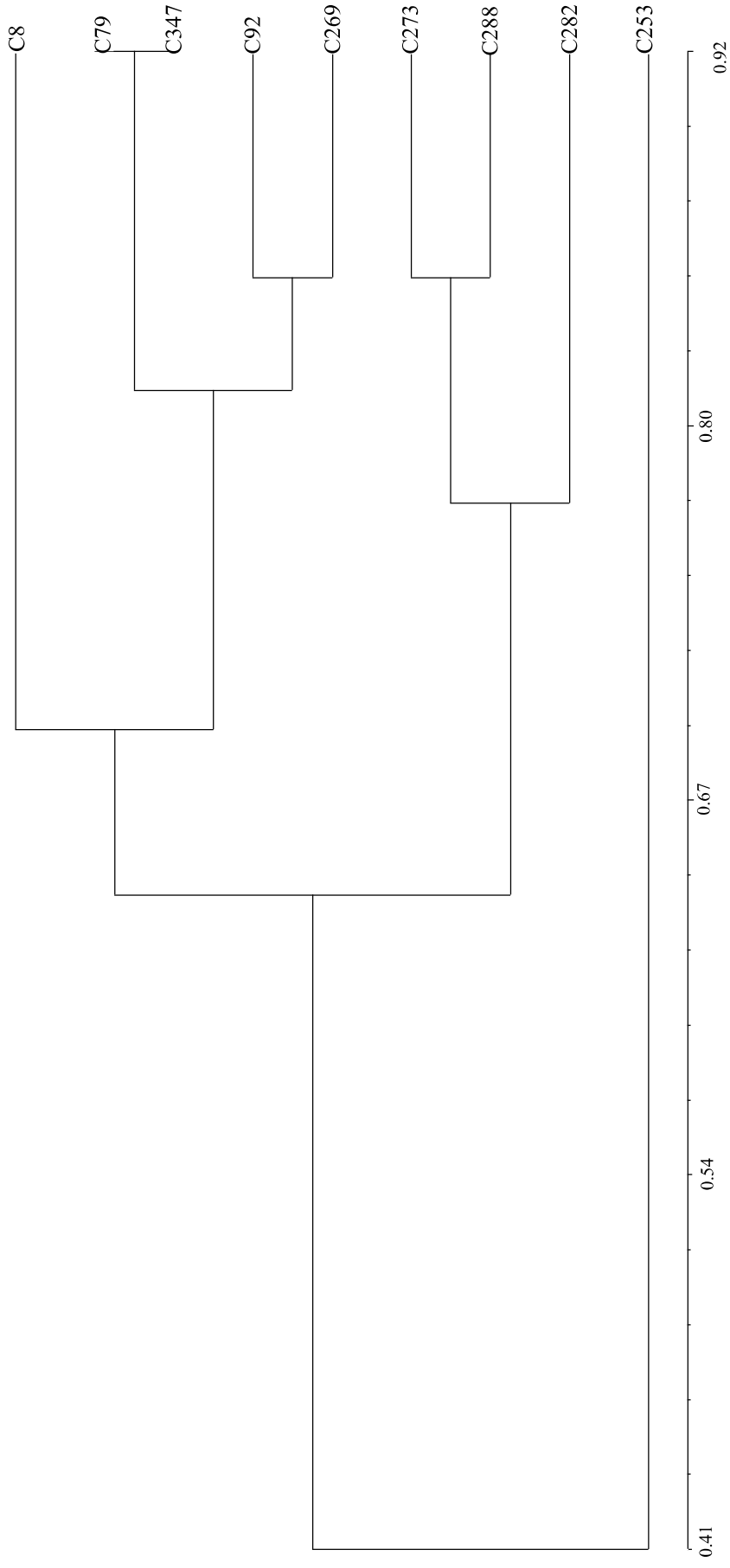


Figura 5. Dendrograma de similaridade genética entre acesso de *C. maxima*, baseados em 13 caracteres qualitativos, gerado pelo método de agrupamento UPGMA com base no Índice: $S_{ij} = (C/C+D)$, onde C é total de concordância de categorias para todas as variáveis consideradas; e D: total de discordância de categoria para todas as variáveis consideradas. O valor do coeficiente de correlação cofenética (r) é de 0,88.

3.4 Conclusões

Existe variabilidade genética para muitos caracteres quantitativos e qualitativos nos acessos de *Cucurbita maxima* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado.

O acesso C8 (cadastrado no Registro Nacional de Cultivares como cultivar BRS Tortéi) evidencia a maior produtividade e o menor tamanho de fruto dentre os que foram avaliados. O acesso C253 apresenta maior tamanho e peso de fruto. Os acessos C79 e C347 são muito similares, enquanto que os acessos C8 e C253 são bastante contrastantes.

3.5 Referências

- ALMEIDA, A. H. B.; PEDROSA, J. F.; NOGUEIRA, I. C. C.; NEGREIROS, M. Z. Avaliação de cultivares e híbridos de *Cucurbita maxima* Duch. e *Cucurbita moschata* Duch. na microrregião salineira do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, v.8, p.45-48, 1994.
- ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro, *Theobroma grandiflorum* (Will ex Spreng) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos.** 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- AMARO, G. B.; CARMONA, P. A. O.; CARVALHO, A. D. F.; LOPES, J. F.; COIMBRA, K. G. Desempenho de híbridos de abóboras e morangas avaliados no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira** v.31, p.1916-1923, 2014.
- BALKAYA, A.; YANMAZ, R.; OZBAKIR, M. Evaluation of variation in seed characters in Turkish winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) populations. **Crop and Horticultural Science**, v.37, n.3, p.167-178, 2009.
- BALKAYA, A.; KARAAGAÇ, O. Vegetable genetic resources of Turkey. **Journal Vegetable Sciences**, v.11, p. 81-102, 2005.
- BALKAYA, A., ÖZBAKIR, M., KURTAR, E. S. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea Region of Turkey. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.2, p.152-162, 2010.
- BARBOSA, G. S. **Desempenho agrônomo, caracterização morfológica e polínica de linhagens de abóbora (*Cucurbita moschata*) com potencial para o lançamento de cultivares.** 2009, 110p. (Dissertação de mestrado). Campos dos Goytacazes: UENF, 2009.
- BORGES, R. M. E.; RESENDE, G. M.; LIMA, M. A. C.; DIAS, R. C. S.; LUBARINO, P. C. C.; OLIVEIRA, R. C. S.; GONÇALVES, N. P. S. Phenotypic variability among pumpkin accessions in the Brazilian semiarid. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.461-464, 2011.
- CRUZ CD. **Programa Genes: análise multivariada e simulação.** Viçosa: UFV. 175p, 2006.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, G. C. T. Divergência genética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Agrotrópica**, Bahia, v. 9, n. 1, p. 29-40, 1997.
- ESQUINAS-ALCAZAR JT; GULICK PJ. 1983. **Genetic resources of Cucurbitaceae: a global report.** Roma: IBPGR, 101p.

FERRIOL, M.; PICO, M. B.; NUEZ, F. Genetic diversity of some accessions of *Cucurbita maxima* from Spain using RAPD and SBAP markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.50, p. 227-238, 2003.

FISCHER, S. Z. **Caracterização morfológica, etnografia e potencialidade para uso ornamental de variedades crioulas de abóboras do Rio Grande do Sul**. 2012. 117. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Pelotas, 2012.

GELETA, L. F.; LABUSCHAGNE, M. T.; VILJOEN, C. D. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. **Biodiversity and Conservatin**, v.14, p.2361-2375, 2005.

GUZMÁN, M. A. V. Situación actual y perspectivas del zapallo chileno camote (*Cucurbita maxima*): germoplasma, prácticas agronómicas y análisis económico del cultivo. **Investigacion Agrícola**, 2006, 149p.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R.L.; NEITZKE, R. S. **Chave para identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, Cucurbitaceae) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2007. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 197).

HERNANDEZ, S. M.; MERRICK, C. L.; EGUILARTE, L. Maintenance of squash (*Cucurbita* spp.) landrace diversity by farmers activities in México. **Genetic Research Crop Evolution**. v.52, p.697-707, 2005.

KU, J. C.; VALLEJO, P. R.; GONZÁLEZ, F. C.; SERVIA, J. L. C. Diversidad morfológica de calabaza cultivada en el centro-oriente de Yucatán, México. **Revista Fitotecnica Mexicana**, v.28, n.4, p.339-349, 2005.

MARREIROS, A.; SOUZA, B.; ANDRADE, L.; QUEDAS, F.; LEITÃO, J.; VEIGA, I.; MARCELINO, F. **Avaliação de populações locais de abóbora menina (*Cucurbita maxima* Duch. ex Lam)**. **Associação Portuguesa de Horticultura**. p.127-134, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.15/150>

NASCIMENTO, W. M.; COIMBRA, K. G.; FREITAS, R. A.; BOITEUX, L. S.. Eficiência de acessos de *Cucurbita maxima* como polinizadores de abóbora híbrida do tipo "Tetsukabuto". **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 540-542, 2008.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, G. P.; CARMONA, R. Influência da quantidade de pólen na produção e qualidade de sementes híbridas de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.21-25, 2011.

NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; BÜTTOW, M. V.; OLIVEIRA, C. S.; CORRÊA, L. B.; SCHWENGBER, J. E.; CARVALHO, F. I. F. Caracterização morfológica e dissimilaridade genética entre variedades crioulas de melão. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.534-538, 2009.

NEITZKE, R. **Recursos genéticos de pimentas do gênero *Capsicum* – explorando a multiplicidade de usos**. 2012. 115f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de concentração em Fitomelhoramento) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

NERSON, N. H.; PARIS, H. S.; PARIS, E. P. Fruit shape, size and seed yield in *Cucurbita pepo*. Proc. Cucurbitaceae 2000. Eds. KATZIRAND, N, PARIS, H. S. **Acta Horticulturae**, p. 227-230, 2000.

PARIS, H. S.; BROWN, R. N. The genes of pumpkin and squash. **HortScience**, v.40, p.1620-1630, 2005.

PAKSOY, M.; AYDIN, C. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. **Journal of Food Engineering**, v.65, p.225-23, 2004.

PRIORI, D.; BARBIERI, R. L.; CASTRO, C. M.; OLIVEIRA, A. C.; VILELLA, J. C. B.; MISTURA, C. C. Caracterização molecular de variedades crioulas de abóboras com marcadores microssatélites. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.499-506, 2012.

PRIORI, D. BARBIERI, R. L.; CASTRO, C. M.; OLIVEIRA, A. C.; VILELA, J. C. B.; MISTURA, C. C. Diversidade genética de *Cucurbita pepo*, *C. argyrosperma* e *C. ficifolia* empregando marcadores microssatélites. **Horticultura Brasileira** v.31, p.361-368, 2013.

RAMOS, S. R. R; QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste brasileiro. 99-116 In: LIMA, M.C. **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura 2005, 190 p.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D. Recursos genéticos de *Cucurbita moschata*: caracterização morfológica de populações locais coletadas no Nordeste Brasileiro. In: QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br/catalogo/livrorg/abobora.pdf>. 1999.

RAMOS, S. S. R.; LIMA, N. R. S.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R.; SOBRAL, F. S.; CURADO, F. F. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, 154, 2010, 36p.

ROBINSON, R. W., DECKER-WALTERS, D. S. Cucurbits. New York: CAB

International, **Crop Production Science in Horticulture**, 1997, p. 226.

ROHLF FJ. **NTSYS 2.1: Numerical taxonomic and multivariate analysis system**. New York, Exeter Software, 2000.

SALATA, A. C.; BERTOLINI, E. V.; CARDOSO, A. I. I. Armazenamento de botões florais para produção de sementes de abóbora com polinização manual. **Bragantia**, v.67, n.3, p.587-591, 2008.

SANTOS, J. O. **Adaptabilidade e estabilidade de pré-cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata* D.) nas condições do norte e do Noroeste Fluminense**. 2013. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2013.

SARI, N.; TAN, A.; YANMAZ, R.; YETISIR, H.; BALKAYA, A.; SOLMAZ, I.; AYKAS, L. General Status of Cucurbit Genetic Resources in Turkey. *Cucurbitaceae* 2008. **Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae**. INRA. France, p. 21-32, 2008.

SMITH, J. S. C.; SMITH, O. S. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: the utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. **Maydica**, v.34, p.151- 161, 1989.

YAN, W. G. G. E. Biplot – a Windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. **Agronomy Journal**, v.93, p.1111-1118, 2006.

4. Capítulo 3

Caracterização de compostos bioativos e minerais em frutos de *Cucurbita moschata*

4.1 Introdução

Cucurbita moschata compreende variedades de abóboras, também denominadas de morangas em certas partes do Brasil, que são cultivadas tanto em pequenas propriedades rurais para subsistência quanto em grandes áreas de cultivos comerciais em todo o país. Seus frutos são utilizados no preparo de doces, tanto em calda como em pasta, e também de pratos salgados, como quibebe, sopas e cozidos (HEIDEN et al., 2007).

As abóboras fornecem vitaminas do complexo B, cálcio e fósforo (RAMOS e QUEIROZ, 2005). São importantes fontes de carotenoides, principalmente β -caroteno, um precursor da vitamina A. Vários trabalhos já foram desenvolvidos no Brasil (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008) e em outros países (GONZÁLEZ et al., 2001; GWANAMA et al., 2002; MURKOVIC et al., 2002), evidenciando a importância da abóbora como fonte de pró-vitamina A para a dieta humana.

A preocupação da população em relação à qualidade da alimentação e às propriedades funcionais dos alimentos vem aumentando. Nas últimas décadas, foram realizadas pesquisas para validar a aplicação medicinal curativa atribuída às abóboras (diabetes, hipertensão, tumores, colesterol, antibacteriano, anti-helmíntica e anti-inflamatória). As pesquisas direcionam para as propriedades medicinais das abóboras e os mecanismos pelos quais os compostos podem reduzir os riscos das doenças (CAILI et al., 2006; ADAMS et al., 2011).

O Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado conserva 546 acessos de espécies cultivadas dos gêneros *Citrullus*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Lagenaria*, *Luffa*, *Momordica* e *Sicana*. Destes, 63 são acessos

de *Cucurbita moschata*, provenientes de coletas, doações e aquisição em feiras e mercados populares.

Este trabalho teve por objetivo caracterizar os compostos bioativos (compostos fenólicos totais, carotenoides), atividade antioxidante e minerais (Ca, Mg, K, Cu, Fe, Mn, Zn, P) em frutos de diferentes acessos de *Cucurbita moschata*.

4.2 Material e métodos

O trabalho foi realizado no campo experimental, no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e na Central Analítica da Embrapa Clima Temperado. Foram cultivados 10 acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado (Tabela 1). A escolha desses acessos foi feita com base nos dados de passaporte, em características dos frutos como formato e tamanho, cor da casca, e também na disponibilidade de um número de sementes suficiente para a implantação do experimento.

Tabela 1. Acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado que foram caracterizados quanto aos compostos bioativos e minerais. Pelotas, 2015.

Acesso	Nome popular	Procedência
C52	abóbora de pescoço	Renascença, PR
C81	abóbora gigante	Ipê, RS
C93	abóbora de pescoço	Alto Feliz, RS
C99	abóbora de pescoço	Farroupilha, RS
C116	abóbora de vaca	David Canabarro, RS
C136	abóbora de pescoço	Bento Gonçalves, RS
C218	abóbora	São Lourenço do Sul, RS
C267	abóbora colorau	Pelotas, RS
C423	abóbora de pescoço	Capão do Leão, RS
C389	abóbora	Ilha dos Marinheiros, RS

Os acessos foram semeados em casa-de-vegetação, em sacos de poliestireno preto preenchidos com substrato. Quando as plantas atingiram o estágio de duas a três folhas definitivas, 20 mudas de cada acesso foram transplantadas para o campo

experimental previamente preparado, localizado na sede da Embrapa Clima Temperado. O espaçamento utilizado foi 2,5 m entre plantas e 4 m entre linhas. As plantas foram irrigadas, sempre que necessário, por gotejamento.

Os frutos foram colhidos quando estavam maduros. As sementes foram descartadas e porções longitudinais opostas dos frutos foram manualmente preparadas. Foram avaliados compostos fenólicos, carotenoides, atividade antioxidante e minerais (Ca, Mg, K, Cu, Fe, Mn, Zn, P), conforme descrito a seguir. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Quantificação de compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos foi determinada pelo método adaptado de Swain e Hillis (1959). Foram homogeneizadas 5 g de amostra de abóbora com 20 mL de solvente (metanol). As amostras foram centrifugadas a 25000 rpm por 15 min. Foram coletados 250 µL de sobrenadante, sendo adicionado à amostra 4 mL de água destilada e 250 µL de Folin-Ciocalteu (0,25N). Os tubos foram agitados em vórtex e deixados em repouso por 3 min, para reagir. Posteriormente, foram adicionados 0,5 mL de 1N Na₂CO₃. Os tubos foram agitados novamente e mantidos em repouso por 2 h. Foram feitas leituras da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 725 nm, após o mesmo ter sido zerado com o controle metanol, usando cubeta de quartzo.

Quantificação de carotenoides totais

A quantificação de carotenoides totais foi feita pelo método adaptado de Talcott & Howard (1999). Foram homogeneizados em ultra-turrax 2,5 g de amostra de abóbora com solução etanol/acetona/BHT. A amostra foi filtrada com auxílio de filtro de papel e o processo foi repetido até a completa descoloração da amostra. Após a filtração, foram adicionados 50 mL de hexano à amostra. Após a separação das fases, as amostras permaneceram em repouso por 30 min, em seguida foram adicionados 25 mL de água destilada. Permaneceram em repouso por mais 30 min. Foram feitas leituras da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda

de 470 nm, após o mesmo ter sido zerado com o solvente hexano, utilizando cubeta de quartzo.

Quantificação de atividade antioxidante total

A determinação da capacidade antioxidante total foi realizada com base no método adaptado de Brand-Williams et al. (1995), utilizando o radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). O DPPH foi diluído (de uma solução concentrada) em metanol até uma absorbância de $1,1 \pm 0,02$ UA a 515 nm. Foram homogeneizadas 5 g de amostra de abóbora com 20 mL de solvente (metanol). As amostras foram centrifugadas por 15 min a 25000 rpm em centrífuga refrigerada a 4 °C. Foram coletados 150 µL de sobrenadante e em seguida colocado em tubo tipo falcon. Foram acrescentados à amostra 50 µL de solvente (metanol) e 3,8 mL de reagente DPPH. Os tubos foram agitados em vortex e a amostra ficou reagindo por 24 h no escuro em temperatura ambiente. A absorbância foi medida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm, utilizando uma cubeta de quartzo.

Quantificação dos minerais

As amostras de abóbora foram congeladas em sacos plásticos. Mais tarde, foram liofilizadas durante uma semana em liofilizador modelo L 108 da marca Litop. Depois de liofilizadas, as amostras foram moídas e guardadas em potes plásticos para garantir que as mesmas não adquirissem umidade até a determinação dos minerais.

Digestão de macronutrientes:

Uma massa de aproximadamente 0,2 g de amostra foi pesada em tubos de digestão. Foi adicionado 1mL de H_2O_2 e 2mL de H_2SO_4 , vagarosamente. Em seguida foi adicionado 0,7g da mistura de digestão (100 g Na_2SO_4 , 10 g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ e 1g de Se) e levado ao bloco digestor a 160-180 °C até evaporação da água. A

temperatura foi aumentada para 350-375°C até que a solução estivesse de cor amarelo-esverdeada. Depois os tubos foram retirados do bloco digestor e, após esfriar, foi adicionado água destilada até o volume final de 20 mL.

Determinação de fósforo:

Foi pipetado 5 mL do extrato da digestão e acrescentado 4 mL de uma mistura de reagentes (vanadato de amônio 0,25% + molibdato de amônio 5% 1:1). A quantificação do fósforo foi realizada em espectrofotômetro UV/Vis (Bel Photonics SP 2000UV) em 420 nm. A curva padrão utilizada continha concentrações de P entre 0 e 20 mg/L.

Determinação de cálcio:

Uma alíquota de 1 mL do extrato da digestão foi pipetada e acrescentado 4 mL de uma solução de óxido de lantânio 0,1% e de 15 a 20 mL de água, dependendo da amostra. Deionizada. Foi realizada a leitura em espectrômetro de Absorção Atômica de Chama (Varian AA204FS), em comprimento de onda de 422,7 nm, com lâmpada de cátodo oco de Ca/Al/Mg. Para a quantificação do cálcio foi utilizada uma curva padrão com concentrações de zero a 5 mg/L.

Determinação de magnésio:

Uma alíquota de 1 mL do extrato da digestão foi pipetada e acrescentado 4 mL de uma solução de óxido de lantânio 0,1% e de 15 a 20 mL de água deionizada, dependendo da amostra. Foi realizada a leitura em espectrômetro de Absorção Atômica de Chama, em comprimento de onda de 285,2 nm, com lâmpada de cátodo oco de Ca/Al/Mg. Foi utilizada uma curva padrão preparada a partir do padrão tritisol de magnésio com concentrações de zero a 2 mg/L.

Determinação de potássio:

Foi pipetada uma alíquota de 1 mL do extrato da digestão e de 20 a 30 mL de água deionizada, dependendo da amostra. Foi realizada a leitura em espectrômetro de Absorção Atômica de Chama no modo emissão atômica, em comprimento de onda

de 766,5 nm. Foi utilizada uma curva padrão preparada a partir do padrão tritol de potássio com concentrações até 20 mg/L.

Digestão de micronutrientes:

Foi pesado aproximadamente 1,0000 g de amostra em tubos de digestão. Foi posteriormente adicionado 6 mL de HNO₃ concentrado. A amostra foi deixada em repouso até o dia seguinte. Os tubos foram agitados manualmente. A digestão iniciou com os blocos digestores a 80-90°C por 30 min. Após, a temperatura foi aumentada para 120°C até que restasse cerca de 0,5 a 1,0 mL de ácido no fundo do tubo. As amostras foram deixadas esfriar por 10 minutos e após foi adicionado 1,0 mL de HClO₄ concentrado e foi aquecido a 180-190°C por 2 horas. Após, se deixou esfriar e foi acrescentado 20 mL de água destilada e deixado decantar até o dia seguinte.

Quantificação de cobre, ferro, manganês e zinco:

A leitura em espectrômetro de Absorção Atômica de Chama foi realizada diretamente no extrato da digestão. Os comprimentos de onda utilizados foram de 324,7 nm para o cobre, 248,3 nm para o ferro, 279,5 nm para o manganês e 213,9 nm para o zinco. Uma curva padrão mista com concentrações de zero a 2 mg/L de cobre, zero a 16 mg/L de ferro, zero a 6 mg/L de manganês e zero a 4 mg/L de zinco foi utilizada.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) para comparação dos valores médios das variáveis referentes aos acessos. Ao verificar a existência de diferença significativa entre tratamentos, de acordo com o valor de p associado ao teste F, foi avaliada a magnitude destas diferenças utilizando teste de comparações múltiplas. Foi utilizado o teste de Tukey para a comparação de médias com 95% de confiança. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional SAS 9.2 (*Statistical Analysis System*). Foram construídos histogramas com auxílio do Microsoft Office Excel.

4.3 Resultados e discussão

Os dados obtidos a partir da análise química evidenciaram a presença de variabilidade genética para compostos bioativos e minerais na polpa dos frutos maduros de diferentes acessos de *Cucurbita moschata* (Figura 1, Tabelas 2 e 3).

Considerando os compostos fenólicos presentes na polpa dos frutos, os acessos foram reunidos em seis grupos distintos pela análise da comparação de médias pelo teste de Tukey (Tabela 2). Os compostos fenólicos desempenham um papel importante no crescimento e na reprodução das plantas, fornecendo proteção contra patógenos e predadores, além de contribuir para a cor e características sensoriais de frutas e hortaliças (ACUNHA, 2013). Os valores de compostos fenólicos encontrados nos diferentes acessos avaliados variaram de 26,31 até 79,86 mg/100 g de peso fresco, apresentados pelos acessos C 389 e C 116, respectivamente (Figura 1A). Tiveron (2010) ao analisar a composição fenólica em hortaliças encontrou valores bem mais alto para abóbora, *C. maxima* (160 mg/100g) em comparação com os que foram encontrados neste trabalho. Para outros vegetais a autora também encontrou valores mais altos, sendo 169 mg/100g em alface; 128 mg/100g em açafrão; 125 mg/100g em agrião; 150 mg/100g em pepino (que também pertence a família Cucurbitaceae) e 120 mg/100g em cenoura. Zhou e Yu (2006) constataram que o teor de compostos fenólicos totais foi maior no brócolis e no espinafre em comparação com a cenoura e a abóbora (*C. maxima*).

Para carotenoides totais, os acessos C52, C267 e C389 apresentaram valores elevados (Figura 1B), ambos permaneceram no grupo de concentrações mais elevadas, e obtiveram valores iguais a 36,73, 27,69 e 24,20 mg/100 g de peso fresco, respectivamente (Tabela 2). Esses acessos, além de apresentarem grande quantidade de carotenoides totais em seus frutos maduros, também se mostraram promissores para serem lançados como variedades comerciais pela sua uniformidade em características morfológicas (Figura 2). Os carotenoides, pigmentos de cor amarelo-alaranjado a vermelho, conhecidos por seus benefícios à dieta humana, são os principais precursores da vitamina A (antioxidante) encontrados em várias frutas e hortaliças (TAYLOR; RAMSAY, 2005).

Foi encontrada grande variabilidade na produção de carotenoides nos frutos maduros de diferentes variedades de *Cucurbita* (AZEVEDO-MELEIRO e RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). Ramos et al. (2009), ao avaliarem 43 frutos de abóbora (*C. maxima*) de uma população resultante do intercruzamento entre variedades locais, verificaram que os teores de carotenoides totais variaram de 10,5 a 35,6 mg/100g, com média de 25,3 mg/100g, sendo estes valores parecidos com aqueles encontrados neste estudo. No entanto, valores superiores foram detectados por Amariz et al. (2009), ao avaliarem 14 acessos de abóbora (*C. moschata*) coletados na agricultura tradicional nordestina, pois verificaram que o teor de carotenóides totais variou de 19,1 mg/100g a 53,9 mg/100g.

Vários autores verificaram que os teores de carotenoides são variáveis em diferentes acessos da mesma espécie, sejam variedades cultivadas ou acessos conservados em bancos de germoplasma. Souza et al. (2012) ao analisar o teor de carotenoides totais em 48 acessos de abóboras (*Cucurbita moschata*) da Embrapa Semiárido, em Petrolina (PE), encontrou altos teores (25,31 e 29,06 mg/100g), similares aos relatados neste estudo. Moura (2003), relatou valores semelhantes para acessos de *C. moschata* (18 a 23,0 mg/100g). Valores superiores foram relatados por Amariz et al. (2009) para acessos do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido (21,3 a 78,5 mg/100g). A variação encontrada neste trabalho também foi semelhante ao que foi obtido por Tamer et al. (2010) para *Cucurbita maxima* (0,16 a 25,4 mg/100g). O acesso C52, que obteve teores mais elevados para carotenoides totais (36,73 mg/100g), apresentou valor próximo aos encontrados para cenoura, 42,66 mg/100g (Branco et al., 2005). A cenoura é a principal fonte vegetal de α e β -caroteno, carotenoides provitamínicos A, sendo a matéria-prima mais utilizada para a extração do β -caroteno, com várias aplicações tanto na indústria farmacêutica como na de alimentos (LIMA et al., 2004).

Dentre os antioxidantes naturais, destacam-se a vitamina E, o ácido ascórbico, os carotenoides e principalmente os compostos fenólicos, que são os antioxidantes mais abundantes na dieta humana (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007), e promovem uma ação protetora contra os processos oxidativos no organismo, sendo

importantes na interceptação dos radicais livres (ANTUNES, 1999; DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

Os acessos avaliados apresentaram grande amplitude em relação à capacidade antioxidante (Figura 1C). Pelo teste de Tukey os acessos foram reunidos em cinco grupos (Tabela 2). Cabe destacar o acesso C389, que apresentou alto potencial antioxidante, com $357,742 \mu\text{g.g}^{-1}$, em contraste ao menor valor observado no acesso C81, de $71,09 \mu\text{g.g}^{-1}$. Tiveron (2010) encontrou valores baixos para atividade antioxidante em abóbora *C. maxima* ($12,7 \mu\text{g.g}^{-1}$), quando comparados aos encontrados neste trabalho.

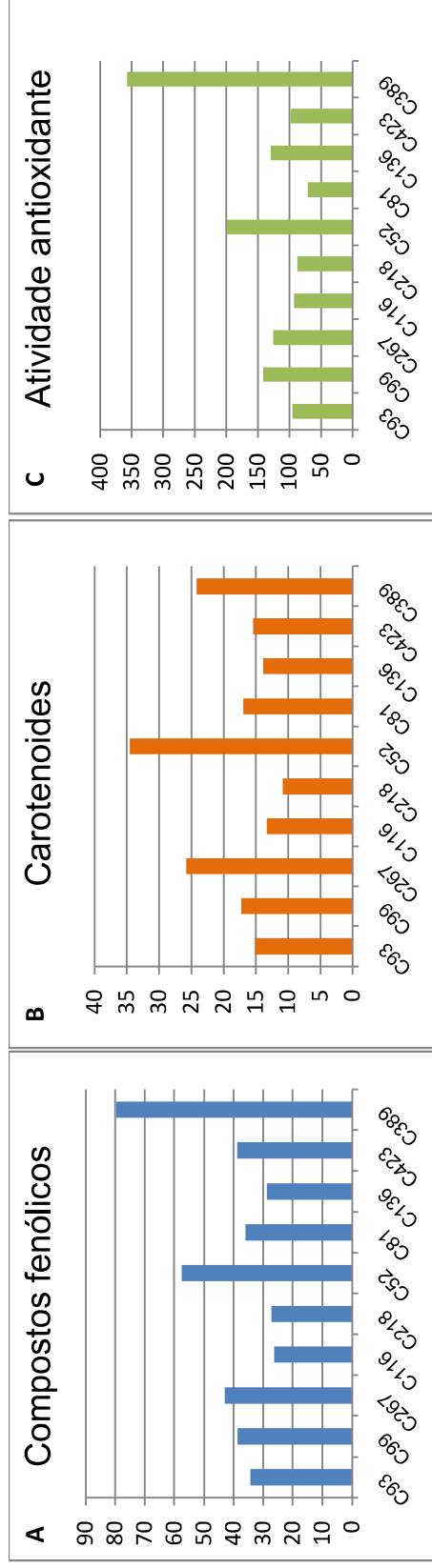


Figura 1. Compostos bioativos em acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. **A)** Compostos fenólicos totais, expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco; **B)** Carotenoides totais, expresso em mg equivalente β -caroteno/100g de peso fresco; **C)** Atividade antioxidante total, expressa em μ g equivalente trolox/g de peso fresco.

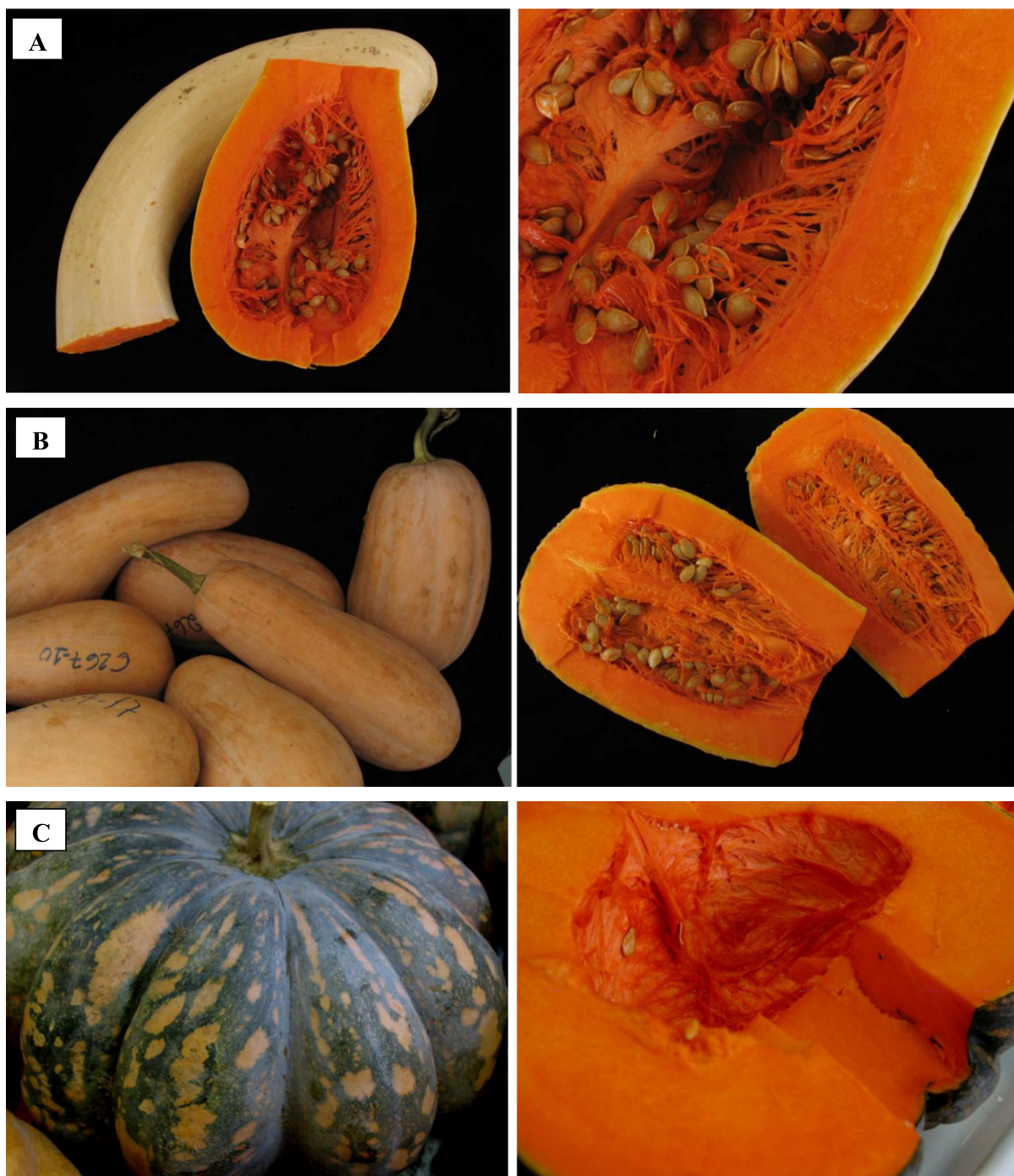


Figura 2. Acessos de *Cucurbita moschata* que apresentaram os maiores teores de carotenoides totais. **A)** C52; **B)** C267; **C)** C389. Fotos: Daniela Priori e Antônio Roberto de Marchese de Medeiros.

Tabela 2. Compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante em acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.

Acesso	Compostos fenólicos totais ¹	Carotenoides totais ²	Atividade antioxidante ³
C52	57,647 ± 0.781 b	36,734 ± 1.473 a	199,134 ± 26.140b
C81	36,040 ± 1.595 d	18,863 ± 1.072 c	71,091 ± 6.598 e
C93	34,343 ± 1.315 de	19,150 ± 2.767 c	95,067 ± 20.471de
C99	38,657 ± 4.255 cd	17,197 ± 0.250 c	141,868 ± 19.73 c
C116	26,310 ± 2.099 f	13,007 ± 0.352 de	92,419 ± 15.77 de
C136	28,757 ± 0.802 ef	13,054 ± 0.575 de	129,400 ± 3.67 cd
C218	27,220 ± 3.305 f	10,730 ± 0.579 e	87,404 ± 9.08 de
C267	43,060 ± 2.404 c	27,693 ± 0.949 b	125,455 ± 7.31 cd
C423	38,687 ± 2.057 cd	16,322 ± 1.497 cd	97,756 ± 12.61 cde
C389	79,867 ± 1.085 a	24,200 ± 1.138 b	357,742 ± 15.73 a

1. Compostos fenólicos totais expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco; 2. Carotenoides totais expresso em mg equivalente β -caroteno/100g de peso fresco. 3. Atividade antioxidante total expressa em μ g equivalente trolox/g de peso fresco. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo Leme (2012), a coloração é tida como o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Ela corresponde a um dos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento de frutas e algumas hortaliças. Pigmentos vegetais, com destaque para as clorofilas, carotenoides e antocianinas, desempenham papel fundamental na coloração dos vegetais. A cor da polpa nas abóboras está relacionada com os teores de carotenoides. Nos acessos de *C. moschata* avaliados, o teor de carotenoides totais foi mais elevado naqueles que tinham a polpa com coloração alaranjado intenso (Figura 3).

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram que o acesso C389 (Figura 2C) apresentou alta concentração de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Já o acesso C52 se destacou pela alta produção de carotenoides. Cabe salientar que o acesso C389 também apresentou elevados teores de carotenoides totais. Além disso,

o acesso C389 apresentou os maiores valores de minerais (cálcio, magnésio e potássio) (Tabela 3). Estes acessos em destaque podem ser selecionados como ótimas fontes de compostos antioxidantes naturais. Além disso, podem ser explorados em programas de melhoramento genético de abóboras que visem à obtenção de cultivares com alto potencial para promoção da saúde do consumidor.

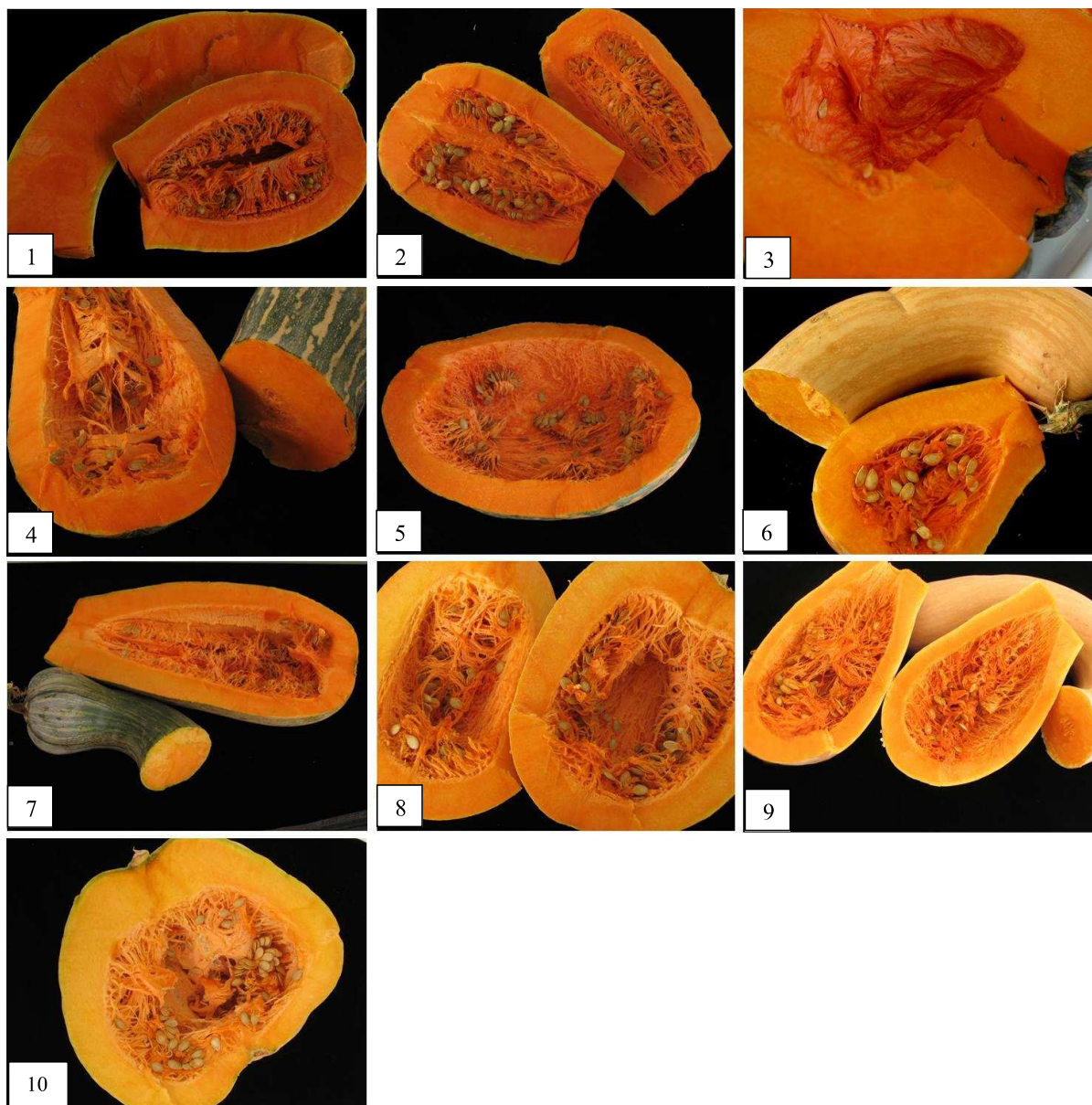


Figura 3. Polpa dos frutos dos acessos de *Cucurbita moschata* avaliados para compostos bioativos e minerais. **1)** C52; **2)** C267; **3)** C389; **4)** C93; **5)** C81; **6)** C99; **7)** C423; **8)** C136; **9)** C116; **10)** C218. Fotos: Daniela Priori e Juliana Castelo Branco Villela.

Houve forte correlação ($r = 0,801$) entre o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante nos acessos de *Cucurbita moschata* avaliados (Figura 3 A). Esse resultado foi semelhante ao relatado por Koca et al. (2009), que observou correlação linear ($r = 0,981$) entre a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos totais em frutos de mirtilo. Em contrapartida, a correlação entre atividade antioxidante e carotenoides totais foi baixa (Figura 3B). Da mesma forma, Amariz (2011), não encontrou correlação entre atividade antioxidante e carotenoides ao analisar acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido.

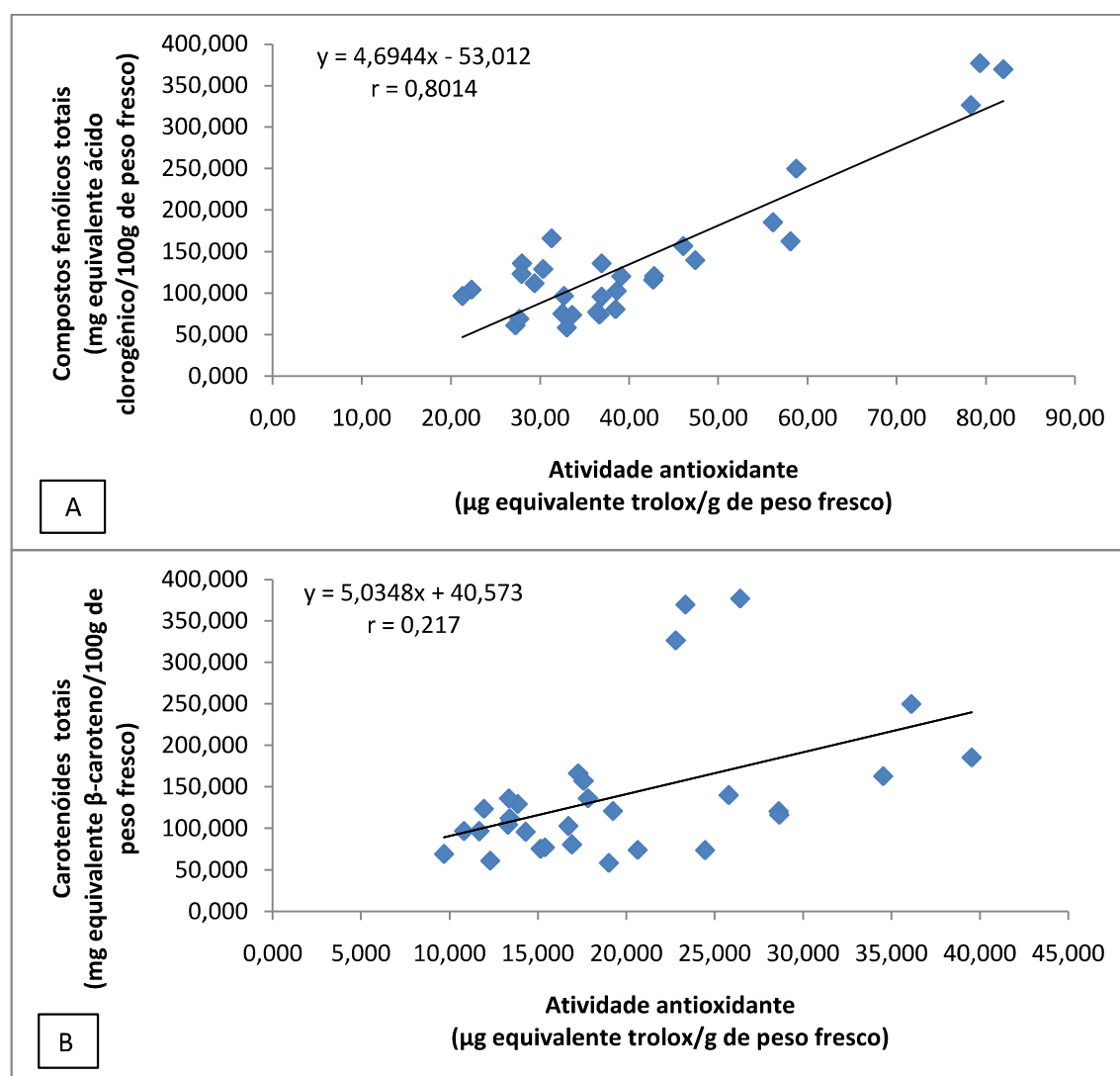


Figura 4. Correlações entre compostos bioativos avaliados nos acessos de *Cucurbita moschata*. **A)** Correlação entre atividade antioxidante e compostos fenólicos; **B)** Correlação entre atividade antioxidante e carotenoides totais. Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico/100g de peso fresco. Carotenoides totais expressos em mg equivalente β -caroteno/100g de peso fresco. Atividade antioxidante total expressa em μg equivalente trolox/g de peso fresco.

Os elementos minerais são largamente distribuídos na natureza e exercem importantes funções no organismo humano. Segundo Franco (2004), o corpo humano apresenta, na composição elementar, 96% de sua parte sólida formada pelos compostos de hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio, os quais constituem os chamados princípios imediatos: água, proteínas, carboidratos e lipídios. Os 4% restantes são formados pelos minerais, sendo que somente cálcio (1,5%) e fósforo (1%) respondem por 2,5%, cabendo ao 1,5% restante todos os demais minerais, potássio, sódio, manganês, magnésio, cloro, enxofre, zinco, cobre e outros. O corpo humano, em condições normais, excreta diariamente de 20 a 30 g de minerais e necessita de reposição imediata por meio da alimentação.

Em relação ao cálcio, os acessos de *C. moschata* avaliados apresentaram valores entre 2,26 g/kg de peso seco e 7,49 g/kg de peso seco. Kalluf (2006) evidenciou teores para cálcio semelhantes aos encontrados neste estudo ao caracterizar variedades de abóbora (*C. moschata*) que apresentaram valor médio de 6,78 g/kg. Na literatura para *C. moschata* outros valores também foram encontrados 2,5 g/kg (USDA, 2005) e de 1,8 g/1kg (TACO, 2004). Conforme Lobo e Tramonte (2004), o cálcio é o mineral mais abundante no organismo, constitui cerca de 1,5 a 2% do peso corporal e 39% dos minerais do corpo humano. Aproximadamente 99% do cálcio estão nos ossos e dentes. O 1% restante do cálcio está no sangue, nos fluidos extracelulares e dentro das células de todos os tecidos, uma vez que regula muitas funções metabólicas importantes.

Para o ferro e o zinco os acessos avaliados também apresentaram variação. Os valores para o ferro variaram de 1,77 mg/kg a 5,90 mg/kg de peso seco. O acesso C81 apresentou o maior valor. Para o zinco a variação entre os acessos foi maior, de 11,3 mg/kg a 40,18 mg/kg de peso seco, destacando também o acesso C81 com o maior valor. *C. moschata* mostrou ser uma boa fonte de ferro e de zinco quando se considera que as recomendações diárias para consumo são de 7mg e 15mg, respectivamente (ASSAO, 2004; STELLA, 2005). Em um estudo realizado por Kalluf (2006), o teor de zinco encontrado em *C. moschata* foi de 59,48 mg/kg, valor superior a 38 mg/kg referenciado pelo USDA (2005) e de 27mg/kg encontrado por Taco (2004). Cabe ressaltar que o teor de zinco encontrado neste estudo também foi alto (40,18 mg/kg) no acesso C81. Os teores de ferro encontrados neste trabalho foram baixos quando comparados ao encontrado por Kalluf (2006), que foi de 99,3 mg/kg, e o relatado pelo USDA (2005), de 95 mg/kg. O ferro (Fe) é um microelemento e um dos

minerais mais citados, popularmente, como importante na alimentação. Um exemplo de hortaliças que são ricas fontes de ferro são o agrião e o espinafre, os quais têm um aproveitamento pelo organismo de 68% (FRANCO, 2004). Contudo, de acordo com Rogez (2000), o ser humano absorve apenas 5% do Fe dos vegetais, nos quais este se encontra essencialmente sob forma livre.

Os acessos de abóbora avaliados nesse trabalho apresentaram valores de potássio (K) variando de 33,97 mg/kg a 94,57 mg/kg de peso seco. O potássio é um mineral muito importante para o organismo, sendo a ingestão média recomendável por adulto de 2,0 mg/dia (FRANCO, 2004). É um elemento bastante abundante na maioria dos alimentos. Valores mais baixos para potássio aos encontrados neste estudo foram relatados na literatura sendo 21,3 mg/kg (*C. maxima*) e de 24 mg/kg (*C. moschata*) (TACO, 2006).

Com relação aos teores de cobre houve variação de 5,78 mg/kg a 8,93 mg/kg de peso seco, destacando o acesso C136 com o maior teor. Nascimento et al. (2013), ao avaliarem acessos de abóbora (*C. pepo*) encontraram teores mais baixos de cobre (2,0 mg/kg) quando comparados aos encontrados neste trabalho.

Para o elemento manganês, os valores variaram de 2,33 mg/kg (C116) a 13,94 mg/kg de peso seco (C423). Para magnésio os valores encontrados foram de 0,86 g/kg (C52) e 2,84 g/kg de peso seco (C389).

O acesso C389 se destacou por apresentar os maiores teores de cálcio, magnésio e potássio dentre todos os acessos avaliados. Por sua vez, o acesso C81 apresentou os maiores teores de ferro e zinco. Entre as importantes funções dos minerais no organismo humano estão a contratilidade muscular, a coagulação sanguínea, os processos digestivos e o transporte de oxigênio. Contudo, apesar de sua importância, pouco é conhecido sobre os teores dos minerais nos alimentos, as interações entre eles e com outros compostos, bem como sua biodisponibilidade e o efeito das diferentes formas de preparo culinário e industrial sobre estes. Esta deficiência de informações é considerável mesmo para alimentos básicos ou convencionais (FRANCO, 2004).

Tabela 3 – Minerais presentes da polpa dos frutos de acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.

Acesso	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	Potássio (K)	Cobre (Cu)	Ferro (Fe)	Manganês (Mn)	Zinco (Zn)
C52	2,262 ± 0,006 g	0,860 ± 0,019 d	33,974 ± 0,686 f	8,089 ± 0,371 ab	3,534 ± 4,681 bcd	3,357 ± 0,165 e	17,366 ± 0,940 c
C81	5,742 ± 0,126 bc	1,786 ± 0,025 b	45,099 ± 1,563 de	7,079 ± 0,183 b	5,902 ± 3,163 a	7,619 ± 0,451 c	40,182 ± 5,105 a
C93	4,730 ± 0,084 d	0,747 ± 0,033 d	43,035 ± 0,674 e	8,257 ± 0,965ab	3,761 ± 1,816 bcd	11,085 ± 0,776b	24,047 ± 1,202 b
C99	4,088 ± 0,250 e	0,740 ± 0,035 d	48,085 ± 1,256cd	7,972 ± 0,252ab	3,422 ± 6,371 bcd	7,008 ± 0,437 cd	20,091 ± 3,808 bc
C116	4,709 ± 0,284 d	1,169 ± 0,048bcd	43,620 ± 1,000 e	6,921 ± 0,154 b	3,594 ± 4,202 bcd	13,947 ± 1,508 a	21,830 ± 0,581 bc
C136	5,241 ± 0,208 cd	1,352 ± 0,072bcd	51,612 ± 2,184 c	8,930 ± 1,290 a	2,372 ± 1,271 d	6,254 ± 0,118 cd	19,106 ± 1,115 bc
C218	6,154 ± 0,275 b	1,516 ± 0,081 bc	49,672 ± 0,745 c	6,623 ± 0,417 b	4,431 ± 11,20 b	6,781 ± 0,254 cd	22,588 ± 0,725 bc
C267	2,993 ± 0,111 f	1,017 ± 0,031 cd	36,577 ± 1,182 f	6,598 ± 0,584 b	4,010 ± 2,765 bc	5,638 ± 0,592 d	23,146 ± 1,565 bc
C423	3,971 ± 0,052 e	0,962 ± 0,009 cd	56,120 ± 1,338 b	6,643 ± 0,218 b	2,676 ± 3,521 cd	2,336 ± 0,287 ef	17,105 ± 0,743 c
C389	7,491 ± 0,167 a	2,8421 ± 0,659 a	94,574 ± 2,547 a	5,876 ± 0,047 c	1,774 ± 0,020 e	11,079 ± 0,091 f	11,377 ± 0,054 d

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade, Cálcio (Ca) expresso em g/kg de peso fresco; magnésio (Mg) expresso em g/kg de peso fresco; potássio (K) expresso em mg/kg de peso fresco; cobre (Cu) expresso em mg/kg de peso fresco; ferro (Fe) expresso em mg/kg de peso fresco; manganês (Mn) expresso em mg/kg de peso fresco; zinco (Zn) expresso em mg/kg de peso fresco.

4.4 Conclusões

Existe variabilidade genética para compostos bioativos e minerais na polpa dos frutos maduros de diferentes acessos de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado.

Os acessos C52, C81, C267 e C389 apresentam elevados teores de compostos antioxidantes e minerais, sendo recomendados para uso em programas de melhoramento genético de abóboras. Os acessos C52 e C389 são promissores, se destacando por apresentarem elevados teores de carotenoides totais.

4.5 Referências

- AMARIZ, A. et al. Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenoides em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.541-547, 2009.
- AMARIZ, A. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de acessos de jerimum de leite (*Cucurbita moschata*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido**. 2011. 134f. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, 2011.
- AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.4027-4033, 2007.
- ACUNHA, T. S. **Variabilidade metabólica em pimentas (*Capsicum spp.*): destaque para capsaicinoides por CLAE/FL/EM/EM**. 2013. 72f (Dissertação de mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- ADAMS, G. G., MOHAMMAD, S. K., DAVID, A. G., GUY, A. C., GORDON, A. M., STEPHEN, E. H. The hypoglycaemic effect of pumpkins as anti-diabetic and functional medicines. **Food Resources International**, v. 44, p. 862-867, 2011.
- ASSAO, T. Y.; SILVA, D. G.; RIBEIRO, L. C.; DEVINCENZI, M. U.; SIGULEM, D. M. A importância do ferro na saúde e nutrição do Grupo de materno – infantil. **Revista Compacta**, São Paulo: UNIFESP – EPM, v.5, n.3, 2004.
- BRANCO, E. G.; ARGANDOÑA, E. J. S.; SÁVIO, J.; RAMOS, S. Efeito do branqueamento e da solução desidratante na desidratação osmótica de fatias de cenoura. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 7, n. 1, p. 77-90, 2005.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.28, p.25-30, 1995.
- CAILI, F., HUAN, S., QUANHONG, L. A review on pharmacological actives and utilization technologies of pumpkin. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 61, p. 73-80, 2006.
- CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n.2, p.441-449, 2007.
- FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. São Paulo: **Atheneu**, 2004. 307 p.
- GONZÁLEZ, E.; MONTENEGRO, M. A.; NAZARENO, M. A.; LÓPEZ DE MISHIMA, B. A. Carotenoid composition and vitamin A value of an Argentinian squash

(*Cucurbita moschata*). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.51, n.4, p. 395-399, 2001.

GWANAMA, C.; LUNGU, D.; NICTERLEIN, K; SIMAWACHI, W. Variation of fruit Beta-carotene content of tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) landraces in Zambia. **Noticiário de Recursos Fitogenéticos**, v.129, p. 44-46, 2002.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, Cucurbitaceae) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2007. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 197).

KOCA, I.; KARADENIZ, B. Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey. **Scientia Horticulturae**, Washington, v.121, p.447-450, 2009.

ISMAIL, A.; MARJAN, Z. M.; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 87, n.4, p.581-586, 2004.

LEME, S. C. **Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico**. 2012. 117f (Tese doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

LIMA, K. S. C.; LIMA, A. L. S.; FREITAS, L. C.; DELLA-MODESTA, R. C.; GODOY, R. L. O. Efeito de baixas doses de irradiação nos carotenóides majoritários em cenouras prontas para o consumo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n. 2, p.183-193, 2004.

LOBO, A. S.; TRAMONTE, V. L. C. Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição da PUCCAMP**, Campinas, v.17, n.1, p.107-113, 2004.

MOURA, M. C. C. L. **Identificação de fontes de resistência ao potyvirus ZYMV e diversidade genética e ecogeográfica em acessos de abóbora**. 2003, 86p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

MURKOVIC, M.; MULLEDER, U.; NEUNTEUFL, H. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n. 6, p. 633-638, 2002.

NASCIMENTO, B. L. M.; GOMES, D. R. C S.; ARAÚJO, S. S.; OLIVEIRA, J. D. Extração sequencial de ferro e cobre em olerícolas orgânicas e convencionais comercializadas em Imperatriz - Maranhão. **Revista ACSA**, v. 9, n.3, p.01-07, 2013.

RAMOS, S.R.R; QUEIROZ, M.A. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste brasileiro. 99-116 In: LIMA, M.C. **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura 2005, 190 p.

RAMOS, S. R. R.; CARVALHO, H. W. L. de; QUEIROZ, M. A. de; SANTOS, E. D. dos; SILVA, H. M.; TRINDADE, B. C. PASSOS, R. S.; SANTOS, J. S. dos; NUTTI, M. R.; BRITO, K. M. de; KIMURA, M.; OLIVEIRA, I. R. **Avaliação preliminar de acessos locais de abóbora para teores de carotenóides totais e sólidos solúveis**. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009, Aracaju. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 148).

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYAFARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting Carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 21, p.445-463, 2008.

ROGEZ, H. Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação. Belém: **EDUFPA**. 2000. 313 p.

KALLUF, V. H. **Desidratação da polpa de abóbora (*Cucurbita moschata*) e seus teores em beta-caroteno**. 2006. 59f. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal do Paraná, 2006.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**, Realease 18, 2005. Disponível em: < http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl>. Acesso em: 13 de Jan 2015.

STELLA, R. A. **Importância dos sais minerais para o organismo**. 2005. Disponível em http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/030725_nut_saisminerais.htm Acesso em: 02 fev 2015.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* - The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal Science of Food Agriculture**, v.10, p.63-68, 1959.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA -UNICAMP. – Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004, 42p.

TALCOTT, T.S.; HOWARD, R.L. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot pure. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.47, p.2109-2115, 1999.

TAMER, C.E. et al. Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, v.38, p.76-80, 2010.

TIVERON, A. P. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidas no Brasil**. 2010. 102 f. (Dissertação de Mestrado) Ciência e tecnologia de alimentos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de Piracicaba, 2010.

ZHOU, K.; YU, L. Total phenolic content and antioxidante properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. **Food Science and Technology**, Maryland, v.39, n.10, p.1155-1162, 2006.

5. Capítulo 4

Dinámica evolutiva de *Cucurbita argyrosperma* en su centro Mesoamericano de domesticación, analizada con marcadores moleculares SSR's.

5.1 Introducción

América es la región donde se plantea que se originó el género *Cucurbita* y en donde se domesticaron varias de sus especies: Mesoamérica y Sur-América. Mesoamérica es considerada como el centro de origen y diversidad del género, donde prosperan 15 de los 20 taxa que lo conforman y en donde posiblemente fueron domesticadas (*C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma*, y *C. pepo* subsp. *pepo*), ya que en esta área se distribuyen los ancestros silvestres de *C. pepo* (*C. fraterna* subsp. *fraterna*) y de *C. argyrosperma*, subsp. *argyrosperma*, *C. argyrosperma* subsp. *sororia*) (LIRA- SAADE, 2009).

Mesoamérica es un área cultural y geográfica que se extiende desde el centro de México hasta la frontera de Costa Rica con Panamá. Junto con el Medio Oriente y el norte de China, es uno de los centros primarios y más antiguos de domesticación de plantas y origen de la agricultura del mundo (HARLAN, 1971, 1995). Fue en esta región que especies como el maíz (*Zea mays* L.), los frijoles (*Phaseolus* spp.) y las calabazas (*Cucurbita* spp.) fueron domesticadas e integradas a un sistema de multicultivo conocido en la región como milpa (ZIZUMBO-VILLARREAL; COLUNGA GM, 2010).

Las especies del género *Cucurbita* presentan flores monoicas, pistiladas y estaminadas. Su polinización es cruzada debido al alto peso de sus granos de polen, que son transportados principalmente por abejas (Apidea) de los géneros *Peponapis* y *Xenoglossa* (WHITAKER; BEMIS, 1975), así como por la introducida *Apis mellifera*. El polen tiene gran potencial de dispersión cuando están presentes estos vectores. Por lo tanto, la fertilización cruzada entre las poblaciones domesticadas cultivadas y las silvestres ocurre (KIRKPATRICK Y WILSON, 1988, WILSON, 1990, WILSON, LIRA; RODRÍGUEZ, 1994).

Se ha planteado que la región biogeográfica de Balsas-Jalisco pudo ser el centro de domesticación de *C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* (SANJUR et al., 2002; ZIZUMBO et al., 2008; PIPERNO et al., 2009), área en la cual la especie

continúa siendo cultivada bajo agricultura de roza-tumba-quema con barbecho largo (periodo de descanso del suelo que permite la recuperación de la fertilidad), y en donde las poblaciones tanto silvestres como domésticas continúan siendo utilizadas para el consumo de sus semillas, bajo técnicas pre-colombinas de elaboración de alimentos (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2012). Estudios arqueológicos indican que la domesticación de *C. argyrosperma* se llevó a cabo hace 8,900 años, como componente florístico de la selva baja caducifolia, con la cual los pobladores elaboraban alimentos junto con los granos de maíz (RANERE et al., 2009).

En los sistemas agrícolas tradicionales del occidente de Mesoamérica (milpas), es común aún encontrar creciendo en simpatria, poblaciones silvestres progenitoras del maíz (*Zea mays* subsp. *parviglumis*), frijoles (*Phaseolus* spp) y calabazas (*Cucurbita argyrosperma* subsp. *sororia* (L.H. Bailey) (MERRICK; BATES, 1990), con sus poblaciones domésticas, tanto dentro de los cultivos, como en áreas ruderales perturbadas por los humanos a lado de caminos o perturbadas naturalmente en el lecho de los ríos, así como también en comunidades naturales no perturbadas de la selva baja caducifolia.

Así, los híbridos resultantes entre individuos silvestres, domésticos y sus retro cruza conforman enjambres genéticos silvestre-arvense-domesticado, creciendo en diferentes escenarios naturales o agrícolas, en donde se presentan diferentes presiones de selección que moldean la diversidad y estructura de las poblaciones (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2005). Las presiones selectivas en esas condiciones abarcan desde las comunidades naturales a los cultivos intensivos.

Los estudios en el occidente de Mesoamérica, para el caso de *C. argyrosperma*, señalan un alto flujo, producto de la biología floral, la simpatria y la presencia de polinizadores tanto nativos, como introducidos, de tal forma que se forman híbridos en ambas direcciones, con descendencia de alta fertilidad (LIRA, 1995; MONTES-HERNÁNDEZ; EGUIARTE, 2002).

Una de las preguntas clave bajo este contexto es como fue posible que se lograra la diferenciación genética a niveles de domesticar a las poblaciones silvestres y lograr mantenerlas? Se ha planteado que la respuesta puede estar en la fuerte selección humana y en el manejo agrícola. Selección que involucra tanto a las mujeres en la cocina como a los hombres en las parcelas (ZIZUMBO-VILLARREAL Y COLUNGA GM, 2010).

Estudios sobre la dinámica evolutiva de *C. argyrosperma* en el área de domesticación relacionados con el papel que están jugando las poblaciones humanas en la diversidad, la estructura genética, en la estructura demográfica y en el flujo génico a través de la siembra, el cultivo, la recolección o cosecha, el consumo y la venta. Es posible que las poblaciones humanas (cocineras, y agricultores) estén teniendo influencia en la magnitud y sentido del flujo génico como ha sido señalado para el caso del frijol? (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2005; PAYRÓ et al., 2005).

Estas preguntas son relevantes en tanto que el flujo de genes entre las poblaciones silvestres y domesticadas tiene múltiples consecuencias potenciales, desde las positivas como el aumento de la diversidad y la adaptación (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2005; HUFFORD et al., 2013) hasta las negativas como el escape no deseado de genes que lleva a surgir arvenses agresivas y la propagación de transgenes hacia las poblaciones silvestres (OLSEN et al., 2007; PIÑEYRO-NELSON et al., 2009).

Las herramientas moleculares pueden permitirnos realizar inferencias precisas sobre la diversidad genética, la estructura genética y el flujo de genes (FERREIRA Y GRATTAPAGLIA, 1995; KAGEYAMA et al., 2001). Los marcadores moleculares SSR presentan como ventajas el multialelicos, co-dominantes, y ubicuos en los genomas eucariotas (WALTER Y EPPERSON, 2001; STIFT et al., 2004). Han tenido una amplia aplicación principalmente en estudios de diversidad y relaciones genéticas en diversos cultivos, entre los que se encuentran el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (KWAK; GEPTS, 2009), el maíz (*Zea mays* L.) (MATSUOKA et al., 2002; SENIOR, 1998) y las calabazas (LI et al., 2013; LIRA, 1995; MONTES-HERNANDEZ Y EGUIARTE, 2002).

El objetivo de este trabajo fue describir la dinámica evolutiva actual del acervo genético silvestre-arvense-doméstico de *C. argyrosperma* a través de la estimación de la diversidad, la estructura genética, estructura demográfica, su genealogía y el flujo génico entre el acervo silvestre y el acervo domesticado, en el área putativa de su domesticación.

5.2 Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en el área putativa de domesticación: la región biogeográfica Balsas-Jalisco, en el oeste de Mesoamérica, en los estados de Jalisco y Colima en la cuenca baja-media del río Armería (Figura 1). Durante la primavera de 2014, colectamos ocho poblaciones de calabazas creciendo en cinco diferentes escenarios agro-ecológicos en un rango altitudinal de 350 a 1,350 msnm, entre las márgenes del río Armería y los volcanes de Colima (Figura 1).

Las ocho poblaciones estudiadas están conformadas de la siguiente forma: población 1 y 2 = silvestres; población 3 y 4 = arvenses fuera del cultivo; población 5 y 6 = domesticas cultivadas y población 7 y 8 = arvenses dentro de cultivos.

La población 1 se colectó en la comunidad de Tel Cruz, Zapotitlán Jalisco, creciendo de manera espontánea, en sitios de vegetación de encino, aisladas a los cultivos de milpa; La población 2 se colectó en las cercanías de la comunidad de Coquimatlán Colima, creciendo de manera espontánea en relictos de selva baja caducifolia, modificada por el fuego; La población 3 se colectó cerca de la comunidad de Mazatán, Jalisco, a lo largo de la carretera que une Mazatán con Colima, creciendo de manera espontánea en sitios altamente perturbados por las actividades humanas. La población 4 se colectó en terrenos cultivados de milpa con barbecho largo, en la localidad del Plan de Mazatán, creciendo de manera espontánea. La población 5 se colectó en terrenos cultivados de milpa en la comunidad de Zapotitlán de Vadillo. Las calabazas fueron sembradas y cultivadas asociadas con maíz y frijoles. Los deshierbes se llevan a cabo manualmente. La población 6 se colectó en terrenos cultivados en la comunidad de Coquimatlán. Las calabazas fueron sembradas y cultivadas asociadas con el maíz y los frijoles. Los deshierbes se llevan a cabo manualmente. La población 7 se colectó en la comunidad de Tetapán, creciendo como plantas espontáneas dentro de un cultivo anual de milpa. Las plantas fueron toleradas durante los deshierbes; La población 8 se colectó en la comunidad de Mazatán, creciendo espontáneamente, dentro de huertos familiares conformados por arbustos y árboles frutales locales, como *Spondias purpurea*, *Prosopis laevigata*, *Phitecelobium dulce*, *Opuntia* spp., y *Paquycereus queretanorensis*.

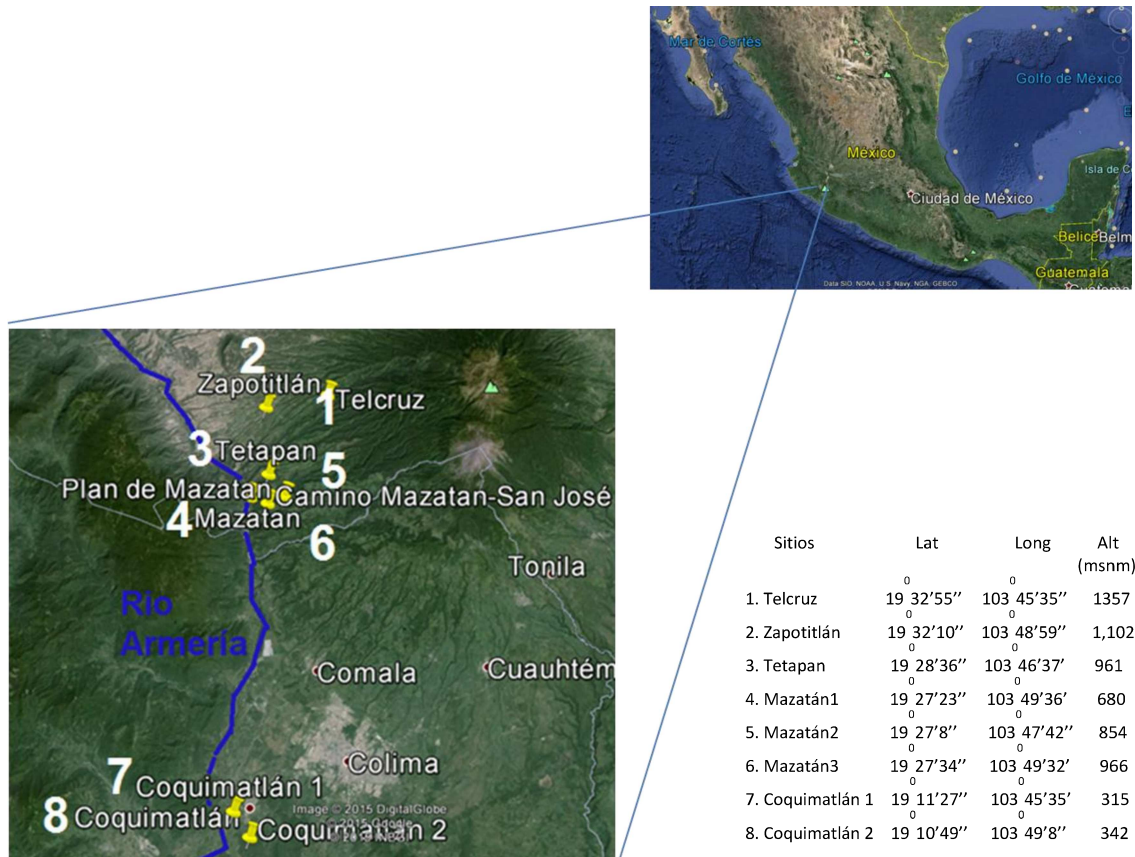


Figura 1. Localización de las poblaciones de *Cucurbita argyrosperma* estudiadas.

De cada población se colectaron un fruto de 20 plantas y de cada fruto se obtuvo una planta para llevar a cabo la extracción de ADN de los mismos. Algunas poblaciones no se logró tener 20 individuos, entonces fue utilizado el total que había. Se seleccionaron 20 pares de iniciadores SSR para loci putativos, desarrollados para *Cucurbita* desarrollados por Applied Life Sciences the Institut of Biotechnology in Plant Production, Department for Agrobiotechnology of the BOKU-University of Natural Resources, na Austria. Se realizó un Scringing con los iniciadores para seleccionar los más polimórficos entre los 20 pares. El trabajo fue desarrollado en el Laboratorio de Marcadores Moleculares en la unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) en la ciudad de Mérida durante primavera - verano del 2014.

Extracción del ADN

Se extrajo el ADN a partir de hojas jóvenes cosechadas por separado de los individuos en cada población. La extracción se realizó según el método descrito por

Echeverría (2005) utilizando sílice. La prueba de calidad y cuantificación de ADN se realizaron en gel de agarosa 1% que contiene 0,2 mg ml⁻¹ de bromuro de etidio. Se aplicaron 2 ml de cada muestra de ADN con 3 μ l tipo CT colorante (0,25% bromofenol azul y sacarosa 40%). La lectura se realizó en el NanoDrop (longitudes de onda de 260 y 280 nm) para llevar a cabo la dilución del ADN extraído que se diluyó en agua estéril a una concentración de 5 ng/ μ L.

La amplificación del ADN

Las reacciones de amplificación de microsatélites (SSR-PCR) se realizaron en tubos de 0,2 ml que contenían un volumen final de reacción de 25 μ L. La mezcla de reacción para cada individuo consistió de: 5 μ L de buffer PCR 10x (200mM Tris –HCL [pH 8.4], 500 mM KCL) 1 μ L de Cloruro de Magnesio (50 mM MgCl₂), 0,5 μ L de la mezcla de dNTPs (100 mM de dATP, dTTP, dGTP y dCTP), 1 μ L de Primer F e 1 μ L de Primer R y 0,3 μ L de *Taq* polimerasa, 2 μ L de ADN genómico (5 ng) y 14.2 μ L de agua estéril para alcanzar el volumen final. Las amplificaciones se realizaron en termociclador Applied Biosystems Gene Amp PCR System 9700 programado para una etapa de 5 minutos de desnaturalización inicial a 94°C; 35 ciclos de desnaturalización a 94°C por 30 segundos, alineamiento a 60°C por 1 minuto y extensión a 72°C por 1 minuto, con una extensión final a 72 °C por 7 min. Las temperaturas de alineamiento variaron de 55°C a 60°C dependiendo de la temperatura del primer utilizado.

Los fragmentos de ADN amplificados se separaron por electroforesis en geles de poliacrilamida desnaturalizante a 5%, incluyendo un marcador de peso molecular de 10 pb. El tiempo de electroforesis fue de 1:30 hr. Se utilizó la técnica de tinción con plata para visualizar los fragmentos separados.

Registro del polimorfismo

Los perfiles electroforéticos de geles de acrilamida fueron fotografiados y analizados manualmente. La presencia y la ausencia de alelos en cada locus y individuo se registraron en una matriz de datos Excel.

Diversidad genética

La diversidad genética fue estimada con los parámetros: número de alelos por locus (N_a); número efectivo de alelos ($N_e = 1/1-H_e$) (HARTL Y CLARK, 1989); frecuencia alélica; heterocigosidad esperada ($H_e = 1 - \sum p_{ij}^2$, donde p_i es la frecuencia de los alelos en la población i th para cada locus); heterocigosidad observada (H_o) se calculó a partir del número de individuos heterocigóticos dividido por el número total de individuos (NEI, 1973); la diversidad genética de Nei, (NEI, 1978); el porcentaje de loci polimórficos (PI); índice de información de Shannon (LEWONTIN, 1972). Tales parámetros se calcularon utilizando el software POPGENE Ver. 1.32 (YEH et al., 1997).

Flujo génico

El flujo de genético dentro de las poblaciones se estimó a partir del parámetro F_{st} de Wright, (WRIGHT, 1951). Este método estima el número promedio de migrantes en una población a otra por generación. El parámetro F_{st} se estimó de manera pareada entre cada una de las poblaciones. Los análisis se realizaron con el programa Fstat v2.9.3.2 (GOUDET, 2001).

Estructura genética

La estructura se estimó a través de dos métodos independientes: (1) a través del estimador F_{st} (WRIGHT, 1951) y (2) la varianza molecular (AMOVA) (EXCOFFIER et al., 1992). La prueba de significación del análisis de la varianza molecular se realizó con 1000 permutaciones utilizando el software ARLEQUIN Ver. 3.1 (EXCOFFIER, 2006).

Estructura demográfica y probabilidad de ancestría

Para inferir los niveles de infiltración génica y la probabilidad de ancestría de los individuos estudiados a los grupos poblacionales se utilizó la agrupación Bayesiana del software STRUCTURE Ver. 2.3.1 (PRITCHARD et al., 2000). Los grupos fueron detectados por el uso de un modelo de combinación, que utiliza la correlación de frecuencias entre grupos (K), y el modelo de ascendencia Admixture Model. A partir de este modelo se calcularon 20 repeticiones para los valores de K

de 1 a 8. El número de agrupamientos (K) que mejor describen la estructura genética del acervo fue identificado con la ayuda del software on line STRUCTURE HARVESTER Ver. 0.6.92 (EARL & VON HOLDT, 2012), que emplea el método estadístico no paramétrico ΔK descrito por Evanno et al. (2005), con los valores de K 2 a 8. Las réplicas de los análisis de agrupamiento de los valores de K se seleccionaron y posteriormente analizadas por el software CLUMPP Ver. 1.1.2 (JAKOBSSON Y ROSENBERG, 2007). Los resultados de las combinaciones junto con los valores comunes de los grupos fueron representados gráficamente por el Software DISTRUCT Ver. 1.1 (ROSENBERG, 2004).

Relaciones genéticas y genealogía

La estimación de la relaciones genéticas entre los individuos y su genealogía se realizó utilizando un método de clasificación basado en el coeficiente de Dice (DICE, 1945), y un análisis de agrupamiento con el método de medias aritmética UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) (SNEATH Y SOKAL, 1973) los resultados se presentaron como un dendrograma. El coeficiente de correlación cophenetic (r) se calculó mediante la prueba de Mantel (MANTEL, 1967) utilizando 1000 permutaciones para evaluar el grado de fiabilidad de la matriz de similitud y la agrupación de datos. Los análisis descritos anteriormente se realizaron con el software NTSYS-pc Ver. 2.1 (ROHLF, 2000).

Flujo genético, asimetría y desplazamiento alélico

El flujo genético Nm se estimó a partir del parámetro F_{st} de Wright, (WRIGHT, 1951). Estimamos el número promedio de migrantes del acervo silvestre al domestico por generación.

Estimamos el flujo genético total Nm , y el flujo genético entre pares de acervos mostrados por la estructura demográfica: $K=2$. El acervo silvestre en $K=2$ está constituido por la población que crece aislada a los cultivo (POB 1), las ruderales (POB 2,3) y la población espontánea que crece dentro del cultivo con barbecho largo (POB 4). El acervo doméstico, conformado por las poblaciones domesticas cultivadas (POB 5 y 6) y las espontaneas que crecen dentro de cultivos

intensivos (POB 6 y 8). Posteriormente estimamos el flujo genético dentro del acervo doméstico, entre las poblaciones domesticas sembradas y cultivadas (POB 5 y 6) con las poblaciones espontaneas dentro del sistema de cultivo intensivo y huerto (POB 7 y 8).

Inferir la asimetría del flujo y el desplazamiento alélico utilizando los valores de la probabilidad de ancestría en las poblaciones y el valor promedio de los acervos silvestre-domestico dados en la estructura demográfica $K=2$.

Estimamos el flujo genético del acervo doméstico hacia el silvestre y del acervo silvestre hacia el doméstico (asimetría), a través de la proporción de la probabilidad de ancestría del silvestre ($1-Q_{\text{doméstico}}$) con respecto a la probabilidad de ancestría del doméstico ($1-Q_{\text{silvestre}}$), esto es: $(1-Q_{\text{silvestre}} / 1-Q_{\text{domestico}})$. Estimamos el desplazamiento alélico del acervo silvestre por el acervo doméstico y viceversa entre las poblaciones silvestres (POB 1 y 2) con respecto a las poblaciones domesticas cultivadas (POB 5 y 6). Calculamos el desplazamiento del acervo doméstico en las poblaciones arvenses dentro de los cultivos (POB 7 y 8), en las poblaciones arvenses fuera de los cultivos (POB 3 y 4).

5.3 Resultados

Escenarios ecológico-evolutivos:

Encontramos que la dinámica evolutiva en el área se realiza en general en cinco diferentes escenarios ecológicos, lo que significa cinco diferentes conjuntos de presiones selectivas naturales y humanas. La migración de semillas y frutos entrelazan a todas las poblaciones de calabazas que se presentan en el área:

(a) *Vegetación "natural"*. Las plantas de calabaza, crecen espontáneamente en vegetación de selva baja caducifolia o vegetación de transición selva baja que se desarrolla entre los 300 y los 1200 msnm, y el encinar que crece más alto que los 1,200 msnm. Ambos tipos de vegetación se encuentran bajo disturbio por fuego natural o inducido por los humanos, defaunación por humanos, pastoreo, y eventual recolecta de semillas por niños y mujeres que extraen leña. Las plantas nacen espontáneamente durante la primavera y se desarrollan durante el verano, favorecidos por la baja competencia provocada por el fuego, la depredación por la caza excesiva. Las plantas producen frutos pequeños, muy amargos, que no son

cosechados ni consumidos, semillas pequeñas eventualmente no son cosechadas ni consumidas. Los frutos no son consumidos por el ganado domestico, sin embargo los jabalíes los llegan a consumir. El consumo de las semillas por los humanos se realiza a través del lavado con ceniza y posteriormente son tostadas. Los ciclos de una generación a otra pueden tardar varios años, en función de la incidencia del fuego. Las plantas son identificadas como individuos de la subespecie *sororia*.

(b) *Vegetación ruderal*. Vegetación fuertemente perturbada, a lado de caminos o terrenos perturbados por obras urbanas, como caminos, bordos, bardas de piedra. El disturbio puede incluir la remoción del suelo, por lo cual se trata de vegetación esta conformada por plantas invasoras procedentes de la selva baja caducifolia y por plantas que fueron dispersadas durante las actividades humanas, como pastos africanos etc. El disturbio también incluye la eliminación manual de la vegetación y ocasionalmente el uso de herbicidas de hoja ancha. Los frutos no son cosechados por su sabor amargo, pero eventualmente sus semillas son recolectadas por niños pastores o mujeres que recolectan leña. Las calabazas presentan frutos de tamaño medio, oblongos, y semillas también de tamaño medio. Las plantas son identificadas como pertenecientes a la subespecie *sororia*. Las presiones de selección son naturales y provocadas por el disturbio de la vegetación, suelo, fuego, y eventual cosecha y consumo.

(c) *Cultivo con barbecho largo*. La vegetación natural es eliminada a través de la quema y las modificaciones del suelo por los agricultores el año que se cultiva y durante uno a cinco años es “abandonado” (barbecho largo). Bajo estas condiciones se presentan plantas de calabaza espontaneas y aquellas que son sembradas por los productores. Ambos tipos de plantas son protegidas o favorecidas durante los deshierbes. Las plantas espontaneas presentan frutos de medios a grandes, amargos que no son consumidos y cosechados. Sus semillas son cosechadas por niños y mujeres que dejan los frutos en las parcelas. Las plantas domesticas son sembradas y las flores masculinas y puntas de las guías y frutos inmaduros de estas, son cosechados para su consumo. Presentan frutos grandes y semillas grandes, ambas cosechados. Las semillas también son seleccionadas como propágulo para el siguiente ciclo de cultivo, consumidas y para venta.

(d) *Cultivos con barbecho corto*. Las modificaciones ambientales incluyen el uso del suelo año tras año, agroquímicos, principalmente la fertilización y los herbicidas. Las flores masculinas y puntas de las guías son cosechadas para su

consumo, así como frutos inmaduros. Pocos frutos maduros son cosechados a fin de consumirlos horneados o venderlos. Las semillas son cosechadas por los propios productores para su consumo y venta.

(e) *Huertos familiares*. Las plantas espontáneas que crecen sobre los árboles frutales como *Phitecelobium dulce*, *Prosopis laevigata*, *Spondias purpurea*, *Opuntia* spp., Sus semillas son cosechadas y consumidas eventualmente. La fertilidad del suelo es incrementada con la adición de desperdicios y excrementos de ganado, las plantas se toleran, pero están sujetas a la depredación por gallinas, pavos y cerdos.

Diversidad genética:

Detectamos en los 8 pares de microsatélites un total 87 de los 29 alelos reportados para *C. pepo* e *C. moschata*. El número de alelos por locus SSR polimórficos reportados en este estudio osciló entre 5 y 18, con un promedio de 10,9. El loci con el mayor número de alelos observado en nuestro estudio fue CMTm187 (18 alelos), y los loci con el menor número de alelos reportados fueron CMTm 62 y CMTp 131 (5 alelos).

Tabla 1. Nombre, secuencia de bases, número de alelos observados, número de alelos reportados y flujo genico (Nm) en las 8 poblaciones estudiadas.

Nome do Primer	Sequência	Alelos observados	Alelos reportados*	Nm^*
CMTm62	F: AGTGAGGGAGGCGACAAC R: GAACGTGTCCATGTCATTGC	5	3	0.46
CMTm66	F: ACGCGTTGTTGTTAGTGTGG R: GGGGATTTATGAACCCAACAT	11	4	0.64
CMTm130	F: CCCTCCACCACCTCCTTAG R: CAGGGGGATCATAAAAGTG	13	3	0.51
CMTm144	F: ACATGGGCATACCTCGAATC R: CACCTGGCTGTTTTGTCTGA	13	4	0.31
CMTp131	F: GCACTTGAATCTTCGTCAAC R: CGAGAAAGAATTAACGAGCA	5	3	0.65
CMTm187	F: ATCGGTGAGTCCCAAAAATG R: ATCACAAAGCGGGAAAACAC	18	4	0.47
CMTm9	F: GCCCAGAAGACAAAAGTTTCG R: TTTTGTGTGCGTGTGTGG	13	4	0.40
CMTm10	F: TGTCTCGACTGCAAATCCA R: CGTCAGGGAGAGGTTTTAC	9	4	0.09
Total		87	29	0.39

* Nm = El flujo de genes estimado de $F_{st} = 0.25 (1 - F_{ST}) / F_{st}$; *Alelos reportados por lo Department for Agrobiotechnology of the BOKU-University of Natural Resources, na Austria para las especies de *Cucurbita pepo* e *Cucurbita moschata*.

Los valores del flujo génico encontrado entre las poblaciones estudiadas fue mayor para CMTp131 (0.6464), y menor para CMTm10 (0.0880) El valor medio del flujo génico para las 8 poblaciones estudiadas fue de 0.4396 (Tabla 1).

Las poblaciones estudiadas presentaron entre 75% y 100% de loci polimórficos. El número efectivo de alelos (N_e), que es el número de alelos observado con mayor frecuencia (arriba de 5%) vario en las poblaciones de 1.8 a 3.5 con un promedio de 2.04 que representa 22.07% de los alelos identificados. Los valores de la heterocigosidad observada (H_o) para todos los loci fueron más pequeños que correspondiente heterocigosidad esperada (H_e) (Tabla 2). La heterocigosidad observada fue de 23% a 38% con un valor promedio de 32%. La heterocigosidad esperada varió de 38% y 65% con un promedio de 52%. La población POP 7 que presentó los valores más altos de heterocigosidad ($H_e=0.65$), mientras que la POP 2 presentó los valores más bajos ($H_e=0.38$).

El índice de información como estimador de diversidad promedio dentro de cada individuo para cada SSR varió de 0,54 (POP 2) a 1,19 (POP 6) con un valor medio de 0.88 (Tabla 2).

Tabla 2. Diversidad genética en poblaciones de *Cucurbita argyrosperma* colectadas.

POBLACION	<i>N</i>	<i>PI</i>	<i>A</i>	<i>T</i>	<i>Ne</i>	<i>T</i>	<i>Ho</i>	<i>T</i>	<i>He</i>	<i>T</i>	<i>i</i>
POP1	20	87.50	2.5 ± 0.8	BA	2.0 ± 0.57	BA	0.36 ± 0.42	A	0.47 ± 0.22	A	0.74
POP 2	15	75	2.0 ± 0.8	B	1.8 ± 0.58	B	0.33 ± 0.47	A	0.38 ± 0.25	A	0.54
POP 3	19	87.50	2.9 ± 1.4	BA	2.2 ± 0.92	BA	0.31 ± 0.39	A	0.49 ± 0.24	A	0.79
POP 4	16	87.50	2.8 ± 1.2	BA	2.1 ± 0.71	BA	0.38 ± 0.43	A	0.48 ± 0.23	A	0.76
POP 5	18	87.50	3.4 ± 1.6	BA	2.2 ± 0.85	BA	0.23 ± 0.26	A	0.50 ± 0.23	A	0.85
POP 6	20	87.50	4.4 ± 2.1	A	3.5 ± 1.73	A	0.32 ± 0.23	A	0.63 ± 0.28	A	1.19
POP 7	20	100	4.3 ± 1.3	A	2.9 ± 0.67	BA	0.34 ± 0.22	A	0.65 ± 0.09	A	1.18
POP 8	20	100	3.5 ± 1.1	BA	2.5 ± 0.83	BA	0.33 ± 0.30	A	0.56 ± 0.18	A	0.97
Média	18.5	91.6	3.22	1.28	2.4	0.85	0.32	0.34	0.52	0.21	0.88

Pop, poblaciones; *n*, número de plantas; *PI*, porcentaje de loci polimórficos; *A*, número de alelos polimórficos ± desviación estándar; *T*, Teste deTukey para los valores de diversidad; *Ne*, número efectivo de alelos; *Ho*, heterozigoidad observada; *He*, heterozigoidad esperada ; *i*, Índice de Shannon.

Estructura demográfica y probabilidad de ancestría

Utilizamos el enfoque bayesiano para estimar la probabilidad de ancestría de un individuo con respecto a cada una de las poblaciones. La prueba del estimador K (EVANNO et al., 2005), indicó que las mejores K que mejor describen la estructura demográfica entre $K1$ y $K8$, fueron $K = 2$ (4.5), $K=3$ (2,5) y $K = 5$ (1.95) (Figura 3).

Con la mejor valor de K , la estructura demográfica del acervo global estudiado, indica que conformado por: (a) el acervo domestico conformado por las poblaciones domesticas bajo cultivo (*C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma*) (POB 5, 6), y poblaciones las espontaneas dentro de los cultivos (*C. argyrosperma* subsp. *sororia*), (POB 6 y 8) y (b) el acervo silvestre, conformado por las poblaciones “silvestres”, ruderales y arvenses (*C. argyrosperma* subsp. *sororia*), (POB 1,2,3,4), que crecen espontáneamente en condiciones bajo condiciones naturales, ruderales o cerca de los cultivos.

Considerando $K = 3$, el acervo silvestre se subdividió, quedando solo como silvestre la población aislada a los cultivos (POB 1). Una población domestica (espontanea de huerto) se segregó conformando un acervo arvense (POB 8). Las poblaciones espontaneas que crecen en sitios naturales perturbados (POB 2 y POB 3) y las arvenses espontaneas que crecen dentro del cultivo con barbecho largo (POB 4), presentaron sus individuos con altas probabilidad media de ancestría tanto silvestre como domestica. El tercer acervo conformado con las poblaciones de alta probabilidad de ancestría doméstica (POB 5, 6 y 7).

Considerando la tercer K con valor mas alto, la estructura demográfica señala un acervo “silvestre” esta constituido por la población POB 1; un acervo ruderal conformado por la población POB 3, un acervo arvense, conformada por poblaciones espontaneas dentro de parcelas con barbecho corto (POB 7); el acervo arvense con platas espontaneas que crecen dentro de parcela con barbecho largo (POB 4) y el acervo domestico cultivado en parcela con barbecho corto (POB 5 y 6). Los individuos de la población 8, con individuos que presentan valores de ancestría intermedios de los acervos arvenses.

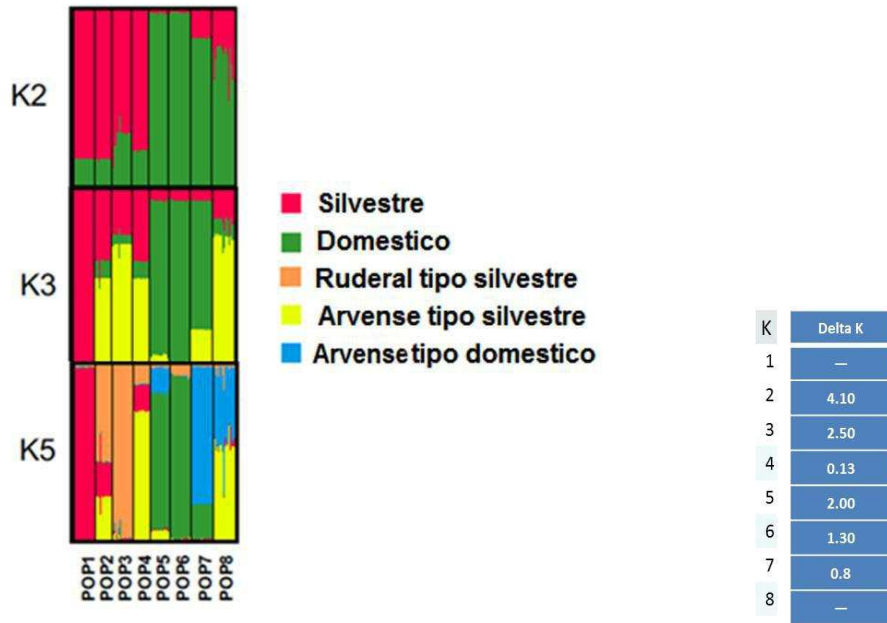


Figura 2. Valores Delta K y estructura demográfica estratificada para valores $K = 2$; $K = 3$ y $K = 5$ considerando las 8 poblaciones estudiadas. Cada color representa un diferente estado biológico-evolutivo.

Diferenciación, relaciones genéticas y varianza molecular entre las poblaciones.

Los valores de distancia e identidad genética de Nei (1978) se utilizaron para verificar de forma más concisa la relación genética entre las poblaciones, dentro de las poblaciones y entre los individuos estudiados. La mayor distancia genética entre las poblaciones evaluadas fue entre la población silvestre POP1 y la domesticada POP5 (1.61). Las poblaciones con menor distancia genética fueron la población silvestre POP2 y la ruderal POP3 (0.59). Las poblaciones que presentaron la mayor identidad genética fueron la redural POP3 y la silvestre POP2 (0.55), en tanto que la menor identidad fue entre la silvestre POP1 y la domestica POP5 (0.19) (Tabla 3).

Los análisis de la identidad genética y la distancia mostraron los mejores valores entre la población silvestre POP1 y la domestica POP5. La POP1 corresponde a una población silvestre de *C. argyrosperma* var. *sororia* que esta creciendo en condiciones naturales silvestres y con presiones selectivas naturales y la POP5 una población domestica *C. argyrosperma* subp. *argyrosperma* creciendo dentro del cultivo y que son cosechadas, consumidas y comercializadas.

Tabla 3. Valores de distancia genética (diagonal abajo) y Identidad genética (diagonal arriba) (Nei et al., 1978) entre las poblaciones de calabazas de Jalisco – México

Pop ID	POP1	POP2	POP3	POP4	POP5	POP6	POP7	POP8
POP 1	****	0.4594	0.3499	0.4085	0.1997	0.2241	0.2143	0.3511
POP 2	0.7778	****	0.5516	0.5014	0.3449	0.2134	0.2233	0.4588
POP 3	1.0501	0.5950	****	0.4089	0.2990	0.3091	0.3355	0.4115
POP 4	0.8954	0.6904	0.8944	****	0.2811	0.2414	0.1676	0.4667
POP 5	1.6108	1.0645	1.2072	1.2692	****	0.4408	0.4420	0.4457
POP 6	1.4958	1.5445	1.1740	1.4212	0.8192	****	0.4291	0.3897
POP 7	1.5402	1.4992	1.0920	1.7860	0.8163	0.8461	****	0.4357
POP 8	1.0468	0.7791	0.8881	0.7621	0.8081	0.9423	0.8307	****

Los dos estimadores de la estructura genética (Fst y AMOVA) señalan que en el acervo estudiado el 30.1 % de la diversidad se encuentra entre poblaciones y el 69% dentro de las poblaciones indicando alta diferenciación genética entre poblaciones a pesar de un alto valor en flujo génico.

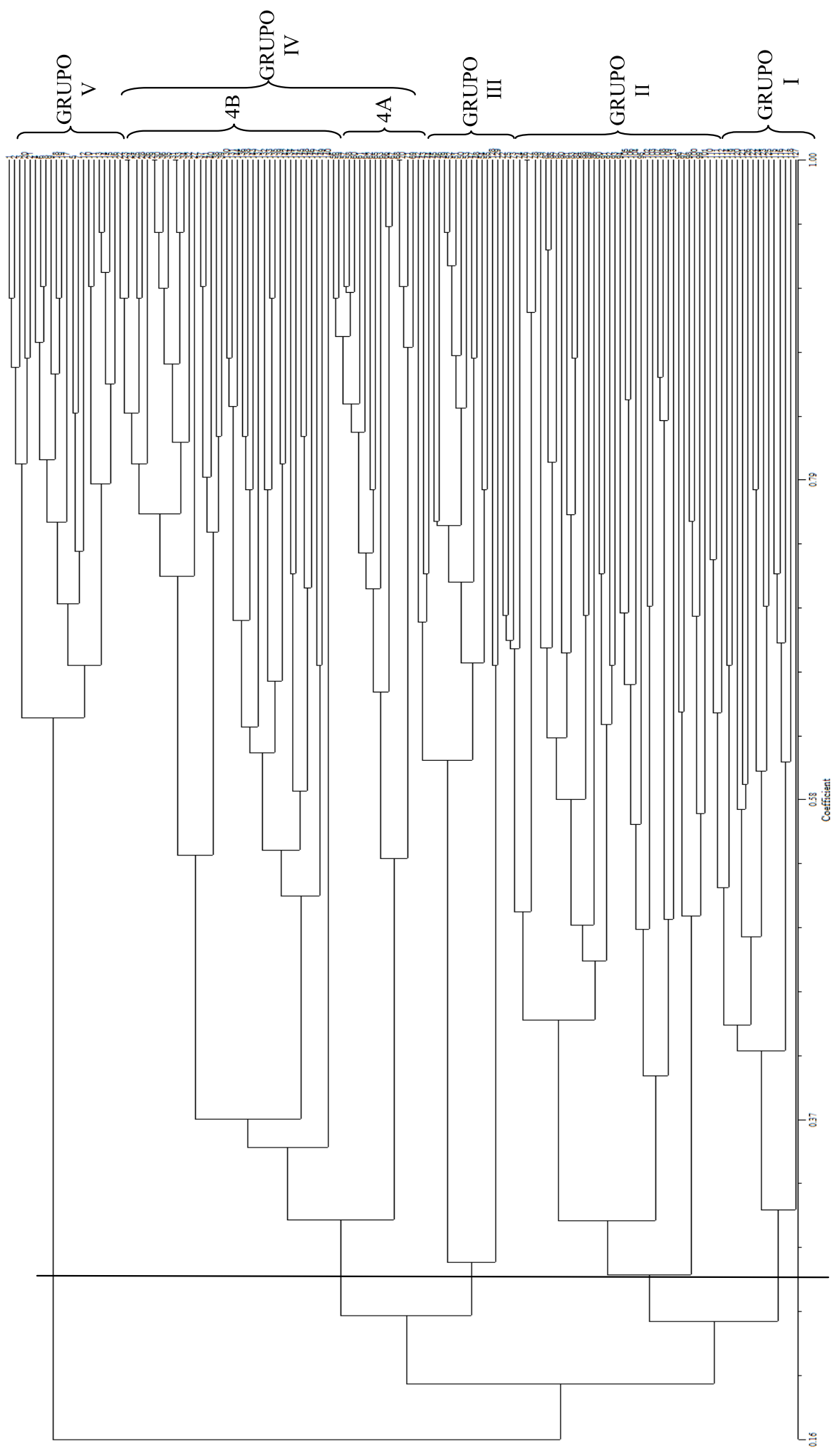
El AMOVA también indicó que a variación entre los individuos dentro de cada población represento 31.4. La mayor proporción de la variación fue dentro de las poblaciones (38,4%). Estos resultados pueden explicar el alto flujo de genes entre las poblaciones estudiadas (Tabla 4).

Tabla 4 – Distribución de la variabilidad genética entre las poblaciones, entre los individuos dentro de las poblaciones y dentro de los individuos en *Cucurbita argyrosperma* con base en la análisis da variancia (AMOVA) (Excoffier et al., 1992).

Fonte de variación	Graus de libertad	Soma de cuadrados	Componentes da variancia	Porcentaje de Variación (%)
Entre poblaciones	7	280.96	0.995 Va	30.18
Entre los individuos dentro de las poblaciones	140	467.74	1.037 Vb	31.4
Dentro de los individuos	148	187.5	1.266 Vc	38.39
Total	295	936.206	3.299	100

Nota: Nivel de probabilidade de 0%

Los resultados análisis de agrupamiento utilizando el análisis UPGMA con los valores de distancia genética resultaron consistentes con el análisis demográfico. Con este análisis fue posible identificar a los 5 grupos o acervos principales (Figura 2). Los 149 individuos de las 8 poblaciones de *C. argyrosperma* se evaluaron para la estratificación de la población.



0.27
Similitud

Figura 3. Dendrograma obtenido mediante análisis de agrupamiento UPGMA basado en la matriz de distancia genética obtenida por la Distancia de Dice a partir de la amplificación de los 8 cebadores SSR.

Flujo génico, asimetría y desplazamiento alélico

El flujo génico total en el acervo estudiado conformado por las 8 poblaciones resultó alto y significativo, $Nm=1.7$, así como también en cuanto al flujo génico entre el acervo silvestre y el doméstico $Nm= 1.9$ y entre el acervo doméstico y el acervo domestico que crece espontáneamente bajo cultivo: $Nm= 2.7$.

Los valores de probabilidad de ancestría Q se presentan en la Tabla 5. Encontramos asimetría en cuanto al flujo genético entre el acervo silvestre y el doméstico cultivado, siendo 15 veces mayor el flujo de genes domesticados hacia el silvestre que en sentido opuesto. Ello ha significado un desplazamiento alélico global del 15% del acervo silvestre por el doméstico, mientras que el desplazamiento alélico del acervo domestico por el silvestre significa del 1%. El flujo genético desde el acervo doméstico hacia esas poblaciones arvenses dentro del cultivo representa el 78.5%, mientras que el desplazamiento alélico en las ruderales y las arvenses en cultivo con barbecho largo representó el 23.5%.

Tabla 5. Valores de Q en K2, K3 y K5 para la las poblaciones de calabazas colectadas en Jalisco – México

Poplaciones	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
1	0.003	0.987	0.003	0.003	0.003
2	0.241	0.217	0.004	0.004	0.534
3	0.011	0.006	0.009	0.006	0.968
4	0.741	0.151	0.003	0.003	0.102
5	0.052	0.004	0.791	0.146	0.007
6	0.007	0.003	0.931	0.008	0.052
7	0.003	0.003	0.200	0.790	0.004
8	0.531	0.015	0.005	0.428	0.021

Valores de Q (Structure & CLUMPP).

5.4 Discusión

Encontramos en la muestra estudiada 87 alelos para *C. argyrosperma* de 29 reportados en el conjunto de especies del genero *Cucurbita*, (33.3%), en una área geográfica y un número relativamente pequeño de muestras. El número promedio de

alelos por locus fue 3.5, indicando que estos marcadores presentan una buena sensibilidad para el estudio de la genética poblacional en *C. argyrosperma*.

En comparación con nuestro estudio, Ferriol et al. (2004) en su trabajo encontró valores mas altos para el numero de alelos observados. Ellos analizaron una colección de 47 accesiones de otra especie de genero (*C. moschata*), elegidas para representar la variación morfológica de los frutos encontrados en España y las Islas Canarias con cebadores AFLP y SRAPs. Se encontraron para los SRAPs 148 alelos mientras que con los AFLPs se obtuvieron 156 alelos.

La población silvestre aislada a cultivos y la ruderal mostraron valores bajos de polimorfismo (75-87%) en relación a las arvenses que mostraron (100%), así como valores bajos de número de alelos observados (A) (2 a 2.5), esperados (Ae) (1.8-2), He (0.38-0.47) e I (0.54-0.74), en relación a las domesticas y arvenses dentro de cultivo (A) (3.4 a 4.4), Ne (2.2 a 3.5), He (0.50-0.65), I (0.85-1.19). Sin embargo, la heterocigosidad observada en ellas resulto ligeramente mayor en las silvestres (0.33-0.36) que en las domesticas-arvenses (0.23-0.34).

Estos resultados indican que la mayor diversidad genética en las poblaciones arvenses-domesticas se debe al flujo génico que ocurre entre ellas, a los polinizadores y la selección humana que se realiza en estas poblaciones y así se supone haber una mayor diferenciación en las poblaciones silvestres y en la disminución de la diversidad y fijación de alelos.

El número efectivo de alelos polimórficos fue de 2.4, ligeramente más alto que el reportado por Montes-Hernandez y Eguiarte, (2002) quienes estudiando poblaciones silvestres y domesticas de *C. argyrosperma* en sitios cercanos, encontraron un valor promedio de alelos efectivos por locus de 2.1. Sin embargo ellos utilizaron marcadores isoenzimaticos. La diferenciación en el número de alelos se puede dar por la sensibilidad del marcador y también por la selección que ocurre en el área de colecta o que puede llevar el aumento o la disminución del polimorfismo en la especie.

En el estudio realizado por Barzegar et al. (2013), con marcadores SSR el número de alelos por locus polimórficos reportados en 26 accesiones de *C. pepo* varió entre 4 y 10, con una media de 6.7 mientras que nosotros encontramos una media de 3.2 alelos. El tamaño de la muestra utilizada en nuestro estudio para las poblaciones de *C. argyrosperma* fueran mayores al reportado, pero el numero de alelos polimórficos fue menor. Esto puede deberse al fato de las poblaciones silvestres que están en el estudio presentaren menor tasas de polimorfismo en

relación a las arvenses-cultivadas. Lo mismo ocurre en comparación al estudio realizado por Stift et al. (2004), utilizando 22 pares de cebadores SSR en 48 genotipos el número de alelos por locus varió de 2 a 6 con un promedio de 4.4. París et al. (2002) por su parte, encontraron en 45 accesiones de *C. pepo* un total de 2 y 5 alelos. La diferencia entre el número de alelos en cada locus y el número efectivo de alelos muestra la existencia de alelos raros. Alelos raros son aquellos que tienen baja frecuencia y pueden ocurrir en uno o más genotipos. A partir de estos alelos raros se puede identificar los genotipos por medio de combinación de algunos loci genéticos (KOHAYEGHANY; BEHBAHANI, 2008).

Según Masi et al. (2009), se espera que en las poblaciones naturales los alelos en baja frecuencia estén en mayor cantidad y es posible que el número de alelos detectados aumentaría con tamaño de la muestra.

Las diferencias en las frecuencias alélicas entre las poblaciones son consecuencia de las acciones de las fuerzas evolutivas a lo largo del tiempo, y por eso funcionan como un archivo de la historia evolutiva de las poblaciones. La selección natural, al adaptar a cada una de las poblaciones a sus condiciones locales, generalmente va a aumentar la diferenciación, siempre y cuando las condiciones sean diferentes en cada localidad (HEDRICK, 2005; EGUIARTE, 2009).

Para nuestro estudio las diferencias entre las frecuencias alélicas en las poblaciones están relacionadas con la dinámica y los escenarios evolutivos las cuales se encuentran y también a las presiones de selección naturales, humanas y el flujo génico que ocurren entre las poblaciones. Otro factor importante a destacar es la migración de semillas y frutos.

Nuestras estimaciones de diversidad genética resultaron altas en comparación a el estudio de Hernández y Eguiarte (2002), quienes encontraron un valor promedio de $H_e = 0.40$ en 16 poblaciones de cuatro especies *Cucurbita* y ya Inan et al. (2012) un valor de $H_e = 0.3$, en 24 accesos de tres especies de *Cucurbita*. Sin embargo, Barzegar, et al. (2013) encontró un mayor valor en su estudio ($H_e = 0.76$).

El valor de H_e encontrado en nuestro estudio fue mayor que el encontrado en el estudio realizado por Montes-Hernández y Eguiarte (2002), donde fueron utilizados 12 loci isoenzimáticos para estudiar 11 poblaciones de plantas domesticadas y silvestres del grupo *argyrosperma*, cuatro de *C. moschata* y una de *C. pepo* como grupo externo, todas ellas del Estado de Jalisco. Esta diferencia puede deberse también a mayor sensibilidad del marcador molecular pues nosotros

utilizamos SSR que es mas sensible a los isoenzimáticos al detectar los niveles de polimorfismo.

Los valores promedio de F_{st} y AMOVA nos indicaron una alta estructura genética en el acervo estudiado ya que el 39% de la diversidad se encuentra entre poblaciones. Un valor mas alto fue encontrado por Montes-Hernandez y Eguiarte (2002), donde el valor de F_{st} para *C. argyrosperma* subsp. *sororia*, fue de 0.040, y para *C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* de 0.096. Los valores del AMOVA reportados mostraron una variación total de 90.3% dentro de las poblaciones. Estos valores de diferenciación resultan mayores al encontrado por Barzegar, et al. (2013) con SSRs, en su estudio de estructura poblacional de *C. pepo* quienes reportaron el 13%. La diferenciación genética dentro de las poblaciones puede ser explicada por la distancia genética de las especies silvestres para la domesticada, la selección de semillas realizada por los agricultores generación después de generación y también por la acción de la selección natural en ambientes diferentes.

Aunque la variación genética de muchas especies podría reducirse por las actividades humanas, algunas especies de cultivo han aumentado la variación genética debido a ciertas prácticas selectivas inherentes a su cultivo (ADIÓS, 1993; HERNÁNDEZ, 1993). La continua presencia de las poblaciones silvestres de *C. argyrosperma* subsp. *sororia* y la tradición de sembrar milpa (maíz) junto las semillas de *C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma* y *C. moschata* probablemente tanto contribuyen a los altos niveles de flujo de genes observados en las poblaciones.

Para la población rural, los granos del maíz se constituyeron en la principal fuente de carbohidratos, las semillas de los frijoles en la principal fuente de proteínas y las semillas de calabaza en la principal fuente de grasas, constituidas principalmente por los ácidos grasos oleico y linoleico. Se trataba de un sistema alimentario básicamente vegetariano. Pudo ser la complementariedad ecológica y nutricional del sistema milpa lo que determinó el surgimiento y el desarrollo de sociedades altamente complejas. Las tres especies aunque cultivadas en el mismo hábitat ocupan diferentes nichos ecológicos y junto con ellas otras especies particulares de cada subregión son integradas (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2012).

Estructura demográfica y probabilidad de ancestría

La estructura demográfica del acervo genético a partir de la mayor K esta conformado por el acervo silvestre y el domestico. Ello indica que la selección humana durante el consumo y el manejo agrícola son las presiones de selección más importantes para mantener ambos acervos diferenciados a pesar de los niveles altos de flujo genético.

Considerando $K=3$, la estructura demográfica sugiere que la diferenciación genética en los tres acervos, esta determinada por las presiones selectivas naturales en las áreas de disturbio humano fuera de las parcelas. Considerando $K=5$, la estructura demográfica sugiere que la especificidad del disturbio humano y las presiones selectivas durante el consumo son las mas importantes.

Agrupación y la estructura genética

El dendrograma también identifico cinco acervos distintos. El acervo I fue compuesto por individuos de la población 7 correspondiente a una población arvense: *C. argyrosperma* subsp. *sororia* que está creciendo en condiciones continuamente perturbadas bajo cultivo anual cosechadas y consumidas. El grupo II se compone de individuos de las poblaciones 5 y 6 que corresponden a poblaciones domesticadas (*C. argyrosperma* subsp. *argyrosperma*) creciendo dentro de parcelas cosechadas y consumidas. El grupo III se compone de la tercera población ruderal, en condiciones perturbadas, eventualmente cosechada y consumida. En este grupo había también algunos individuos de las poblaciones de 4, 7 y 8.

El grupo IV se dividió en dos subgrupos. El grupo 4A se compone de los individuos de la población arvense 4 que corresponde a una población de *C. argyrosperma* subsp. *sororia* cosechada y consumida y en el grupo 4B se agruparon individuos de las poblaciones ruderales 2 y arvense 8 y también algunos individuos en la población ruderal 3. En el grupo V se agruparon los individuos de la población silvestre 1 que es una población de *C. argyrosperma* var. *sororia* creciendo en condiciones naturales silvestres bajo presiones selectivas naturales.

La población 2 y la población 8 se agruparon en el grupo 4B, y se supone que comparten características de ambas debido posiblemente al flujo génico. La población 1 (silvestre) se quedo en el extremo superior del dendrograma donde se puede suponer que tiene algunas características más distintivas de las demás poblaciones, pues está sobre presión de selección natural donde no tiene ninguna influencia de los humanos.

Flujo genético, asimetría y desplazamiento alélico

Encontramos valor de $Nm=1.9$, (el valor $Nm=1$ que se considera suficiente para evitar endogamia y lograr diferenciación genética dentro de la población). Casi del doble para evita, sin embargo la selección particularmente en frutos y semillas en individuos colectados o cosechados es una fuerte barrera que ha permitido la diferenciación genética entre los acervos domésticos y silvestres, al tiempo que pudo ser el factor determinante en la domesticación de la especie.

Encontramos un valor aún mas alto de flujo ($Nm=2.7$), casi tres veces entre el acervo doméstico y el arvense creciendo bajo cultivo. Sin embargo, en este caso la diferenciación fenotípica resulto baja, indicando que la laxitud en selección humana sobre el fruto y la semilla está permitiendo que el genoma de estas poblaciones sea domesticado mientras que los fenotipos sean silvestres.

Encontramos asimetría en el flujo genético entre poblaciones silvestres y domésticas, siendo 15 veces más alto de las poblaciones domesticas cultivadas a las silvestres. Esta situación puede ser explicada en parte por la fuerte selección humana dirigida a evitar cultivar en la siguiente generación semillas de frutos amargosos, característica fácilmente distinguible y que se piensa proviene de los silvestres. Este resultado indica que la asimetría del flujo es cerca de tres veces mayores a la registrada en el frijol por Papa y Gepts (2003) y Martínez et al. (2007), lo cual pude explicase en parte por una mayor eficiencia en el entre-cruzamiento y en una selección mas estricta en *Cucurbita*.

Los altos valores de desplazamiento del genoma silvestre en las poblaciones arvenses creciendo en condiciones de cultivo, que representa el 78.5%, puede explicarse en parte por la migración tanto de polen como semillas provenientes de las plantas domésticas, ya que tradicionalmente la cosecha de semillas tanto domesticas como arvenses e híbridos domestico por arvense se lleva a cabo en la parcela y las semillas de todos los frutos quedan a final de la temporada de cultivo sobre el suelo, germinando eventualmente sus semillas, provocando retro-cruzas que crecen y son toleradas en la parcela.

El desplazamiento alélico en el genoma silvestre por el doméstico en poblaciones de creciendo en áreas perturbadas relativamente cercanas a los cultivos o alrededor de ellos resultó del 23.5%. Esto puede explicarse en parte a la alta

migración de polen fuera de los cultivo y a la capacidad adaptativa de los híbridos y retro cruza en las condiciones bajo perturbación humana.

A pesar de la dinámica del desplazamiento genético histórico del genoma silvestre por el doméstico, producto de la biología reproductiva de la especie, la simpatria de poblaciones domésticas y silvestres y la presencia de los polinizadores, el desplazamiento del genoma domestico por el silvestre apenas representa el 1%, lo cual indica la importancia de la presión selectiva humana, la cual está operando al mismo nivel como opera el aislamiento geográfico, ya que el genoma silvestre en la población aislada de los cultivos, su genoma se ha mantenido en 99% ($Q=0.987$) lo que significa que ha sido desplazado en solo el 1%.

Es importante precisar, que en la actualidad, las poblaciones silvestres aisladas de cultivo creciendo en condiciones de vegetación natural prácticamente han desapareciendo debido a la destrucción del hábitat, a la expansión de la agricultura, la ganadería y la floristería. Actualmente se localiza en lugares prácticamente inaccesibles, por lo cual su colecta es muy difícil. Las colectas actuales en bancos de germoplasma, prácticamente corresponden a poblaciones creciendo en condiciones de vegetación perturbada cuyas características fenotípicas corresponden a las poblaciones silvestres, como las poblaciones estudiadas (2 y 3), que son fenotípicamente silvestre pero presentan desplazamiento alélico por el domestico cercano a una cuarta parte, o a poblaciones arvenses creciendo dentro o alrededor de cultivos. En cuyos casos el desplazamiento alélico puede significar tres o cuarta parte del genoma silvestre. Es claro que la colecta y conservación de germoplasma debe estar asociada a estudios de ecología molecular que permita localizar germoplasma relevante tanto desde la perspectiva de la conservación del germoplasma silvestre como de materiales pre mejorados en los campos de los agricultores.

Las presiones selectivas en comunidades vegetales naturales pueden involucrar el disturbio natural por fuego, la competencia de la vegetación natural durante la sucesión vegetal, la depredación de la fauna silvestre etc. Las presiones humanas en comunidades cultivadas, pueden involucrar el disturbio de la vegetación por fuego, el disturbio del suelo, la eliminación y control de la competencia y la depredación, la fertilización, la cosecha, el almacenamiento, la selección de frutos, semillas para el consumo o la venta, etc. Los estudios etnobotánicos conducidos en el occidente de Mesoamerica, indican que tanto los frutos como semillas de poblaciones silvestres y domesticadas son recolectas, cosechadas y consumidas por

las poblaciones humanas locales. Así mismo indican que las semillas de las poblaciones domesticas además son comercializadas y representan un recurso económico importante para las familias de los productores, indicando que tanto las poblaciones silvestres como las domesticadas están sujetas a la presiones de selección a diferentes escalas por parte de los humanos (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2002; 2014).

El flujo de genes entre los cultivos y sus parientes silvestres es un proceso importante que tiene fuertes implicaciones tanto para la conservación de la diversidad genética y para el Fito mejoramiento. La introgresión de genes entre las poblaciones silvestres y domésticas se ha demostrado que es un fenómeno generalizado en la mayoría de las especies, tanto alógamas cuanto autógamas. Los efectos combinados de flujo de genes y selección en la estructura de la diversidad genética de las poblaciones silvestres y domesticas es un tema que se esta siendo muy discutido. Pero, a pesar del flujo de genes entre plantas domesticadas y sus parientes silvestres ser un proceso muy importante, el puede tener dos consecuencias potencialmente dañinas para las especies silvestres: la evolución del aumento da proliferación de malas hierbas y el aumento de la probabilidad de extinción de las especies silvestres. El estudio realizado por Montes-Hernandez y Eguiarte (2002), sugiere que los cultivos para el flujo de genes ocurre regularmente entre las poblaciones silvestres y cultivadas de calabazas en México. Es muy importante tener en cuenta que México es el centro de origen y de diversidad de *Cucurbita*, y por eso hay que ser extremadamente prudente en las pruebas de campo y el uso a gran escala de plantas transgénicas de calabazas en México.

El flujo genético entre poblaciones silvestres y domésticas fue documentado en poblaciones de frijol en áreas de simpatria y en sistemas agricolas tradicionales en el occidente de Mesoamerica (ZIZUMBO-VILLARREAL et al., 2005; PAYRÓ et al., 2006), en la Peninsula de Yucatán (MARTÍNEZ et al., 2007), y en el sur de Mesoamerica (PAPA et al., 2003).

Estos estudios indicaron que los frijoles a pesar de ser considerados alogamos, en el área donde se presentan los insectos polinizadores, la magnitud del flujo genético resutó significativo y cuatro veces mayor en el sentido de las poblaciones domesticadas a las silvestres. Así mismo indicaron que la magitud del flujo esta en función del distanciamiento de las parcelas de cultivo y las áreas naturales. Así mismo mostraron que el flujo y infiltración genética esta implicado en

una mayor diferenciación en las poblaciones silvestres y en la disminución de la diversidad y fijación de alelos (PAYRÓ et al., 2005; GEPTS, 2014).

La probabilidad de ancestría también revelaron valores muy altos de desplazamiento del acervo genético silvestre por el acervo domestico en poblaciones de calabaza creciendo en áreas perturbadas relevantemente cercanas a los cultivos alrededor de ellos. Dicho el desplazamiento cercano al 23%. Esto podría deberse a un alta migración de polen fuera del cultivo y a la capacidad adaptativa de los híbridos y retro cruzas con las poblaciones silvestres.

En cuanto al genoma de las poblaciones arvenses creciendo en condiciones de cultivo, el desplazamiento del acervo silvestre representa cerca del 80%. Eso puede explicarse tanto a la migración de polen como de semillas domesticas, ya que tradicionalmente la cosecha de semillas tanto domesticas como arvenses e híbridos domestico por silvestre se lleva a cabo en la parcela. Como también se lleva a cabo las semillas de todos los frutos que quedan al final de la temporada de cultivo sobre el suelo, germinando eventualmente y retro cruzándose creciendo posteriormente como plantas tolerantes en la parcela.

A pesar de esta dinámica, el desplazamiento histórico del genoma domestico por silvestre en las plantas domesticadas y cultivadas es muy bajo, cercano al 1%, lo que indica que la presión selectiva humana esta operando al mismo nivel como opera el aislamiento geográfico, ya que el genoma en la población silvestre aislada de los cultivos, ha sido desplazado por el acervo domestico cerca del 1%.

Debe resaltarse la importancia de las colecciones de germoplasma, bancos de ADN y bases de datos. El manejo que se le dé al germoplasma, en el sentido de preservar su viabilidad, de su protección sanitaria y la conservación de la calidad genética es de vital importancia para el desarrollo de proyectos de investigación de diversidad genética, evolución y mejoramiento.

Estos resultados son de suma relevancia para el diseño de las colectas de germoplasma y para la conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos de *Cucurbita argyrosperma*, pues entender la manera de como estas poblaciones están estructuradas y cual el grado del flujo génico y selección natural o humana están actuando sobre ellas, es fundamental para la mejor utilización distes recursos genéticos que presentan un grande valor para el mejoramiento y principalmente para la conservación de la especie. Como también, estos estudios son de suma importancia para el diseño de estrategias en bioseguridad, pues a través del grado de actuación de la selección humana o natural que las poblaciones están sufriendo

es posible planear estrategias para la bioseguridad tanto por hacer parte de la alimentación como también por la conservación de la especie.

Conclusiones

Las diferencias entre las frecuencias alélicas de poblaciones domesticadas, arvenses y silvestres de *Cucurbita argyrosperma* están relacionadas con la dinámica y escenarios evolutivos en que se encuentran, con las presiones de selección natural y humana, y el flujo de genes que ocurre entre ellos.

El flujo de genes entre poblaciones fue alto y significativo, siendo mayor en las poblaciones domesticadas en el cultivo que en las silvestres, como resultado de la selección humana contra frutos amargos.

5.5 Referências

BARZEGAR, R.; PEYVAST, G. H.; AHADI, A. M.; RABIEI, B.; EBADI, A. A.; BABAGOLZADEH, A. Population structure and genetic variability studies among Iranian *Cucurbita* (*Cucurbita pepo* L.) accessions, using genomic SSRs and implications for their breeding potential. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.50, p.187–198, 2013.

DICE, L. R. Measures of the amount of ecologic association between species. **Ecology**, n.26, p.297-302, 1945.

EARL DENT, A.; VON HOLDT, B. M. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. **Conservation Genetics Resources**, v.4, p.359-361, 2012.

ECHEVARRIA-MACHADO, I.; SÁNCHEZ-CACH, L. A.; HERNÁNDEZ-ZEPEDA, C.; RIVERA-MADRID, R.; MORENO-VALENZUELA, O. A simple and efficient method for isolation of DNA in high mucilagenous plant tissues. **Molecular Biotechnology**, v.31, p.129-135, 2005.

EGUIARTE, L. E. Nueva guía para principiantes a la genética de poblaciones. In: Morrone J.J.; Magaña, P. (editores). **Evolución Biológica**, Facultad de Ciencias, UNAM, D.F., México, p.83-102, 2009.

EVANNO, G.; REGNAUT, S.; GOUDET, J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. **Molecular Ecology**, v.14, p.2611-2620, 2005.

EXCOFFIER, L.; SMOUSE P, E.; QUATTRO, J. M. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Application to human mitochondrial DNA restriction data. **Genetics**, v.131, p.479-491, 1992.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3ed. Brasília: Embrapa-Cenargem, 1995, 220p.

FERRIOL, M.; PICO, B.; CORDOVA, P. F.; NUEZ, F. Molecular diversity of a germplasm collection of squash (*Cucurbita moschata*) determined by SRAP and AFLP markers. **Crop Sci.** v.44, p.653–664, 2004.

GEPTS, P. Tropical environments, biodiversity, and the origin of crops. In: Moore P, Ming, R. (eds) Genomics of tropical crop plants. **Springer**, New York, p.1–20, 2008.

GOUDET, J. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3). Updated from Goudet 2001. Available at <http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html>.

HARLAN, J. R. Agricultural origins: centers and non-centers. **Science**, v.174, p.468-474, 1971.

HEDRICK, P. W. Genetics of populations. Third edition. **Jones and Bartlett Publishers**, Sudbury, Massachusetts, 2005, 737 pg.

HUFFORD, M. B.; LUBINKSY, P.; PYHÁJÁRVI, T.; DEVENGENZO, M. T.; ELLSTRAND, N. C.; ROSS-IBARRA, J. The genomic signature of crop-wild introgression in maize. **Plos Genetics**, v.9, p.34-77, 2013.

JAKOBSSON, M.; ROSENBERG, N. A. CLUMPP: a cluster matching and permutation program for dealing with label switching and multimodality in analysis of population structure. **Bioinformatics**, v.23, p.1801-1806, 2007.

KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M.; RIBAS, L. A.; GANDARA, F. B.; CASTELLEN, M.; PERECIM, M. B.; VENCOVSKY, R. Genetic diversity in tropical tree species from different successional stages determined with genetic markers. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.64, p.93-107, 2001.

KIRKPATRICK K. J.; WILSON, H. D. Interspecific Gene Flow in *Cucurbita*: *C. texana* vs. *C. pepo*. **American Journal of Botany**, v.75, p.519-527, 1988.

KOHPAYEGHANY, J. A.; BEHBAHANI, M.; Genetic diversity of some population of Iranian melon using SSR markers. **Biotechnology**, v. 7, p.19–26, 2008.

LIRA, R. Estudios Taxonómicos y Ecogeográficos de las Cucurbitaceae Latinoamericanas de Importancia Económica: *Cucurbita*, *Sechium*, *Sicana* y *Cyclanthera*. **Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Gene Pools**. v.9, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy, 1995, 281p.

MASI, P.; LOGOZZO, G.; DONINI, P.; SPAGNOLETTI ZEULI, P. Analysis of genetic structure in widely distributed common bean landraces with different plant growth habits using SSR and AFLP markers. **Crop Science**, v.49, p.187–200, 2009.

MARTÍNEZ-SALVADOR, M.; BELTRÁN-MORALES, L.; VALDÉZ-CEPEDA, R.; ARIAS-RUBIO, H.; TROYO-DIEGEZ, E.; MURILLO-AMADOR, B.; GALINDO-JIMÉNEZ, J.; ORTEGA-RUBIO, A. Assessment of sustainability performance on the utilization of Agave (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) in Zacatecas, México. **Journal of Sustainable Development e World Ecology**, v.14, p.362–371, 2007.

MERRICK, L. C. Systematics and evolution of a domesticated squash, *Cucurbita argyrosperma*, and its wild and weedy relatives. In: BATES, D. M.; ROBINSON, R. W.; JEFFREY, C. (eds.). **Biology and utilization of the Cucurbitaceae**. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. P. 77-95, 1990.

MONTES HERNANDEZ, S.; EGUIAETE, L. E. Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three taxa of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) in western Mexico. **American Journal of Botany**, v.89, p.1156–1163, 2002.

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.70, p.3321- 3323, 1973.

NEI, M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. **Genetics**, v.89, p.583-590, 1978.

OLSEN, K. M.; CAICEDO, A. L.; JIA, Y. Evolutionary genomics of weedy rice in the USA. **Journal of Integrative Plant Biology**, v.49, p.811-816, 2007.

PARIS, H. S.; YONASH, N.; PORTNOY, V.; MOZES-DAUBE, N.; TZURI, G.; KATZIR, N. Assessment of genetic relationships in *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) using DNA markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v.106, p.971–978, 2002.

PAPA, R.; GEPTS, P. Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. **Theoretical and Applied Genetics**, v.106, p.239–250, 2003.

PAYRÓ DE LA CRUZ, E.; GEPTS, P.; COLUNGA-GARCIA MARÍN, P.; ZIZUMBO-VILLARREAL, D. Spatial distribution of genetic diversity in wild populations of *Phaseolus vulgaris* L. from Guanajuato and Michoacán, México. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.52, p.589-599, 2005.

PIÑEYRO-NELSON, A.; VAN HEERWAARDEN, J.; PERALES, H. R.; SERRATOS-HERNÁNDEZ, J. A.; RANGEL, A.; HUFFORD, M. B.; GEPTS, P.; GARAY-ARROYO, A.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.; ÁLVAREZ-BUYLLA, E. R. Transgenes in Mexican maize: molecular evidence and methodological considerations for GMO detection in landrace populations. **Molecular Ecology**, v.18, p.750-761, 2009.

PRITCHARD, J. K.; STEPHENS, M.; DONNELLY, P. Inference of population structure using multilocus genotype data. **Genetics**, v.155, p.945-959, 2000.

ROSENBERG, N. A. DISTRUCT: a program for the graphical display of population structure. **Molecular Ecology Notes**, v.4, p.137-138, 2004.

ROHLF, F.J. NTSYS-pc. **Numerical taxonomy and multivariate analysis system**. Version 2.1. New York: Exeter, Software, 2000.

SANJUR, O. I.; PIPERNO, D. R.; ANDRES, T. C.; WESSEL-BEAVER, L. Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. **Proceeding of the National Academy Sciences**, v.99, p.535-540, 2002.

SLATKIN, M. Gene flow and the geographic structure of natural populations. **Science**, v.236, p.787–792, 1987.

STIFT, G.; ZRAIDI, A.; LELLEY, T. Development and characterization of microsatellite markers (SSR) in *Cucurbita* species. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v.27, p.61–65, 2004.

WHITAKER, T. W.; BEMIS, W. P. Origen and evolution of the cultivated *Cucurbita*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.102, n. 6, 1975.

WILSON, H. D. Gene flow in squash species. Domesticated *Cucurbita* species may not represent closed genetic systems. **BioScience**, v.40, p.449-455, 1990.

WILSON, H. D.; LIRA, R.; RODRIGUEZ, I. Crop-weed gene flow: *Cucurbita argyrosperma* Huber and *C. fraterna* L.H. Bailey (Cucurbitaceae). **Economic Botany** v.48, p.293–300, 1994.

WRIGHT, S. The genetical structure of populations. **Annals of Eugenics**, v.15, p.323-354, 1951.

WRIGHT, S. **Evolution and genetics of populations - Variability within and among natural populations**. Chicago: The University of Chicago Press, 1978, 590p.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; COLUNGA GARCÍA-MARÍN, P. Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.57, p.813-825, 2010.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; COLUNGA-GARCÍA MARÍN, P.; PAYRÓ DE LA CRUZ, E.; DELGADO-VALERIO, P.; GEPTS, P. Population structure and evolutionary dynamics of wild-weedy-domesticated complexes of common bean in a Mesoamerican region. **Crop Science**, v.35, p.1073-1083, 2005.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; COLUNGA-GARCÍA-MARÍN, P.; FERNÁNDEZ-BARRERA, M.; TORRES, N.; OROPEZA, C. Mortality of Mexican germplasm due to lethal yellowing. **Plant Genetic Resources Newsletter**, v.156, p.22-32, 2008.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; COLUNGA GARCÍA-MARÍN, P. Early coconut distillation and the origins of mezcal and tequila spirits in westcentral Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.55, p. 493-510, 2009.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; FLORES-SILVA, A.; COLUNGA-GARCÍA-MARÍN, P. The Archaic diet in Mesoamerica: Incentive for milpa development and species domestication. **Economic Botany**, v.66, p. 328–343, 2012.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; FLORES-SILVA, A.; COLUNGA-GARCÍA-MARÍN, P. The food system during the Formative Period in West Mesoamerica. **Economic Botany**, v.68, p. 67–84, 2014.

6. Considerações finais

O conjunto dos capítulos dessa tese traz informações científicas para a conservação, caracterização e usos de várias espécies domesticadas de *Cucurbita*.

Os resultados do primeiro capítulo enfatizaram o uso das abóboras na alimentação e como elas estão associadas a práticas culturais e à diversidade biológica no México. Através do uso das abóboras em uma prática culinária realizada em um povoado próximo a Mérida na Península de Yucatán, foi possível verificar muitos saberes e sabores locais que mostram como a alimentação, cultura e suas práticas estão engajadas a múltiplas dimensões da vida material, simbólica e também à identidade cultural que representa a vida cotidiana de um povo.

O segundo capítulo apresentou resultados da variabilidade genética para caracteres quantitativos e qualitativos nos acessos de *Cucurbita maxima* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. A partir das análises foi possível evidenciar que peso, formato, cor do fruto, espessura da casca e número de semente por fruto foram caracteres relevantes para destacar e distinguir acessos promissores para o melhoramento genético com potencial para uso como fontes de genes visando o desenvolvimento de cultivares com maior produtividade e direcionadas a determinados segmentos de mercado.

O terceiro capítulo apresentou resultados da variabilidade genética para compostos bioativos, atividade antioxidante e minerais na polpa dos frutos maduros de *Cucurbita moschata* do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado. Foi possível identificar acessos que apresentaram elevados teores de compostos bioativos e minerais sendo possível destacar os mais promissores que podem trazer benefícios à saúde do consumidor, já que a preocupação da população em relação à qualidade da alimentação e das propriedades dos alimentos vem aumentando significativamente. Os acessos que foram destacados como promissores podem ser testados em trabalhos futuros para verificar se a presença desses compostos tem correlação também com outras características de interesse, como tolerância a estresses bióticos e abióticos ou elevada durabilidade pós-colheita.

O quarto capítulo apresentou resultados sobre a dinâmica evolutiva e o fluxo gênico em populações de *C. argyrosperma* cultivadas em seu centro de origem e domesticação. Foi possível identificar os cenários evolutivos e a pressão de seleção que está atuando sobre estas populações. Também foi importante para entender

como estas populações estão estruturadas, e fundamental para nortear a melhor utilização destes recursos genéticos.

7 Referências da Introdução Geral

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; BORGES, R. M. E.; BELÉM, S. F.; PASSOS, M. C. L. M. S.; TRINDADE, D. C. G.; RIBEIRO, T. P. Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenoides em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.541-547, 2009.

ASSIS, J. G. A.; RAMOS NETO, D. C.; DRUZIAN, J. I.; SOUZA, C. O.; ARAGÃO, A. C.; QUEIROZ, M. A. Identificação de acessos de abóbora (*Cucurbita moschata*) com altos teores de carotenoides. Anais do 47º Congresso Brasileiro de Olericultura, Porto Seguro: Horticultura Brasileira, v. 25, n.1, 2007.

AQUINO, R. S. L. **História das sociedades americanas**. Rio de Janeiro: Record, p. 54-67, 2010.

ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (2009). Disponível em: [http://www.abcsem.com.br/docs/direitos reservados.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/direitos%20reservados.pdf)
Acesso em: 14/02/2012.

BALDIN, E. L. L.; CAETANO, A. C.; LARA, F. M. Atração e desenvolvimento de *Leptoglossus gonagra* (Fabr.) (Hemiptera: Coreidae) em cultivares de abóbora e moranga. **Scientia Agricola**, v.59, p. 191-196, 2002.

BARBIERI, R. L. A diversidade de abóboras no Brasil e sua relação histórica com a cultura. Alimentação e cultura, **Slow Food**, 2012. Disponível em: <http://www.slowfoodbrasil.com/textos/alimentacao-e-cultura/501-aboboras-e-cultur>. Acesso em: 26 de fev. de 2014.

BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M.; FONSECA, M. E. N.; LANA, M. M.; REIS, A.; MENDONÇA, J. L.; LOPES, J. F.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. "Brasileirinha": cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata*) de frutos bicolors com valor ornamental e aptidão para consumo verde. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.103-106, 2007.

BLANK, A. F.; SILVA, T. B.; MATOS, M. L.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SILVA-MANN, R. Parâmetros genotípicos, fenotípicos e ambientais para caracteres morfológicos e agrônômicos em abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.31, p. 106-111, 2013.

CARVALHO, P. G. B.; PEIXOTO, A. A. P.; FERREIRA, M. A. J. F. **Caracterização de abóboras quanto aos teores de carotenóides totais, alfa- e beta-caroteno**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2011. 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 78).

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Registro e proteção de cultivares pelo setor público: a experiência do programa de

melhoramento de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p.135-138, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization. (2011). Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE>.

Acesso em: 15/12/14.

FAO. Agricultural production, primary crops. 2012. Disponível em: <http://www.fao.org>
Acesso em: 16 jun. 2014.

FERREIRA, M. A. J. F. Abóboras e morangas: das Américas para o mundo. In: Barbieri, R.B.; STUMPF, E.R.T. (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, 909 p.

FERREIRA, M. A. J.; MELO, A. M. T.; CARMO, C. A. S.; SILVA, D. J. H.; LOPES, J. F.; QUEIROZ, M. A.; MOURA, M. C. C. L.; DIAS, R. C. S.; BARBIERI, R. L.; BARROZO, L. V.; GONÇALVES, E. M.; NEGRINI, A. C. A. Mapeamento da distribuição geográfica e conservação dos parentes silvestres e variedades crioulas de Cucurbita. In: **Parentes Silvestres das espécies de plantas cultivadas**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, 2006, 44p.

FISCHER, S. Z.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGER, J. E. **Cultivo e uso de abóboras ornamentais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2012. 40p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 353).

GWANAMA, C. LABUSCHAGNE, M. T.; BOTHA, A. M. Analysis of genetic variation in *Cucurbita moschata* by random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. **Euphytica**, v. 113 p. 9-24, 2000.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para identificação das espécies de abóboras (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2007. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 197).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006). Banco de dados agregados: Agricultura. Rio de Janeiro, Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl1.asp?c=822&n=0&u=0&z=t&o=11&i=P>
. Acesso em 03/11/14.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - (2008/2009). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_aquisicao/tabelas_pdf/tab24.pdf. Acesso em: 12/02/2014.

LIRA-SAADE, R. L. **Estudios taxonômicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latino americanas de importância económica**. Rome: IPGRI, 1995, 281p.

MORETTI, C. L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.21, 2003.

NEITZKE, R. **Recursos genéticos de pimentas do gênero *Capsicum* – explorando a multiplicidade de usos**. 2012. 115f (Tese doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

PRIORI, D. **Caracterização molecular de recursos genéticos de *Cucurbita argyrosperma*, *Cucurbita ficifolia* e *Cucurbita pepo***. 2011. 78f. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento genético) Universidade Federal de Pelotas, 2011.

QUEIRÓZ, M. A. Germoplasma de Cucurbitáceas no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 5946–5954, 2011.

QUEIRÓZ, M. A. Potencial do germoplasma de Cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.11, p. 7 – 9,1993.

RAMOS, S. R. R; QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos de abóbora no Nordeste brasileiro. 99-116 In: LIMA, M. C. **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura 2005, 190 p.

RAMOS, S. R. R. **Avaliação da variabilidade morfoagronômica de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) do Nordeste Brasileiro**. 1996, 71f. Dissertação de Mestrado Viçosa: UFV, 1996.

RESENDE, G. M.; BORGES, R. M. E.; GONÇALVES, N. P. S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v.31, p. 504-508, 2013.

RODRIGUES, R.; BENTO, C. S.; SILVA, M. G. M.; SUDRÉ, C. P. Atividades de caracterização e avaliação em bancos de germoplasma. In: PEREIRA, T. N. S. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa: Arca, p. 115-140, 2010.

SANTOS, J. O. **Adaptabilidade e estabilidade de pré-cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata* D.) nas condições do Norte e do Noroeste Fluminense**. 2013. 128f (Tese de doutorado) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2013.

TEPPNER, H. Notes on *Lagenaria* and *Cucurbita* (Cucurbitaceae). **Phyton**, v.44, p.245- 308, 2004.