

## MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CARACTERIZAÇÃO DE ACESSO DE *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. - CUCURBITACEAE

*Gustavo Brazão Buzaglo, Sara Seixas Dutra, Daniel Felipe de Oliveira Gentil\**

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Campus Universitário, Setor Sul, Av. Rodrigo O. J. Ramos, n. 6.200, Coroado, 69077-000, Manaus-AM, Brasil. gustavobuzaglo@gmail.com, seixassara311@gmail.com, dfgentil@ufam.edu.br.

\*Autor para correspondência: dfgentil@ufam.edu.br.

*Lagenaria siceraria* apresenta inúmeras variedades locais, que se distinguem entre si pelo formato e tamanho dos frutos, como o maxixe-de-metro cultivado por agricultores familiares no Amazonas, Brasil. O objetivo foi avaliar a maturação fisiológica de sementes e caracterizar morfológica, fenológica e agronomicamente o maxixe-de-metro. Na maturação, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos conforme a idade de colheita dos frutos: 10 dias após a antese (DAA); 15 DAA; 25 DAA; 60 DAA; 100 DAA; e 170 dias (frutos colhidos aos 100 DAA e com armazenamento pós-colheita de 70 dias), com quatro repetições. Na caracterização, foram analisados 22 descritores para plantas, folhas, flores, frutos e sementes. A maturação fisiológica das sementes ocorre aos 100 DAA, quando os frutos apresentam coloração externa amarelo-esbranquiçada e as plantas estão iniciando a senescência. A colheita neste ponto e a manutenção das sementes dentro dos frutos por 70 dias conservam a qualidade fisiológica das sementes. As plantas possuem hábito de crescimento indeterminado e são monóicas. A colheita horticultural dos frutos ocorre aos 10 DAA, iniciando aos 62 dias da sementeira e perdurando por 84 dias, com produção média de 10,5 frutos planta<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** cabaça, hortaliça tradicional, variedades locais

**Physiological maturation of seeds and characterization of access of *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. - Cucurbitaceae.** *Lagenaria siceraria* presents numerous local varieties, which are distinguished by the shape and size of the fruits, such as the maxixe-de-metro grown by family farmers in Amazonas, Brazil. The objective was to evaluate the physiological maturation of seeds and characterize morphologically, phenologically and agronomically the maxixe-de-metro. At maturation, the experimental design was completely randomized, with six treatments according to the fruit harvest season: 10 days after anthesis (AAD); 15 AAD; 25 AAD; 60 AAD; 100 AAD; and 170 days (fruits harvested at 100 AAD and with post-harvest storage of 70 days), with four repetitions. In the characterization, 22 descriptors were analyzed for plants, leaves, flowers, fruits and seeds. The physiological maturation of the seeds occurs at 100 AAD, when the fruits have a yellow-whitish coloration and the plants are initiating senescence. Harvesting at this point and maintaining the seeds inside the fruits for 70 days preserves the physiological quality of the seeds. Plants have a habit of indeterminate growth and are monoic. The horticultural harvest of fruits occurs at 10 DAA, starting at 62 days of sowing and extending for 84 days, with average production of 10.5 fruits plant<sup>-1</sup>.

**Key words:** bottle gourd, traditional vegetables, local varieties

## Introdução

*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. - Cucurbitaceae foi uma das primeiras plantas a ser domesticada (Decker-Walters et al., 2004), possivelmente com ocorrência de múltiplas domesticações (Erickson et al., 2005). Acredita-se que o seu centro de origem esteja na África (Burtenshaw, 2003; Erickson et al., 2005; Stephens, 2012), onde uma população selvagem foi registrada (Decker-Walters et al., 2004) e as outras cinco espécies pertencentes ao mesmo gênero são nativas - *L. sphaerica*, *L. brevifolia*, *L. abyssinica*, *L. guineenses* e *L. rufa* (Burtenshaw, 2003).

A espécie foi única com distribuição global durante os tempos pré-colombianos (Stephens, 2012; Kistler et al., 2014). Todavia, transportada pelas correntes oceânicas (Kistler et al., 2014) ou por humanos, os mecanismos de dispersão e as rotas de migração ainda permanecem incertos (Erickson et al., 2005).

Os frutos da espécie são usados principalmente quando secos para diversas finalidades, como recipientes, instrumentos musicais, flutuadores de redes de pesca, artesanato e outros (Burtenshaw, 2003; Mladenoviæ et al., 2012; Stephens, 2012). Os frutos imaturos são utilizados na alimentação humana em várias partes do mundo (Burtenshaw, 2003), inclusive no Brasil, sendo consumidos recheados e assados, empanados, refogados ou ensopados (Kinupp e Lorenzi, 2014). Podem também ser empregados na alimentação animal (Bisognin e Marchezan, 1988).

Inúmeras variedades locais da espécie são reconhecidas (Stephens, 2012), que se distinguem entre si pelo formato e tamanho dos frutos (Bisognin et al., 1997; Mladenoviæ et al., 2012; Stephens, 2012) e possuem nomes vernaculares geralmente relacionados a essas diferenças (Burtenshaw, 2003). No Brasil, por exemplo, são cultivadas: caxi ou cachi (formato elíptico); porongo-chuchu ou chuchu-porongo (formato piriforme); porongo, conhecida também por porunga, cabaça ou calabaca (formato arredondado com pescoço); e maxixe-de-metro, denominada ainda maxixão, pepino-de-metro ou abóbora-d'água (formato alongado). No Amazonas, a variedade maxixe-de-metro é plantada por agricultores familiares e seus frutos comercializados como hortaliça, em algumas épocas em feiras de municípios, como Manaus, Iranduba, Parintins e Barreirinha.

O estudo do processo de maturação é essencial na determinação da maturidade fisiológica e do momento ideal para a colheita de sementes, visando à obtenção de elevada qualidade (Dias e Nascimento, 2009). Quanto maior o tempo decorrido até a colheita, as sementes estarão mais sujeitas às adversidades climáticas e ao ataque de pragas e patógenos (Costa, Carmona e Nascimento, 2006).

Em muitas espécies de frutos carnosos, como algumas cucurbitáceas, a maturação de sementes continua após a colheita dos frutos, permitindo que as sementes atinjam a máxima qualidade fisiológica ao serem submetidas ao armazenamento pós-colheita dos frutos, cujo período de tempo varia entre as diferentes espécies (Costa, Carmona e Nascimento, 2006). As plantas de *L. siceraria* possuem crescimento indeterminado, o que acarreta uma grande desuniformidade nos estádios de maturidade dos frutos, podendo se refletir no tamanho dos mesmos e na qualidade fisiológica das sementes (Bisognin et al., 1997). Na variedade porongo, Bisognin et al. (1999) constataram que a colheita deve ser realizada por ocasião da senescência das plantas e a manutenção das sementes dentro dos frutos maduros, armazenados à sombra por 56 dias, aumentou a germinação e o vigor. Assim, é fundamental a determinação do ponto ideal de colheita dos frutos, combinada ao armazenamento pós-colheita, antes da extração das sementes (Figueiredo Neto et al., 2012).

A caracterização é um estudo que, por meio da utilização de uma lista descritiva, trata de prover maiores informações sobre um germoplasma conservado, dispondo-o de uma forma mais efetiva para a utilização (Ramos et al., 1999). Os descritores são características (morfológicas, bioquímicas e moleculares) que podem ser medidas ou classificadas, permitindo a diferenciação de um indivíduo ou de uma população (Salomão, 2010). As cucurbitáceas possuem listas estabelecidas para espécies do gênero *Cucurbita* e, em especial, para *Cucumis sativus* e *C. melo* (Esquinas-Alcazar e Gulick, 1983). Melo e Azevedo Filho (2003), a partir destas listas, adaptaram 16 descritores para plantas, folhas, flores, frutos e sementes de *L. siceraria*.

*L. siceraria* apresenta grande variabilidade genética, tanto intrapopulacional quanto interpopulacional, o que não descarta a erosão genética que está ocorrendo de forma acentuada (Esquinas-

Alcazar e Gulick, 1983). No Brasil, as cucurbitáceas apresentam populações com grande variabilidade, necessitando ser identificadas, caracterizadas e conservadas.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a maturação fisiológica de sementes e caracterizar morfológica, fenológica e agronomicamente um acesso de maxixe-de-metro (*L. siceraria*), em Manaus, Amazonas, Brasil.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em campo na Fazenda Experimental (02° 37' 17,1" S e 60° 03' 29,1" O) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no período de outubro de 2015 a julho de 2016, em Manaus/AM. O clima da região é do tipo Afi (tropical chuvoso), conforme classificação de Köppen. O solo é ácido (pH 4,33) e da classe Latossolo Amarelo. Foi utilizado o acesso de maxixe-de-metro (*L. siceraria*) proveniente de comunidade da região do Mocambo, localizada no município de Parintins/AM, sendo conservado através de sementes no Setor de Hortaliças e Plantas Ornamentais/UFAM, em Manaus/AM.

Na correção da acidez do solo foram empregados 200 g de calcário dolomítico m<sup>-2</sup>, em 30 dias antes do transplante. Na adubação de plantio foram aplicados 1 litro de cama de aviário, 1 litro de composto orgânico e 300 g de NPK 4-14-8 por cova, aos 15 dias antes do transplante. Na adubação de cobertura, baseada na recomendação de Bisognin et al. (1999), foram utilizados 7,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, divididos em três aplicações: a primeira realizada 15 dias após o transplante, sendo fornecido todo o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1/3 da quantidade de N e de K<sub>2</sub>O; e as duas seguintes no intervalo de 30 dias, cada uma com 1/3 da quantidade de N e de K<sub>2</sub>O.

As mudas foram formadas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, contendo substrato comercial Vivato Slim®, com adição de uma semente por célula. Aos 15 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para o local definitivo, sendo cultivadas 20 plantas, conduzidas em sistema de tutoramento em espaldeira, com cinco fileiras de arame, em espaçamento de 5 m entre plantas e 2 m entre linhas. Os demais tratamentos culturais realizados foram desbaste, capina e irrigação.

### - Maturação fisiológica de sementes

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos conforme a idade de colheita dos frutos: 10 dias após a antese (DAA); 15 DAA; 25 DAA; 60 DAA; 100 DAA; e 170 dias (frutos colhidos 100 DAA e com armazenamento pós-colheita de 70 dias), com quatro repetições. O armazenamento pós-colheita foi realizado em galpão coberto, seco e arejado.

Durante o ciclo de cultivo, flores femininas foram marcadas com fio de lã no dia da antese, diferindo a cor para cada tratamento. Nas idades pré-estabelecidas, foram colhidos cerca de 15 frutos por tratamento. Após a colheita ou armazenamento pós-colheita, as sementes foram extraídas manualmente através de corte longitudinal dos frutos, imersas em água por 24 horas (Bisognin et al., 1997), lavadas em água corrente, imersas em solução 0,5% de hipoclorito de sódio, por 15 minutos, lavadas novamente em água corrente e colocadas para secar sobre papel toalha.

A qualidade das sementes foi avaliada através dos seguintes testes e/ou determinações:

a) Grau de umidade das sementes: realizado em quatro repetições de 5 g de sementes por tratamento, pelo método estufa a 105 ± 3°C, durante 24 horas e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

b) Massa seca das sementes: determinada em quatro repetições de 10 sementes por tratamento, pelo método de secagem em estufa a 105 ± 3°C, durante 24 horas, sendo os resultados expressos em g 100 sementes<sup>-1</sup>.

c) Germinação das sementes: avaliada em quatro repetições de 50 sementes por tratamento, que foram semeadas sobre duas folhas de papel germitest e cobertas por outra, previamente umedecidas na proporção de 2,5 vezes de água (mL) por peso (g) do substrato não hidratado. Em seguida, as folhas foram enroladas e os rolos formados (quatro rolos por tratamento) cobertos por saco plástico. Os rolos foram colocados em germinador com temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação da germinação foi realizada em duas contagens, sendo a primeira aos quatro e a última aos oito dias após a semeadura, considerando a formação de plântula normal. Os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

d) Emergência das plântulas: avaliado em quatro repetições de 50 sementes por tratamento, que foram semeadas em substrato comercial Vivato Slim®, a 1,0

cm de profundidade, em bandejas plásticas mantidas em viveiro a temperatura ambiente. As contagens foram realizadas a cada quatro dias, até os 14 dias após a semeadura, considerando as plântulas emersas que apresentavam as folhas cotiledonares abertas. Os dados foram expressos em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As porcentagens de germinação das sementes e de emergência das plântulas foram transformadas em  $(x + 0,5)^{0,5}$ , sendo apresentadas as médias dos valores originais nos resultados. As análises foram feitas no programa Sisvar versão 5.6 (Build 86) (Ferreira, 2014).

#### - Caracterização morfológica, fenológica e agrônômica

As características avaliadas foram: hábito de crescimento; presença de gavinhas; formato e pilosidade das folhas; cor das pétalas; expressão sexual; formato, cor, massa, comprimento, largura basal, largura apical, textura da casca e espessura da casca dos frutos aos 10 dias após a antese (DAA), 15 DAA, 25 DAA, 60 DAA, 100 DAA e 170 dias (frutos colhidos aos 100 DAA e com armazenamento pós-colheita de 70 dias); cor e presença de amargor na polpa dos frutos aos 10, 15 e 25 DAA; número de frutos por planta; cor e formato das sementes; tempo para florescimento; tempo para o início da colheita; e tempo para a senescência das plantas (Esquinas-Alcazar e Gulick, 1983; Melo e Azevedo Filho, 2003). Na caracterização dos frutos foram avaliados cerca de 15 frutos por idade na colheita.

Os caracteres qualitativos foram descritos, enquanto os quantitativos foram submetidos à análise estatística descritiva, para obtenção de médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos.

## Resultados e Discussão

### - Maturação fisiológica de sementes

No estudo de maturação de sementes, normalmente, são observadas características físicas e fisiológicas. Em maxixe-de-metro foram consideradas: grau de umidade, massa seca e germinação das sementes, e emergência das plântulas (Tabela 1).

As sementes de maxixe-de-metro apresentaram grau de umidade elevado aos 10 e 15 dias após a antese (DAA). Na sequência, o grau de umidade mostrou redução aos 25 DAA e pequena oscilação aos 60 DAA, voltando a decrescer mais acentuadamente aos 100 DAA e aos 170 dias. Ao final do período observado, o grau de umidade foi 22,1%. Geralmente, logo após a formação, sementes têm elevado grau de umidade, oscilando entre 70 e 80% (Carvalho e Nakagawa, 2000), decrescendo progressivamente, à medida que se desenvolvem, até entrar em equilíbrio com o ambiente, entre 14 e 20% (Popinigis, 1977).

O acúmulo de massa seca nas sementes de maxixe-de-metro aumentou com a idade dos frutos e atingiu valor máximo (17,755 g 100 sementes<sup>-1</sup>), aos 100 DAA, quando os frutos apresentavam coloração externa amarelo-esbranquiçada (Figura 3) e as plantas estavam iniciando a senescência. Na formação de sementes, o acúmulo de massa seca ocorre lentamente no início, seguido por fase de acúmulo rápido e constante,

Tabela 1. Valores médios de grau de umidade, massa seca e germinação das sementes, e emergência das plântulas de maxixe-de-metro (*L. siceraria*), provenientes de frutos em diferentes estádios de maturação

| Idade do fruto        | Grau de umidade das sementes (%) <sup>*</sup> | Massa seca das sementes (g 100 sementes <sup>-1</sup> ) <sup>*</sup> | Germinação das sementes (%) <sup>*</sup> | Emergência das plântulas (%) <sup>*</sup> |
|-----------------------|---|--|--|---|
| 10 DAA <sup>1</sup>   | 87,3 a  | 0,975 e  | 0,0 c                                    | 0,0 c                                     |
| 15 DAA                | 84,5 a  | 2,521 d  | 0,0 c                                    | 0,0 c                                     |
| 25 DAA                | 62,5 b  | 11,043 c   | 0,0 c                                    | 0,0 c                                     |
| 60 DAA                | 63,5 b  | 11,334 c   | 23,0 b                                   | 29,5 b                                    |
| 100 DAA               | 47,2 c  | 17,755 a   | 82,0 a                                   | 66,5 a                                    |
| 170 dias <sup>2</sup> | 22,1 d  | 16,450 b   | 95,5 a                                   | 70,0 a                                    |
| CV (%)                | 2,66  | 2,75   | 10,04                                    | 11,14                                     |

<sup>1</sup>DAA: dias após a antese. <sup>2</sup>Frutos colhidos aos 100 DAA e com armazenamento pós-colheita de 70 dias.

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

até atingir um máximo, podendo sofrer pequeno decréscimo no final, como resultado da respiração das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000). Em acessos de *L. siceraria* da variedade porongo, Bisognin et al. (1999) recomendaram a colheita de frutos por ocasião da senescência das plantas.

Segundo Dias e Nascimento (2009), durante a fase de intenso acúmulo de massa seca, o grau de umidade de sementes permanece elevado. No ponto de máximo conteúdo de massa seca, o grau de umidade ainda é alto (entre 30% e 50%), mas decresce rapidamente até um ponto em que começa a oscilar em função da umidade relativa do ar, indicando que a planta não exerce mais influência sobre a umidade das sementes.

As sementes de maxixe-de-metro começaram a adquirir poder germinativo aos 60 dias após a antese, aumentando a proporção dessas sementes aos 100 DAA e 170 dias, quando atingiram valores máximos de germinação. Conforme Popinigis (1977), o período que vai da fertilização até a aquisição do poder germinativo varia com as espécies.

O vigor das sementes de maxixe-de-metro, avaliado por meio da emergência das plântulas, atingiu o máximo aos 100 DAA, embora tenha se mantido estável até 170 dias. Comumente, de acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), sementes atingiriam máximo vigor coincidindo com máximo conteúdo de massa seca, podendo haver defasagens em função da espécie e das condições ambientais; a partir desse ponto, à semelhança da germinação, tenderia a se manter no mesmo nível ou decresceria.

Em muitas espécies, o acúmulo máximo de massa seca é apontado como indicativo mais seguro de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica, quando geralmente a qualidade fisiológica (germinação e vigor) é máxima e a deterioração é mínima (Dias e Nascimento, 2009). Em maxixe-de-metro, o ponto de maturidade fisiológica das sementes foi atingido aos 100 DAA, quando apresentavam maior conteúdo de massa seca e máximos poder germinativo e vigor.

Quando armazenadas nos frutos por 70 dias, as sementes de maxixe-de-metro mantiveram germinação e vigor elevados, embora com pequena redução no conteúdo de massa seca, corroborando com a prática usual de agricultores familiares na conservação das sementes dessa variedade. Em algumas cucurbitáceas, durante o armazenamento pós-colheita dos frutos, as

sementes parcialmente imaturas possivelmente completam a sua maturação (Donoso, Nascimento e Silva, 2014; Nascimento, Donoso e Silva, 2014).

De modo similar, Bisognin et al. (1999) constataram que a manutenção das sementes dentro de fruto maduro por 56 dias, resultou na obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica, em acessos de *L. siceraria* da variedade porongo. Segundo Costa, Carmona e Nascimento (2006), o armazenamento dos frutos após a colheita é imprescindível para assegurar a qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida Jabras (*Cucurbita moschata* x *C. maxima*), sendo o período de 15 dias o mais recomendável. Figueiredo Neto et al. (2012) também recomendaram o armazenamento de frutos de abóbora cv. Jacarezinho (*C. moschata*), por 30 dias após a colheita. Contudo, os estudos de armazenamento devem ser continuados com o intuito de identificar os fatores envolvidos na manutenção da qualidade fisiológica das sementes de *L. siceraria*.

#### - Caracterização morfológica, fenológica e agrônômica

As plantas de maxixe-de-metro possuem hábito de crescimento indeterminado, desenvolvendo-se no sentido prostrado ou vertical, dependendo da ausência ou presença de suporte. Apresentam formação de raízes adventícias nos nós (Figura 1A), que são características vantajosas ao cultivo rasteiro. No entanto, podem ser cultivadas como trepadeiras, uma vez que apresentam gavinhas bífidias (Figura 1B) que facilitam a fixação das ramificações nos tutores. Conforme Burtenshaw (2003), esses órgãos são muito resistentes e suportam facilmente o peso dos frutos da espécie.

O tutoramento é uma prática vantajosa na condução de hortaliças herbáceas, pois favorece o controle fitossanitário, facilita alguns tratamentos culturais e melhora a qualidade de frutos (Filgueira, 2003), inclusive por possibilitar o desenvolvimento alongado e retilíneo do fruto de maxixe-de-metro, ideal para a sua comercialização. Nesse tipo de manejo, entretanto, as raízes adventícias são efêmeras.

As folhas são simples, margens inteiras, pentalobadas, com lobos rasos, base cordada e ápice acuminado (Figura 1B), sendo densamente pilosas em ambas as faces. Essas informações corroboram com as fornecidas para a espécie por Burtenshaw (2003) e Stephens (2012).





Figura 1. Raiz adventícia (A), folha e gavinha (B) em plantas de maxixe-de-metro (*L. siceraria*).

As flores unissexuais masculinas e femininas (Figura 2A e 2B, respectivamente) ocorrem na mesma planta, com pétalas de coloração branca. Inicialmente, apareceram as flores masculinas na ramificação principal, aos 36 dias após sementeira. Posteriormente, começaram a surgir flores femininas, juntamente com masculinas, nas ramificações secundárias aos 40 dias após a sementeira. Burtenshaw (2003) relata que as flores masculinas geralmente aparecem vários dias antes das flores femininas nas plantas de *L. siceraria*. Sharma & Sengupta (2013) obtiveram resultados aproximados aos do presente estudo, em diferentes acessos de *L. siceraria* nas condições ambientais da Índia, onde as flores masculinas surgiram, em média, aos 37 dias e as femininas aos 43 dias.

As flores femininas são distintas das masculinas, com ovário ínfero e formato que remete ao do fruto. Mesmo não sendo avaliado, foi observado que o

número de flores masculinas foi substancialmente superior ao de femininas, como já constatado em outras cucurbitáceas (Filgueira, 2003).

Aos 69 dias após a sementeira, foi verificada a primeira flor hermafrodita (Figura 2C). Essas flores surgiram nas ramificações secundárias em 25% das plantas, embora em proporção extremamente baixa de flores hermafroditas: femininas (5: 550) e em variação desde plantas que não apresentaram flor desta natureza até o máximo de uma flor hermafrodita por planta, com abortamento de todas essas flores. Em virtude disso, a variedade foi considerada monóica, corroborando com a informação de Mladenoviæ et al. (2012) para a espécie. No entanto, essa constatação diferiu da observada por Bisognin e Marchezan (1988), que salientaram a ocorrência relativamente elevada de flores hermafroditas em acessos de *L. siceraria* da variedade porongo.

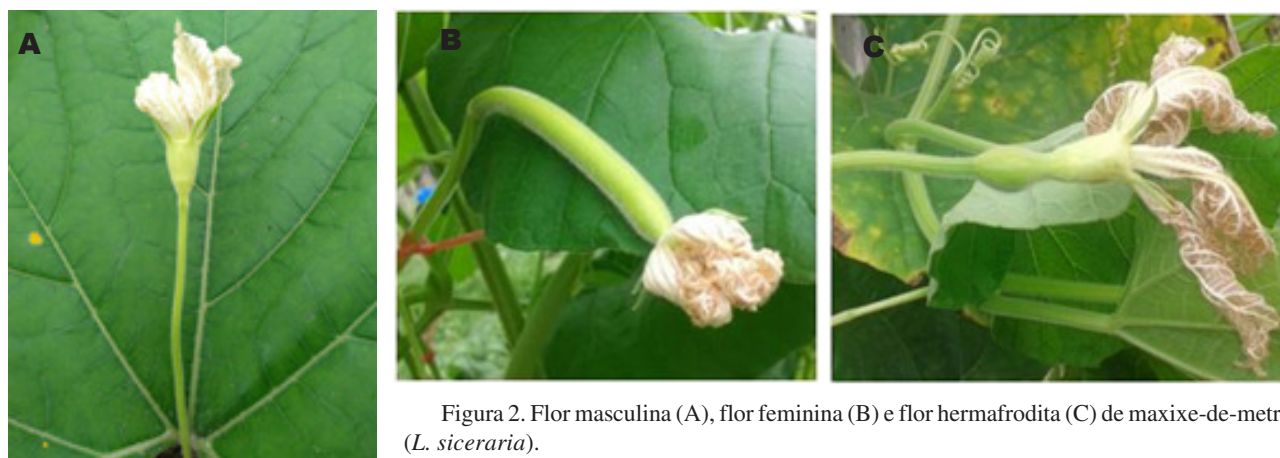


Figura 2. Flor masculina (A), flor feminina (B) e flor hermafrodita (C) de maxixe-de-metro (*L. siceraria*).

Na fase inicial do florescimento, houve quantidade considerável de flores femininas abortadas, que amareleceram e secaram sem chegar à antese. Trevisol (2013), em pesquisa sobre a morfologia e fenologia da variedade porongo, fez as mesmas observações nas primeiras ramificações secundárias das plantas. Segundo o autor, isso provavelmente ocorre porque essas ramificações são ainda vegetativas, representando o principal dreno de assimilados, enquanto a reprodução não se tornou prioridade da planta.

No decorrer do desenvolvimento, o formato alongado do fruto manteve-se inalterado (Figura 3). Em *L. siceraria*, o formato alongado é o mais indicado para ser utilizado como hortaliça (Stephens, 2012).

A coloração externa dos frutos (Figura 3) variou de verde-clara com desenhos discretos de estrias longitudinais mais claras (10, 15 e 25 DAA), evoluindo para coloração transitória de verde-clara a amarelo-clara (60 DAA), amarelo-esbranquiçada (100 DAA) e, por fim, chegando à coloração marrom-clara (170 dias). Em todos os estádios, os frutos apresentaram casca com textura suave.

Os resultados das características morfométricas do acesso de maxixe-de-metro estão apresentados na Tabela 2. Na colheita aos 25 DAA foi registrada a maior média de massa dos frutos (2.886,3 g), enquanto que aqueles que passaram por período de secagem (170 DAA) mostraram menor média (260,7 g). Quando secos, os frutos são leves, sem polpa e com as sementes soltas em seu interior.

O comprimento dos frutos aumentou no decorrer de seu desenvolvimento, com valores médios de 65,2 cm aos 10 DAA até 91,2 cm aos 25 DAA, quando atingiram a sua máxima dimensão. As larguras apical e basal apresentaram aumento praticamente constante até aos 100 DAA.

A espessura da casca apresentou variação nos estádios de avaliação dos frutos. Nos estádios iniciais (10 e 15 DAA), a casca está intimamente aderida à polpa, dificultando sua identificação, separação e medição. A partir dos 15 DAA, a casca do fruto foi se tornando endurecida; aos 25 DAA, a casca já se mostrava completamente endurecida e facilmente separável da polpa. Os valores médios para espessura da casca variaram de 7,5 mm (frutos colhidos aos 15



Figura 3. Formato e coloração externa dos frutos de maxixe-de-metro (*L. siceraria*): aos 10, 15 e 25 dias após a antese - DAA (A); 60 DAA (B); 100 DAA (C); e 170 dias - frutos colhidos aos 100 DAA e com armazenamento pós-colheita de 70 dias (D).

Tabela 2. Características morfométricas do fruto de maxixe-de-metro (*L. siceraria*) em diferentes estádios<sup>1</sup> de maturação

| Idade do fruto                          | Media ± desvio padrão | Valor mínimo | Valor máximo |
|---|-----------------------|--------------|--------------|
| <b>Massa do fruto (g)</b>               |                       |              |              |
| 10 DAA <sup>2</sup>                     | 945,6 ± 327,8         | 460          | 1394         |
| 15 DAA                                  | 1848,8 ± 750,6        | 580          | 2966         |
| 25 DAA                                  | 2886,3 ± 488,1        | 2320         | 3650         |
| 60 DAA                                  | 2336,0 ± 360,1        | 1680         | 2840         |
| 100 DAA                                 | 2739,7 ± 438,0        | 1970         | 3610         |
| 170 dias <sup>3</sup>                   | 260,7 ± 59,5          | 150          | 360          |
| <b>Comprimento do fruto (cm)</b>        |                       |              |              |
| 10 DAA <sup>2</sup>                     | 65,2 ± 10,7           | 47,5         | 81,5         |
| 15 DAA                                  | 77,0 ± 18,7           | 40,8         | 102,1        |
| 25 DAA                                  | 91,2 ± 6,3            | 77,5         | 97,5         |
| 60 DAA                                  | 85,5 ± 11,2           | 59,0         | 104,0        |
| 100 DAA                                 | 87,6 ± 13,2           | 70,7         | 111,5        |
| 170 dias <sup>3</sup>                   | 88,7 ± 13,7           | 60,9         | 110,0        |
| <b>Largura apical do fruto (cm)</b>     |                       |              |              |
| 10 DAA <sup>2</sup>                     | 6,1 ± 0,7             | 5,0          | 7,4          |
| 15 DAA                                  | 7,5 ± 0,9             | 5,7          | 8,4          |
| 25 DAA                                  | 8,3 ± 1,2             | 5,6          | 9,6          |
| 60 DAA                                  | 8,5 ± 0,6             | 7,7          | 9,6          |
| 100 DAA                                 | 9,4 ± 0,7             | 8,3          | 10,6         |
| 170 dias <sup>3</sup>                   | 8,4 ± 1,3             | 5,7          | 10,2         |
| <b>Largura basal do fruto (cm)</b>      |                       |              |              |
| 10 DAA <sup>2</sup>                     | 4,0 ± 0,7             | 2,9          | 5,2          |
| 15 DAA                                  | 5,1 ± 1,1             | 2,3          | 6,4          |
| 25 DAA                                  | 6,3 ± 0,8             | 5,1          | 7,6          |
| 60 DAA                                  | 6,1 ± 0,7             | 4,9          | 7,8          |
| 100 DAA                                 | 6,2 ± 0,7             | 5,2          | 7,3          |
| 170 dias <sup>3</sup>                   | 6,7 ± 1,3             | 5,1          | 9,6          |
| <b>Espessura da casca do fruto (mm)</b> |                       |              |              |
| 10 DAA <sup>2</sup>                     | 5,1 ± 1,0             | 3,8          | 7,8          |
| 15 DAA                                  | 7,5 ± 1,5             | 5,5          | 10,6         |
| 25 DAA                                  | 3,6 ± 0,8             | 3,0          | 5,0          |
| 60 DAA                                  | 4,1 ± 0,4             | 3,1          | 4,5          |
| 100 DAA                                 | 3,3 ± 0,4             | 2,7          | 4,3          |
| 170 dias <sup>3</sup>                   | 3,6 ± 0,5             | 2,6          | 4,3          |

<sup>1</sup> Na caracterização dos frutos, foram avaliados cerca de 15 frutos por idade na colheita. <sup>2</sup> DAA: dias após a antese.

<sup>3</sup> Frutos colhidos aos 100 DAA e com armazenamento pós-colheita de 70 dias.

DAA) a 3,3 mm (frutos colhidos aos 100 DAA). Na população selvagem de *L. siceraria* da África, Decker-Walters et al. (2004) verificaram que a casca seca não era durável, tornando-se muito fina, facilmente quebrável e, finalmente, desintegrando-se após vários

anos. Segundo Erickson et al. (2005), o aumento acentuado na espessura da casca reflete perda de mecanismos naturais de dispersão das sementes, considerada forte evidência para reconhecer a domesticação em plantas, porque reflete a incapacidade das plantas domesticadas de se reproduzirem sem a intervenção humana. Botanicamente, o fruto de *L. siceraria* é classificado como uma baga do tipo pepo, por causa de sua casca dura e resistente, quando seco (Trevisol, 2013).

Pelo fato da casca do fruto apresentar tendência ao endurecimento a partir dos 15 DAA, sugere-se que o ponto de colheita como hortaliça seja por volta dos 10 DAA, quando os frutos possuem casca e sementes tenras, podendo ser utilizados integralmente na alimentação humana. Neste ponto de colheita (10 DAA), os frutos do acesso estudado atingiram comprimento superior (47,5 a 81,5 cm) ao recomendado para colheita por Cretti (2010), que é de 30 a 40 cm de comprimento.

A polpa do fruto é branca (Figura 4), de consistência carnosa e sem amargor. As cucurbitáceas possuem diversos compostos tóxicos ou com potencialidades terapêuticas, como cucurbitacinas, triterpenóides e tetracíclicos oxigenados (Lima et al., 2010). Desse modo, segundo Melo e Azevedo Filho (2003), em *L. siceraria* devem ser utilizadas variedades de frutos com baixa concentração dos triterpenóides cucurbitacinas, que causariam amargor e efeitos tóxicos em elevadas concentrações.

O número médio de frutos produzidos foi 10,5 unidades planta<sup>-1</sup>, variando entre 2 e 17 frutos. Segundo

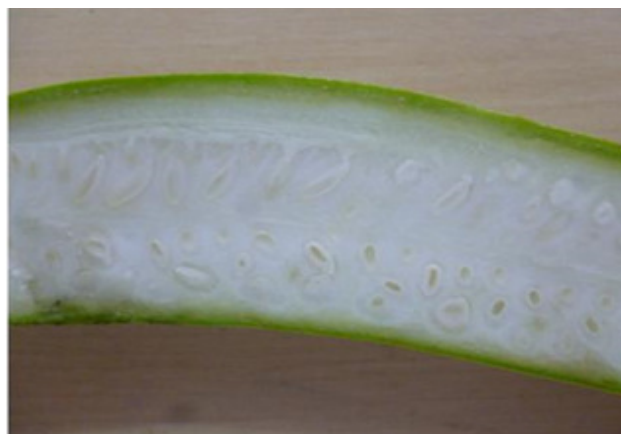


Figura 4. Detalhe da casca e da polpa do fruto e das sementes de maxixe-de-metro (*L. siceraria*), aos 10 dias após a antese.



Trevisol (2013), a baixa produção de frutos em alguns casos pode ser explicada pela deficiência na polinização, seja pela ausência do polinizador ou pela dificuldade deste em acessar as flores localizadas dentro do dossel; ainda há a hipótese de que, por se tratar de uma planta rústica, a mesma não prioriza o número de frutos para a sua sobrevivência, uma vez que cada fruto produz mais de 400 sementes para isso. Mas, sob o ponto de vista produtivo, o menor número de frutos por planta pode ser indesejável, pois o que interessa ao agricultor é a maior quantidade de frutos por planta.

Foram também registrados frutos deformados, com média reduzida no cultivo ( $0,7$  frutos planta<sup>-1</sup>), decorrente de polinização deficiente, uma anomalia fisiológica comum às cucurbitáceas, que originam frutos com a ponta afilada e escurecida. De acordo com Filgueira (2003), é essencial que polinizadores efetuem numerosas visitas às flores femininas das cucurbitáceas.

As sementes possuem tegumento de coloração marrom-clara, com linhas longitudinais pubescentes ao longo das extremidades, similarmente ao descrito para a espécie por Stephens (2012) e Mladenoviæ et al. (2012). O formato é retangular, com base mais estreita e dois prolongamentos laterais na região distal (Figura 5).

As variações morfológicas das sementes são importantes para distinguir as subespécies. As sementes das variedades de *L. siceraria* ssp. *siceraria* possuem cores escuras, não apresentam prolongamentos laterais no ápice e nem linhas longitudinais pubescentes ao longo das extremidades, mas têm alas laterais (Burtenshaw, 2003; Mladenoviæ et al., 2012). Por sua vez, as sementes de *L. siceraria*



Figura 5. Sementes de maxixe-de-metro (*L. siceraria*), aos 100 dias após a antese.

ssp. *asiatica* possuem cor clara, prolongamentos no ápice e linhas pubescentes (Burtenshaw, 2003; Mladenoviæ et al., 2012). Assim, considerando essas características, pode ser sugerido que o maxixe-de-metro pertença a esta subespécie.

O maxixe-de-metro apresenta germinação epígea e o tempo decorrido entre a sementeira e a emergência das primeiras plântulas foi de oito dias, mas pode haver variações nos tempos médios de ocorrência dos eventos fenológicos em função das condições ambientais do local de sementeira (Santos, Petry e Bortoluzzi, 2010).

O início da colheita dos frutos no ponto de maturidade horticultural (ponto de colheita como hortaliça por volta dos 10 DAA) se deu aos 62 dias após a sementeira. O início da senescência das plantas ocorreu aos 146 dias após a sementeira, diferindo de acessos de *L. siceraria* da variedade porongo cultivados no Rio Grande do Sul, que apresentaram ciclo mais curto, com morte natural aos 131 dias após a sementeira (Bisognin e Marchezan, 1988).

## Conclusões

A maturação fisiológica das sementes de maxixe-de-metro ocorre aos 100 dias após a antese, quando os frutos apresentam coloração externa amarelo-esbranquiçada e as plantas estão iniciando a senescência. A colheita neste ponto e a manutenção das sementes dentro dos frutos por 70 dias conservam a qualidade fisiológica das sementes.

As plantas de maxixe-de-metro possuem hábito de crescimento indeterminado e são monóicas, com floração iniciando aos 36 dias da sementeira. A colheita horticultural dos frutos alongados ocorre aos 10 dias após a antese, iniciando aos 62 dias da sementeira e perdurando por 84 dias, com produção média de  $10,5$  frutos planta<sup>-1</sup>.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento do Projeto “Sementes e tecnologias agroecológicas para agricultura familiar na Amazônia”, por meio da Chamada MCTI/CT-AMAZÔNIA/CNPq N° 48/2013, e pela concessão das bolsas aos dois primeiros autores, por intermédio do Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas.

## Literatura Citada

- BISOGNIN, D. A.; MARCHEZAN, E. 1988. Avaliação de algumas populações de porongo - *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. - cultivadas na região de Santa Maria - RS. Revista Centro de Ciências Rurais (Brasil) 18(3-4):201-207.
- BISOGNIN, D. A. et al. 1997. Efeito do tamanho de fruto e do método de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. Ciência Rural (Brasil) 27(1):13-19.
- BISOGNIN, D. A. et al. 1999. Influência da época de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. Ciência Rural (Brasil) 29(1):7-12.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009. Regras para análise de sementes. MAPA/ACS, Brasília. 395p.
- BURTENSHAW, M. 2003. The first horticultural plant propagated from seeds New Zealand. New Zealand Garden Journal 6 (1):10-16.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (ed.). 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 588p.
- COSTA, C. J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W. M. 2006. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. Revista Brasileira de Sementes (Brasil) 28(1):127-132.
- CRETI, L. 2010. La lagenaria, un' insolita zucca dai molteplici utilizzi. Vita in campagna 12:20-21.
- DECKER-WALTERS, D. S.; WILKINS-ELLERT, M.; CHUNG, S. S.; STAUB, J. E. 2004. Discovery and genetic assessment of wild bottle gourd [*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standley; Cucurbitaceae] from Zimbabwe. Economic Botany 58 (4):501-508.
- DIAS, D. C. F. S.; NASCIMENTO, W. M. 2009. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: Nascimento, W. M. (ed.). Tecnologia de sementes de hortaliças. Embrapa Hortaliças, Brasília. pp.11-74.
- DONOSO, G. R.; NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. 2014. Produção de sementes de melão. In: Nascimento, W. M. (ed.). Produção de sementes de hortaliças. v.2. Embrapa, Brasília. pp.107-135.
- ERICKSON, D. L. et al. 2005. An Asian origin for a 10,000-year-old domesticated plant in the Americas. PNAS 102 (51):18315-18320.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J. T.; GULICK, P. J. 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. IBPGR, Rome. 101p.
- FERREIRA, D. F. 2014. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 38(2):109-112.
- FIGUEIREDO NETO, A. et al. 2012. Avaliação da maturação fisiológica de sementes de jerimum (*Cucurbita moschata* Duch) cultivadas na região semiárida. Revista Verde (Brasil) 7 (4):10-17.
- FILGUEIRA, F. A. R. 2003. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 ed. UFV, Viçosa. 412p.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. 2014. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, SP. 768p.
- KISTLER, L. et al. 2014. Transoceanic drift and the domestication of African bottle gourds in the Americas. PNAS 111 (8):2937-2941.
- LIMA, J. F. et al. 2010. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá [*Sicana odorifera* (Vell.) Naudim]. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais (Brasil) 12(2):163-167.
- MELO, A. M. T.; AZEVEDO FILHO, J. A. 2003. Caracterização agrônômica e morfológica de genótipos de cabaça. Horticultura Brasileira (Brasil) 21 (supl. 1) (2):350.
- MLADENOVĀ, E. et al. 2012. Genetic variability of bottle gourd *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standley and its morphological characterization by multivariate analysis. Archives of Biological Sciences 64(2):573-583.
- NASCIMENTO, W. M.; DONOSO, G. R.; SILVA, P. P. 2014. Produção de sementes de melancia. In: Nascimento, W. M. (ed.). Produção de sementes de hortaliças. v.2. Embrapa, Brasília, DF. pp.77-103.
- POPINIGIS, F. 1977. Fisiologia de sementes. AGIPLAN, Brasília, DF. 289p.
- RAMOS, S. R. R. et al. 1999. 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. (ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro (on line). Versão 1.0. Embrapa Semi-Árido, Petrolina/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. Disponível em <http://www.cpatsa.embrapa.br>.
- SALOMÃO, A. N. 2010. Manual de curadores de germoplasma vegetal: glossário. Documentos, 326. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. 14p.
- SANTOS, D. B.; PETRY, C.; BORTOLUZZI, E. C. 2010. Cobertura de solo e produção de porongo sob diferentes configurações de cultivo. Ciência Rural (Brasil) 40 (3):527-533.
- SHARMA, A.; SENGUPTA, S. K. 2013. Genetic diversity, heritability and morphological characterization in bottle gourd (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl). The Bioscan 8 (4):1461-1465.
- STEPHENS, J. M. 2012. Gourd, Bottle - *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. IFAS Extension, HS602. 2p.
- TREVISOL, W. 2013. Morfologia e fenologia do porongo: produtividade e qualidade da cuia. Tese de Doutorado. Piracicaba, SP, ESALQ/USP. 63p.