



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA**

**HENRIQUE BRAUN SCHNEIDERS**

**ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS E CARACTERIZAÇÃO  
DE FRUTOS DE *Solanum quitoense* Lam. (Solanaceae)**

**CERRO LARGO  
2019**

**HENRIQUE BRAUN SCHNEIDERS**

**ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS E CARACTERIZAÇÃO  
DE FRUTOS DE *Solanum quitoense* Lam. (Solanaceae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Professora Doutora Mardiore Tanara Pinheiro do Santos  
Coorientador: Professor Doutor Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

2019

## Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Schneiders, Henrique Braun

ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS E  
CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE *Solanum quitoense* Lam.  
(Solanaceae) / Henrique Braun Schneiders. -- 2019.  
52 f.:il.

Orientadora: Doutora em Botânica Mardiore Tanara  
Pinheiro dos Santos.

Co-orientador: Doutor em Agronomia Sidinei Zwick  
Radons.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Estaquia. 2. Caracterização de frutos. I. Santos,  
Mardiore Tanara Pinheiro dos, orient. II. Radons,  
Sidinei Zwick, co-orient. III. Universidade Federal da  
Fronteira Sul. IV. Título.

HENRIQUE BRAUN SCHNEIDERS

**ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ESTACAS E CARACTERIZAÇÃO  
DE FRUTOS DE *Solanum quitoense* Lam. (Solanaceae)**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

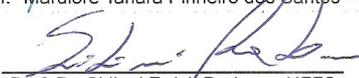
Orientadora: Professora Doutora Mardiore Tanara Pinheiro do Santos

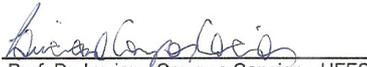
Coorientador: Professor Doutor Sidinei Zwick Radons

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 02/12/2019

BANCA EXAMINADORA

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos – UFFS

  
Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS

  
Prof. Dr. Luciano Campos Cancian - UFFS



Dedico este trabalho a minha esposa  
Eduarda, ao meu filho Nicolas e a minha  
filha Helen.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, que teve a paciência de esperar tanto tempo até a conclusão do curso. A minha esposa Eduarda, que sempre me apoia e auxilia. A professora Mardiore, que teve a disponibilidade de me orientar. Ao professor Sidinei, meu coorientador, pela paciência, disponibilidade e ajuda, imprescindíveis para a realização desse trabalho. E aos demais que de alguma forma fizeram alguma diferença durante esse tempo de graduação.

## RESUMO

O lulo (*Solanum quitoense* Lam.) pertence a família Solanaceae e é uma planta originária dos Andes que produz um fruto comestível. Seu fruto é muito utilizado na confecção de sucos e doces. Os objetivos desse trabalho foram avaliar a influência de diferentes substratos e o uso de AIB no enraizamento e desenvolvimento de estacas de lulo e avaliar características físico-químicas dos frutos. Os tratamentos utilizados para a estaquia foram areia, areia + AIB, substrato comercial, substrato comercial + AIB, substrato caseiro e substrato caseiro + AIB. Foram usadas 5 estacas em cada tratamento com 4 repetições, totalizando 120 estacas. O uso de AIB mostrou eficiência ao aumentar a taxa de sobrevivência de estacas. Das estacas tratadas com AIB, as plantadas no substrato caseiro tiveram diferença significativa no comprimento da brotação em comparação a daquelas plantadas no substrato comercial, sendo o substrato caseiro superior nesse quesito, o mesmo ocorrendo no quesito massa fresca da brotação. Quando analisamos a massa fresca de raiz dentro do substrato caseiro, o tratamento com AIB teve diferença significativa, sendo superior as estacas que não receberam o tratamento. Foram caracterizados o peso, diâmetro, cor, pH e sólidos solúveis dos frutos.

Palavras-chave: lulo; análise; estaquia; substrato; AIB.

## **ABSTRACT**

The lulo (*Solanum quitoense* Lam.) belongs to the family Solanaceae and is a plant originating in the Andes that produces an edible fruit. Its fruit is widely used in the making of juices and sweets. The aim of this study were to evaluate the influence of different substrates and the use of IBA on rooting cuttings and rooting and evaluate the physicochemical characteristics of the fruits. The treatments used for cuttings were sand, sand + IBA, commercial substrate, commercial substrate + IBA, home substrate and home substrate + IBA. Five cuttings were used in each treatment with 4 repetitions, totaling 120 cuttings. The use of IBA showed efficiency in increasing cuttings survival rate. Of the cuttings treated with IBA, those planted in the home substrate had a significant difference in shoot length compared to those planted in the commercial substrate, being the superior home substrate in this regard, as well as in the fresh shoot mass. When we analyzed the fresh root mass within the home substrate, the treatment with IBA had a significant difference, being higher the cuttings that did not receive the treatment. Fruit weight, diameter, color, pH and soluble solids were characterized.

**Keywords:** lulo; test; cuttings; substrate; IBA.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: <i>Solanum quitoense</i> : planta adulta cultivada em vaso de 10 l (A), flor hermafrodita com estilo longo (B), flor masculina funcional com estilo curto (C) e corte de frutos maduros em metades (D).....	15
Figura 2: Dados da estação meteorológica de São Luiz Gonzaga obtidos no período de execução do experimento (15 de setembro a 5 de novembro).....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxa de sobrevivência de estacas de <i>S. quitoense</i> submetidas a estaquia em diferentes substratos, com e sem a adição de ácido indolbutírico (AIB).....	33
Tabela 2: Comprimento da brotação e das raízes de mudas de <i>S. quitoense</i> submetidas a estaquia em diferentes substratos, com e sem a adição de ácido indolbutírico (AIB).....	35
Tabela 3: Massa fresca da brotação e das raízes de mudas de <i>S. quitoense</i> submetidas a estaquia em diferentes substratos, com e sem a adição de ácido indolbutírico (AIB).....	36
Tabela 4: Análise físico-química dos frutos de <i>S. quitoense</i> .....	37
Tabela 5: Valores das coordenadas de cores de frutos de <i>S. quitoense</i> .....	38

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1	OBJETIVO GERAL.....	10
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
2.1	SOLANACEAE.....	11
<b>2.1.1</b>	<b>O gênero <i>Solanum</i>.....</b>	<b>13</b>
2.1.1.1	<i>Solanum quitoense</i> Lam.....	14
2.1.1.1.1	<i>Características nutricionais do fruto</i> .....	21
2.2	PROPAGAÇÃO VEGETAL.....	23
2.3	SUBSTRATO.....	25
2.4	ÁCIDO INDOLBUTÍRICO.....	26
2.5	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS.....	27
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1	ESTAQUIA.....	29
3.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DOS FRUTOS.....	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
4.1	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS.....	32
4.2	COMPRIMENTO DA BROTAÇÃO E DA RAIZ.....	34
4.3	MASSA FRESCA DA BROTAÇÃO E DA RAIZ.....	35
4.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS.....	36
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*Solanum quitoense*, conhecido sobre os nomes comuns de “naranjilla” e “lulo,” é uma planta da família Solanaceae, cultivada a bastante tempo na Colômbia e Equador (PATIÑO, 1963), e mais recentemente começou a ser cultivada em partes da América Central. Essa planta herbácea e anual produz frutos de tamanho parecido com o tomate, de cor laranja quando madura (HEISER e ANDERSON, 1999; MORTON, 1987; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989) lembrando em sabor uma mistura de morango, abacaxi e banana (DAUNAY et al., 1995). Os frutos são consumidos frescos ou usados para sorvetes, molhos e sucos, e mais frequentemente para uma deliciosa bebida muito valorizada nos países andinos (BRÜCHER, 1977; HEISER, 1985; HEISER e ANDERSON, 1999; MORTON, 1987; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989). Os frutos são também ricos em vitaminas A e C, minerais e carboidratos (HEISER e ANDERSON, 1999).

A verificação da viabilidade do cultivo em locais diferentes de onde a planta é originária é baseada na avaliação da qualidade de seu produto, no caso, os frutos do lulo. Para tanto, a análise da qualidade de um fruto é realizada através da identificação de valores específicos de parâmetros físico-químicos como pH, acidez, ° Brix e cor (ALMANZA et al., 2010; MATTOS et al., 2010).

A propagação sexual do lulo é pouco utilizada, como consequência da tendência de geração de grande variabilidade genética, pois afeta a produção e o vigor das plantas obtidas (CALVO, 1972 apud CIFUENTES e CLAVIJO, 1989). É por isto que usa-se a propagação assexuada por meio de estacas, pois conserva plantas com características favoráveis, tais como, alta produção, bom tamanho de frutos e resistência a nematoides, entre outras (HARTMAN e KESTER 1986 apud CIFUENTES e CLAVIJO, 1989).

Na propagação vegetativa de plantas por estacas, o uso de hormônios vegetais pode ser uma ferramenta a mais para obtermos sucesso. A aplicação de ácido indol butírico (AIB) às estacas de muitas espécies vegetais resulta na indução de raízes adventícias, em muitos casos de forma mais eficiente que o ácido indol acético (AIA) (EPSTEIN e LUDWIG-MÜLLER, 1993).

O conhecimento das características do fruto de lulo cultivado no município de

São Luiz Gonzaga é de grande importância, pois pode vir a tornar-se um novo cultivo para a agricultura familiar local, contribuindo para complementar a renda dos agricultores, e para tal, estudos de métodos que ajudam a melhorar sua propagação, como um substrato adequado e dose de AIB, são de suma importância.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse estudo foi conhecer as características físico-químicas do fruto, o substrato mais adequado e a dose recomendada de AIB no enraizamento e desenvolvimento de estacas de *Solanum quitoense* cultivado em São Luiz Gonzaga.

### 1.1.1 **Objetivos específicos**

Verificar as características do fruto quanto ao tamanho, peso, cor, sólidos solúveis e pH.

Avaliar o enraizamento e o desenvolvimento de estacas em diferentes substratos, bem como o enraizamento e o desenvolvimento de estacas com a presença ou ausência de ácido indolbutírico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SOLANACEAE

A família Solanaceae inclui 102 gêneros e 2.480 espécies descritas (SOUZA e LORENZI, 2012) e possui distribuição cosmopolita, concentrada na Região Neotropical, principalmente nas zonas temperadas e tropicais da América do Sul, região que concentra a maior diversidade de espécies; outros centros de diversidade são Austrália e África. (HEYWOOD, 2007 apud RAMÍREZ, KALLARACKAL e DAVENPORT, 2018; BOHS, 1994; KNAPP et al., 2004). As espécies desta família são caracterizadas por uma grande diversidade de hábito, morfologia e ecologia, muitas das quais são de importância alimentícia, medicinal e industrial (HAWKES et al., 1979 apud QUEZADA 2011; KNAPP, 2002; KNAPP et al., 2004). De todos os gêneros que conformam esta família, *Solanum* (subfamília Solanoideae) é o mais representado, com ao menos 50% das espécies da família (FRODIN, 2004; KNAPP et al., 2004; STEVENS, 2001).

As espécies desta família se adaptaram satisfatoriamente a diversas condições ambientais e ocupam uma grande variedade de habitats, desde os desertos até as selvas tropicais. As plantas desta família são ervas anuais, bianuais ou perenes, arbustos, árvores ou lianas, monoicas, andromonoicas ou dioicas (HEYWOOD et al., 2007 apud RAMÍREZ, KALLARACKAL e DAVENPORT, 2018). De acordo com Knapp (2002) e Stevens (2001), as principais características morfológicas que associam-se às espécies desta família são as seguintes:

- a) folhas - são alternas, sem estípulas, geralmente pecioladas; lâmina foliar simples ou composta, ternada ou pinada, retinervada;
- b) flores - são solitárias ou em inflorescências, hermafroditas, actinomorfas ou zigomorfas, pentâmeras. Na maioria dos casos apresentam um perianto diferenciado em cálice sinsépalo e corola simpétala, estames alternipétalos livres entre si ou coniventes, com anteras de deiscência poricida ou longitudinal, e gineceu bicarpelar sincárpico com ovário súpero bilocular, um estilo e estigma bilobado; cada lóculo contém entre 1 e 50 rudimentos seminais anátropos ou

hemi anátropos de placentação axilar;

c) frutos e sementes - a família Solanaceae é muito diversa no que diz respeito aos tipos de frutos, que podem ser bagas ou cápsulas (muito raramente drupas), com sementes usualmente endospermadas e oleosas.

Os caracteres relacionados com as folhas, flores e especialmente os frutos são os descritores de maior utilidade para os estudos de diversidade desta família, já que ditos órgãos têm sido o principal objetivo nos processos de domesticação destas espécies (KNAPP, 2002; KNAPP et al., 2004; PICKERSGILL, 2007). Outros caracteres morfológicos que mostram diferenças significativas entre as solanáceas correspondem a ausência ou presença de tricomas ou espinhos em diferentes órgãos, a altura da planta e a longitude de suas partes ou órgãos (DOGANLAR et al., 2002; FRARY et al., 2003).

As espécies desta família se adaptaram satisfatoriamente a diversas condições ambientais e ocupam uma grande variedade de habitats, desde os desertos até as selvas tropicais. Com a crescente demanda de espécies vegetais úteis ao homem para sua dieta, saúde, beleza e ornamentação, as solanáceas ocupam o terceiro lugar entre as Angiospermas em importância econômica no mundo, devido ao considerável número de espécies cultivadas de relevância econômica, como o tomate, a batata, a berinjela, o pimentão, as petúnias ou as daturas, entre outras (FURINI e WUNDER, 2004; KNAPP et al., 2004; MUELLER et al., 2005).

Muitas espécies desta família, se caracterizam pela produção de diversos tipos de alcalóides, dos quais uma grande quantidade, apesar de sua toxicidade, são ou poderiam ser muito benéficos na medicina por suas propriedades farmacêuticas, ou ainda na obtenção de inseticidas, entre outras qualidades. Os principais tipos de alcaloides encontrados em diversas espécies desta família são os seguintes: solanina, glucoalcalóide presente principalmente na batata, tomate e berinjela; alcaloides tropânicos, como a escopolamina (em espécies de *Hyoscyamus*, *Datura*, *Brugmansia*, etc.) e atropina (*Atropa*); nicotina, principalmente no tabaco; e a capsaicina, um capsaicinóide causante do sabor picante em espécies do gênero *Capsicum* (EVANS, 1979 apud QUEZADA 2011; ZEIGER, 1998; EICH, 2008).

### 2.1.1 O gênero *Solanum*

*Solanum* pertence a tribo Solaneae e foi estabelecido por Linneo em 1753, em sua obra “*Species plantarum*” (D’ARCY, 1972; BOHS, 1995). O número de espécies que conformam o gênero *Solanum* se estima entre 1.200 e 1.500 espécies (FRODIN, 2004; NATURAL HISTORY MUSEUM, 2019) e com isso, é considerado o gênero mais rico em espécies da família Solanaceae e um dos mais ricos de todas as Angiospermas.

As plantas deste gênero, por seu hábito de crescimento podem ser herbáceas, arbustos, árvores e inclusive lianas, glabras ou pubescentes, com as seguintes características morfológicas que as distinguem (HAWKES et al., 1979 apud QUEZADA 2011; BOHS, 1995; LEÓN, 2000 apud QUEZADA 2011; KNAPP, 2002; SPOONER e SALAS, 2006):

- a) caule – um pequeno grupo de espécies americanas (subgênero *Potatoe*, seção *Petota*) apresentam, além do caule aéreo, dois tipos de caules subterrâneos: rizomas e tubérculos, os rizomas são brotos laterais originados na região basal do caule aéreo, crescem horizontalmente abaixo da superfície do solo e, originam um tubérculo como resultado de seu engrossamento no extremo distal;
- b) folhas – podem ser alternas (raramente geminadas); carecem de estípulas, e são pecioladas, simples ou compostas;
- c) flores – se apresentam em inflorescências cimosas (fechadas) e são hermafroditas, actinomorfas ou zigomorfas, com cálice campanulado e corola rotada, campanulada, estrelada ou urceolada, de diversas cores (branco, rosado, amarelo, verde ou púrpura). Os estames apresentam filamentos curtos, inseridos na base da corola, e anteras basifixas, deiscentes por poros terminais. O ovário aloja numerosos rudimentos seminiais, o estilo está articulado na base e o estigma é capitado;
- d) frutos e sementes – o fruto é uma baga comumente carnosa e, em certos casos, seca, globosa, as vezes, ovóide ou elipsóide, contém uma grande quantidade de sementes de forma aplanada e, usualmente, rodeadas de uma

substância mucilagínosa, onde o embrião é curvo e o endosperma abundante. Os frutos deste gênero apresentam uma marcada variação em caracteres como a cor (encontrando-se bagas de cor negra, vermelha, alaranjado, amarelo e verde) e o tamanho.

As mais de 1.000 espécies de *Solanum* apresentam uma distribuição cosmopolita, com a maior concentração nos trópicos e subtropicais (HAWKES et al., 1979 apud QUEZADA, 2011; KNAPP et al., 2004). A maior parte das espécies de *Solanum* se originaram principalmente na região andina, existindo centros secundários de diversidade e endemismo em regiões da América do Norte, América Central, Caribe, o leste brasileiro, e também na Austrália, África e Ásia (HIJMANS e SPOONER, 2001; SPOONER e HETTERSCHEID, 2005). No centro asiático, considera-se que existem aproximadamente 37 espécies nativas de *Solanum* (KHAN, 1979 apud QUEZADA, 2011; SPOONER e HETTERSCHEID, 2005).

Se trata de um gênero de relevância econômica mundial que inclui importantes cultivos como a batata e o tomate, originários da América do Sul, e a berinjela (BOHS, 1989; KNAPP et al., 1994 apud QUEZADA, 2011), proveniente da Índia. Além da batata, tomate e berinjela, outras espécies de *Solanum* de grande importância em diversas regiões andinas constituem um potencial alimentício, farmacêutico, industrial e econômico para estas regiões e para o mundo, como o tomate de árvore (*S. betaceum*), a naranjilla ou lulo (*S. quitoense* L.) e o pepino (*S. muricatum*) (BOHS, 1989, 1994).

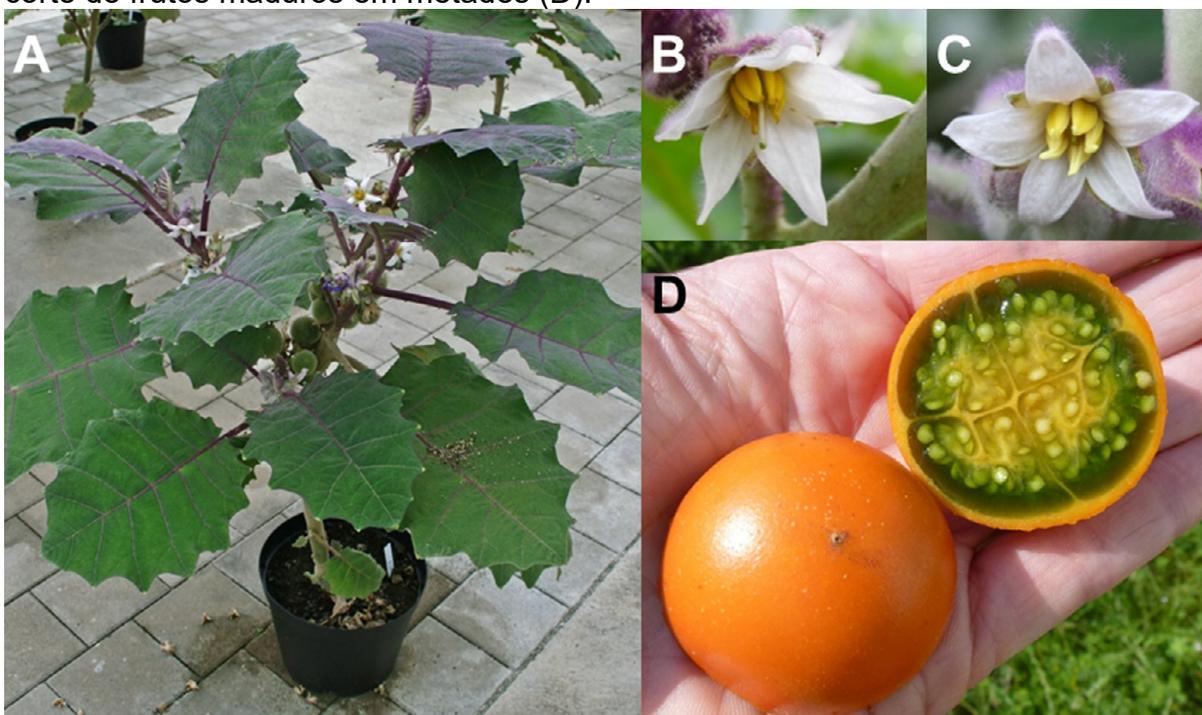
#### 2.1.1.1 *Solanum quitoense* Lam.

Dois variedades desta espécie foram reconhecidas: var. *quitoense*, forma sem espinhos (Figura 1), encontrada no sul da Colômbia e Equador, e a forma com espinhos, var. *septentrionale* Schultes & Cuatrecasas (1953) na região central da Colômbia, Panamá, e Costa Rica. Esta espécie geralmente cresce em altitudes de 1000 a 1900 m e ocasionalmente é vista em altitudes mais baixas, mas a produção de frutos é reduzida. Heiser (1972) cultivou 29 diferentes acessos desta espécie, coletados de toda sua área de distribuição, e embora encontrou alguma variação, no

geral a espécie foi incomumente uniforme para uma planta cultivada.

*Solanum quitoense* popularmente é facilmente identificada em relação as outras espécies deste grupo pelo forte desenvolvimento da cor púrpura nas gemas e folhas mais novas e a cor verde da polpa dos frutos, enquanto as outras espécies têm frutos com polpa que vai do amarelo ao creme (HEISER, 1972).

Figura 1: *Solanum quitoense*: planta adulta cultivada em vaso de 10 l (A), flor hermafrodita com estilo longo (B), flor masculina funcional com estilo curto (C) e corte de frutos maduros em metades (D).



Fonte: Adaptado de Messinger e Lauerer (2015).

Planta relativamente alta (2 m), menos ramificada e com folhas ligeiramente menores (WHALEN et al., 1981 apud HEISER e ANDERSON, 1999). Particularmente nas folhas mais novas, as nervuras e pecíolos são frequentemente de cor púrpura, o que torna a planta atrativa para cultivo como ornamental, dentro de espaços mais fechados, como residências.

As bagas globosas têm em torno de 5 cm de diâmetro, cor laranja e são recobertas com pelos curtos e rígidos que são retirados após a colheita para não prejudicar a venda no mercado in natura. A polpa é verde e dá um suco também verde, que é a forma mais comum de ser consumida. O sabor é único, mas já foi

descrito como uma mistura de sabores de abacaxi e morango. O fruto é climatérico (BERNAL et al., 2000).

A planta foi encontrada pelos espanhóis no Equador e Colômbia (PATIÑO, 1963) onde ainda é largamente cultivada. Foi introduzida no Panamá e Costa Rica na metade deste século e também é cultivada até os dias atuais (HEISER e ANDERSON, 1999). Tentativas de introdução dessa planta em outros lugares como a Flórida não tiveram grande sucesso (HEISER, 1985).

Em seu trabalho, Bernal et al., (1998 apud HEISER e ANDERSON, 1999) informaram que uma forma similar da planta cultivada foi encontrada crescendo espontaneamente na Colômbia e que esta seria sua forma selvagem. Parecem ser, contudo, que são somente plantas que nasceram de sementes disseminadas por animais, de um cultivo adjacente, e não são diferentes das que nascem de mesmo modo na Costa Rica onde foi introduzida a meio século.

Na Colômbia e América Central as plantas possuem espinhos nas hastes e folhas enquanto as do Equador não tem espinhos. Muitas cultivares são reconhecidas no Equador, baseadas nas ligeiras diferenças nos frutos. Heiser (1969 apud HEISER e ANDERSON, 1999) descreveu que o fruto produz uma das mais deliciosas bebidas conhecidas. Muitos visitantes que vão para a Colômbia e Equador falam muito bem do suco (PATIÑO, 1963).

O suco já foi enlatado, mas perdeu seu sabor e aroma nesse processo. Técnicas de secagem por congelamento tiveram resultados promissores. Frutos frescos podem ser exportados se produzidos em quantidade suficiente (HEISER, ANDERSON, 1999).

O lulo cresce melhor em altitudes entre 1200 e 2300 m, não é considerada uma planta tropical pois o pólen fica inviável em altas temperaturas. Também não é considerada uma planta de clima temperado pois é morta por geadas e a fruta necessita, em média, de quatro meses para amadurecer, sendo que Matarazzo et al. (2013) testaram o cultivo de lulo no Brasil, no município de Viçosa, Minas Gerais, e obtiveram um ciclo de desenvolvimento do fruto de lulo de 95 dias. Já Ochoa-Vargas et al. (2016), nas condições de estudo no município de San Antonio del Tequendama, Cundinamarca, Colômbia, concluíram que o ciclo de desenvolvimento do fruto de lulo desde a antese até a colheita teve duração de 180 dias.

Lobo et al. (2007) avaliando exemplares de *Solanum quitoense* de diversos locais, viram que a espécie exibiu nas populações de suas duas variedades botânicas, 55 caracteres qualitativos com diversidade, o que sinaliza polimorfismo disponível para processos de melhoramento.

Quanto a resistência, há dois métodos promissores: o uso de híbridos interespecíficos e a introdução de variedades resistentes. No quesito para obtenção de híbridos, Ordóñez et al. (2010) em estudos com espécies da seção *Lasiocarpa* descreveram que a viabilidade polínica foi alta em todas as espécies avaliadas e, além disso, apresentaram igual número cromossômico ( $2n=2x=24$ ). As três espécies, *Solanum hirtum*, *Solanum quitoense* e *Solanum sessiliflorum*, podem ser consideradas como bons parentais, já que são fonte de variabilidade genética que pode incluir-se em programas de cruzamentos.

No Equador um produtor local, Raul Viteri, cruzou *S. quitoense* com uma variedade selvagem de *S. sessiliflorum* (TORRE e CAMACHO, 1981 apud HEISER e ANDERSON, 1999) o que resultou em um híbrido vigoroso e de alta produtividade. O híbrido foi propagado vegetativamente, entretanto apresentou a desvantagem de que suas frutas eram muito menores que as produzidas pelo lulo. Isso foi superado ao pulverizar soluções diluídas de 2,4-D, como explicam Vásquez et al. (2011), onde aplicando-se de 4 a 6 vezes numa diluição de 20 a 100 gotas por bomba, o 2,4-D raleia as flores e engrossa o fruto, no entanto, produz fitotoxicidade severa nas plantas e o mesmo quando se degrada produz dioxina, a qual é cancerígena e de prolongado efeito residual.

Do final dos anos 1980 até a presente data, a maior parte do lulo cultivado no Equador era desse híbrido que ficou conhecido como “Puyo”. Nos mercados eles podiam ser distinguidos dos lulos puros pela cor verde mais clara da polpa e pela ausência de sementes cheias.

Após tomar conhecimento sobre o híbrido de Viteri, Heiser que já havia tentado anteriormente produzir esse híbrido, sem sucesso, fez novas tentativas. Nenhuma fruta foi produzida com *S. quitoense* como a progenitora feminina. Vários frutos sem sementes foram produzidos com *S. sessiliflorum* como o progenitor materno, e finalmente, em 1989, utilizando um cubiu de frutos grandes, foi produzido um fruto com duas sementes viáveis. Estas foram germinados em solução nutritiva

com ágar e deram origem a híbridos vigorosos, diferindo principalmente do híbrido Puyo pelo fruto muito maior (7 cm de diâmetro) com polpa de cor laranja (HEISER, 1993). Doutor Jorge Soria levou estacas dos híbridos para o Equador, onde foram plantadas na estação experimental do Instituto Nacional de Investigações Agropecuárias em Palora, Equador.

Após a multiplicação, foram distribuídos a alguns agricultores para serem testados e ficaram conhecidos como “híbridos de Palora”. Os relatórios mais recentes do Equador afirmam que o cultivo do híbrido Palora está aumentando rapidamente e se espalhou para o sul da Colômbia. Além do tamanho maior do fruto, o híbrido Palora possui outras vantagens em relação ao híbrido Puyo, como a sobrevivência por três anos em cultivo, em contrapartida com um ano e meio para a Puyo e, produz cerca de duas vezes mais por ano e não requer pulverização com 2,4-D.

Além disso, o suco de Palora leva quase 24 horas para começar a oxidar, enquanto o suco de Puyo e o suco de lulo começam a oxidar em menos de uma hora. Mesmo assim, alguns compradores estão pagando mais por Puyo do que por Palora devido a cor do suco (esverdeada versus laranja) e a cascas mais grossa do último. A casca grossa, no entanto, seria uma vantagem no transporte da fruta (HEISER e ANDERSON, 1999).

Segundo Heiser, Soria e Anderson (2005) mais de 90% do lulo cultivado no Equador hoje vem dos híbridos F1 *Solanum quitoense* Lamarck x *S. sessiliflorum* Dunal var. *sessiliflorum* e *S. quitoense* x *S. sessiliflorum* var. *georgicum* (R. E. Schultes). O primeiro é conhecido sob o nome de Palora e o segundo como Puyo, nomes originados dos lugares onde eles foram cultivados no Equador. Estes híbridos diplóides quase estéreis foram propagados vegetativamente e ambos os híbridos tiveram seus cromossomos duplicados com colchicina na Universidade de Indiana gerando cultivares tetraplóides, que propagados por sementes são descritos como uma nova espécie, *Solanum indianense*.

Uma das pragas mais sérias do lulo é o nematóide das galhas, como observado por Bastidas, Obando e Betancourth (2004), onde *Meloidogyne incognita* foi encontrado em uma maior frequência, representando 60.9% de incidência nas amostras coletadas no estudo. Ainda, encontrou-se a espécie *Meloidogyne arenaria*,

o que permite concluir que junto com a *M. incognita* são as que estão afetando com maior incidência os cultivos de lulo, já que as duas espécies representam 86.8% de incidência. Embora o lulo seja perene e deva produzir por vários anos, por causa desses parasitas ele é frequentemente cultivado como anual em muitos lugares.

O lulo La Selva, resistente ao nematóide das galhas *Meloidogyne incognita*, foi obtido a partir do F2 de um cruzamento interespecífico realizado por C.B. Heiser da Universidade de Indiana (1980) entre *Solanum hirtum* e *Solanum quitoense*. Deste material, Mario Lobo e Rafael Navarro, então funcionários da Corpoica em 1984 e 1985, realizaram dois retrocruzamentos com *S. quitoense* visando obter plantas adaptadas à plena exposição solar, com resistência ao nematóide das galhas, e ao mesmo tempo recuperando a qualidade interna igual a fruta do lulo comum. Posteriormente estes pesquisadores e J. Bernal, M. L. Zuluaga, M. Londoño, e A. M. del Corral, funcionários da Corpoica, em 1990 selecionaram algumas plantas das quais derivou a variedade de lulo La Selva (BERNAL et al., 2000). Além disso, o suco dessa variedade tem uma vida mais longa por causa da oxidação retardada (HEISER e ANDERSON, 1999).

Ainda há outra forma de driblar o problema com os nematóides e doenças de solo, que é o enxerto de material comercial de *Solanum quitoense* em porta enxertos resistentes, como em materiais silvestres de *Solanum hirtum*, que para Arizala et al. (2011), Vásquez et al. (2011) e Jurado, Pérez e Lagos (2013) foi a melhor opção a se escolher no momento de enxertar e levar a campo.

Vários insetos praga e doenças fúngicas limitam a produção em todos os lugares em que o lulo é cultivado (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989). Na avaliação do cultivo de lulo em condições edafoclimáticas de La Rejoya, Rojas et al. (2010) verificaram que as doenças que se apresentaram em ordem de ataque foram: míldio (*P. infestans*), fusarium (*F. oxysporum*), antracnose (*Colletotrichum* sp.) e mancha clorótica (*Cladosporium* sp.).

De acordo com os resultados de Casierra-Posada et al. (2013), a sombra exerceu uma influência negativa sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas de lulo e, já que esta planta predomina no sub-bosque, é aconselhável a inoculação com fungos formadores de micorrizas, para corrigir tal efeito. Todos os fungos micorrízicos mostraram benefícios na planta, e dentro deles, se destacaram

as inoculações com *Scutellospora heterogama*.

Posada, Ebert e Lüdders (2000), concluíram que a salinidade por NaCl em plantas de lulo, em condições controladas de cultivo protegido induziu aos seguintes efeitos: redução do conteúdo de K<sup>+</sup> em folhas e talos; acumulação do Na<sup>+</sup> e de O<sup>-</sup> em raízes e folhas; maior acumulação do Na<sup>+</sup> nas raízes que em folhas e talos, em relação com o Cl<sup>-</sup>; maior acumulação do Cl em folhas que nas raízes e talos em relação com o Na<sup>+</sup>; incremento das relações Na/Ca, Na/Mg, Na/K e Na/Ca+Mg+K em todos os tecidos, mas mais acentuado nas raízes; redução na produção de biomassa; redução do conteúdo de clorofila *a* e *b* em folhas e por último, a aparição de zonas necróticas internervais nas folhas basais, e que em resumo, devemos evitar o cultivo do lulo em solos salinos.

A espécie não suporta solos sujeitos ao encharcamento, como nos mostram Florez-Velasco, Balaguera-Lopez e Restrepo-Diaz (2015) porque, semelhante a outros membros da família Solanaceae (RAO e LI, 2003), o lulo é significativamente suscetível ao estresse por encharcamento; as plantas alagadas exibiram reduções no comprimento da parte aérea, condutância estomática, transpiração da planta e pigmentos de clorofila foliar. No entanto, os efeitos fisiológicos negativos do estresse por encharcamento foram mitigados pelos níveis adequados de adubação nitrogenada do substrato. Além disso, aplicações de N foliar ajudaram a melhorar os efeitos negativos de curtos períodos de encharcamento, aumentando a concentração de clorofila foliar.

A capacidade de regenerar plantas a partir de folhas de lulo tem interessantes implicações, por causa da recalcitrância desta cultura de uma perspectiva clássica de melhoramento de plantas (HEISER, 1985). A passagem do tecido através de um ciclo *in vitro* foi demonstrada em muitas espécies como tendo um efeito desestabilizador, resultando em tipos de plantas variantes (EVANS, 1986 apud HENDRIX, LITZ e KIRCHOFF, 1987). A recuperação de substâncias potencialmente clavariantes de folhas de lulo poderiam ter um grande impacto na melhoria para esta cultura. Além disso, é provável que a abordagem da biotecnologia envolvendo cultura de protoplastos ou transformação de segmentos de folhas cultivadas com *Agrobacterium tumefaciens* como vetor serão facilitados (HENDRIX, LITZ e KIRCHOFF, 1987).

O trabalho executado por Messinger e Lauerer (2015), para avaliação do cultivo de lulo na Europa, confirmou que a produção de flores e frutos do lulo não se restringe ao fotoperíodo sazonal, indicando que esta cultura é adequada para o cultivo em estufas durante todo o ano. No entanto, os longos dias em geral (naturais e artificiais) durante o florescimento abreviam o começo da colheita, levando ainda a um período de colheita menor e mais frutos por planta enquanto que apenas os dias longos naturais aumentam a porção de flores hermafroditas no lulo. A iluminação suplementar no inverno aumentou o número de flores e frutas, mas não o rendimento.

Também foi observado que quando os lulos cresceram em condições naturais de luz desde o inverno, eles desenvolveram um segundo período de floração na primavera do ano seguinte. E finalmente, estas plantas tiveram o maior período de colheita, bem como o maior rendimento e, portanto, são de especial interesse comercial (MESSINGER e LAUERER, 2015).

Messinger et al. (2016) ainda avaliaram a questão de polinização para o sucesso do cultivo na Europa, onde concluíram que o abelhão, *Bombus terrestris*, e o lulo, *Solanum quitoense*, parecem ser biologicamente compatíveis como vetor de pólen e fonte de pólen, respectivamente. Constataram que inúmeras visitas as flores, foram feitas, resultando em uma polinização cruzada e em um conjunto de frutos, sementes e tamanho de fruto de elevada qualidade e com as características desejáveis. A combinação da atividade do polinizador avaliado com as características florais do lulo, facilitando múltiplas visitas, indicou uma interrelação comercialmente viável, adequada para a produção de frutos de lulo em sistemas de cultivo em estufa na Europa Central.

Além disso, o fornecimento de frutas no inverno, quando as frutas da região temperada são raras, pode esperar um alto potencial de mercado. Investigações adicionais na qualidade dos frutos durante todo o ano devem ser realizadas porque, além de um fornecimento contínuo de frutas, uma qualidade homogênea é importante para o sucesso do marketing (MESSINGER e LAUERER, 2015).

#### 2.1.1.1.1 *Características nutricionais do fruto*

A composição nutricional aproximada do lulo em 100 gramas de parte comestível do fruto foi reportada no Brasil por Lorenzi et al. (2006 apud KIM, 2013): energia 25.7 cal, água 89.15 g, proteína 0.35 g, gordura 0.17 g, carboidrato 5.7 g, cinza 0.7 g, Ca 9.15 mg, P 27.8 mg, Fe 0.49 mg, vitamina A 0.15 mg, vitamina B1 0.06 mg, vitamina B2 0.03 mg, niacina 1.47 mg e vitamina C 57.4 mg. Morton (1987) mostrou resultados das análises (em 100 g) feitas em lulos frescos da Colômbia e Equador: umidade 85.8–92.5, proteína 0.107–0.6 g, gordura 0.1–0.24 g, carboidrato 5.7 g, fibra 0.3–4.6 g, cinza 0.61–0.8 g, energia 23 kcal, Ca 5.9–12.4 mg, P 12.0–43.7 mg, Fe 0.34–0.64 mg, caroteno 0.071–0.232 mg (600 I.U.), tiamina 0.04–0.094 mg, riboflavina 0.03–0.047 mg, niacina 1.19–1.76 mg e vitamina C 31.2–83.7 mg.

Acosta, Pérez e Vaillant., (2009) também reportaram resultados de seu estudo com frutos na Costa Rica, composição nutricional aproximada em 100 g: umidade 90.6 g, proteína 0.7 g, carboidratos 3.8 g, fibra 1.4 g, açúcares 3 g, sucrose 1.6 g, glucose 0.68 g, frutose 0.7 g, cinza 0.92 g e energia 18 kcal. Seu valor antioxidante H-ORAC (hydrophilic – Oxygen radical absorbance capacity) foi 17 m mol Trolox (análogo a vitamina E solúvel em água) equivalente/g, conteúdo de fenóis totais foi 48 mg ácido gálico equivalente/100 g e conteúdo de ácido ascórbico foi 12.5 mg/100 g. Conteúdo de carotenóides de toda a fruta e polpa foi 33.3 e 7.2 mg/g, respectivamente. Os carotenóides identificados em toda a fruta foram  $\beta$ -caroteno 58.4%, luteína 32.2%, *cis*- $\beta$ -caroteno 6.1% e violaxantina 3.2%.

Os seguintes carotenóides antioxidantes bioativos e compostos fenólicos foram identificados no fruto do lulo: todos- *trans*- $\beta$ -caroteno, 13-*cis*- $\beta$ -caroteno, e 9*cis*- $\beta$ -caroteno e a luteína (carotenoides); ácidos clorogênicos e seus hexosídeos na parte carnosa e tecidos placentários, e glicosídeos flavonóis na casca (compostos fenólicos); e muitas espermidinas dihydrocaffeoyl em todas as três partes da fruta (GANCEL et al., 2008).

Os principais constituintes aromáticos encontrados no fruto de lulo no Equador foram os ésteres de ácido butanoico e acetato de etila (reportados como porcentagem de área em cromatogramas gasosos): Butanoato de etila 26,7%, metil butanoato 12,1%, ácido butanoico 0,4%, metil benzoato 0,3%, metil hexanoato 0,4%, metil (E) -2- butenoato 0,9%, metil 3-hidroxihexanoato <0,1%, g-hexalactona 8,2 % (BRUNKE, MAIR e HAMMERSCHMIDT, 1989), que também não encontrou

compostos aromáticos que se destacassem. Acosta, Pérez e Vaillant, (2009) também encontraram todos os voláteis acima e dois novos compostos em frutas da Costa Rica: butanoato de etila 4,02%, butanoato de metila 54,30%, ácido butanoico 8,38%, benzoato de metila 5,75%, hexanoato de metila 3,81%, metil (E) -2-butenoato 3,4%, 3-hidroxihexanoato de metila 2,87%, g-hexa-lactono 2,33%, 4 -hidroxi-4-metil-2-pentanona 13,25% e 2-metil-2-pentalenal 1.90%.

Os frutos fisiologicamente maduros podem ser mantidos verdes por 9 dias em boas condições à temperatura ambiente em um saco de polietileno selado de alta permeabilidade a gás, ou por 15 dias se um absorvedor de etileno for adicionado, 25 dias se armazenado a 7,5 ° C e, 50 dias se combinados os três métodos anteriores (ARANGO et al., 1999 apud KIM, 2013). Conforme as observações de ARANGO et al. (1999 apud KIM, 2013), é recomendado que, para aumentar a vida útil da laranja, frutas para o mercado local devem ser embaladas em plástico de alta permeabilidade, enquanto que a refrigeração a 7,5 °C ou adição de um absorvedor de etileno deve ser usada quando for necessário um período de armazenamento mais longo, como para mercados distantes.

## 2.2 PROPAGAÇÃO VEGETAL

A propagação sexuada ou por sementes, é o método principal de reprodução natural, e também, o mais eficiente, sendo o método mais utilizado para propagar as plantas cultivadas, por isso a propagação por sementes é utilizada em espécies florestais, já em fruticultura, são utilizadas na obtenção de porta enxertos e melhoramento de plantas (HARTMANN et al., 2002 apud FRANZON, CARPENEDO e SILVA, 2010).

Uma das formas de propagação assexuada ou vegetativa é a enxertia, onde une-se duas plantas ou partes delas para continuarem vivendo como uma nova planta (DIRR; HEUSER JUNIOR, 1987 apud FRANZON, CARPENEDO e SILVA, 2010).

Outra forma de propagação vegetativa é através de estruturas especializadas, que são caule, folhas ou raízes modificadas. Esse tipo de propagação é utilizado, por exemplo, em abacaxizeiro, bananeira, framboeseira, morangueiro e amoreira-

preta (NACHTIGAL et al., 2005 apud FRANZON, CARPENDO e SILVA, 2010).

Certos seres vivos em determinadas condições, podem desenvolver os órgãos necessários para constituírem novos indivíduos, e que separados da planta mãe, conseguem continuar e prosseguir sua vida, com independência absoluta (SOROA, 1969 apud AMBULUDI, 2013). Quando sem conjugação de célula sexual nem formação de uma nova semente, e se faz com que uma porção do vegetal separado do resto do mesmo prossiga vivendo, se diz que a planta se multiplica (SOROA, 1969 apud AMBULUDI, 2013).

A propagação de plantas é uma produção a partir de partes vegetativas. Se utilizam tecidos vegetais para multiplicação celular para gerar novos caules e raízes a partir de acúmulos celulares presentes em diversos órgãos (SOROA, 1969 apud AMBULUDI, 2013). A propagação assexuada consiste na reprodução de indivíduos a partir de porções vegetativas das plantas e é possível por que em muitas destas os órgãos vegetativos tem capacidade de regeneração. As porções de caules tem a capacidade de formar novas raízes e as partes da raiz podem gerar um novo caule. As folhas podem gerar novos caules e raízes (HARTMANN et al., 2002 apud FRANZON, CARPENEDO e SILVA, 2010).

A estaca é um caule ou talo que se introduz na terra ou substrato para multiplicar a planta, pode praticar-se a multiplicação com estes sobre abrigo e escolhendo com preferência brotos novos (HARTMANN et al., 2002 apud FRANZON, CARPENEDO e SILVA, 2010).

O enraizamento de estacas consiste na formação espontânea de raízes adventícias na base da estaca, ainda que em espécies recalcitrantes, se comprovou que a aplicação de ácido indolacético e auxinas sintéticas como ácido indolbutírico e ácido naftalenoacético estimulam o enraizamento, sendo a formação de raízes adventícias em estacas um processo complexo e compreendido de, pelo menos duas etapas: a formação de primórdios de raiz a partir de certas substâncias suscetíveis e o crescimento das raízes (AZCON e TALON, 2008).

Além disso, as auxinas podem causar multiplicação celular em alguns tecidos, especialmente naqueles pouco diferenciados de tipo parenquimático. Portanto, se cultivarmos, por exemplo, um fragmento de raiz em meios que contém uma auxina (AIA ou ANA), se observa que em uma ou duas semanas, uma ativa proliferação

determina a formação de um calo, de tal modo que se pode concluir que as células originais sofreram, pela ação da auxina, um processo de diferenciação, o que posteriormente conduz a formação de um novo tecido (HUDSON e DALE, 1972 apud AMBULUDI, 2013).

A diferenciação celular é o conjunto de trocas que torna possível a especialização celular, onde as células diferenciadas retêm toda a informação requerida para regenerar uma planta completa (AZCON e TALON, 2008).

### 2.3 SUBSTRATO

Um substrato pode ser compreendido como todo aquele material sólido distinto do solo, natural ou sintético, orgânico ou mineral, em forma pura ou em mescla, que permite ancoragem ao sistema radicular e, por conseguinte, desempenha um papel de suporte a planta (ABAD, 1991 apud MESSERER, 1998).

Um bom substrato deve reunir um conjunto de características que o tornam apto para o cultivo, entretanto nem sempre um único substrato reúne todas as características desejáveis e por isso, as vezes, se recorre a mistura de diversos materiais, buscando que uns forneçam o que falta a outros (BURES, 1993).

Os substratos têm como principal missão ser um suporte físico para as plantas, que lhes permita enraizar e manter-se erguidas, e proporciona-lhes água, oxigênio e nutrientes essenciais para manter em equilíbrio o metabolismo e a fisiologia vegetal (ARTETXE, BEUNZA e TÉRES, 1997).

A reatividade química de um substrato se define como a transferência de matéria entre o substrato e a solução nutritiva que alimenta as plantas através das raízes, sendo essa transferência recíproca (entre substrato e solução de nutrientes) e pode ser devida a reações de distinta natureza (LLURBA, 1997).

Qualquer atividade biológica nos substratos é claramente prejudicial, uma vez que os microrganismos competem com a raiz por oxigênio e nutrientes e também, podem degradar o substrato e piorar suas características físicas iniciais. Com isso, geralmente, há a diminuição da capacidade de aeração, podendo produzir asfixia radicular (FERNÁNDEZ et al., 2014). A atividade biológica está restringida aos substratos orgânicos e se eliminam aqueles cujo processo degradável seja

demasiado rápido (FERNÁNDEZ et al., 2014).

## 2.4 ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

Auxinas são uma classe de fito-hormônios que estão envolvidos em muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas (DAVIES, 1995). Dentro do grupo das auxinas destacam-se o ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA) e o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4 D) (XAVIER, 2002 apud VARELA, 2017).

O AIA foi avaliado em vários estudos, como o de Varela (2017), que chegou a conclusão de que, para a propagação vegetativa através de estacas semilenhosas de *Solanum guaraniticum*, durante o inverno, não houve necessidade de utilização de AIA. Já no estudo de Borges e Souza (2014), foi visto que o AIA, na concentração de 50 mg/L, permitiu maior enraizamento das mudas de manjeriço, o que favoreceu o sistema de absorção das plantas.

Segundo Alvarenga e Carvalho (1983 apud PORTO, OKAMOTO e TINOCO, 1999), ANA é um composto mais fitotóxico que o AIB e AIA, portanto deve ser utilizado em concentrações menores, embora para concentrações iguais, possa ser mais ativo. Porto, Okamoto e Tinoco, (1999), trabalhando com estacas de amoreira, viram que o ANA teve efeito negativo sobre o desenvolvimento das mesmas.

E o 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) também promove o desenvolvimento radicular, no entanto, é mais facilmente translocado para outras partes da planta, onde tem efeitos tóxicos (HITCHCOCK e ZIMMERMAN, 1942 apud GIANFAGNA, 1995).

Auxinas são uma classe de fito-hormônios que estão envolvidos em muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento das plantas (DAVIES, 1995). O AIA foi o primeiro hormônio vegetal a ser utilizado para estimular o enraizamento de estacas (COOPER, 1935). Naquela época, descobriu-se que uma nova auxina “sintética”, o ácido indol-3-butírico (AIB) também promovia o enraizamento e era ainda mais eficaz do que o AIA (ZIMMERMAN e WILCOXON, 1935). O AIB é atualmente usado comercialmente em todo o mundo para enraizar muitas espécies de plantas (HARTMANN, KESTER e DAVIES, 1990 apud LUDWIG-MÜLLER, 2000). Desde sua

introdução há mais de 50 anos, o AIB tem sido objeto de muitos experimentos envolvendo estudos de tentativa e erro de diferentes concentrações, formulações, aditivos e durações de tratamentos para obter o enraizamento ideal. Hoje ainda é possível encontrar variedades e cultivares em quase todas as espécies que não respondem com enraizamento a diferentes tratamentos com AIB.

Muitas investigações têm mostrado que o AIB tem uma maior capacidade de promover a formação de raízes adventícias em comparação com AIA, mas este efeito foi assumido como sendo devido à maior estabilidade de AIB versus AIA em solução e no tecido (NORDSTRÖM, JACOBS e ELIASSON, 1991). Embora o AIB seja usado em muitos laboratórios, seu papel *in vivo* ainda não é claro. A elucidação de como o AIB é feito dentro da planta é um passo para entender como ele pode funcionar no desenvolvimento da planta. Investigações recentes sobre a biossíntese de AIB mostram que suas concentrações em plantas podem ser reguladas por hormônios vegetais e várias tensões (LUDWIG-MÜLLER, HILGENBERG e EPSTEIN, 1995; LUDWIG-MÜLLER, SCHUBERT e PIEPER, 1995; LUDWIG-MÜLLER et al., 1997; LUDWIG-MÜLLER et al, 2000).

Os fitorreguladores podem ser aplicados via líquida ou pó. Por via líquida, a base das estacas (3 a 5 cm) deve ser submersa por um período de tempo de 5 a 10 segundos, para concentrações de 1 g.L<sup>-1</sup> a 2 g.L<sup>-1</sup>, uma vez que concentrações maiores e tempos de submersão elevados podem provocar fitotoxidez e provocar até a morte das estacas e, quando por pó, a base das estacas é colocada em contato com o pó e depois inserida no substrato (FRANZON, CARPENEDO e SILVA, 2010).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS

A avaliação da qualidade de um fruto requer a consideração das características ao longo do crescimento, maturação e no pós-colheita e, não somente com base nas características externas, pois mesmo com uma boa aparência, suas características organolépticas podem ser insatisfatórias. Através desse modo de avaliação, é possível obtermos dados mais próximos dos valores verdadeiros (CHITARRA, 1994 apud SOUZA, 2007).

As características físico-químicas dos frutos podem sofrer influência de fatores como a variedade, o estágio de maturação, as condições climáticas, a localização na planta e em relação ao sol e o manuseio pós-colheita (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001).

Características físicas como a aparência externa, a cor e o tamanho, e as físico-químicas, que tem relação com o sabor, o odor, a textura e o valor nutritivo, são atributos qualitativos para comercialização e utilização da polpa pela indústria (OLIVEIRA, 1999).

Segundo Costa (1994), a cor é o atributo qualitativo que o consumidor acha mais atraente e, cores vibrantes e fortes são preferíveis, sendo o fator predominante na compra do fruto.

Altos teores de sólidos solúveis são importantes tanto para o consumo ao natural quanto para o industrializado. Sólidos solúveis são usados como índice de açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitaminas hidrossolúveis e algumas pectinas (SOUZA, 2007). Já o pH, é estabelecido como atributo de qualidade pela legislação, por fornecer a avaliação de conservação da polpa, evitando crescimento microbiano (SOUZA, 2007).

A acidez total titulável é um critério para classificação da fruta através do sabor. A relação sólidos solúveis totais/ acidez titulável total, conhecida como ratio, fornece uma boa avaliação de sabor do fruto, sendo mais representativa do que medidas isoladas de açúcares e acidez (CHITARRA e CHITARRA, 1990 apud SOUZA, 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ESTAQUIA

O experimento com as estacas foi realizado na localidade de Santa Inês, município de São Luiz Gonzaga/RS. O local encontra-se cerca de 300 metros acima do nível do mar, nas coordenadas 28°18'21,2"S, 54°53'4"O. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes, sem estação seca definida, precipitação pluvial média anual de 1700 a 1800 mm, temperatura média de 20 a 21 °C, e média de umidade relativa do ar de 71 % (WREGGE et al., 2012).

Os dados de precipitação pluviométrica e de temperatura do ar foram obtidos junto a estação meteorológica automática do INMET de São Luiz Gonzaga, distante 14,5 quilômetros do local do experimento, obtidos durante o período de condução do experimento, que foi do dia 15 de setembro até o dia 5 de novembro.

Para avaliação, foram selecionados os seguintes substratos: substrato caseiro, areia e substrato comercial. O substrato caseiro é constituído de 50% de material compostado, 25% de vermiculita, 10% de areia e 15% de Latossolo Vermelho.

Para a obtenção de estacas, foram selecionados ramos do terço médio superior, onde deixou-se um nó por estaca, e no nó foram deixadas as folhas mais jovens, na base da estaca foi feito um corte horizontal (ORDÓÑEZ et al., 2012). Após o corte das estacas, em 50% delas foi realizada a aplicação de AIB em pó na base (FRANZON, CARPENEDO e SILVA, 2010).

O substrato foi previamente colocado em copos descartáveis de 200 ml, sendo realizado o plantio de uma estaca/copo. A estaca foi enterrada no copo já com o substrato e, em seguida, foi feita um leve pressão com os dedos ao redor da estaca para aumentar a área de contato com substrato.

Para avaliação do enraizamento das estacas, os copos com a estaca já plantada foram deixados em área sombreada ao ar livre e a temperatura ambiente. Foi feita a rega conforme avaliação diária da umidade apresentada pelo substrato.

Após 51 dias, foram retiradas as estacas dos copos, foi feita uma lavagem do

substrato e realizada a verificação do número de estacas enraizadas. Foi avaliada a altura da planta, medindo-se o comprimento do broto, desde sua inserção na estaca até a ponta da folha mais jovem totalmente desenvolvida.

Foi medido o comprimento de raiz, desde sua inserção até a ponta.

Foi medido a massa fresca da parte aérea, onde o broto foi cortado no ponto de inserção na estaca e pesado em balança de precisão; e a raiz, que foi cortada rente ao ponto de inserção e pesada também em balança de precisão.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, em bifatorial de 3 x 2, onde são 3 substratos e estacas com e sem AIB. Foram utilizadas 4 repetições de 5 estacas cada, totalizando 120 estacas, sendo os tratamentos:

T1: Substrato comercial;

T2: Substrato comercial + AIB;

T3: Areia;

T4: Areia + AIB;

T5: Substrato caseiro;

T6: Substrato caseiro + AIB.

Todos os dados coletados foram submetidos a análise de variância, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DOS FRUTOS

Os frutos foram colhidos de plantas cultivadas em Santa Inês, São Luiz Gonzaga. O local de cultivo encontra-se cerca de 300 metros acima do nível do mar, nas coordenadas 28°18'21,2"S, 54°53'4"O. As plantas tinham cerca de 8 meses de idade e os frutos estavam com coloração da casca característica de um fruto maduro.

Os frutos foram colhidos e trazidos para análise no laboratório de agroecologia da UFFS, sendo realizadas 4 repetições de 10 frutos cada, onde foram pesados em balança de precisão e depois medidos com paquímetro digital.

A cor foi aferida com colorímetro marca Konica Minolta, modelo CR-A50, sendo feitas duas leituras por fruto na região equatorial e realizada uma média da

cor nas coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  ( $L^*$  = Luminosidade;  $a^*$  = coordenada vermelho/verde - +a indica vermelho e -a indica verde;  $b^*$  = coordenada amarelo / azul - +b indica amarelo e -b indica azul). Também foi calculado o ângulo Hue:  $h^\circ = \arctan (b^*/a^*)$  (MCGUIRE, 1992).

Após a leitura da cor, os frutos foram cortados ao meio e despolidos, sendo feita a medida dos sólidos solúveis em refratômetro digital de bancada, pingando algumas gotas da polpa diretamente no leitor.

A análise de pH foi executada segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para medir o pH, foram pesadas 10 g da polpa em um béquer e misturadas a 100 mL de água destilada. O conteúdo foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. Foi inserido o eletrodo e feita a leitura.

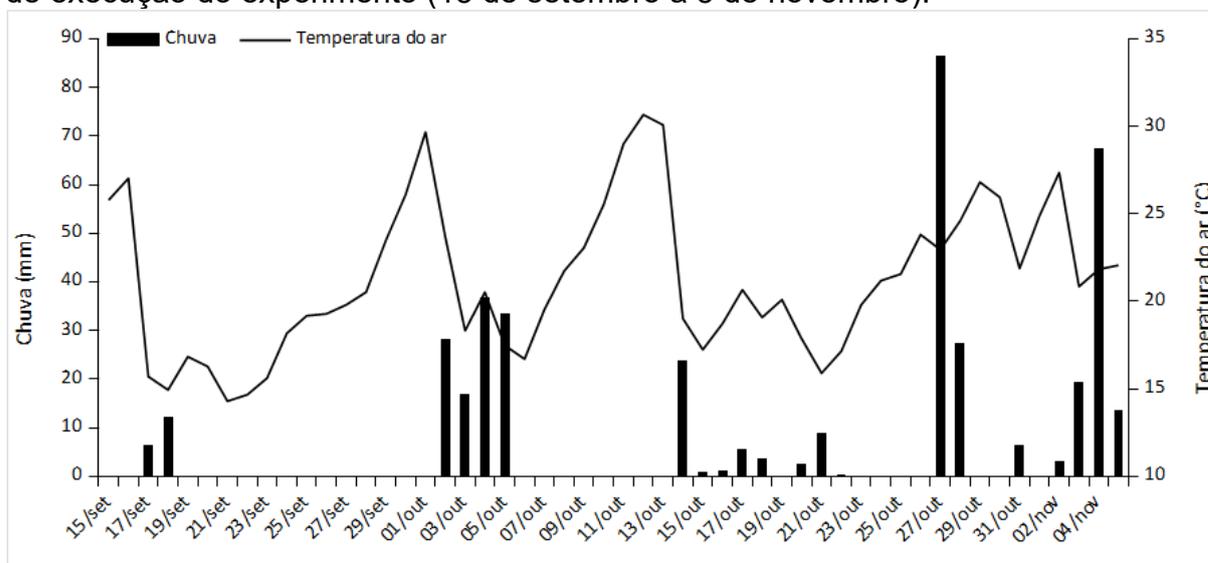
Não foram realizadas análises estatísticas, pois o intuito do trabalho foi de conhecer as características dos frutos produzidos em São Luiz Gonzaga.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS

Os dados meteorológicos (Figura 2) mostram algumas temperaturas altas e quedas bruscas de temperatura durante a execução do experimento, que eventualmente possam ter afetado de maneira negativa a taxa de sobrevivência geral, bem como os intervalos entre as precipitações, que afetaram o teor de umidade relativa do ar.

Figura 2: Dados da estação meteorológica de São Luiz Gonzaga obtidos no período de execução do experimento (15 de setembro a 5 de novembro).



Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

A taxa de sobrevivência de estacas de lulo submetidas ao tratamento prévio com ácido indol butírico nos substratos caseiro e areia teve diferença significativa (Tabela 1), sendo superior às estacas plantadas nos mesmos substratos sem tratamento com ácido indol butírico. Já no substrato comercial, a taxa de sobrevivência das estacas tratadas com AIB não diferiu estatisticamente da taxa de sobrevivência das estacas sem tratamento. Em relação aos outros substratos houve diferença significativa, sendo a taxa de sobrevivência das estacas tratadas com AIB no substrato comercial inferior às estacas tratadas com AIB nos substratos caseiro e a areia.

Tabela 1: Taxa de sobrevivência de estacas de *S. quitoense* submetidas a estaquia em diferentes substratos, com e sem a adição de ácido indolbutírico (AIB).

Substrato	Sobrevivência de estacas (%)	
	Com AIB	Sem AIB
Areia	60 Aa	30 Ba
Caseiro	60 Aa	30 Ba
Comercial	10 Ab	30 Aa

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Nota: médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

Estes resultados concordam com o observado por Garate (2010), que sugere que a auxina natural ou aplicada artificialmente é um requerimento para a iniciação de raízes adventícias em estacas de talo e ainda, demonstrou que a divisão das células iniciadoras da raiz depende da auxina, seja ela exógena ou endógena.

Dutra, Kersten e Fachinello (2002), testaram o tratamento de estacas de três cultivares de porta-enxerto de pessegueiro com AIB, e para as três o percentual de estacas enraizadas foi superior a aquelas não tratadas.

De acordo com Solis et al. (2019), para o enraizamento adequado de *Sacha inchi* (*Plukenetia volubilis*) a dose recomendado é de 2000 mg/L de AIB.

Cifuentes e Clavijo (1989), testando doses de AIB e AIA, viram que a aplicação de ácido indol butírico incidiu significativamente e positivamente no enraizamento de estacas de lulo.

O uso de AIB provou ser eficiente na estaquia de *Euphorbia phosphorea*, pois reduziu a mortalidade das mesmas na dose de 3000 mg/L, o que para Rossa et al. (2019), torna o uso de AIB indispensável a nível de produção comercial. Já para *Euphorbia enterophora*, o uso de 3000 mg/L de AIB reduziu a taxa de sobrevivência, sendo o uso do AIB dispensável.

A menor taxa de sobrevivência no substrato comercial pode ser consequência da menor capacidade de retenção de umidade do mesmo. Segundo Hartman e

Kester (1986) apud Cifuentes e Clavijo (1989), a retenção de umidade por parte do substrato é definitiva na diferenciação das células meristemáticas que vão a converter-se nos primórdios radiculares. Uma boa umidade no meio de enraizamento permite que as células do calo mantenham um turgor adequado para diferenciar-se, alongar-se e dividir-se, o que ajuda na emergência rápida de raízes com um crescimento longitudinal acelerado (BIDWELL, 1979). Fato já abordado por Esau (1965), que afirma que a formação de calo é uma resposta de cicatrização e se apresenta em substratos com retenção de umidade alta.

#### 4.2 COMPRIMENTO DA BROTAÇÃO E DA RAIZ

O comprimento da brotação nas estacas tratadas com AIB não diferiu significativamente das estacas que não receberam o tratamento (Tabela 2). Entretanto, considerando as estacas que receberam o tratamento, as que foram plantadas no substrato caseiro diferiram significativamente daquelas plantadas no substrato comercial, sendo a média de comprimento da brotação maior no substrato caseiro que no substrato comercial.

O comprimento da raiz nas estacas tratadas não diferiu significativamente das estacas não tratadas (Tabela 2) assim como, o comprimento da raiz também não diferiu significativamente entre os diferentes substratos. Contudo, Cifuentes e Clavijo (1989) obtiveram resultados significativos ao comparar o comprimento de raízes em estacas de lulo tratadas com AIB (70,6 mm) em relação as estacas não tratadas (35,3 mm).

Para Sá et al. (2018) a adição exógena de AIB foi necessária para indução de maior enraizamento, número e comprimento de raízes em miniestacas de erva-mate, sendo a aplicação de 8000 mg/L a mais indicada.

Silva et al. (2019), estudando a influência do AIB na propagação vegetativa de *Luehea divaricata*, concluíram que 1000 mg/L e período de 30 dias promoveram enraizamento satisfatório, mas ao prolongarem até os 60 dias, obtiveram um maior número de raízes secundárias, comprimento de raízes maior e número de folhas maior, o que conseqüentemente levou a um melhor desenvolvimento das estacas. Esse período maior que 60 dias de cultivo para um melhor enraizamento também foi

visto por Ohland et al. (2009) em *Ficus carica*, com uma dose de 2000 mg/L.

Segundo GARATE (2010), existe uma relação entre a formação da parte aérea da planta e o desenvolvimento das raízes. A formação de novas folhas e a brotação de gemas na estaca é muito importante dado que as folhas novas e as gemas brotadas representam fontes de carboidratos, auxinas e cofatores que contribuem para incrementar seu enraizamento, uma vez que estes compostos são posteriormente translocados para a base da estaca, estimulando o referido processo.

Tabela 2: Comprimento da brotação e das raízes de mudas de *S. quitoense* submetidas a estaquia em diferentes substratos, com e sem a adição de ácido indolbutírico (AIB).

Substrato	Comprimento da brotação (mm)		Comprimento da raiz (mm)	
	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB
Areia	35,4 Aab	35,5 Aa	57,7 Aa	19,8 Aa
Caseiro	60,3 Aa	42,2 Aa	60,1 Aa	26,5 Aa
Comercial	12,0 Ab	41,2 Aa	37,0 Aa	35,0 Aa

Fonte Elaborado pelo autor, 2019.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

#### 4.3 MASSA FRESCA DA BROTAÇÃO E DA RAIZ

A massa fresca da brotação não diferiu significativamente entre as estacas tratadas e não tratadas (Tabela 3). Porém, entre os substratos utilizados, houve diferença significativa, sendo a massa fresca no substrato caseiro superior ao substrato comercial.

Tabela 3: Massa fresca da brotação e das raízes de mudas de *S. quitoense* submetidas a estaquia em diferentes substratos, com e sem a adição de ácido indolbutírico (AIB).

Substrato	Massa fresca da brotação (g)		Massa fresca da raiz (g)	
	Com AIB	Sem AIB	Com AIB	Sem AIB
Areia	0,355 Aab	0,362 Aa	0,136 Aa	0,024 Aa
Caseiro	1,075 Aa	0,662 Aa	0,467 Aa	0,079 Ba
Comercial	0,113 Ab	0,410 Aa	0,028 Aa	0,062 Aa

Fonte Elaborado pelo autor, 2019.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

No quesito massa fresca de raiz, não houve diferença significativa entre os substratos. Entretanto, quanto ao substrato caseiro, houve diferença significativa entre a massa fresca de raiz das estacas tratadas e não tratadas, sendo a das estacas tratadas superiores a daquelas sem tratamento, fato também observado no trabalho de Cifuentes e Clavijo (1989), onde o peso seco de raízes de estacas de lulo tratadas com AIB (56, 34 mg) foi superior a testemunha (12, 26 mg).

Latoh, Gomes e Zuffellato-Ribas (2019) testando doses de AIB em miniestacas de *Tibouchinas*, concluíram que o uso de 2000 mg/L de AIB promoveu maior número de raízes em *Tibouchina* aff. *fothergillae*, e em *Tibouchina heteromalla*, a mesma dose é recomendada para obter maior número e comprimento de raízes, que por sua vez leva a um maior peso fresco de raízes. Já miniestacas de *Tibouchina moricandiana* var. *vinacea* não foram afetadas pelo uso de AIB.

Pêgo et al. (2019), estudando a estaquia de *Streptosolen jamesonni* em diferentes substratos com adição de AIB chegaram a conclusão de que o AIB ou os substratos não afetaram o enraizamento ou a sobrevivência das estacas, entretanto, plantas melhores foram obtidas no intervalo de doses entre 750 até 1456 mg/L no substrato comercial. Sob estas condições, um número alto de raízes nas estacas permitiu a produção de plantas de grande qualidade.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS

Na análise físico-química realizada (Tabela 4), os valores de pH observados ficaram entre 2,79 e 3,06, valores similares foram observados por Loaiza et al.

(2014), com valores de pH entre 2,89 e 2,94 e, por Galvis e Herrera (1999) apud Casierra-Posada, Garcia e Lüdders (2004), que observaram que durante o período de maturação do lulo o valor de pH é muito similar e oscila entre 2,9 e 3,2, isso indica que o pH não deve ser tomado como um parâmetro para determinar o grau de maturação dos frutos de lulo.

Tabela 4: Análise físico-química dos frutos de *S. quitoense*.

	<b>Diâmetro(mm)</b>	<b>Peso(g)</b>	<b>° Brix</b>	<b>pH</b>
Rep 1	31,46	16,30	7,90	3,06
Rep 2	30,61	15,70	6,70	2,93
Rep 3	28,42	13,70	6,10	2,79
Rep 4	28,41	12,30	7,50	2,97
Média	29,73	14,50	7,05	2,94

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O conteúdo de sólidos solúveis dos frutos (Tabela 4) estava de acordo com o encontrado por Casierra-Posada, Garcia e Lüdders (2004). Loaiza et al. (2014), verificou que dependendo do grau de maturação, os sólidos solúveis variaram de 6,58 a 9,04. E Matarazzo et al. (2013), em cultivo de lulo em Viçosa, observou que 73 dias após a antese, os frutos tinham 7,24 °Brix e, com 85 dias após a antese, os frutos estavam com mais de 9 °Brix, o que segundo Franco et al. (2002), é o teor que frutos destinados a agroindústria devem apresentar.

Na variável diâmetro, foram observados valores entre 28 e 41 mm (Tabela 4), medidas semelhantes as encontradas por Matarazzo et al. (2013) em frutos com cerca de 25 dias após a antese. Contudo, Loaiza et al.(2014) registrou frutos entre 46 e 47 mm de diâmetro, valores também informados por Matarazzo et al. (2013) aos 40 dias após a antese.

O peso médio dos frutos analisados foi de 14,5 gramas (Tabela 1), sendo que Matarazzo et al. (2013) observou frutos com o mesmo peso 25 dias após a antese, chegando aos 90 gramas no ponto de colheita.

O parâmetro de cor é analisado através da medida obtida pelo ângulo Hue (Tabela 5) e, dessa forma, ao compararmos os valores medidos com os observados por Matarazzo et al. (2013), temos frutos já passando do ponto de colheita. Assim

sendo, ao compararmos os parâmetros com os do estudo de Mejía et al. (2012), os frutos analisados estão quase totalmente laranjas (totalmente maduros), com praticamente toda a clorofila degradada.

Tabela 5: Valores das coordenadas de cores de frutos de *S. quitoense*.

	<b>Coordenada L*</b>	<b>Coordenada a*</b>	<b>Coordenada b*</b>	<b>Ângulo Hue</b>
Rep 1	59,73	27,09	37,00	53,79
Rep 2	59,39	26,62	36,85	54,16
Rep 3	59,34	27,44	37,04	53,47
Rep 4	60,00	26,23	37,82	55,26
Média	59,62	26,85	37,18	54,17

Fonte: Elaborado pelo autor, (2019).

Contudo, se levarmos em consideração as variáveis tamanho, diâmetro e sólidos solúveis, pode ser inferir que os frutos não foram coletados no estágio de maturação correto. Porém, de acordo com o parâmetro de cor, o fruto apresentava se em estágio de maturação para colheita. Assim sendo, apesar de todas as mudanças sofridas pelos frutos durante a maturação, a mudança de cor é a mais notável e, é o critério mais importante para decidir se a fruta está madura ou não (MEJÍA et al., 2012).

As diferenças observadas, principalmente na variável peso e tamanho de fruto, podem ser resultantes de fatores diversos, como local de cultivo, nutrição da planta, a variedade, o estágio de maturação, as condições climáticas, a localização do fruto na planta e em relação ao sol e, o manuseio pós-colheita (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de AIB foi determinante para uma maior taxa de sobrevivência de estacas e auxílio no enraizamento.

O substrato caseiro foi superior ao comercial no comprimento da brotação e na massa fresca da brotação.

O uso do substrato caseiro em conjunto com AIB aumentou a massa fresca de raízes.

Mais estudos com a espécie devem ser realizados na região das Missões do Rio Grande do Sul a fim de atestar sua viabilidade para cultivo local.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, O.; PÉREZ, A. M.; VAILLANT, F. Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 59, n 1 p. 88–94. 2009.

ALMANZA, P. J.; QUIJANO-RICO, M. A.; FISCHER, G.; CHAVES C. B.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. E. Physicochemical characterization of Pinot Noir grapevine (*Vitis vinifera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. **Agronomía Colombiana**. v. 28, n. 2, p. 173-180. maio-agosto 2010.

AMBULUDI, B. M. M. **Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y dos tamaños de estacas en la propagación de naranjilla (*Solanum quitoense*) híbrido puyo, en vivero en el cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha**. Facultad de recursos naturales, Escuela de ingeniería agronómica. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 105 p.. 2013.

ARIZALA, M.; MONSALVO, A.; BETANCOURTH, C.; SALAZAR, C.; LAGOS, T. Evaluación de solanaceas silvestres como patrones de lulo (*Solanum quitoense* Lam) y su reacción a *Fusarium* sp. **REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**. v. 28, n. 1, p. 147–160. 2011.

ARTETXE, A.; BEUNZA, A. I.; TERÉS, V. T. Caracterización física de los sustratos de cultivo. **Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros**. n. 125, p. 38-41, 1997.

AZCON, J.; TALON, M. **Fundamentos de fisiología vegetal**. Ediciones Universidad de Barcelona, primera edición, Barcelona, España, 2000.

BASTIDAS, F. G.; OBANDO, J.; BETANCOURTH, C. Reconocimiento de especies de *Meloidogyne* en tomate de árbol (*Solanum betacea*) y lulo (*Solanum quitoense*) en la zona norte del departamento de Nariño. **REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**. v. 21, n. 1 - 2. 2004.

BERNAL, J. A.; LONDOÑO, B. M.; FRANCO, G.; RODRIGUEZ OSORIO, J. E. Lulo La Selva. **Revista Innovación y Cambio Tecnológico**. (Colombia) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Bogotá: CORPOICA. v. 1, n. 2, p. 74-81. 2000.

BIDWELL, R.S. **Fisiología Vegetal**. Primera Ed. en español. AGT editor, 804 p.. 1979.

BOHS, L. **Cyphomandra (Solanaceae)**. Flora Neotropica Monographs. v. 63. The New York Botanical Garden, New York, Estados Unidos. 175 p.. 1994.

BOHS, L. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra* (Solanaceae). **Economic Botany**, v. 43, p. 143-163. 1989.

BOHS, L. Transfer of *Cyphomandra* (Solanaceae) and its species to *Solanum*. **Taxon**. v. 44, p. 583-587. 1995.

BORGES, K. C. A. de S.; SOUZA, G. S. Influência de fitorreguladores e do tipo de cultivo no crescimento de *Ocimum basilicum*. *Cadernos UniFOA*, v. 9, n. 24, 2014.

BRÜCHER, H. 1977. **Tropische Nutzpflanzen: Ursprung, Evolution und Domestikation**. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg GmbH. 541 p. 1977.

BRUNKE, E. J.; MAIR, P.; HAMMERSCHMIDT, F. J. Volatiles from naranjilla fruit (*Solanum quitoense* Lam.). GC/MS analysis and sensory evaluation using sniffing GC. **J. Agric Food Chem**. v. 37, n. 3, p. 746-748. 1989.

BURES, S. Congreso internacional de sustratos. **Horticultura**. v. 86, p. 30–39, 1993.

CASIERRA-POSADA, F.; GARCÍA, E. J.; LÜDDERS, P. Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam. var. *quitoense* y *septentrionale*). **Agronomía Colombiana**. v. 22, n. 1, p. 32-39. 2004.

CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J.; PEÑALOZA, J.; ROVEDA, G. Influencia de la sombra y de las micorrizas sobre el crecimiento de plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**. v. 16, n. 1, p. 61-70. 2013.

CIFUENTES, F.; CLAVIJO, J. F. Propagación por Estacas en Lulo, *Solanum quitoense* Lan. **Agronomía Colombiana**. v. 6: p. 37-41, 1989.

COOPER, W. C. Hormones in relation to root formation on stem cuttings. **Plants Physiology**. v. 10, p. 789–794, 1935.

COSTA, L. Qualidade e pós-colheita de citros. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 45-51, 1994.

DAUNAY, M. C.; LESTER, R. N.; ROUSSELLE-BOURGEOIS, F.; PERON, J. Y. Know and less know Solanum species for fresh market. **Acta Horticulturae**. n. 412, p. 293-305. 1995.

DAVIES, P. J. **Plant Hormones. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 833 p. 1995.

DOGANLAR, S.; FRARY, A.; DAUNAY, M. C.; LESTER, R. N.; TANKSLEY, S. D. Conservation of gene function in the Solanaceae as revealed by comparative mapping of domestication traits in eggplant. **Genetics**. v. 161, p. 1713 – 1726. 2002.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**. v. 59, n. 2, p. 327-333, abr/jun. 2002.

EICH, E. **Solanaceae and Convolvulaceae - Secondary metabolites: biosynthesis, chemotaxonomy, biological and economic significance**. A handbook. Springer- Verlag, Berlin, Germany. 637. p. 2008.

EPSTEIN, E.; LUDWIG-MÜLLER, J. Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, biosynthesis, metabolism, and transport. **Physiol Plant**. v. 88, p. 382–389, 1993.

ESAU, K. **Plant Anatomy**. 2a. Ed. New York. John Willey and Sons Inc. 607 p.1965.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FERNÁNDEZ, M. M.; AGUILAR, M. I.; CARRIQUE J. R.; TORTOSA, J.; GARCÍA, C.; LÓPEZ, M.; PÉREZ, J. M. **Suelo y medio ambiente en Invernaderos**. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía, 135 p. 2014.

FLOREZ-VELASCO, N.; BALAGUERA-LOPEZ, H. E.; RESTREPO-DIAZ, H. Effects of foliar urea application on lulo (*Solanum quitoense* cv.septentrionale) plants grown under different waterlogging and nitrogen conditions. **Scientia Horticulturae**. p.154–162. 2015.

FRANCO, G.; BERNAL, J.; GIRALDO, M. J.; TAMAYO, P J.; CASTAÑO , O.; TAMAYO, A.; GALLEGO, J. L.; BOTERO, M. J.; RODRIGUEZ, J. E.; GUEVARA, N. J.; MORALES, J. E.; LONDOÑO, M.; RÍOS, G.; RODRÍGUEZ, J. L.; CARDONA, J. H.; ZULETA, J.; CASTAÑO, J.; RAMÍREZ, M. C. **El cultivo del lulo**. Colômbia: CORPOICA, 103 p. 2002.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas:** principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Planaltina, DF, EMBRAPA Cerrados, 56 p. 2010.

FRARY, A.; DOGANLAR, S.; DAUNAY, M. C.; TANKSLEY, S. D. QTL analysis of morphological traits in eggplant and implications for conservation of gene function during evolution of solanaceous species. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 107, p. 359-370. 2003.

FRODIN, D. G. History and concepts of big plant genera. **Taxon**. v. 53, p. 753-776. 2004.

FURINI, A.; WUNDER, J. Analysis of eggplant (*Solanum melongena*)-related germplasm: morphological and AFLP data contribute to phylogenetic interpretations and germplasm utilization. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 108, p. 197-208. 2004.

GANCEL, A. L.; ALTER, P.; DHUIQUE-MAYER, C.; RUALES, J.; VAILLANT, F. Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. Var. Puyo hybrid), an Andean fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 56, n. 24, p. 11890–11899. 2008.

GARATE, M. H. **Técnicas de propagacion por estacas**. 2010. 189 p. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad nacional de Ucayali. Ucayali, Peru, 2010.

GIANFAGNA, T. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In: DAVIES, P. J. **Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p.

751-773. 1995.

HEISER, C. B. Ethnobotany of the Naranjilla (*Solanum quitoense*) and its relatives. **Economic Botany**. v. 39, p. 4–11. 1985.

HEISER, C. B. The Naranjilla (*Solanum quitoense*), the cocona (*Solanum sessiliflorum*) and their hybrid. In: Gustafson, P., Appels, R., Raven, P. **Gene Conservation and Exploitation**. Springer, Boston, p. 29–34. 1993.

HEISER, C. B.; ANDERSON, G. “New” *Solanums*. In: **Perspectives on new crops and new use**. Janick, J., Ed.. American Society for Horticultural Science Press. Alexandria, Virginia, p. 379-384. 1999.

HEISER, C. The Relationships of the Naranjilla, *Solanum quitoense*. **Biotropica**. v. 4, n. 77. 1972.

HEISER, C.; SORIA, J. M. C.; ANDERSON, G. A new synthetic allopolyploid Naranjilla, *Solanum indianense* (Solanaceae). **Novon**. v.15, p. 290–292. 2005.

HENDRIX, R.; LITZ, R.; KIRCHOFF, B. In vitro organogenesis and plant regeneration from leaves of *Solanum candidum* Lindl., *S. quitoense* Lam. (naranjilla) and *S. sessiliflorum* Dunal. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. v. 11, p. 67-73. 1987.

HIJMANS, R. J.; SPOONER, D. M. Geographic distribution of wild potato species. **American Journal of Botany**. v. 88, p. 2102-2112. 2001.

JURADO, J. C.; PÉREZ, L. J.; LAGOS, T. C. Comportamiento agronómico de injertos de lulo de castilla *Solanum quitoense* Lam. en patrones de *Solanum* spp. **Revista De Ciencias Agrícolas**. v. 30, n. 1, p. 54-64. 2013.

KIM, T. K. *Solanum quitoense*. In: **Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants**. Springer, Dordrecht, p.419-423. 2013.

KNAPP, S. Tobacco to tomatoes: a phylogenetic perspective on fruit diversity in the Solanaceae. **Journal of Experimental Botany**. v. 53, p. 2001-2022. 2002.

KNAPP, S.; BOHS, L.; NEE, M.; SPOONER, D. M. Solanaceae – a model for linking

genomics with biodiversity. **Comparative and Functional Genomics**. v. 5, p. 285-291. 2004.

LATOH, L. P.; GOMES, E. N.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Can indolebutyric and fulvic acids induce adventitious rhizogenesis on mini-cuttings from Brazilian native tibouchinas?. **Ornamental Horticulture**. v. 25, n. 1, p. 42-48. 2019.

LLURBA, M. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. **Revista Horticultura**, n. 125, 1997.

LOAIZA, D. I. G.; SANTOS, L. E. O.; MAHECHA, P. V.; AMARILES, H. D. V. Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez. **Acta Agronómica**. v. 63, n. 1, p. 1-9, 2014.

LOBO, M.; MEDINA, C. I.; DELGADO, O. A.; BERMEJO, A. Variabilidad morfológica de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y especies relacionadas de la sección Lasiocarpa. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**. v. 60, p. 3939–3964. 2007.

LUDWIG-MÜLLER, J.; HILGENBERG, W.; EPSTEIN, E. The *in vitro* biosynthesis of indole-3-butyric acid in maize. **Phytochemistry**. v. 40, p. 61–68, 1995.

LUDWIG-MÜLLER, J.; KALDORF, M.; SUTTER, E. G.; EPSTEIN, E. Indole-3-butyric acid (IBA) is enhanced in young maize (*Zea mays* L.) roots colonized with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. **Plant Sci**. v. 125, p. 153–162, 1997.

LUDWIG-MÜLLER, J.; SCHUBERT, B.; PIEPER, K. Regulation of IBA synthetase by drought stress and abscisic acid. **J Exp Bot**. v. 46, p. 423–432, 1995.

LUDWIG-MÜLLER, J.; SCHUBERT, B.; RADEMACHER, W.; HILGENBERG, W. Indole-3-butyric acid biosynthesis in maize is enhanced by cyclohexanedione herbicides. **Physiol Plant**. v. 110, p. 544–550, 2000.

MATARAZZO, P. H. M.; de SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; da SILVA, D. F. P.; CECON, P. R. Desenvolvimento dos frutos de lulo (*Solanum quitoense* LAM), em Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, p.131–142. 2013.

MATTOS, L. A.; AMORIM, E. P.; COHEN, K. O.; de AMORIM, T. B.; SILVA, S. O. Agronomic, physical and chemical characterization of banana fruits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 10, p. 225-231, 2010.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Hort Science**. v. 27(12), p 1254-1255. 1992.

MEJÍA, C. M.; GAVIRIA, D.; DUQUE, A. L.; RENGIFO, L.; AGUILAR, E.; ALEGRÍA, A.H. Physicochemical characterization of the lulo (*Solanum quitoense* lam.) Castilla variety in six ripening stages. **Vitae, revista de la facultad de química farmacéutica**. v. 19, n. 2, p.157-165. 2012.

MESSERER, D. A. M. **Sustratos alternativos en la propagación de palto (*Persea americana*)**.1998. 65 p. Facultad de Agronomía, área de fruticultura. Universidad Católica de Valparaíso. Quilota, Chile. 1998.

MESSINGER, J.; LAUERER, M. *Solanum quitoense*, a new greenhouse crop for Central Europe: flowering and fruiting respond to photoperiod. **Scientia Horticulturae**. v. 183, p. 23–30. 2015.

MESSINGER, J.; MARTINI, M. M. F.; ROSSI, G.; SAMUELS, J.; LAUERER, M. Successful pollination of the Neotropical crop *Solanum quitoense* by *Bombus terrestris*: Behaviour, efficiency and yield. **Journal of Applied Entomology**. v. 140, p. 124–134. 2016.

MORTON, J. (1987) Naranjilla. In: **Fruits of warm climates**. Julia F. Morton, Miami, p. 425–428. 1987.

MUELLER, L. A.; SOLOW, T. H.; TAYLOR, N.; SKWARECKI, B.; BUELS, R.; BINNS, J.; LIN, C.; WRIGHT, M. H.; AHRENS, R.; WANG, Y.; HERBST, E. V.; KEYDER, E. R.; MENDA, N.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S. D. The SOL Genomics Network. A comparative resource for Solanaceae biology and beyond. **Plant Physiology**, v. 138, p. 1310-1317. 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Naranjilla (Lulo). In: **Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise of the world cultivation**; National Academy Press: Washington, p 267-275. 1989.

NATURAL HISTORY MUSEUM (2019). **Solanaceae source**. *Solanum*. Disponible

em: <<http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/solanaceaesource>>. Acesso em: 13 abr. 2019.

NORDSTRÖM, A. C.; JACOBS, F. A.; ELIASSON, L. Effect of exogenous indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid on internal levels of the respective auxins and their conjugation with aspartic acid during adventitious root formation in pea cuttings. **Plant Physiol**, v. 96, p. 856–861, 1991.

OCHOA-VARGAS, L. M.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. E.; ARDILIA-ROA, G.; PINZÓN-SANDOVAL, E. H.; ÁLVAREZ-HERRERA, J. G. Crecimiento y desarrollo del fruto de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en el municipio de San Antonio del Tequendama (Colombia). **Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 17, n. 347. 2016.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; KOTZ, T. E.; DANELUZ, S. Enraizamento de estacas apicais de figueira ‘Roxo de Valinhos’ em função da época de coleta e AIB. **Ciênc. agrotec.** v. 33, n. 1, p. 74-78. 2009.

OLIVEIRA, M. E. B. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

ORDÓÑEZ, C.; GÓMEZ, H.; ORDÓÑEZ, H. R.; LAGOS, T. C. Evaluación de un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes en lulo silvestre *Solanum hirtum* Vahl, *S. marginatum* L.f., *S. sessiliflorum* Dun, *S. mammosum* L. y *S. umbellatum* Mill. **Revista de Ciencias Agrícolas**, v. 29, n. 1, p. 29-41, 2012.

ORDÓÑEZ, N. M. P.; ORDÓÑEZ, N. K. S.; JURADO, H. R. O.; BURBANO, T. C. L. Comportamiento meiótico de diferentes especies de lulo, *Solanum* sp. **ACTA AGRONÓMICA**, v. 59, n. 4, p. 394-400. 2010.

PATIÑO, V. M. Tomo I: Frutales. In: **Plantas cultivadas y animales domesticos en America equinoccial**. Imprenta Departamental. Cali, Colombia. 1963.

PÊGO, R. G.; FIORINI, C. V. A.; MACHADO, A. F. L.; GOMES, M. V. S. Propagation of *Streptosolen jamesonii* (Benth.) Miers by stem cutting treated with IBA in different substrates. **Ornamental Horticulture**. v. 25, n. 1, p. 26-33. 2019.

PICKERSGILL, B. Domestication of plants in the Americas: Insights from mendelian and molecular genetics. **Annals of Botany**, v. 100, p. 925.–940. 2007.

PORTO, A. J.; OKAMOTO, F.; TINOCO, S. T. J. Avaliação de níveis do ácido naftalenoacético no pegamento de estacas de amoreira. **Boletim de Indústria animal**, Nova Odessa, v.56, n.2, p.187-193,1999.

POSADA, F. C.; EBERT, G.; LÜDDERS, P. Efecto de la salinidad por cloruro de sodio sobre el balance de nutrientes en plantas de lulo ( *Solanum quitoense* L.). **Agronomía Colombiana**, v.17, p. 85-90. 2000.

QUEZADA, P. G. A. **Caracterización morfológica y molecular del tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae)**. 2011, 302 p, Tese (doutorado em Biologia Vegetal). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2011.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J.; DAVENPORT, T. L. Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) reproductive physiology: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 238, p. 163–176. 2018.

RAO, R.; LI, Y. Management of flooding effects on growth of vegetable and selected field crops. **Hort Technology**, v. 13, p. 610-616. 2003.

ROJAS, C. M.; MUÑOZ, L. A.; TERÁN, V. F.; PRADO, F.; QUIÑONEZ, M. A. Evaluación de patógenos en clones de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) **Acta Agronómica**, v. 59, n. 2, p. 144-154. 2010.

ROSSA, Ü. B.; WINCKLER, P. R.; WINCKLER FILHO, P. R.; WESTPHALEN, D. J.; GASPAR, R. G. B. Cuttings of *Euphorbia phosphorea* Mart and *Euphorbia enterophora* Drake at different concentrations of indole-butyric acid and analysis of economic viability. **Ornamental Horticulture**. v. 25, n. 3, p. 314-323. 2019

SÁ, F. P.; PORTES, D. B.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano. **Ciência Florestal**. v. 28, n. 4, p. 1431-1442. 2018

SCHULTES, R. E.; CUATRECASAS, J. Notes on the cultivated lulo. **Botanical Museum Leaflets**, Harvard University, v. 16, n. 5, p. 97-105.1953.

SILVA, K. B.; REINIGER, L. R. S.; RABAIOLLI, S. M. S.; STEFANEL, C. M.; SILVA, L. D. Indolebutyric acid in “pulse” treatment on the rooting of *Luehea divaricata*

minicuttings. **Ciência Rural**, v. 49, n. 12. 2019

SOLIS, R.; GONZALES, N.; PEZO, M.; ARÉVALO, L.; VALLEJOS-TORRES, G. Rotting of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) juvenile cuttings in microtunnels. **Acta Agron.** v. 68, n. 1, p. 35-40. 2019.

SOUZA, C. N. **Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.)** 2007, 58 p. Dissertação Pós graduação em produção vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil baseado em APG III. Nova Odessa. 768 p. 2012.

SPOONER, D. M.; HETTERSCHEID, W. L. A. Origin, evolution, and group classification of cultivated potatoes. In: Motley TJ, Zerega N, Cross H (eds). **Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution, and conservation of crops.** Columbia University Press, New York, Estados Unidos, p. 285-306. 2005.

SPOONER, D. M.; SALAS, A. Structure, biosystematics, and genetic resources. En: Gopal, J.; Paul, S. M. (eds). **Handbook of potato production, improvement, and postharvest management.** Food Products Press, New York, Estados Unidos, p. 1-40. 2006.

STEVENS, P. F. (2001 e adiante). **Angiosperm Phylogeny Website.** Versão 14, Julho 2017 [e atualizações posteriores]. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/Apweb/>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

VARELA, E. P. **Efeitos do ácido indolacético (AIA) no enraizamento de estacas de *Solanum guaraniticum*.** A. ST.-HIL. 2017. 34 p. Bacharel em Ciências Biológicas. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

VÁSQUEZ, C. W.; VITERI, D. P.; MARTINEZ, A.; VILLARES, M.; AYALA, G.; JÁCOME, R.. Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.): **Tecnologías para mejorar la productividad y la calidad de la fruta.** Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Fruticultura. (Plegable no. 275). 2011.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; de ALMEIDA, I, R. **Atlas climático da região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do**

**Sul.** Brasília, DF, EMBRAPA, 2012.

**ZEIGER, E.  $\alpha$ -Chaconine [20562-03-2] and  $\alpha$ -solanine [20562-02-1]. Review of toxicological literature.** National Institute of Environmental Health Sciences. Research Triangle Park, North Carolina, Estados Unidos, 96 p.. 1998.

**ZIMMERMAN, P. W.; WILCOXON, F. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants.** Contrib. Boyce Thompson Inst v. 7, p. 209–229, 1935.