

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós Graduação em Sistemas de
Produção Agrícola Familiar



Tese

Caracterização agronômica e fenológica de genótipos de tungue
(*Aleurites fordii* Hemsl)

Marcel Diedrich Eicholz

Pelotas, 2016

Marcel Diedrich Eicholz

**Caracterização agronômica e fenológica de genótipos de tungue
(*Aleurites fordii* Hemsl)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Sérgio Delmar dos Anjos e Silva

Co-Orientador: Edgar Ricardo Schoffel

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

E34c Eicholz, Marcel Diedrich

Caracterização agronômica e fenológica de genótipos de tungue (*Aleurites fordii* Hemsl) / Marcel Diedrich Eicholz ; Sérgio Delmar dos Anjos e Silva, orientador ; Edgar Ricardo Schoffel, coorientador. — Pelotas, 2016.

74 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. *Aleurites fordii*. 2. Descritores. 3. Fenologia. I. Silva, Sérgio Delmar dos Anjos e, orient. II. Schoffel, Edgar Ricardo, coorient. III. Título.

CDD : 635.9

Marcel DiedrichEicholz

Caracterização agronômica e fenológica de genótipos de tungue
(*Aleuritesfordii*Hemsl)

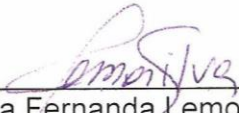
Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 01 de julho de 2016.

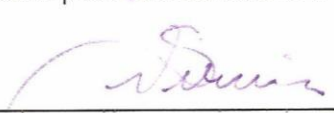
Banca examinadora:



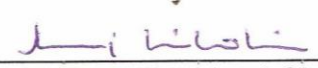
Dr. Sérgio Delmar dos Anjos e Silva (Orientador)
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul



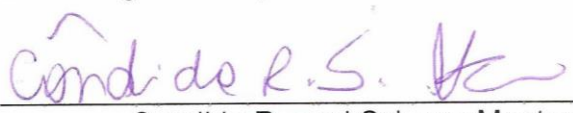
Dr. Claudia Fernanda Lemons e Silva
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Dr. Carlos Augusto Posser Silveira
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas



Dr. IdemirCitadim
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas



Candida Raquel ScherrerMontero
Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico

A minha família

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha família, pela minha vida e pela paz nos momentos em que me encontrei incapaz de prosseguir;

A toda minha família, pelo auxílio, apoio, carinho, amizade e incentivo, sem os quais o trabalho seria muito mais difícil;

A meus pais, Adão (in memoriam) e Neli, com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo de minha vida;

A meus irmãos, Eberson, Leandro e Mateus, meu agradecimento especial, pois, ao seu modo, sempre se orgulharam de mim e confiaram em meu trabalho;

A minha noiva Vania por todo amor, compreensão e colaboração. Muito obrigado por ter estado ao meu lado nesta fase importante da minha vida;

Ao Pesquisador Dr. Sérgio Delmar dos Anjos e Silva, pela confiança e dedicação prestados nestes anos;

Aos colegas e amigos, que presentes ou não sempre estiveram comigo;

A toda a equipe do setor de Agroenergia, obrigado pelo apoio, auxílio e cooperação;

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, pela oportunidade de realizar este estudo. E aos professores e colegas do programa;

À Embrapa Clima Temperado pela oportunidade;

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Enfim a todos, que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Agradeço

RESUMO

EICHOLZ, Marcel Diedrich. **Caracterização agronômica e fenológica de genótipos de tungue (*Aleurites fordii* Hemsl)**. 2016. 74 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2016.

O tungue (*Aleurites fordii*) é uma planta da família *Euphorbiaceae*, adaptada ao clima temperado, necessita cerca de 350 a 400 horas de frio (abaixo de 7,2°C) para diferenciação de gemas vegetativas e floríferas. Essa espécie é cultivada com objetivo de produzir óleo o qual tem uma característica muito importante que é secagem rápida, sendo amplamente utilizado na indústria de tintas e resinas, podendo também ser utilizado na ornamentação de vias e jardins. Mesmo a cultura estando presente no Estado a mais de 50 anos, informações referentes ao comportamento do tungue ainda são recentes. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a fenologia e determinar características agronômicas de interesse em clones e genótipos de tungue no Rio Grande do Sul. As avaliações ocorreram em três safras consecutivas avaliando-se as características morfológicas, fenológicas e produtivas. Os resultados obtidos revelam variabilidade de interesse para as características avaliadas. Foram identificados genótipos com alto potencial produtivo e morfologia adequada para produção comercial e genótipos com potencial paisagístico. Não houve diferenças entre os clones testados nos diferentes locais e anos para as características morfológicas e fenológicas, entretanto houve interação Clone x Local, existindo comportamento diferenciado dos clones, quanto a produtividade, nos diferentes locais.

Palavras-chave: *Aleurites fordii*. Descritores. Fenologia.

ABSTRACT

EICHOLZ, Marcel Diedrich. **Agronomic and phenological characterization of tung genotypes (*Aleurites fordii* Hemsl)**. 2016. 74 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2016.

The tung tree (*Aleurites fordii*) plant belongs to the *Euphorbiaceae* family, adapted to temperate climate, it needs about 350 to 400 chilling hours (below 7.2°C) for vegetative and flower buds differentiation. This species is cultivated in order to produce oil which has a very important feature that is quick drying and is widely used in industrial paints and resins. It could also be used as an ornamental plant. Despite being present in the State for over 50 years, information about the behavior of the tung tree are recent. Therefore objective of this study was to evaluate the phenology and determine agronomic traits of interest in clones and tung genotypes in Rio Grande do Sul State. The morphological, phenological and productive characteristics were evaluated in three consecutive harvests. The results showed variability of interest to the characteristics evaluated. There were genotypes with high yield potential and morphology suitable for commercial production and genotypes with landscaping potential. There were no differences between the clones tested in different locations and years for the morphological and phenological characteristics, though there was interaction between clone x location. Clones showed different behavior in different locations for productivity traits.

Keywords: *Aleurites fordii*. Descriptors. Phenology.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%	Porcentagem
AP	Altura de Planta
DT	Diâmetro do tronco
AI	Altura de inserção dos ramos primários
NF	Número de frutos
NB	Número de bifurcações
NI	Número de inflorescências
P10F	Peso de 10 frutos
P100S	Peso de 100 sementes
CV	Coeficiente de Variação
IB	Início da Brotação
IF	Início da Floração
FF	Final da Floração
DF	Duração da floração
Forfl	Formato da folha
ID	Início da Dormência
Rcs	Relação casca/semente
CF	Comprimento da folha
Df	Diâmetro da folha
CPed	Comprimento do pedúnculo
CPec	Comprimento do pecíolo
Corflor	Cor da flor
Kg	Quilogramas
Kg ha ⁻¹	Quilogramas por hectare
T	Toneladas
m	Metros

cm	Centímetros
mm	Milímetros
n°	Número
°C	Graus Celsius
HF	Horas de frio
Aif	Após o início da floração
Daif	Dias após o início da floração

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Plantas de tungue em estágio de brotação (A), detalhe do tronco (B), inserção dos ramos laterais (C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.	22
Figura 2 -	Folhas de tungue. Face adaxial (A), face abaxial (B), e inserção das folhas (C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.	22
Figura 3 -	Flores masculinas (A), femininas (B) e inflorescência (C) de tungue. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.	23
Figura 4 -	Frutos de tungue no ramo (A), Fruto inteiro (B); Corte Transversal, mostrando o número médio de sementes (C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.	24
Figura 5 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para os caracteres morfo-agronômicos, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana. Pelotas-RS, 2016.	35
Figura 6 -	Formato do limbo foliar de acessos de tungue. (A) Limbo em forma de coração e (B) limbo com extremidade superior fechada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.	36
Figura 7 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para o caráter produção de frutos secos por planta, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2016.	38
Figura 8 -	Dados meteorológicos médios mensais durante o período de avaliação em Santa Rosa/RS (SR), Santa Maria/RS (SM) e Pelotas/RS (P). Pelotas – RS. 2016.	47
Figura 9 -	Horas de frio, abaixo de 7,2°C, acumulado nas safras 2014/15 e 2015/16, nos três locais de avaliação. Pelotas – RS. 2016.	48
Figura 10 -	Estágios de desenvolvimento dos frutos de tungue em diferentes épocas de colheita. Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.	60
Figura 11 -	Dados meteorológicos médios durante o período experimental – Temperatura média quinzenal (°C) e precipitação média quinzenal (mm) nas safras 2013/14 e 2014/15. Pelotas/RS, 2016.	61
Figura 12 -	Diâmetro do fruto e semente de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.	62

- Figura 13 -** Peso seco do fruto e semente de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.....62
- Figura 14 -** Teor de umidade do fruto e semente de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016. ...63
- Figura 15 -** Teor de óleo nas sementes de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.....64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Principais países produtores de tungue, área cultivada, quantidade produzida e produtividade média.	21
Tabela 2 -	Descrição dos genótipos do banco ativo de germoplasma de tungue da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.	31
Tabela 3 -	Descrição das classes vegetativa (a) e reprodutiva (b) de genótipos de tungue. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.....	32
Tabela 4 -	Descrição das classes de Início de brotação e Início de floração (a) e duração média de floração (b) de genótipos de tungue nas três safras (2013/14, 2014/15 e 2015/16).	32
Tabela 5 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue, através dos descritores morfo-agronômicos. Pelotas 2016.	33
Tabela 6 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue, relacionado à produção média por planta em três safras de avaliação. Pelotas/RS 2016.	39
Tabela 7 -	Descrição das plantas matrizes utilizadas na propagação vegetativa. Pelotas 2016.	45
Tabela 8 -	Resumo da análise de variância, decomposição da interação tripla, indicando o coeficiente de variação, graus de liberdade (GL) e os quadrados médios das variáveis respostas. Pelotas/RS, 2016.....	49
Tabela 9 -	Altura de planta, Diâmetro do tronco, Início da brotação, Início da floração e Final da floração de nove clones de tungue, em duas safras e três locais do Rio Grande do Sul. Pelotas/RS 2016.....	51
Tabela 10 -	Clones de tungue com peso médio de 10 frutos e produtividade em três locais do Rio Grande do Sul. Pelotas/RS 2016.	52

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
INTRODUÇÃO GERAL	16
REVISÃO DE LITERATURA	19
1.1 Origem, distribuição e importância.....	19
1.2 Aspectos botânicos do tungue.....	21
1.3 Produtos do processo de industrialização de tungue	24
1.4 Óleo de tungue	24
1.5 Casca e torta de tungue.....	25
METODOLOGIA GERAL.....	26
CAPÍTULO I Caracterização morfo-agronômica de genótipos de tungue.....	28
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4. CONCLUSÕES.....	41
CAPÍTULO II Avaliação agronômica de clones de tungue em três ambientes do Rio Grande do Sul.....	42
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4. CONCLUSÕES.....	54
CAPÍTULO III Avaliação do desenvolvimento de frutos de tungue	55
1. INTRODUÇÃO.....	55

2. MATERIAL E MÉTODOS	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4. CONCLUSÕES.....	65
DISCUSSÃO GERAL	66
CONCLUSÃO GERAL.....	68
REFERÊNCIAS	69

INTRODUÇÃO GERAL

O tungue (*Aleurites fordii* Hemsl) é uma planta perene, arbórea de médio porte, da família *Euphorbiaceae*. Adaptada ao clima temperado, esta planta tem despertado a atenção de produtores e pesquisadores principalmente pelo alto teor de óleo em suas sementes. Esse óleo contém alta porcentagem de ácido oleostearico (71 – 82%), o qual confere uma secagem rápida (GAZZONI, 2008), sendo amplamente utilizado na indústria de tintas e resinas, além disso, apresenta-se como fonte alternativa para a produção de biodiesel (DYER, 2004).

Nativa da Ásia, os cultivos dessa cultura destacam-se principalmente na China. Cultivos comerciais também são relatados em alguns países da América do Sul e África (FAOSTAT, 2013). No Brasil foi introduzida no início do século XX, pela empresa de tintas Renner®. As árvores de tungue, geralmente, iniciam a produção no terceiro ano após o plantio, estabilizando a produção no quarto ou quinto ano, alcançando sua máxima produção em 10 a 12 anos (DUKE, 1983).

No Rio Grande do Sul, apesar de pouco conhecido, o tungue é cultivado na região colonial da Serra do Nordeste a mais de 30 anos. Em 2013, o Rio Grande do Sul produziu 264 toneladas do produto, sendo os principais municípios produtores: Fagundes Varela (110 T), São Valentin do Sul (80 T), Cotiporã (44 T), Arvorezinha (12 T), Nova Bassano (8 T), Caxias do Sul (6 T), Guabiju (2 T) e Anta gorda (2 T) (IBGE, 2013). A produtividade média do tungue na safra 2012/13 segundo o IBGE foi de 2.933 kg de fruto seco por hectare. Pode ser considerado, entre as espécies perenes para a produção de óleo, na região de clima temperado, a que apresenta o maior potencial de rendimento, apresentando baixo custo de implantação e manutenção o que a torna bastante lucrativa ao produtor.

Embora a espécie apresente importância social e econômica, os estudos e resultados de pesquisa são incipientes, e passaram a receber maior interesse a partir da criação do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Desde 2006, a Embrapa Clima Temperado, vem realizando trabalhos com a

cultura. A partir destes, foi possível identificar genótipos promissores, métodos eficientes para germinação de sementes e propagação vegetativa, além de identificar regiões mais apropriadas para o cultivo de tungue através do zoneamento agroclimático no Rio Grande do Sul, entre outros avanços (ALMEIDA, et al., 2012).

O conhecimento mais detalhado dos fatores genéticos e/ou ambientais que controlam os estádios fenológicos possibilitará a seleção de materiais melhor adaptados às regiões de cultivo. Segundo Larcher (2004), o comportamento vegetativo das espécies cultivadas é altamente dependente de elementos meteorológicos, como temperatura, pluviosidade, umidade e radiação solar. Estes estudos relacionados ao padrão fenológico de comunidades e/ou populações fornecem informações sobre o ritmo de crescimento e reprodução, interações com o clima, produção de frutos e sementes (FISCH et al., 2000; FOLGARAIT et al., 2007). Assim, a planta passa por diversos estádios fenológicos que determinam as fases importantes no seu desenvolvimento e sendo bem caracterizados, podem auxiliar no manejo, na seleção de materiais adaptados, no controle fitossanitário e nos programas de melhoramento (BERGAMASCHI, 2008).

Segundo EICHOLZ (2013), a emissão das brotações em genótipos de tungue ocorre no final de agosto até início de setembro, sendo dependente do acúmulo de frio, diferentemente, a floração é dependente do acúmulo de calor.

O efeito do frio e/ou calor sobre as frutíferas de clima temperado podem ser avaliadas quanto à duração e a intensidade destes dois fatores. Spiegel-Roy e Alston (1979) estudando o comportamento de 50 genótipos de pereira, concluíram que as cultivares de florescimento tardio tendem a ter um alto requerimento de frio e calor, enquanto que cultivares de florescimento precoce tendem a ter um baixo requerimento de frio e calor. Para Citadin (1999), o atraso no florescimento de pessegueiros, evita perdas ocasionadas pelas geadas tardias e permite que a polinização e fertilização ocorram quando as temperaturas são mais favoráveis. Do mesmo modo, a floração do tungue é influenciada pelo requerimento de calor após o final da dormência, podendo haver diferenças no período de floração entre os genótipos, dependendo do número de unidades de calor requeridas por cada um florescer, ainda que apresentem a mesma necessidade de frio para superar a fase de dormência.

As geadas tardias, que atingem os tecidos mais sensíveis das flores e frutos em início de formação, têm preocupado os produtores de tungue na Serra Gaúcha. Neste sentido, os trabalhos realizados por Ávila (2010) e Eicholz (2013) buscaram selecionar materiais com baixo requerimento em frio, mas que apresentam florescimento tardio. A partir de genótipos superiores, selecionados em plantios experimentais da Embrapa Clima Temperado, foram implantados três experimentos: i) Caracterização morfo-agronômica de genótipos de tungue (Capítulo I); ii) Avaliação agronômica de clones de tungue em diferentes ambientes do Rio Grande do Sul (Pelotas, Santa Maria e Santa Rosa) (Capítulo II) e iii) Avaliação do desenvolvimento de frutos de tungue (Capítulo III).

Através desses estudos, buscou-se um melhor entendimento dos fatores que determinam as fenofases do tungue contribuindo para melhorar o manejo da cultura.

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Origem, distribuição e importância.

A família *Euphorbiaceae* compreende aproximadamente 322 gêneros e 8910 espécies com ampla distribuição mundial (GOVAERTS et al., 2000), incluindo espécies de grande importância econômica, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e a seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.)).

Tungue é o nome comum de uma espécie de árvore de médio porte, *Aleurites fordii* Hemsl. E *Aleurites montana* Wils. Essas espécies são cultivadas com objetivo de produzir sementes das quais se extrai, por prensagem e com o uso de solventes, um óleo com excelentes características industriais (VAUGHAN, 1970).

Nativa das regiões subtropicais do leste da Ásia, incluindo o sul da China, Taiwan e Birmânia (WANG et al., 1997). Atualmente, várias espécies do gênero *Aleurites* ocorrem naturalmente nos países do sudeste asiático. Nestas regiões, a produção de tungue se dá por plantio ou por extrativismo em áreas de ocorrência natural. A sua dispersão pelo mundo ocorreu principalmente no século XX, pós-guerra, devido ao interesse no óleo. Há registros de ocorrência de *Aleurites fordii* em todos os continentes, no entanto, China, Paraguai, Argentina são os principais produtores (GLAZER, 1996).

O tungue é uma espécie de clima temperado, com exigência de cerca de 350 a 400 horas de frio (temperaturas inferiores a 7,2°C) para retomar o crescimento após o inverno (DUKE, 1983).

Até meados dos anos 20 a produção mundial era quase que exclusivamente oriunda da China, chegando a cerca de 70 mil toneladas anuais. Essa produção era exportada principalmente para os Estados Unidos. Isto é evidenciado pelo fato de que por volta da década de 40 mais de 100.000 ha no país já estavam cobertos pela cultura (MA e Q, 2007).

Nos Estados Unidos, em seu auge, na década de 40, a indústria de tungue tinha quase 10 milhões de árvores em produção, com usinas localizadas estrategicamente, que extraíam o óleo das sementes e o processavam para o uso, ainda durante a Segunda Guerra Mundial. Em 1971, no entanto, a indústria do tungue teve seu declínio nos EUA, principalmente pela concorrência do exterior, surgimento de outras culturas oleaginosas bem como a elaboração de produtos sintéticos. Além disto, a passagem do furacão Camille, em 1969, destruiu cerca da metade dos pomares comerciais de tungue na região do Golfo (RINEHART, 2014).

No Brasil o tungue foi introduzido no início do século XX, pela empresa de tintas Renner®. Na década de 60, a cultura entrou em crise devido à grande oscilação no preço do óleo, que foi substituído por outros produtos sintéticos. Atualmente, a cultura está novamente crescendo, não só em função do biodiesel e do mercado de óleo, mas também como alternativa à conservação e reflorestamento. Por sua resistência ao frio, áreas com limitações por relevo e latitudes maiores, onde ocorrem temperaturas mais baixas, poderão ser ocupadas por esta cultura.

A cultura é bastante resistente à seca, apresenta produtividade potencial de até 12.000 kg ha⁻¹ de fruto seco. Com relação ao rendimento de óleo, apresenta cerca de 43% do peso da amêndoa (DUKE, 1983) e 20% do peso do fruto (CARTER, 1998). Esta espécie pode produzir até 2.000 Kg ha⁻¹ de óleo de alta qualidade com propriedades de secagem rápida e impermeabilidade, sendo usado na indústria de tintas e impressão (DUKE, 1983).

No Paraguai, a cultura do tungue é uma importante alternativa de renda para agricultura familiar. É cultivado em consórcio com outras espécies para subsistência, em sistema extensivo, com produtividades de até 10 toneladas por hectare (JARVIS, 2002). Na China, a espécie é utilizada para reflorestamento e nos Estados Unidos é produzida em algumas regiões, onde o óleo é utilizado para fabricação de vernizes e tintas de secagem rápida (DYER et al., 2004).

No Rio Grande do Sul o tungue é cultivado na região da Serra do Nordeste. Em 2013, segundo o IBGE, o Rio Grande do Sul produziu 264 toneladas do produto, sendo os principais municípios produtores: Fagundes Varela (110 T), São Valentin do Sul (80 T), Cotiporã (44 T), Arvorezinha (12 T), Nova Bassano (8 T), Caxias do Sul (6 T), Guabiju (2 T) e Anta gorda (2 T).

De acordo com Gruszynski et al. (2003), o sistema de cultivo do tungue no Rio Grande do Sul é extensivo, as plantas são distribuídas em meio a pastagens e aproveitando áreas impróprias para culturas anuais. A colheita é realizada à medida que os frutos caem no chão. Em geral, são necessárias duas ou mais operações de colheita, pois a maturação do tungue não é uniforme.

A produtividade alcançada na China, maior produtor mundial, é de 2.716 kg de frutos por hectare, enquanto que no Paraguai é de 4.000 kg ha⁻¹ e no Brasil a produtividade média é de 2.933 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1 - Principais países produtores de tungue, área cultivada, quantidade produzida e produtividade média.

País	Área cultivada (ha)	Produção (toneladas)	Produtividade (kg ha ⁻¹).
China	154000	418294	2.716
Paraguai	8995	35980	4.000
Madagascar	4000	2600	0.650
Malawi	3800	4100	1.079
Argentina	1800	6800	3.778
Brasil	90	264	2.933

Fonte: FAOSTAT, 2013.

1.2 Aspectos botânicos do tungue

O tungue pertence à família *Euforbiaceae*, gênero *Aleurites*. Este gênero, por sua vez, é composto por várias espécies, porém a mais importante economicamente e que produz o óleo de melhor qualidade é a *A. fordii* Hemsl. Diversas outras espécies de *Aleurites* são usadas para produzir óleo, contudo de mais baixa qualidade, são elas: *A. cordata* (Thunberg) Mueller, *A. molucanna*, *A. montana* e *A. trisperma* (DUKE, 1983).

O gênero *Aleurites* apresenta a sinonímia *Vernicia* e para algumas espécies a sinonímia *Jatropha*, como exemplo podemos citar: *Vernicia fordii* (Hemsl.) (LING et al., 1995). Porém, o nome científico preferencial para tungue é *Aleurites fordii* Hemsl.

Aleurites fordii é uma árvore caducifólia de porte médio, 3 a 9 metros de altura, com ramos robustos e glabros. As plantas apresentam caule lenhoso com a presença de uma medula parenquimatosa na porção central, casca lisa, glabra, com superfície lenticelada; ramos grossos, verticilados de crescimento horizontal a semi-ereto, apresentando produção de seiva clara e pegajosa (Figura 1).

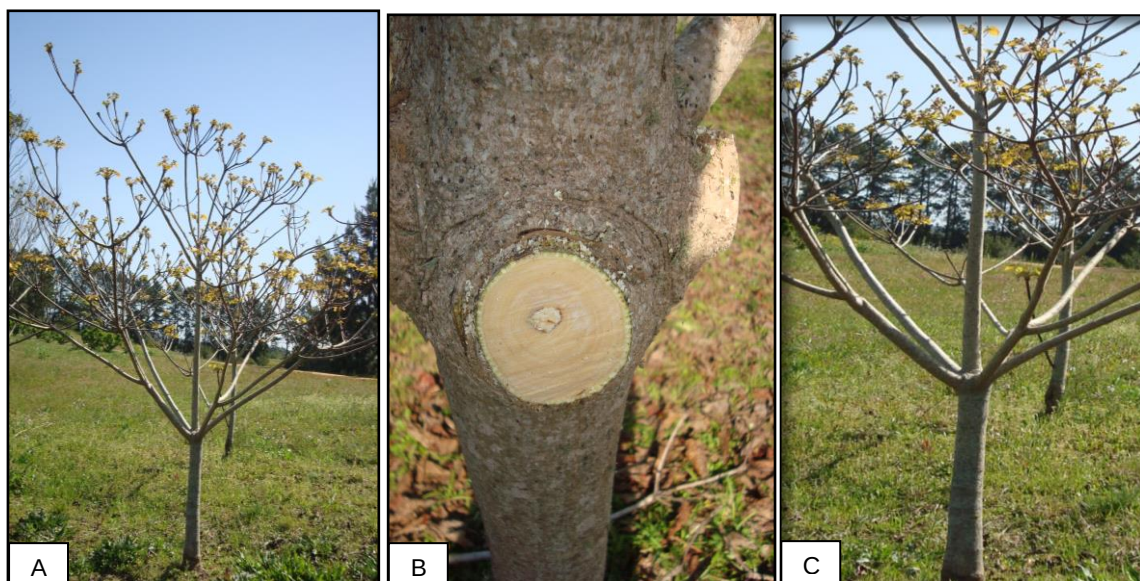


Figura 1 - Plantas de tungue em estágio de brotação (A), detalhe do tronco (B), inserção dos ramos laterais (C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

As folhas apresentam coloração verde-escura, brilhante, com pecíolo longo e distribuição de forma alternada agrupadas no final dos ramos (Figura 2 A). As lâminas são largamente ovaladas, de 7- 33 cm de largura, com base cordiforme e ponta afiada ou geralmente com três lóbulos. Possui duas glândulas castanho-avermelhadas na parte superior, onde o pecíolo e a lâmina se unem (LANGELAND e BURKZ, 1998). "Tung" significa na língua chinesa "coração", nome inspirado no formato das folhas dessas plantas (CHANG, 1983).

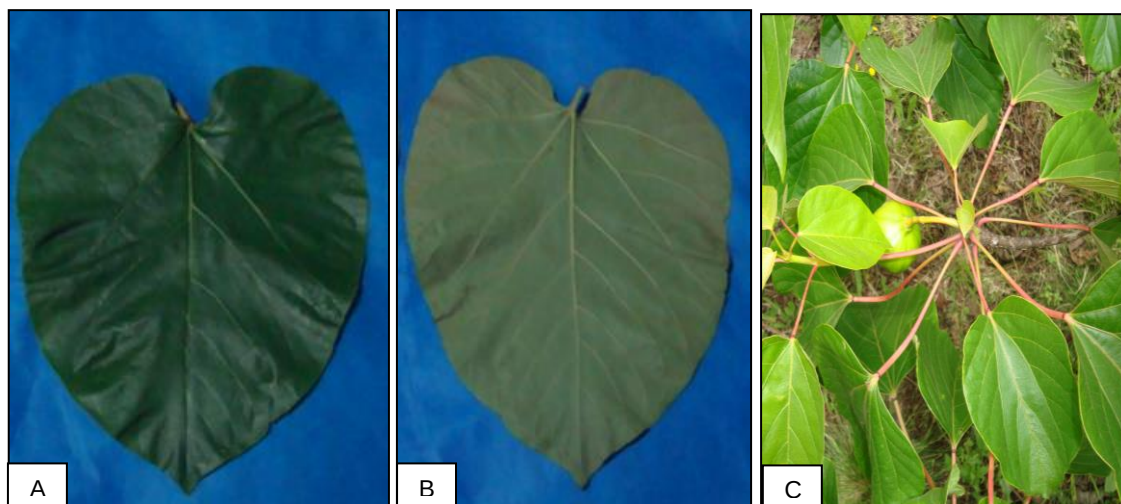


Figura 2 - Folhas de tungue. Face adaxial (A), face abaxial (B), e inserção das folhas (C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

A planta apresenta raiz axial ou pivotante, com crescimento vigoroso de raízes secundárias, as quais aumentam a área de absorção de água e nutrientes (REITZ, 1988).

O tungue é considerado uma planta monóica, ou seja, apresenta flores femininas e masculinas na mesma planta. As flores variam de 2,5 a 8 cm de diâmetro e são reunidas em grandes inflorescências, com várias flores masculinas e uma flor feminina central (Figura 3). Geralmente aparecem antes das folhas (HUANG et al., 1989). As pétalas variam em número de 4 a 8, são de cor branca tingida de vermelho, mais escura na base com estrias escuras longitudinais, apresenta corola na cor amarela, vinho ou vermelha. Em relação à polinização, as abelhas são os principais agentes responsáveis pela transferência do grão de pólen das anteras para os pistilos (DUKE, 1983).

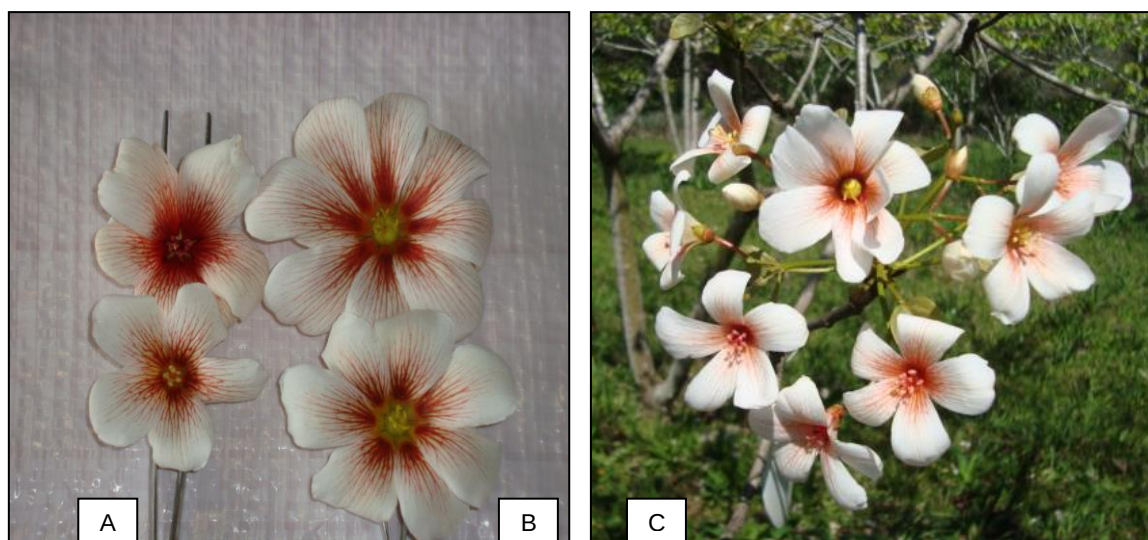


Figura 3 - Flores masculinas (A), femininas (B) e inflorescência (C) de tungue. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

Segundo Barroso et al. (1999), os frutos são do tipo drupóide, com pericarpo nitidamente diferenciado em epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O epicarpo e mesocarpo apresentam consistência fibrosa. O endocarpo tem textura coriácea, apresentando o espaço central dividido em falsos septos transversais, formando em geral, quatro a cinco câmaras, cada uma com uma semente (Figura 4 C). As sementes possuem entre 14 e 35 mm de comprimento e 15 a 30 mm de diâmetro. A casca é espessa (1 a 5 mm) e o endosperma de cor creme (Figura 4 C). As amêndoas possuem alto teor de óleo, de coloração amarelo-escuro, representando 47 a 63% do peso das sementes e aproximadamente 20% do peso do fruto (CARTER et al., 1998; DUKE, 1983).



Figura 4 - Frutos de tungue no ramo (A), Fruto inteiro (B); Corte Transversal, mostrando o número médio de sementes (C). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

1.3 Produtos do processo de industrialização de tungue

1.4 Óleo de tungue

Segundo Vaughan (1970), as sementes de tungue possuem em torno de 33% de óleo. Esse óleo contém alta percentagem de ácido oleostearico (71-82%), o qual confere características singulares possibilitando uma ampla aplicação industrial (GAZZONI, 2008), sendo o único óleo vegetal produzido comercialmente que possui esse componente, ao qual é atribuída a alta qualidade do tungue como óleo de secagem rápida.

Em estudos realizados pela Universidade Federal de Rio Grande - FURG, com extração de óleo das amêndoas de tungue, obtiveram rendimento médio de 40,7% de óleo (KAUTZ et al., 2008). Na serra gaúcha foram encontrados teores médios de óleo da amêndoa de 47% (ÁVILA, 2010).

Segundo Zornitta (2014), a aplicação do óleo de tungue é bastante variada, além de tintas e vernizes, devido a sua fácil polimerização em contato com o ar, é usado na conservação de madeiras e cascos de navios, calafetação de barcos, em lonas isolantes, fios elétricos, entre outros, além de poder ser usado como uma fonte alternativa para a produção de biodiesel. Neste sentido, Park et al. (2008) relatam que a elevada acidez e viscosidade do óleo, dificulta a separação da glicerina do biodiesel, sendo necessário um pré-tratamento do óleo para diminuir a acidez, antes da reação de transesterificação.

1.5 Casca e torta de tungue

Os coprodutos do processo de industrialização do tungue são as cascas, oriundas do processo de separação das amêndoas, e a torta que tem origem no processo de separação do óleo e amêndoa.

A casca por conter elevados teores de fibras e microporos pode ser utilizada em floriculturas, como condicionador de solo, no cultivo a campo de rosas e de crisântemos. A torta de tungue pode ser adicionada na elaboração de substratos ou utilizada na adubação orgânica (GRUSZYNSKI et al., 2003).

Trabalhos da Embrapa Clima Temperado mostram que a torta apresenta elevados índices de potássio (K) e nitrogênio (N), o que demonstra a sua aptidão na elaboração de adubos orgânicos (EICHOLZ, 2013).

METODOLOGIA GERAL

O trabalho de caracterização morfo-agronômica foi realizado na safra de 2014/15, em população com 53 genótipos, implantada em 2007, localizada na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas/RS, em área situada na altitude de 60 m e latitude de 31°41' Sul e longitude 52° 21 Oeste. A caracterização morfológica através de descritores quantitativos foi realizada no período de dormência das plantas e os demais caracteres no período vegetativo.

Foram avaliados caracteres morfológicos como altura de planta, diâmetro do tronco, altura de inserção dos ramos laterais, formato e dimensões da folha e pecíolo, pedúnculo, flores e caracteres produtivos, como produção por planta, relação semente/casca e peso de frutos e sementes.

Para a avaliação agronômica de clones de tungue foram implantados experimentos em três locais do Rio Grande do Sul (Pelotas, Santa Maria e Santa Rosa), com genótipos superiores, selecionados em plantios experimentais da Embrapa Clima Temperado.

Os trabalhos foram conduzidos no período de março de 2013 a fevereiro de 2016, nos campos experimentais da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS e na Cooperativa Mista São Luís Ltda. – Coopermil, em Santa Rosa-RS. Os dados meteorológicos de temperatura do ar e chuva, utilizados no trabalho do Capítulo II (Figura 9 da página 49), foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), 8° Distrito de Meteorologia, com medições realizadas por estações automáticas localizadas em cada município.

As avaliações foram realizadas considerando-se o desenvolvimento vegetativo, uniformidade e precocidade de floração, período de dormência e componentes de rendimento.

O experimento de crescimento do fruto e síntese de lipídios foi conduzido em plantio experimental, localizado na Embrapa Clima Temperado em Pelotas-

RS, nas safras de 2013/14 e 2014/15. Na floração plena, foram selecionadas ao acaso seis plantas, em população de seis anos de idade, nas quais foram marcadas sessenta inflorescências por planta.

Durante a ontogênese do fruto, foram realizadas amostragens com três frutos por planta, a intervalos regulares de 14 dias, até a idade em que os frutos atingiram maturidade de colheita. Após a colheita, os frutos foram pesados e separados em casca e semente. Para os frutos e sementes de cada estágio foram determinadas as dimensões principais, massa fresca e número de sementes por fruto. Posteriormente os materiais foram secos em estufa com ventilação forçada a 75°C até peso constante, para posterior determinação da umidade e matéria seca.

O teor de óleo das sementes de tungue em cada estágio foi determinado pelo método de Soxhlet.

CAPÍTULO I

Caracterização morfo-agronômica de genótipos de tungue

1. INTRODUÇÃO

O tungue (*Aleurites fordii* Helms) é uma espécie perene, monóica, pertencente à família das *Euforbiáceas*, a mesma da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.) e seringueira (*Hevea* sp.).

É uma espécie de clima temperado, com exigência de cerca de 350 - 400 horas de frio para retomar o crescimento após o inverno (DUKE, 1983). Nativa das regiões subtropicais do leste da Ásia, incluindo o sul da China, Taiwan e Birmânia (WANG et al.,1997). Sua introdução ocorreu nas primeiras décadas do século XX nos Estados Unidos, Paraguai e Argentina para fins industriais (JARVIS, 2002; BROWN e KEELER, 2005). É cultivado já há vários anos na China, Paraguai e Argentina (GLAZER, 1996).

O tungue é uma árvore de porte médio (3 a 9 m), caducifólia, floresce na primavera, muitas vezes antes da emissão das folhas, e a frutificação ocorre no outono. Os frutos são do tipo drupóide, com pericarpo nitidamente diferenciado em epicarpo, mesocarpo e endocarpo. As sementes (amêndoas) possuem entre 14 e 35 mm de comprimento e 15 a 30 mm de diâmetro. A casca é espessa (1 a 5 mm) e o endosperma de cor creme (BARROSO et al.,1999). As amêndoas possuem alto teor de óleo, de coloração amarelo-escura, representando 47 a 63% do peso das sementes e aproximadamente 20% do peso do fruto (CARTER et al., 1998; DUKE, 1983). Esse óleo apresenta uma característica muito importante que é secagem rápida, sendo amplamente utilizado na indústria de tintas e resinas, podendo também ser empregado na produção de biodiesel.

Por ser uma planta perene e de médio porte poderá ser utilizada em consórcio, nos primeiros anos de cultivo, em recuperação de áreas degradadas, reflorestamentos e pela beleza de suas flores utilizada na ornamentação de vias

urbanas e paisagismo (KELLER et al., 2013). Entretanto, há falta de informações sobre a diversidade de seu germoplasma, que possam orientar programas de melhoramento, e obtenção de cultivares desejáveis para a produção de frutos, e/ou ornamentação.

Os estudos sobre a variação genética nas coleções de germoplasma podem ser realizados a partir de caracteres morfológicos de natureza qualitativa ou quantitativa, fisiológica, bioquímica e molecular (MOREIRA et al., 1994).

A divergência genética caracteriza-se pelo grau em que uma população ou planta se afasta da outra, quanto ao conjunto de caracteres que lhe são peculiares (MOREIRA et al., 1994). Em programas de melhoramento, a informação quanto à diversidade e à divergência genética, dentro e entre uma espécie é essencial para o uso racional dos recursos genéticos (LOARCE et al., 1996). Essa divergência genética pode ter aplicações em estudos evolutivos, avaliação de amplitude genética, monitoramento de cruzamentos e descarte de variáveis (CRUZ et al., 2004).

As análises de agrupamentos têm sido muito utilizadas na visualização e interpretação da variabilidade genética, com base nos caracteres morfológicos e agrônômicos em plantas perenes (NUCCI, 2011; CARVALHO et al., 2003; LAVIOLA et al., 2009).

Segundo Cruz et al.(2004), para as variáveis quantitativas, a medida de dissimilaridade sugerida é a distância média euclidiana, quando o germoplasma encontra-se instalado sem casualização e ou sem controle local.

Como não existe cultivares definidas, surge a necessidade de eleger e caracterizar acessos promissores de tungue, os quais poderão ser utilizados de base para um programa de melhoramento genético.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização do banco de germoplasma de tungue da Embrapa Clima Temperado através de descritores morfo-agronômicos visando à incorporação de genótipos promissores no programa de melhoramento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no banco ativo de germoplasma (BAG) de tungue, da Embrapa Clima Temperado, situado no município de Pelotas-RS, sendo composto por 53 genótipos (Tabela 2).

Os genótipos avaliados são oriundos de propagação sexuada, sendo as sementes obtidas de plantas selecionadas em plantios comerciais da Serra Gaúcha. As mudas foram produzidas em casa de vegetação, sendo que a semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, com 72 células, após a escarificação e embebição das sementes por 24 horas. O transplante foi realizado em abril de 2007, com espaçamento de 3 x 4 m, em solo sob sistema de preparo convencional. A correção da acidez do solo foi realizada com 3000 kg ha⁻¹ de calcário e a adubação na cova de 300 kg ha⁻¹ de NPK (10-20-10). Os tratamentos culturais utilizados foram o controle de plantas daninhas, através de roçadas periódicas, e adubação de manutenção com 150 g de N-P-K (10-20-10) por planta e 120 kg ha⁻¹ de uréia.

A caracterização morfológica através de descritores quantitativos foi realizada no período de dormência das plantas e os demais caracteres, no período vegetativo. Foram avaliados treze caracteres morfológicos quantitativos descritos a seguir. Altura de planta (cm): medida com régua graduada do colo até o ápice da planta; Diâmetro do tronco (mm): medido com paquímetro digital, a 20 cm do solo; Altura de inserção dos ramos laterais (cm): realizada com o auxílio de régua graduada, medida da altura do solo até a inserção do primeiro ramo lateral; Diâmetro e comprimento da lâmina da folha (cm), Comprimento do pecíolo (cm); Comprimento do pedúnculo (cm), Número de inflorescências: contagem total do número de flores masculinas e femininas por ramo marcado (NI); Número de bifurcações; Peso de 10 frutos (g), Peso de 100 sementes (g), relação casca/grão (%) e produção por planta (kg planta⁻¹). Além destes, os acessos foram avaliados através de observações em campo para características qualitativas, como formato

de folhas e frutos, as flores foram classificadas quanto à cor em laranja (Classe 1), vermelho forte (classe 2), e vermelho fraco (Classe 3).

Tabela 2 - Descrição dos genótipos do banco ativo de germoplasma de tungue da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

Genótipo	Altura da planta	Arquitetura	Frutos	Produtividade
L1P01	porte médio	ramos laterais baixos	médios	produtiva
L1P02	porte médio	ramos laterais baixos	médios	pouco produtiva
L1P03	porte médio	boa arquitetura	médios	não avaliado
L1P04	porte alto	boa arquitetura	grandes	pouco produtiva
L1P05	porte médio	boa arquitetura	grandes	produtiva
L1P06	porte alto	boa arquitetura	médios	produtiva
L1P07	porte médio	boa arquitetura	grandes	produtiva
L1P09	porte médio	boa arquitetura	médios	pouco produtiva
L1P10	porte médio	ramos laterais baixos	grandes	não avaliado
L1P11	porte médio	boa arquitetura	grandes	produtiva
L1P12	porte médio	ramos laterais baixos	médios	pouco produtiva
L1P13	porte baixo	ramos laterais baixos	pequenos	pouco produtiva
L1P14	porte baixo	boa arquitetura	pequenos	não avaliado
L1P15	porte médio	boa arquitetura	pequenos	pouco produtiva
L1P16	porte médio	boa arquitetura	pequenos	pouco produtiva
L2P01	porte baixo	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L2P02	porte alto	boa arquitetura	pequenos	pouco produtiva
L2P03	porte médio	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L2P04	porte médio	ramos laterais baixos	médios	produtiva
L2P05	porte médio	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L2P06	porte médio	boa arquitetura	médios	produtiva
L2P07	porte médio	boa arquitetura	grandes	produtiva
L2P08	porte médio	boa arquitetura	médios	não avaliado
L2P09	porte médio	ramos laterais baixos	médios	pouco produtiva
L2P10	porte médio	boa arquitetura	grandes	produtiva
L2P12	porte médio	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L2P14	porte baixo	boa arquitetura	médios	não avaliado
L2P15	porte baixo	ramos laterais baixos	pequenos	pouco produtiva
L2P16	porte baixo	ramos laterais baixos	médios	não avaliado
L3P01	porte alto	boa arquitetura	grandes	produtiva
L3P02	porte médio	ramos laterais baixos	médios	produtiva
L3P04	porte médio	ramos laterais baixos	grandes	não avaliado
L3P06	porte alto	boa arquitetura	médios	não avaliado
L3P07	porte médio	boa arquitetura	grandes	pouco produtiva
L3P08	porte médio	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L3P09	porte médio	ramos laterais baixos	grandes	não avaliado
L3P10	porte médio	ramos laterais baixos	grandes	não avaliado
L3P11	porte médio	boa arquitetura	pequenos	produtiva
L3P12	porte baixo	ramos laterais baixos	médios	pouco produtiva
L3P13	porte baixo	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L3P14	porte médio	boa arquitetura	grandes	não avaliado
L3P16	porte médio	boa arquitetura	médios	não avaliado
L4P01	porte baixo	boa arquitetura	médios	não avaliado
L4P02	porte médio,	ramos laterais baixos	médios	produtiva
L4P04	porte alto	ramos laterais baixos	grandes	produtiva
L4P06	porte médio	ramos laterais baixos	médios	produtiva
L4P07	porte médio	ramos laterais baixos	médios	produtiva
L4P08	porte médio	ramos laterais baixos	grandes	pouco produtiva
L4P09	porte médio	ramos laterais baixos	grandes	produtiva
L4P10	porte baixo	boa arquitetura	médios	não avaliado
L4P11	porte baixo	boa arquitetura	pequenos	não avaliado
L4P14	porte baixo	ramos laterais baixos	grandes	não avaliado
L4P15	porte alto	boa arquitetura	grandes	produtiva

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das avaliações foram separados em classes, com intervalos apropriados para cada uma delas, para facilitar a análise e compreensão dos resultados (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição das classes vegetativa (a) e reprodutiva (b) de genótipos de tungue. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

a.

Classe	Altura de planta (m)	Diâmetro do tronco (mm)	Altura de inserção de ramos primários (m)	Comprimento da folha (cm)	Diâmetro da folha (cm)	Comprimento pecíolo (cm)	Número de bifurcações
1	< 2,50	< 90,0	0,1 - 0,50	<15,0	< 13,0	< 10,0	< 2,0
2	2,51 - 3,50	90,1 - 109,0	0,51 - 0,80	15,1 - 17,0	13,1 - 15,0	10,1 - 13,0	2,1 - 2,5
3	3,51 - 4,50	109,1 - 128,0	0,81 - 1,10	17,1 - 19,0	15,1 - 17,0	13,1 - 16,0	2,6 - 2,9
4	4,51 - 5,50	128,1 - 147,0	1,11 - 1,40	19,1 - 21,0	17,1 - 19,0	16,1 - 19,0	3,0 - 3,3
5	> 5,51	147,1 - 165,0	> 1,41	> 21,1	> 19,1	> 19,1	>3,4

b.

Classe	Número de inflorescências	Comprimento do pedúnculo (cm)	Peso de 10 frutos (g)	Peso de 100 sementes (g)	Relação semente/casca (%)	Produção por planta (kg)
1	< 25	< 5,0	< 300,0	< 250,0	< 45,0	< 2,0
2	26 - 50	5,1 - 10,0	300,1 - 350,0	250,1 - 320,0	45,1 - 50,0	2,1 - 4,0
3	50 - 75	10,1 - 15,0	350,1 - 400,0	320,1 - 390,0	50,1 - 55,0	4,1 - 6,0
4	76 - 100	15,1 - 20,0	400,1 - 450,0	390,1 - 460,0	55,1 - 60,0	6,1 - 8,0
5	> 101	> 20,1	> 450,1	> 460,1	> 60,1	> 8,1

As avaliações fenológicas (início da brotação, início da floração e duração da floração) foram realizadas a cada três dias (15 de agosto a 30 de setembro), nas safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15. Estes foram agrupados em classes, conforme a média das três safras (Tabela 4).

Tabela 4 - Descrição das classes de Início de brotação e Início de floração (a) e duração média de floração (b) de genótipos de tungue nas três safras (2013/14, 2014/15 e 2015/16).

a.

Classe	Descrição	Início brotação	Início floração
1	Precoce	22 ago. - 26 ago.	06 set. - 13 set.
2	Médio	27 ago. - 02 set.	14 set. - 20 set.
3	Tardio	03 set. - 07 set.	21 set. - 27 set.
4	Variável		

b.

Classe	Descrição	Duração floração
1	Curta	6 a 9
2	Média	10 a 13
3	Longa	14 a 17
4	Variável	

Os genótipos do Banco Ativo de Germoplasma apresentaram variabilidade genética quanto às características morfo-agronômicas, quantitativas e qualitativas (Tabela 5 e Figura 5).

Com base nos valores médios dos grupos (Tabela 5), verifica-se que o grupo 1 é formado pelo genótipo L1P01. O grupo diferencia-se, principalmente, pelo tamanho da folha (folhas grandes), altura de inserção dos ramos primários (muito baixo) e alta relação semente/casca (55,1 – 60,0%). A altura de inserção dos ramos laterais é importante no manejo da cultura, como deste grupo a inserção é muito baixa prejudica os tratos culturais, principalmente para o tráfego de máquinas e implementos, entretanto com manejo de poda adequado, pode ser utilizado em cultivos comerciais se forem economicamente produtivos.

Tabela 5 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue, através dos descritores morfo-agronômicos. Pelotas 2016.

Grupos	Plantas	IB	IF	Dfl	AP	DT	AI	Forfl	CF	DF	Cpec	NB	NI	Cped	Corflor	P10f	P100s	Rcg
Grupo 1	1	1	4	2	3	4	1	2	4	4	3	2	2	2	1	1	1	4
Grupo 2	1	3	4	4	4	5	3	2	2	2	1	3	2	2	3	1	1	5
Grupo 3	2	4	4	2	3	4	2	3	3	2	3	5	2	3	3	2	4	2
Grupo 4	36	3	3	4	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3
Grupo 5	8	3	3	4	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3
Grupo 6	2	4	4	4	5	4	2	3	5	5	4	3	2	4	3	3	4	3
Grupo 7	3	3	1	3	3	4	2	2	2	2	3	2	5	2	2	2	3	2

Legenda: IB: Início da brotação; IF: Início da floração; Dfl: Duração da floração; AP: Altura da planta; DT: Diâmetro do tronco; AI: Altura de inserção dos ramos primários; Forfl: Formato da folha; CF: Comprimento da folha; DF: Diâmetro da folha; Cpec: Comprimento pecíolo; NB: Número de bifurcações; NI: Número de inflorescências; Cped: Comprimento Pedúnculo; Corflor: Cor da flor; P10f: Peso de dez frutos; P100s: Peso de cem sementes; Rsc: Relação semente/casca.

O grupo 2 foi formado por um genótipo L1P04, que apresentou brotação tardia, plantas altas (4,5 a 5,5 m), diâmetro do tronco grande, folhas pequenas, frutos pequenos e leves e relação casca/semente muito alta (superior a 60%).

Como apresenta frutos pequenos (< 300 g), considerando que a colheita é realizada por catação, pode ser um desafio para o aceite dos agricultores, que geralmente preferem frutos maiores.

O grupo 3 foi formado por genótipos com brotação e início de floração variável, duração da floração média (10 a 13 dias), frutos pequenos e sementes pesadas (390,1 - 460,0 g), com baixa relação semente/casca (45,1 - 50,0%). Diferencia-se também pelo formato da folha. Neste grupo o tamanho das sementes é interessante, mas como o início da floração é variável, poderá comprometer a produção com a ocorrência de geadas tardias.

O grupo mais comum, que abrangeu o maior número de plantas da população foi o Grupo 4, com 36 genótipos. Caracterizou-se pelo porte médio, altura de planta variando entre 3,5 a 4,5 m, altura de inserção dos ramos laterais entre 0,8 a 1,10 m, número de inflorescências médio (50 a 75 flores), sementes grandes e pesadas e relação semente/casca variando de 50 a 55%. Aliado a estes, o início da brotação e da floração foi tardia. Este grupo apresentou características de interesse no melhoramento e uso pelos agricultores.

No grupo 5, a brotação e a floração dos genótipos foi tardia, entretanto, a duração da floração foi variável. São plantas de médio porte, com inserção dos ramos primários baixos (menor que 0,8 m). Apresentou frutos e sementes pequenas e uma relação semente/casca média.

As plantas do grupo 6 são altas (maiores que 5,5 m), inserção dos ramos primários baixa (0,51 a 0,80 m), folhas extremamente grandes e pecíolo extenso, brotação e floração variáveis, conforme o ano, frutos médios e pedúnculo longo. Apresenta sementes grandes. Este grupo apresenta algumas características de interesse, como frutos médios e sementes grandes, entretanto, estas plantas não são indicadas para cultivo direto, pois além de serem de porte alto e ramos com inserção baixa, o que dificulta os tratos culturais, apresentam floração e brotação variáveis, o que pode ser desfavorável em alguns anos.

O grupo 7 é composto por três genótipos com brotação tardia e floração precoce. São plantas de médio porte, com floração abundante, folhas exuberantes, em forma de coração. Produz inflorescências de cor vermelho claro de longa duração. As características visualizadas neste grupo podem ser interessantes no paisagismo e ornamentação de vias e jardins, considerando que nos EUA houve a indicação de uma cultivar para este fim (RINEHART, 2014).

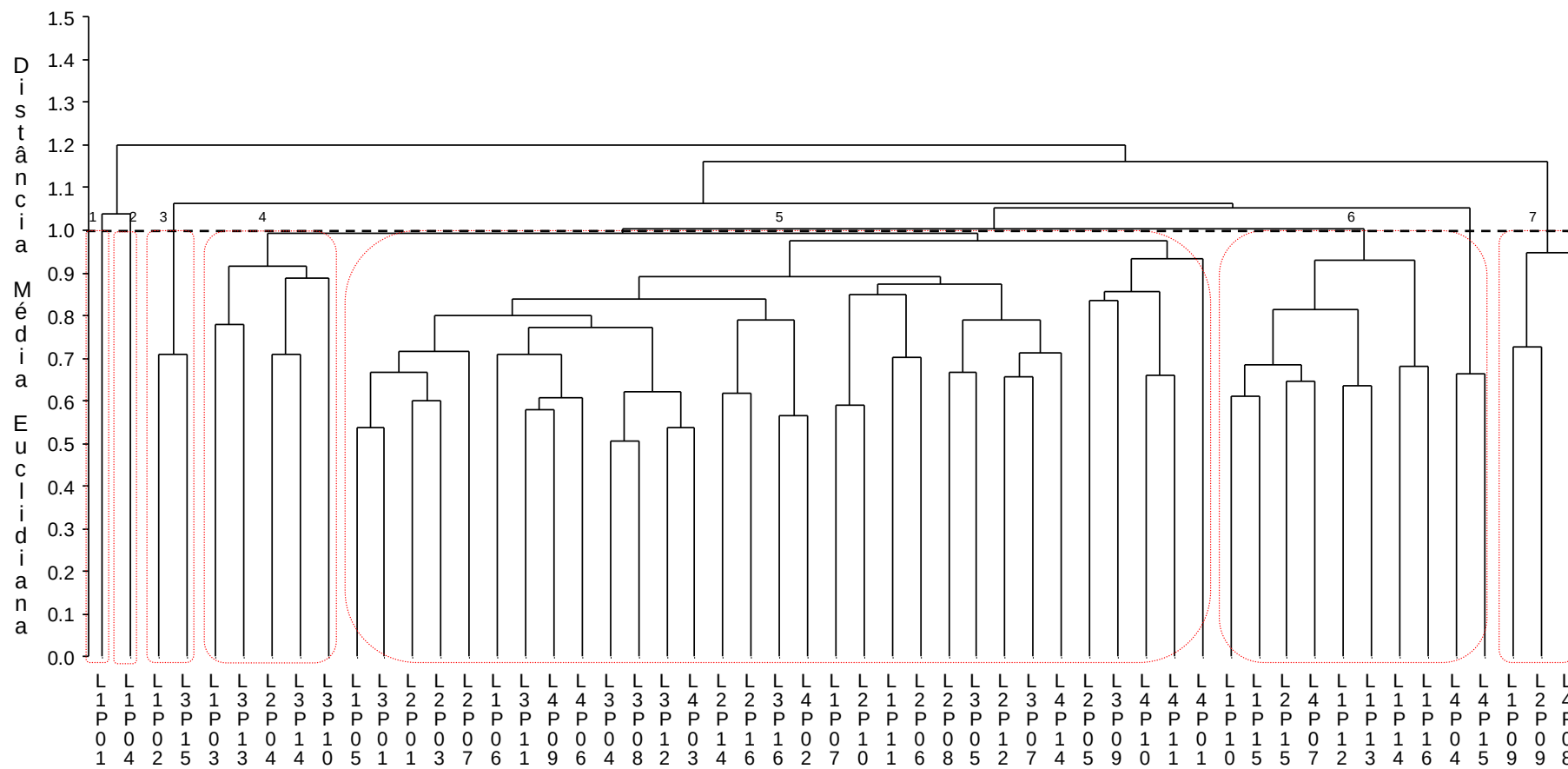


Figura 5 - Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para os caracteres morfo-agronômicos, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana. Pelotas-RS, 2016.

Quanto ao formato do limbo foliar, foram observadas duas classes, conforme pode ser verificado na figura 6. Dos 53 genótipos avaliados, 49 apresentaram formato do tipo A e apenas 4 em formato do tipo B.

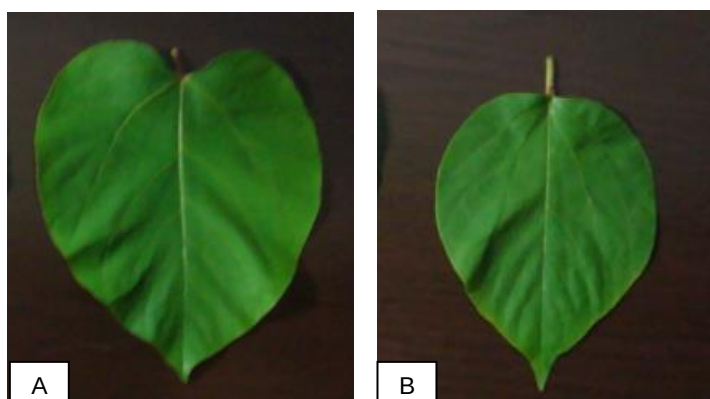


Figura 6 - Formato do limbo foliar de acessos de tungue. (A) Limbo em forma de coração e (B) limbo com extremidade superior fechada. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2016.

O dendrograma de similaridade refere-se a produção por planta dos genótipos de tungue. O corte foi efetuado a 1,0 da Distância Média Euclidiana formando 4 grupos (Figura 7).

O Grupo 1 foi constituído por 39 plantas, o que representou 73% da população. A produção dos genótipos, apesar de crescente, não apresentou diferenças entre as safras 2012/13 e 2013/14 com produção por planta próxima de quatro quilogramas, com pequeno acréscimo para a terceira safra avaliada. A média do grupo nas três safras foi de 4,6 kg por planta, equivalente a 3.800 kg de fruto seco por hectare. A produção por planta ainda está aumentando, porém os valores são muito inferiores aos demais grupos (Tabela 6).

Os genótipos do Grupo 2 tiveram um comportamento semelhante ao do Grupo 1, porém na safra 2014/15 a produção foi superior, chegando a 13,1 kg planta⁻¹.

Já o Grupo 3 é constituído por genótipos com produção média de 6,8 e 6,9 kg por planta nas safras 2012/13 e 2013/14, respectivamente, com pequeno acréscimo para safra 2014/15 (9,6 kg planta⁻¹). O grupo representa 15,1% da população e as plantas ainda estão aumentando a produção.

Os grupos 2 e 3 são compostos por genótipos com excelente potencial, mas que precisam ser acompanhadas por mais tempo para ver o potencial em produtividade quando estabilizado. Como observado, a produção mais significativa ocorre 10 a 12 anos após implantação (DUKE, 1983).

Os genótipos do Grupo 4, representam as maiores médias de produção, superior a 11.000 kg de fruto seco por hectare. Este resultado mostra o potencial produtivo destes genótipos na região de clima temperado.

Os genótipos deste grupo oscilaram a produção, o que o diferenciou dos demais. No primeiro ano de avaliação, a produção média deste grupo de 5,8 kg planta⁻¹, na safra 2013/14 a produtividade aumentou em mais de 200% com valor superior a 18 kg planta⁻¹. Para o terceiro ano, safra 2014/15, a produção reduziu em 50% (9,3 kg planta⁻¹), mesmo assim superior aos grupos 2 e 3. A alta produtividade da safra 2013/14 pode ter ocasionado uma alternância/instabilidade na produção que provocou redução de produção para a safra 2014/15. Várias são as espécies que apresentam alternância de produção entre safras (FACHINELLO et al., 1996), como relatado por Rodrigues e Arrobas (2011) em oliveiras, KRASNIQI et al. (2013) em macieiras e RAMOS-HURTADO et al. (2006) em tangerinas.

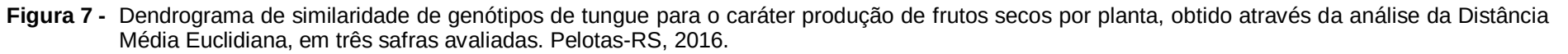


Figura 7 - Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para o caráter produção de frutos secos por planta, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2016.

Tabela 6 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue, relacionado à produção média por planta em três safras de avaliação. Pelotas/RS 2016.

Grupos	Nº de Plantas	Kg planta ⁻¹ (peso de fruto seco)				Análise conjunta
		2012/13	2013/14	2014/15		
Grupo 1	39	3,3 b B	3,9 b B	6,6 b A*		4,6 d
Grupo 2	4	2,4 b B	4,6 b B	13,1 a A		6,3 c
Grupo 3	8	6,8 a B	6,9 b B	9,6 a A		7,8 b
Grupo 4	2	5,8 a B	18,3 a A	9,3 ab B		11,1 a
Média		3,7	4,9	7,8		5,5
CV (%)		33,19	43,83	28,99		35,36

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($\alpha=0,05$).

A produção média dos genótipos estudados foi de 5,5 kg fruto seco por planta (Tabela 6), superior à média da mesma população nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, que foi de 1,6 kg (EICHOLZ, 2013).

Avaliando a média produtiva do grupo 4, verifica-se produtividade média de 9.000 kg de fruto seco por hectare, superior a muitas culturas oleaginosas, como o pinhão manso (OLIVEIRA, 2015) e a mamona (EICHOLZ et al., 2015).

Na coleção de trabalho foram identificados genótipos com ótimas características morfológicas, fenológicas e produtivas, as quais podem ser utilizadas diretamente em programas de melhoramento ou como variedades (multiplicadas através de enxertia).

Os genótipos do grupo 4, além de mais produtivos, apresentam características de interesse, como brotação e floração tardias, atributo interessante no processo de seleção, com intuito de evitar problemas de abortamento pela ocorrência de geadas tardias (Tabela 5). Além disto, são genótipos de porte médio e altura de inserção dos ramos primários variando de 0,81 a 1,1 m. Pomares com ramos muito baixos dificultam os tratos culturais mecanizados, além de proporcionarem microclima favorável para proliferação de pragas e doenças (ZAMBOLIM et al., 2004).

Os genótipos do grupo 3 apresentam plantas produtivas, entretanto, algumas como a L4P04 e L4P15 são extremamente altas (> 5,5 m), com ramos laterais baixos e brotação e floração variável (Figura 6). Assim a poda de formação é uma alternativa a ser empregada nestas plantas. Segundo Souza (1986), a poda pode contribuir no vigor e aeração da planta, mantendo-a com um porte adequado, além disto, tem a função de conduzir a planta de forma desejada, facilitando os tratos culturais regulando a alternância de safras. O uso de mais de uma variedade, na

implantação do pomar, pode ser interessante para garantir a estabilidade de produção com os anos, como também diminuir perdas devido a condições abióticas, como geadas tardias e períodos de déficit ou excesso de água.

Os genótipos do grupo 7 (Figura 6) apresentam características ideais para ornamentação. As plantas deste grupo apresentam porte médio e altura de inserção superior a 0,5 m. Segundo Biondi e Leal (2009) o tungue apresenta características propícias para uso em vias urbanas e principalmente jardins. Destaca-se pelo efeito outonal da sua folhagem e outras qualidades como rápido crescimento, relativa rusticidade, podendo ser cultivada em quase todo território brasileiro (LORENZI et al., 2003). Este grupo produz poucos frutos, característica importante para o uso com a finalidade de ornamentação, pois os frutos além de tóxicos se ingeridos (BARG, 2004), quando caídos no chão dificultam as roçadas e a limpeza dos jardins.

4. CONCLUSÕES

Há variabilidade genética de interesse agrônomo na coleção de genótipos de tungue do BAG da Embrapa Clima Temperado.

Os genótipos L1P05 e L3P05 são indicados como parentais em programas de melhoramento, pois apresentam arquitetura adequada e alta capacidade produtiva.

Os genótipos L1P05 e L3P05 são indicados para cultivo (propagados assexuadamente), pois apresentam arquitetura adequada e alta capacidade produtiva.

Os genótipos L1P09, L2P09 e L4P08 podem ser indicados para ornamentação, tendo em vista que apresentam floração abundante e duradoura.

CAPÍTULO II

Avaliação agronômica de clones de tungue em três ambientes do Rio Grande do Sul

1. INTRODUÇÃO

O tungue (*Aleurites fordii* Hemsl) é uma planta perene, adaptada ao clima temperado, necessita de 350 a 400 horas de frio (abaixo de 7,2°C) para a diferenciação do florescimento e frutificação (DUKE, 1983). São árvores caducifólias de porte médio (3 a 8 metros), nativa das regiões subtropicais do leste da Ásia, incluindo o sul da China, Taiwan e Birmânia (WANG et al.,1997). Essa espécie é cultivada visando à produção de óleo proveniente das sementes, cujo teor gira em torno de 43% (DUKE, 1983), tendo como principal característica seu poder secativo, muito empregado na indústria química, como tintas e vernizes. (AZAM et al., 2005) .

A fenologia é o estudo dos aspectos biológicos que se sucedem no desenvolvimento de uma espécie, acomodados dentro de certo ritmo periódico como brotação, floração e maturação dos frutos (LONGHI, 1984), que segundo Leão e Silva (2003) e Lieth (1974), pode ser variável em função do genótipo e das condições climáticas de cada região ou em uma mesma região devido às variações estacionais do clima ao longo do ano. Por meio da fenologia, podem-se estudar as causas e as manifestações fisionômicas dos fenômenos de floração, frutificação, queda de folhas e brotação das plantas (HOJO et al., 2007).

O conhecimento da fenologia é baseado em observações dos estágios de desenvolvimento, como surgimento das gemas, aparecimento das folhas, floração e o desenvolvimento dos frutos. A organização das datas proporciona informações importantes sobre a duração média das diferentes fenofases da espécie em uma área, e sobre o local e as diferenças determinadas pelo clima nas datas de início dessas fases (LARCHER, 2000).

A observação do comportamento de uma mesma variedade em diferentes ambientes é muito importante na avaliação de suas características genéticas (CORRÊA et al., 2002). O estudo das características morfológicas e fenológicas são importantes, pois permitem a caracterização da duração das fases do desenvolvimento da planta. Vale ressaltar que, o conhecimento destas características é importante para um correto ordenamento das plantas e seleção de genótipos, auxiliando no planejamento das práticas de manejo (BERGAMASCHI, 2005).

A cultura do tungue está presente no Rio Grande do Sul a mais de 50 anos, mesmo assim informações referentes ao comportamento das plantas ainda são poucas e recentes, devido aos poucos anos do início da pesquisa desta cultura no Brasil. Essa falta de informação ainda não permite a elaboração de um sistema de produção para a cultura. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de clones de tungue em três ambientes no Rio Grande do Sul, visando adequar práticas de manejo para a cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em três locais do Rio Grande do Sul, em Pelotas, Santa Maria e Santa Rosa. Em Pelotas, o experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Clima Temperado – CPACT, com altitude de 60 m, latitude de 31°41' Sul e longitude 52° 21 Oeste. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006). A temperatura média anual é de 18°C e precipitação acumulada de 1400 mm ano⁻¹. Em Santa Maria, o experimento foi avaliado na área experimental do Departamento de Solos na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (29°42' S, 53°42' W; 90 m de altitude). A temperatura média anual é de 19°C e a precipitação acumulada é de 1.680 mm ano⁻¹. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (Embrapa, 2006). No município de Santa Rosa, o experimento foi conduzido na Cooperativa Mista São Luis Ltda–Coopermil. O clima da região é do tipo subtropical úmido, com incidência de estiagens no verão e outono (Maluf, 2000). A temperatura média anual e a precipitação acumulada são de 19,5 °C e 1.760 mm ano⁻¹. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 2006).

Os clones utilizados no experimento são oriundos de plantas selecionadas em plantios comerciais na Serra Gaúcha, com bom desempenho produtivo e características vegetativas propícias ao cultivo comercial, conforme descritas na Tabela 7. As mudas para porta-enxerto foram produzidas a partir de sementes, em casa de vegetação, e enxertadas por garfagem de fenda cheia com ramos herbáceos das plantas selecionadas, conforme método proposto por Silva et al. (2013). O transplante dos enxertos, nos três ambientes, foi realizado em setembro de 2012, no espaçamento de 5,0 x 4,0 m. A correção da acidez do solo foi realizada com 3.000 kg ha⁻¹ de calcário e a adubação na cova de 300 kg ha⁻¹ de N-P-K (10-20-10). Os tratamentos culturais utilizados foram o controle de plantas daninhas, através de roçada, e adubação com 150 g de N-P-K (10-20-10) por planta ano aplicada na projeção da copa.

Os dados meteorológicos foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), com medições realizadas por estações automáticas localizadas em cada município (Figura 8), os quais foram utilizados para obter as necessidades climáticas de cada material. Para definir as horas de frio, foi somado o número de horas abaixo de 7,2°C acumulado até o início da brotação conforme método de (WEINBERGER, 1950).

Tabela 7 - Descrição das plantas matrizes utilizadas na propagação vegetativa. Pelotas 2016.

Identificação	Descrição da planta matriz
CPACT 004	Planta de porte médio, floração tardia, boa arquitetura, frutos grandes, muito produtiva.
CPACT 017	Planta com floração tardia, frutos médios, produtiva, alta relação amêndoa/casca.
CPACT 027	Planta com floração precoce, frutos grandes e uniformes.
CPACT 023	Planta com floração tardia, produtiva, boa arquitetura.
SVL17PI1	Planta de porte médio, arquitetura fechada, frutos médios, produtiva.
SVL17PI3	Planta de porte médio, muito produtiva, frutos de tamanho grande, arquitetura mais aberta.
SVL23PI1	Planta de porte médio, arquitetura mais aberta, produtiva, frutos médios.
SVL23PI3	Planta com arquitetura aberta, frutos de tamanho médio e em cachos.
SVL22PI2	Planta de porte médio, floração tardia, frutos extremamente grandes, arquitetura fechada, produtiva.

As avaliações foram realizadas nas safras 2014/15 e 2015/16, sendo as variáveis divididas em três grupos:

a. Variáveis fenológicas

✓ Início da brotação: data média em que a planta inicia a brotação (IB). Para definir gema brotada, foi considerada a gema inchada mostrando primórdios foliares clorofilados rompendo os tecidos que a envolve;

✓ Início da Floração: data em que a 10% das flores da planta encontravam-se abertas, obtido através de observação visual (IF);

✓ Final da Floração: data em que mais de 80% das flores encontravam-se senescentes, obtido através de observação visual (FF).

✓ Início da Dormência: data em que mais de 50% das folhas da planta encontram-se senescentes, obtido através de observação visual (ID).

b. Variáveis morfológicas

- ✓ Altura de planta: (cm): medida com régua graduada do colo até o ápice da planta (AP);
- ✓ Diâmetro do tronco (mm): medido com paquímetro digital, a 20 cm do solo (DT);

c. Variáveis produtivas

- ✓ Peso de 10 frutos (g): retirada uma amostra de 10 frutos da produção total da planta (P10f), pesados em balança com precisão de 0,05 g e secas em estufa a 65 °C até atingirem peso constante.
- ✓ Produtividade (kg ha⁻¹): Para a avaliação da produtividade foi realizada a coleta manual de frutos por planta. Os frutos foram pesados em balança com precisão de 0,05 g e amostras foram secas em estufa a 65 °C até atingirem peso constante, para determinação e ajuste da umidade.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial 2 x 3 x 9 (safra x local x genótipo). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$), através do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram precipitações em todos os meses, nos três locais de avaliação. O maior volume de precipitação mensal foi marcado em Santa Rosa, onde o acumulado no mês de setembro de 2014 foi superior a 400 mm (Figura 8). Vale ressaltar que não somente a quantidade de chuva, mas também sua intensidade e distribuição são importantes no ciclo fenológico da cultura, que possivelmente foi atendido durante o período de avaliação.

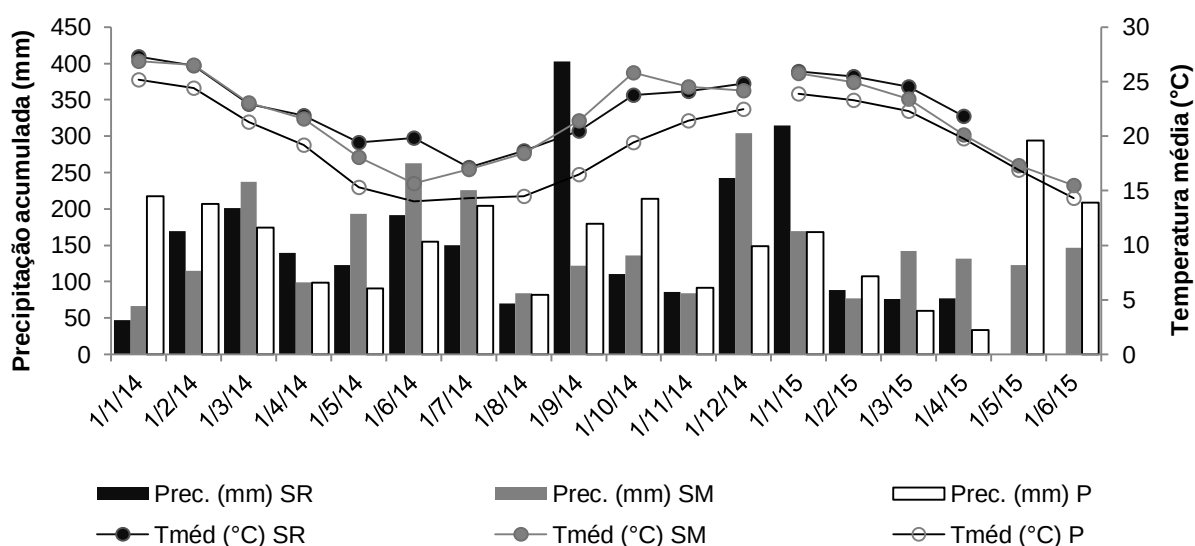


Figura 8 - Dados meteorológicos médios mensais durante o período de avaliação em Santa Rosa/RS (SR), Santa Maria/RS (SM) e Pelotas/RS (P). Pelotas – RS. 2016.

No município de Santa Maria ocorreu o maior número de horas de frio, totalizando 248 HF na safra 2014/15 e 139 HF na safra 2015/16. O acúmulo de horas de frio foi até agosto em 2014 e setembro em 2015. Observou-se uma redução da quantidade de horas de frio em 2015 em todos os locais avaliados, sendo que em dois deles em quase 40 % (Figura 9).

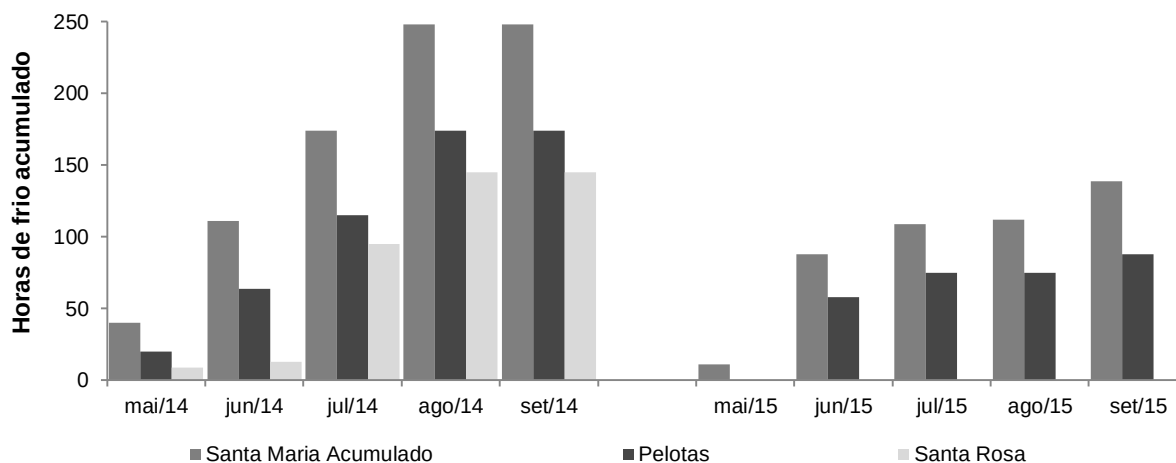


Figura 9 - Horas de frio, abaixo de 7,2°C, acumulado nas safras 2014/15 e 2015/16, nos três locais de avaliação. Pelotas – RS. 2016.

A análise de variância para os caracteres fenológicos e morfológicos evidencia que houve efeito significativo para os fatores Local e Safra e interação Safra x Local para as características quantitativas altura de planta (AP), diâmetro do tronco (DT), início da brotação (IB), início da floração (IF) e final da floração (FF). No que se refere às características morfológicas e fenológicas não houve diferenças entre os clones testados, tal fato pode ter ocorrido pela idade das plantas e por já serem genótipos elite, provenientes de seleções para as características de desenvolvimento vegetativo e precocidade (Tabela 8).

A variável altura de planta e diâmetro de tronco foram superiores nos clones conduzidos em Santa Maria (Tabela 9). Os clones conduzidos em Santa Rosa apresentaram maior desenvolvimento entre as safras 2014/15 e 2015/16, superando os clones conduzidos em Pelotas, embora na safra 2015/16, o aumento na altura e diâmetro do tronco foi constatado nos três locais. Em Santa Rosa o crescimento foi maior superando, inclusive Santa Maria, o qual apresentou crescimento de aproximadamente 20%, enquanto que em Santa Rosa, o crescimento foi superior a 35%. Tal fato se deve as melhores condições de ambiente, solo e clima.

Quanto às temperaturas médias mensais nos municípios de Santa Maria e Santa Rosa, estas foram próximas durante o período de crescimento e desenvolvimento das plantas, somente em junho de 2014, a temperatura média foi inferior em Santa Maria em quase 4°C. A temperatura média de Pelotas foi inferior aos demais locais durante todo o período analisado.

O início da brotação e o início da floração variaram consideravelmente entre os ambientes e as safras (Tabela 9). Este fato deve se as diferenças de temperatura observadas entre os ambientes e anos de avaliação (Figura 8).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância, decomposição da interação tripla, indicando o coeficiente de variação, graus de liberdade (GL) e os quadrados médios das variáveis respostas. Pelotas/RS, 2016.

Fatores	GL	Quadrado médio						
		AP	DT	IB	IF	FF	P10f	Prod.
Local (L)	2	39,15*	48268,28*	72,51	319,26*	109,27*	6264,67*	18759*
Safra(S)	1	19,5*	17586,51*	750,04*	1131,59*	361,17*	-	-
Clone (C)	8	0,37	139,38	25,64	17,79	24,75	5810,33*	35328*
L x S	2	1,73*	2535,50*	1500,54*	1427,43*	917,65*	-	-
L x C	16	0,44	404,35	37,13	26,7	15,28	8680,02*	36421*
S x C	8	0,32	188,74	6,88	27,65	21,73	-	-
L x S x C	16	0,13	260,84	23,67	17,25	16,12	-	-
CV (%)		18,27	21,87	2,01	1,24	1,24	5,57	28,71
Erro	146							

* significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Altura de planta (AP), Diâmetro do tronco (DT), Início da brotação (IB), Início da floração (IF), Final da floração (FF), Peso médio de dez frutos (P10f) e Produtividade (Prod.).

O início da brotação média, na safra 2014/15, ocorreu no final de agosto (28/08), exceto para os clones conduzidos em Santa Rosa, que foi em 10 de setembro. A floração ocorreu em 14 de setembro para Santa Maria e Pelotas e 24 de setembro para Santa Rosa. O total de horas de frio acumulado na safra 2014/15, no município de Santa Rosa foi inferior aos demais municípios (Figura 9). Este fator pode ter influenciado na época de brotação e floração, pois segundo Weinberger (1956), em pessegueiros, estas variações em época de floração e brotação em diferentes ambientes são influenciadas pela temperatura do ar e horas de frio acumuladas.

A precocidade dos clones para iniciar a brotação pode estar relacionada com uma floração mais precoce, o que ocorreu em todos os ambientes. Isto também foi observado por Bevilaqua et al. (2001), para plantas de chapéu de couro (*Echinodorus spp.*).

O período médio compreendido entre a brotação e a floração, nos três locais foi de 15 dias, enquanto que, do início ao final da floração foi de 10 dias (Tabela 8), estes resultados são importantes, pois demonstram uma estabilidade entre os genótipos.

As variações nas datas de floração e brotação nos diferentes locais refletem a influência das variáveis meteorológicas nas fenofases do tungue, também relatado para o pessegueiro por Pedro Junior et. al. (2007) e Citadin et. al. (2003).

Houve interação Local x Clone para o peso médio de 10 frutos e a produtividade dos clones de tungue nos três locais (Tabela 8).

O peso de dez frutos (P10f) teve efeito de ambiente, apresentando grande amplitude entre os municípios. Os clones SVL17P1, SVL17P3, SVL23P1 e SVL23P3 apresentaram peso superior em Santa Rosa, enquanto que o CPACT 004, CPACT 027 e SVL22P2 em Pelotas e o CPACT 017 em Santa Maria. O clone CPACT 023 apresentou a maior estabilidade nos três ambientes. Estas diferenças estão relacionadas ao ambiente de cultivo, principalmente aos fatores edafoclimáticos, como observado por GUERREIRO FILHO et al. (2008), em trabalhos na cultura do café.

Tabela 9 - Altura de planta, Diâmetro do tronco, Início da brotação, Início da floração e Final da floração de nove clones de tungue, em duas safras e três locais do Rio Grande do Sul. Pelotas/RS 2016.

Local	Altura Planta (m)		Diâmetro do tronco (mm)		Início de brotação		Início de Floração		Final de Floração	
					Safr					
	2014/15	2015/16	2014/15	2015/16	2014/15	2015/16	2014/15	2015/16	2014/15	2015/16
Pelotas	2,01 b B	2,36 c A	46,84 b B	55,57 c A	240,1 b B	243,1 a A	256,3 b B	260,9 a A	264,9 b B	269,4 a A
Santa Maria	3,32 a B	4,13 a A	94,94 a B	120,9 a A	239,9 b B	241,4 a A	256,0 b A	253,1 b B	264,9 b A	265,4 b A
Santa Rosa	1,71 c B	2,80 b A	42,80 c B	75,8 b A	252,1 a A	235,1 b B	266,3 a A	249,8 c B	274,4 a A	261,7 c B
Média	2,34	2,99	60,24	79,57	242,6	240,9	258,5	256,2	267,2	266,5
CV(%)	19,55	18,89	26,5	19,58	1,46	2,59	1,73	1,57	1,67	1,00

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($\alpha=0,05$).

Tabela 10 - Clones de tungue com peso médio de 10 frutos e produtividade em três locais do Rio Grande do Sul. Pelotas/RS 2016.

Clones	Peso médio de 10 frutos (g)									Produtividade (kg ha ⁻¹)								
	Santa Maria			Santa Rosa			Pelotas			Santa Maria			Santa Rosa			Pelotas		
CPACT004	354,3	cde	B	408,5	cd	B	510,5	a	A	12.351,5	ab	A	722,1	c	B	1.632,4	a	B
CPACT017	402,5	ab	A	287,3	e	C	369,9	d	B	8.977,5	abc	A	1.523,7	b	B	806,6	bcd	B
CPACT027	392,0	abc	AB	366,2	d	B	441,8	bc	A	6.439,5	cd	A	2.914,2	a	B	601,6	d	C
CPACT023	433,6	a	A	400,6	cd	A	450,1	b	A	8.247,0	bc	A	1.383,5	b	B	638,1	cd	C
SVL17P01	374,5	bcd	B	426,0	bc	A	388,2	d	B	13.354,0	a	A	2.369,0	a	B	948,0	bcd	C
SVL17P03	337,5	de	C	430,8	bc	A	390,5	d	B	12.457,0	ab	A	1.279,7	bc	B	939,4	bcd	B
SVL23P01	364,8	bcd	B	528,6	a	A	366,5	d	B	9.648,5	abc	A	2.507,1	a	B	249,0	e	C
SVL23P03	316,0	e	B	462,2	bc	A	315,5	e	B	9.895,0	abc	A	1.238,1	bc	B	1.116,7	bcd	B
SVL22P02	384,1	bc	B	312,1	e	B	403,2	cd	A	3.254,0	d	A	1.208,5	bc	B	1.011,4	bc	B
Média	373,4			391,0			404,2			9.402,6			1.682,9			882,6		
	7			7			4											
CV (%)	5,17			4,37			6,07			20,63			13,18			24,83		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($\alpha=0,05$).

Quanto à produção, observa-se que em Santa Maria, os clones apresentaram as maiores produtividades, variando entre 3.250 a 13.350 kg ha⁻¹, sendo a média superior a 9.000 kg ha⁻¹ (Tabela 10), produtividades superiores as observadas na literatura (DUKE, 1983). Este autor observou produtividades de tungue de 4.500 a 5.000kg ha⁻¹ em plantios no sul da Flórida e leste do Texas, nos EUA; e Jarvis (2002) apresenta produtividades de 6.000kg ha⁻¹ no Paraguai.

O clone SVL17P1 apresentou produtividade de 13.354 kg ha⁻¹ de fruto seco, indicando que a produtividade deste clone é mais de 1.800 kg ha⁻¹ de óleo, superior as principais oleaginosas, como a soja, a mamona e o pinhão manso, considerando a relação de 13,54%de óleo no peso de fruto seco de tungue (ÁVILA, 2010).

Os clones CPACT 027, SVL17P1 e SVL23P1 foram os mais produtivos em Santa Rosa, com produtividades superiores a 2.300 kg ha⁻¹. Em Pelotas a média de produtividade foi de 882,6 kg ha⁻¹, sendo o clone CPACT 004 o mais produtivo com 1.600 kg ha⁻¹. Estes clones devem apresentar maiores produtividades, uma vez que ainda não atingiram a idade adulta, que segundo Duke, (1983), é no quinto ou sexto ano após o plantio.

A obtenção de clones com alta produtividade, morfologia e fenologia adequada, requer, dentre outros, a seleção de genótipos apropriados para cada condição ambiental, assim cada clone poderá responder diferentemente a cada ambiente. O efeito significativo encontrado na interação clones x local, para peso médio de 10 frutos e produtividade, confirmam que estas características consideradas quantitativas, apresentam interação forte com o ambiente. Em se

tratando da questão ambiente, pode-se considerar que o município de Santa Maria é o que apresenta o melhor conjunto de condições edafoclimáticas exigidas para o cultivo de tungue.

4. CONCLUSÕES

As características morfológicas e fenológicas dos clones de tungue são estáveis com o ambiente e safra.

As características produtivas apresentam forte interação com o ambiente.

O município de Santa Maria apresenta as melhores condições para o cultivo de tungue.

CAPÍTULO III

Avaliação do desenvolvimento de frutos de tungue

1. INTRODUÇÃO

O tungue é uma planta lenhosa, de porte médio, caducifólia, da família das Euforbiáceas, originária da China e cultivada para fins de extração de óleo de suas sementes, o qual é empregado na indústria química, principalmente de tintas e vernizes (RODOMSKI et al., 2007).

O fruto do tungue é deiscente, carnoso, globoso, com base penduculada, alguns quase esféricos, de 2,5 a 8 cm, com coloração variando do verde escuro ao marrom quando maduros (BARROSO et al., 1999).

Apesar de o tungue ser cultivado em vários países, no Brasil ainda é pouco conhecido e cultivado em escala comercial. No Rio Grande do Sul o cultivo destaca-se na região colonial da Serra do Nordeste. Segundo dados do IBGE 2014, foram colhidos no Estado, 302 toneladas de fruto seco em uma área de 99 hectares, com uma produtividade média de 3.051 kg ha⁻¹.

A colheita é realizada recolhendo os frutos maduros que caem no chão, sendo que, geralmente, é necessária mais de uma colheita devido à maturação desuniforme dos frutos (GRUSZYNSKI et al., 2003).

Quantificar o acúmulo de matéria seca e de óleo nos diferentes estádios de maturação dos frutos permite um planejamento melhor de colheita e secagem, visando à maior rentabilidade para o produtor e para a indústria.

O conhecimento das fases do crescimento e desenvolvimento dos frutos é importante para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estágio de maturação adequado para a colheita (GRIERSON, 1995). A correta identificação das características físicas, químicas e morfológicas dos frutos pode contribuir para seleção de cultivares promissoras, facilitando o manejo do pomar e também o processo de colheita.

Com base no exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o período de desenvolvimento dos frutos de tungue através do acúmulo de matéria seca e síntese de óleo das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Embrapa Clima Temperado, município de Pelotas-RS, latitude 31°41' Sul, longitude 52°21' Oeste e altitude de 60 metros em solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006).

Na floração plena foram selecionadas ao acaso seis plantas de tungue, em população com seis anos de idade, nas quais foram marcadas sessenta inflorescências por planta, nas duas safras avaliadas (2013/14 e 2014/15).

Durante a ontogênese do fruto, foram realizadas amostragens a intervalos regulares de 14 dias, perfazendo um total de 10 coletas ano⁻¹. Em cada coleta, retiravam-se três frutos por planta. Em seguida os frutos foram pesados e separados em casca e semente, avaliando-se o diâmetro e o peso úmido dos frutos de cada genótipo. Posteriormente os materiais foram secos em estufa de ventilação forçada a 75°C até peso constante.

A separação em sementes e casca iniciou a partir dos 120 dias após a polinização na safra 2013/14 e 98 dias na safra 2014/15, em razão da consistência gelatinosa das sementes. Durante este período os frutos foram pesados inteiros.

Para os frutos e sementes de cada estágio foram determinadas as dimensões principais por meio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm. Para a determinação do peso da matéria seca foi utilizada balança digital com precisão de 0,01g. O número de sementes por fruto foi obtido por contagem direta. O teor de água dos frutos e sementes foi determinado fazendo a secagem em estufa a 75°C até massa constante.

Após a secagem das sementes, o conteúdo de óleo foi avaliado pelo método de Soxhlet, a partir de uma amostra de 5 g triturada, tendo como solvente o Hexano. As amostras permaneceram em refluxo por 8 horas, na sequência deste processo, foram dessecadas por 24 horas e pesadas para determinação do teor de óleo com base na massa seca.

Os dados meteorológicos, durante o experimento, foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Clima Temperado (Figura 11).

Os dados foram submetidos à análise descritiva e avaliados por meio da análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estágios de desenvolvimento e a organização interna dos frutos estão representados na figura 10. Até aproximadamente 56 dias após início da floração (DAif) os frutos apresentam uma coloração verde escura, formato oblongo, e difícil distinção entre amêndoa e casca (Figura 10 A). Aos 98 DAif inicia o endurecimento do endocarpo e a presença do endosperma em estado gelatinoso (Figura 10 B). Neste período, o fruto apresenta coloração verde clara, formato subgloboso e visível diferenciação entre amêndoa e casca. O processo de solidificação da amêndoa inicia em torno dos 140 dias após o florescimento (Figura 10 C), percebe-se um escurecimento no centro da amêndoa e uma cor amarelo escuro em seu torno, indicando o fim da fase de desenvolvimento do fruto. Após esta fase a amêndoa torna-se mais dura variando da coloração branca a creme. A casca que envolve a amêndoa torna-se mais firme e varia a coloração de creme a marrom escuro, isto ocorre no período próximo aos 196 dias do desenvolvimento. Aos 260 dias do desenvolvimento, início da fase de senescência, os frutos estão maduros e começam a cair (Figura 10 F).



A - 56 dias após floração



B - 98 dias após floração



C - 140 dias após floração



D - 196 dias após floração



E - 224 dias após floração



F - Período de colheita (260 dias após floração)

Figura 10 - Estágios de desenvolvimento dos frutos de tungue em diferentes épocas de colheita. Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.

Ocorreram precipitações em todas as quinzenas durante o período de avaliação, sendo que os períodos de menores precipitações ocorreram na segunda quinzena de novembro nos dois anos e na primeira quinzena de dezembro na primeira safra. As chuvas foram irregulares a partir de março, já no final do ciclo do tungue, provavelmente não afetando as características avaliadas.

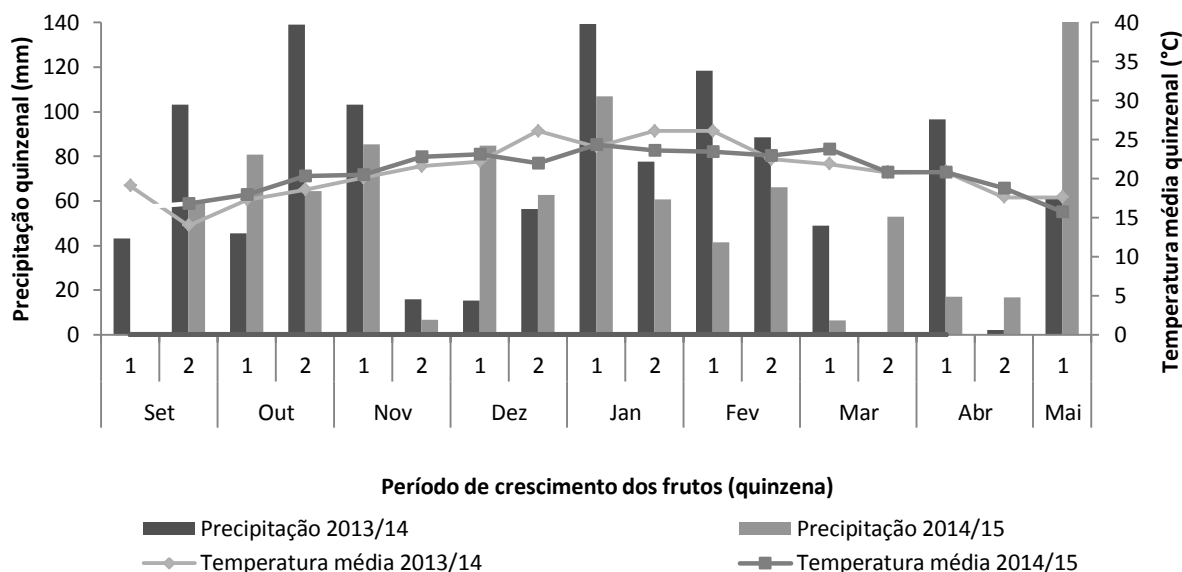


Figura 11 - Dados meteorológicos médios durante o período experimental – Temperatura média quinzenal (°C) e precipitação média quinzenal (mm) nas safras 2013/14 e 2014/15. Pelotas/RS, 2016.

O diâmetro, tanto da semente como do fruto, apresentaram desenvolvimento sigmoidal. O crescimento do fruto foi caracterizado por uma fase de incremento rápido, seguida por uma fase estacionária e a fase de amadurecimento e diminuição do tamanho do fruto (Figura 12).

A primeira fase teve uma duração aproximada de 140 dias após abertura da flor é caracterizada por um rápido crescimento do fruto, provocado pela alta taxa de divisão celular, sendo o tamanho do fruto dependente do crescimento da casca, o que está de acordo com Esposti et al. (2008), em frutos de tangerinas. A segunda fase estendeu-se até aproximadamente 188 e 196 dias após a antese, para as safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente, e foi caracterizada por uma desaceleração da taxa de crescimento, onde os frutos apresentaram taxas mais baixas de aumento de diâmetro, e acúmulo de peso seco, o que também foi observado para os frutos de cajazeira (MOURA et al., 2003). A última fase (Fase 3) é caracterizada pela diminuição gradativa do diâmetro e conseqüente amadurecimento

do fruto, considera-se que esta fase é caracterizada pela perda de água. Resultados semelhantes são mencionados para frutas de caroço (FACHINELLO, 1996).

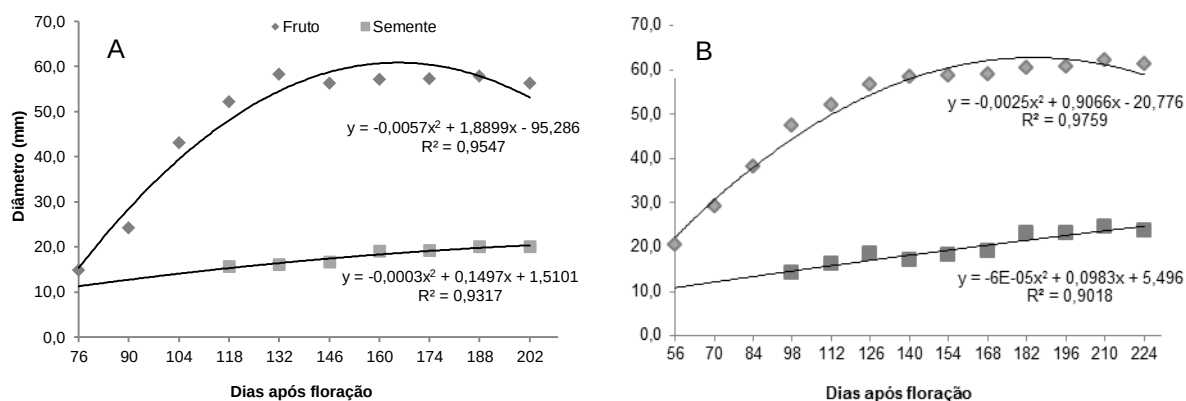


Figura 12 - Diâmetro do fruto e semente de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.

A semente pôde ser separada do resto do fruto aos 118 dias na safr 2013/14, e apresentou crescimento contínuo ao longo de seu desenvolvimento, com uma desaceleração aos 174 Daif. Na safr 2014/15, as avaliações tiveram início aos 98 Daif, apresentando uma fase estacionária a partir dos 182 Daif. Essa paralisação no crescimento, em massa, esta relacionada com o início da maturação dos frutos, como verificado por Alves et al. (2005) na cultura do sabiá .

A massa seca do fruto sofreu incremento durante todo o ciclo (Figura 13). Percebe-se que uma pequena estabilização no acúmulo somente após os 160 dias após o florescimento na safr 2013/14, e 196 dias na safr 2014/15, coincidindo com a fase de maturação (MENDES et al., 2006; CARVALHO et al., 2008), atingindo valores médios de 29,9 e 32,9 gramas, respectivamente.

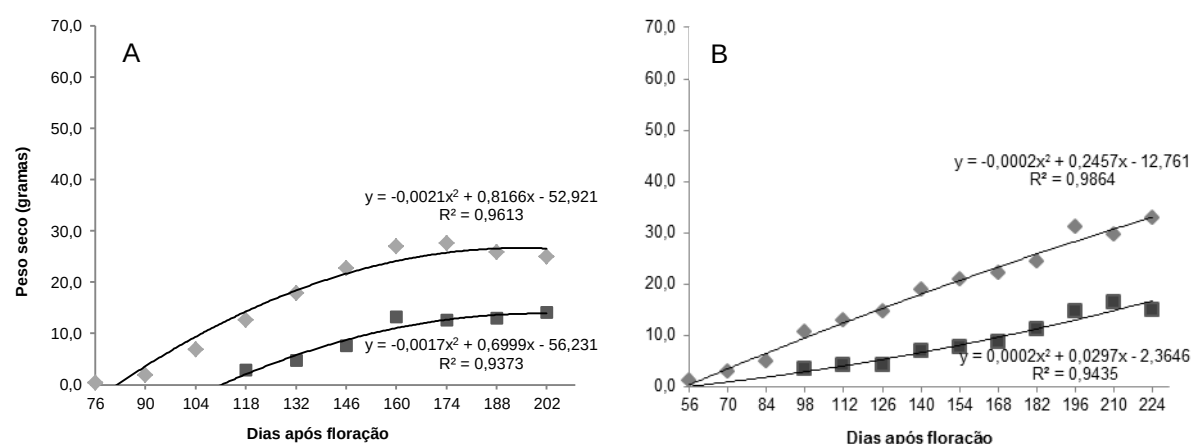


Figura 13 - Peso seco do fruto e semente de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.

Em relação ao teor de água nos frutos e sementes observa-se que nos primeiros estágios, tanto nas sementes como nos frutos, os teores de água são elevados. Verifica-se uma gradativa redução no teor de água conforme avança o estágio de maturação, entretanto, nas sementes a redução fica mais evidenciada após 132 Daif, na safra 2013/14 e 140 Daif na safra 2014/15 (Figura 14).

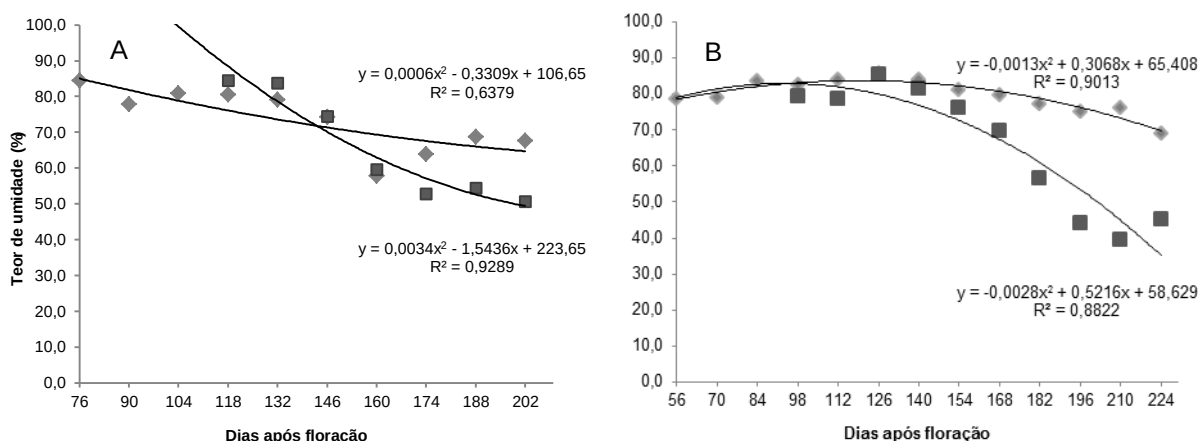


Figura 14 - Teor de umidade do fruto e semente de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.

Na safra 2013/14 os frutos tiveram um crescimento inicial lento, tendo as avaliações iniciado aos 76 Daif, diferentemente da safra 2014/15, onde as coletas iniciaram aos 56 Daif. Este crescimento inicial lento pode ter afetado o desenvolvimento do fruto e consequentemente sua maturação, o que é evidenciado na perda de água. Para Corvello et al. (1999), o alto teor de água nas sementes torna-se necessária para que os produtos fotossintetizados nas folhas das plantas sejam depositados na semente e, posteriormente, como reserva. Este alto grau de umidade se mantém presente até a semente alcançar o máximo de matéria seca iniciando-se, a partir daí, um período de suas elevadas taxas de desidratação.

A síntese de óleo nas sementes apresentou desenvolvimento linear nas duas safras, iniciando-se aos 118 Daif atingindo um valor máximo de 30,37% aos 202 Daif na safra 2013/14. Na safra 2014/15 o início da síntese se deu aos 126 Daif atingindo valor máximo de 39,95% aos 224 Daif. O menor e o maior teor de óleo nas sementes (30,37 e 39,95%) foram relativamente altos quando comparados a outras oleaginosas como a soja (18 a 22%), e equivalente a mamona (45%) e pinhão manso (33%), porém Ávila (2010) encontrou até 47% de óleo, utilizando o mesmo método para extração, também para o tungue.

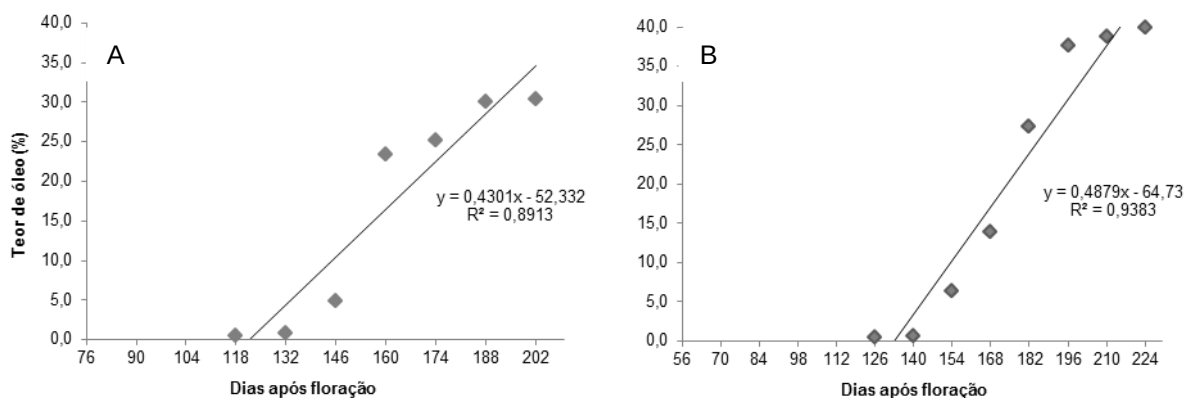


Figura 15 - Teor de óleo nas sementes de tungue, nas safras 2013/14 (A) e 2015/15 (B). Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2016.

Após o início da síntese de óleo foi possível perceber uma mudança na coloração da amêndoa, a qual adquiriu uma tonalidade amarelo escuro (Figura 10 C), característica visual, a qual, segundo Montoya (2013) estudando a macaúba, pode indicar mudanças bioquímicas como síntese e acúmulo principalmente de ácidos graxos e carotenóides nos tecidos.

O início da síntese do óleo se deu a partir dos 118 Daif (Figura 15), apresentando um teor médio de 0,52%. Os teores de óleo aos 162 Daif eram de 4,95 e 6,54% para as safras 2013/14 e 2014/15, sofrendo um aumento de 83,6 e 82,98%, respectivamente, passando para 30,13 e 37,6% em 42 dias. Após este período os acréscimos foram menores. Com isto, podemos observar que o acúmulo de óleo em sementes de tungue ocorre no terço médio de seu desenvolvimento, o que esta de acordo com relatos de Santos et al. (2012), para o pinhão manso, nos quais os produtos essenciais para o crescimento são enviados prioritariamente para as amêndoas/sementes. O transporte desses produtos para os grãos resulta no incremento de matéria seca, lipídeos, ácidos graxos, e outras substâncias, até atingir nível máximo, quando cessa a translocação da planta com as amêndoas/sementes. Porém difere do que foi observado para macaúba por Silva et al. (2013), cujo maiores acréscimos ocorreram na fase final que antecede a queda natural dos frutos.

O fruto de tungue apresentou um rápido crescimento nas primeiras semanas após início das avaliações, acompanhado pelo acúmulo de matéria seca e alto teor de umidade. O crescimento das sementes foi semelhante ao dos frutos. A matéria seca e o teor de óleo das sementes foram aumentando conforme o estágio de maturação.

4. CONCLUSÕES

O fruto de tungue desenvolve-se segundo o modelo de crescimento sigmoidal.

A síntese de óleo nas sementes de tungue inicia aos 118 dias após o início da floração e o teor de óleo é de 35% em média.

DISCUSSÃO GERAL

Através dos resultados obtidos neste trabalho, pode se observar uma ampla variabilidade genética entre os acessos de tungue, quanto às características morfo-agronômicas quantitativas e qualitativas. A partir destes resultados foi possível selecionar um grupo de plantas de elevado potencial produtivo, morfologia e fenologia adequadas ao cultivo. A floração precoce aumenta o risco de abortamento de flores e queda de frutos pequenos, ocasionando queda na produção, quando há ocorrência de geadas tardias. Assim, a seleção de genótipos com brotação e floração tardia minimiza este risco.

Quanto à morfologia, um grupo de plantas apresentou porte médio, com inserção dos ramos primários variando de 0,8 a 1,1 m. Assim, este grupo apresenta ótimas características morfológicas, fenológicas e produtivas, as quais podem ser propagadas vegetativamente e indicadas para uso pelos agricultores, e/ou utilizadas em programas de melhoramento.

Outro grupo de destaque apresenta plantas pouco produtivas, entretanto, exibe características ideais para serem utilizadas na ornamentação de vias e jardins. As plantas apresentam porte médio, altura de inserção dos ramos superior a 0,5 m, produz poucos frutos, e apresentam floração abundante e duradoura. Por ser uma planta relativamente rústica, podendo ser cultivada em várias regiões brasileiras, apresenta crescimento rápido e uma beleza exuberante na floração e senescência, é muito apreciada para ornamentação.

Não houve diferenças entre os clones testados nos diferentes locais e safras para as características morfológicas e fenológicas, isto pode ter ocorrido pela idade das plantas e por já serem genótipos elite, provenientes de seleções para as características de desenvolvimento vegetativo e precocidade. As plantas ainda encontram-se em desenvolvimento, e diferenças, principalmente de crescimento, podem expressar-se futuramente. Entretanto, observou-se forte influência do ambiente sobre as características de crescimento, brotação e florescimento. Houve

diferenças entre os clones para as características produtivas. O efeito significativo encontrado na interação clones x local, para peso médio de 10 frutos e produtividade, confirmam que estas características consideradas quantitativas, apresentam interação forte com o ambiente. Assim, pode-se considerar que o município de Santa Maria é o que apresenta o melhor conjunto de condições edafoclimáticas exigidas para o cultivo de tungue dentre os municípios locais avaliados.

Quanto ao desenvolvimento dos frutos de tungue observou-se um modelo típico das frutas de caroço/pomáceas, isto é, sigmoidal, com um rápido crescimento nas primeiras semanas após o início das avaliações, acompanhado pelo acúmulo de matéria seca, o qual apresentou o mesmo padrão de crescimento. O acelerado crescimento inicial do fruto esteve combinado com um alto teor de umidade. O crescimento das sementes foi semelhante ao dos frutos. A matéria seca e o teor de óleo das sementes foram aumentando conforme o estágio de maturação.

Os teores de óleo variaram de 30,37 a 39,95%, tiveram início aos 118 e 126 dias e o acúmulo ocorreu até o 202 e 224 dias para as safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente. Comparado a outras culturas oleaginosas como a soja, mamona e pinhão manso, os valores encontrados foram relativamente altos (40%).

CONCLUSÃO GERAL

Existe variabilidade no banco de germoplasma de tungue para os caracteres morfo-agronômicos, possíveis de serem explorados comercialmente e/ou usados em programas de melhoramento.

Existem genótipos de tungue com ótimas características morfológicas, fenológicas e de produtividade, que, quando propagadas vegetativamente, podem ser indicadas para uso pelos agricultores, e/ou utilizadas em programas de melhoramento.

Alguns genótipos mostraram características propícias para ornamentação como floração abundante e duradoura e pouca produção de frutos.

As características morfológicas e fenológicas dos clones de tungue são estáveis com o ambiente e o ano, enquanto que as características produtivas apresentam forte interação com o ambiente.

O fruto de tungue desenvolve-se segundo um modelo sigmoidal, primeiro em tamanho e volume, com crescimento inicial rápido, sendo que a síntese de óleo ocorre no terço médio do desenvolvimento e o teor de óleo da semente pode atingir até 40%.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. R. de; SILVA, S. D. dos A.; WREGE, M. S. **Zoneamento agroclimático da cultura do tungue a Região Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 20p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 1516-8840, 358).
- ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. DE A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, p.1-8, 2005.
- ÁVILA, Dante. Trindade de. **A cultura do tungue (*Aleurites fordii*) no Rio Grande do Sul: caracterização de populações, propagação e desempenho agrônomo**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.
- AZAM, M. M., WARIS, A., NAHAR, N.M. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. **Science Direct**, v. 29, p. 293-302, 2005.
- BARG, Débora Gikovate. **Plantas tóxicas**. Instituto Brasileiro de Estudos Homeopáticos – Faculdade de Ciências da Saúde de São Paulo, 2004. 23p.
- BARROSO, Graziela Maciel; MORIM, Marli Pires; PEIXOTO, Ariane Luna; ICHASO, Carmen Lúcia Falcão. **Frutos e sementes – Morfologia aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFV. 1999.
- BERGAMASCHI, H. **Temperatura x fotoperíodo sobre a fenologia das plantas**. UFRGS. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/agropfagrom>>. Acesso em: 20 de agosto 2013.
- BEVILAQUA, G. A., NEDEL, J. L., ZUANAZZI, J. A. O., CORREA, C. T. Distribuição geográfica e composição química de chapéu de couro (*Echinodorus spp.*) no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.2, p. 213-218. 2001.
- BIONDI, D.; LEAL, L. Avaliação de espécies plantadas experimentalmente na arborização de ruas da cidade de Curitiba – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 79-99, 2009.
- BROWN, K., KEELER, W. The History of Tung Oil. **Wildland Weeds**, v. 9, n.1, p. 4–24, 2005

CARTER, C.; HOUSE, L.; LITTLE, J. **Tung oil: A revival**. In: Review of agricultural economics. Kansas State University (Kansas): Department of Agricultural Economics, v.20, n. 2. p. 666-673, 1998.

CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALLIRJ, J.; SANTOS, J. W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.

CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M. de; HILHORST, H. W. M.; GUIMARÃES, R. M. Morphophysiological development of *Tabeluia serratifolia*. Vahl Nich. **Scientia Agricola**, v.65, p.643-651, 2008.

CHANG, C. **In search of China's future**. San Francisco: I.B.C., 1983.

CITADIN, Idemir. **Necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiro [Prunus persica (L.) Batsch]**. Pelotas, 1999, 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 1999.

CITADIN, I.; RASEIRA, M. do C. B.; QUEZADA, A. C.; SILVA, J. B. da. Herdabilidade da necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.25, n. 1, p. 118-123, 2003.

CORRÊA, M. C. M., PRADO, R. M., NATALE, W., SILVA, M. A. C., PEREIRA, L. (2002). Índice de pagamento de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p.783-786, 2002.

CORVELLO, W. B. V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S. T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.21, p.23-27, 1999.

DUKE J. A. **Hand book of energy crops**. Purdue: Purdue University, EUA, 1983. Disponível em: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Aleurites_fordii.html. Acesso em: 15 de Jul. de 2013.

DYER, J.; CHAPITAL D. C.; KUAN, J. W.; SHEPHERD, H.S.; TANG, F.; PEPPERMAN, A.B. Production of linolenic acid in yeast cells expressing an omega-3 desaturase from tung (*Aleurites fordii*). **Journal of the American Oil Chemists' Society**, New Orleans, v. 81, n. 7, p. 647-651, 2004.

EICHOLZ, E. D.; TATTO, F. R.; EICHOLZ, M.; SILVA, S.D. Densidade de semeadura da mamona cultivar AL Guarany 2002. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. (Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518; 211). Pelotas. 2015. 26p.

EICHOLZ, Marcel Diedrich. **Caracterização de populações de Tungue (Aleurites fordii Hemsl.) no Rio Grande do Sul**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

EMBRAPA, 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 306p.

ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L.; CECON P. R. CRESCIMENTO DE FRUTOS DA TANGERINEIRA 'PONCÃ' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, 2008.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FACHINELLO, José Carlos; NACHTIGAL, Jair Costa; KERSTEN, Elio. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: UFPel, 1996. 311p.

FAOSTAT. **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de tungue**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 12 ago.2013.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JR, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba-SP). **Revista Biociência**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.

FOLGARAIT, P. J.; PATROCK, R. J. W.; GILBERT, L. E. The influence of ambient conditions and space on the phenological patterns of a *Solenopsis* phorid guild in an arid environment. **Biological Control**, v. 42, n. 3, p. 262-273, 2007.

GLASER, L.; PLUMMER, C.; PYLES, S.; AHMED, I.; RANESES, A.; DUFFIELD, J.; WATSON, L.; CHASE, C. 1996. Crambe, industrial rapeseed, and tung provide valuable oils. In: Industrial Uses of Agricultural Materials Situation and Outlook Report, report IUS-6. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, DC, pp. 17-23.

GRUSZYNSKI, C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; KÄMPF, A. N. **Misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada no enraizamento de Crisântemo 'golden polaris' sob método de transpiração**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas - SP, v. 9, n. 1, p. 63/70, 2003.

GUERREIRO FILHO, O. SILVAROLLA, M. B.; CARVALHO, C. H. S. de; FAZUOLI, L. C. Características utilizadas para a identificação de cultivares de café. In: CARVALHO, C. H. S. de (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA-Café, 2008. p. 141- 156.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; SOUZA, H. A.; PAGLIS, C.M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização fenológica da goiabeira 'Pedro Sato' sob diferentes épocas de poda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.20-24, 2007.

IBGE PAM: 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013/default_perm_ols.shtm. Acesso em: 11 de jan. de 2016.

JARVIS, Alec. **Paraguayan Tung (*Aleurites fordii* Hemsl.): An Important Small Farmer Crop Diversification Strategy**. 2002. 104 f. Dissertação (Master of Science in Forestry). Michigan Technological University, 2002.

KAUTZ, J.; LYSYK, G.; D'OCA, M. G. M.; CLEMENTIN, R.M.; **Extração do óleo de tungue (*Aleurites fordii*) para produção de biodiesel**. SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA E I REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA DO RS. Anais..., Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.

KELLER, H. A.; STAMPELLAP, C.; DELUCCHI, G.; HURRELL, J. A. *Vernicia fordii* y *Aleurites molucannus* (*Euphorbiaceae*) em la Argentina. Naturalización y etnobotânica. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**. v. 48 n.3, p. 553-561. 2013.

KRASNIQI, A. L.; DAMEROW, L.; KUNZ, A.; BLANKE, M. M. Quantifying key parameters as elicitors for alternate fruit bearing in cv. 'Elstar' appletrees. **Plant Science**, Limerick, n.212, p.10- 14, 2013.

Laboratório de Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado. **Temperatura Média (°C) Mensal, Período 1931 – 1960, RIO GRANDE DO SUL**. Pelotas, 2015. Disponível em <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/tab/tabela16.html>. Acesso em 20 dez. 2015.

LARCHER, Walter. **Ecofisiologia Vegetal**, São Carlos. Rima artes, 2004, 531 p.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; ALBRECHT, J. C.; MARQUES, S. S.; ROSADO L., T. B. caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão-manso. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009, Montes Claros. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009.

LEÃO, P. C. S. de; SILVA, E. E. G. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 458-460, 2003.

LONGHI, S. J. Fenologia de algumas espécies florestais e ornamentais. **Revista Centro de Ciências Rurais**. Santa Maria, RS, v. 14, n. 3 – 4. 1984. p. 231 – 240.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.

MA, Z. ZHU, W.; WEI, Q. **Advances in the researches of biodiesel from woody oil-bearing plants** J. Northwest Forestry University. v. 22, pp. 125–130. 2007.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 8, p. 141-150, 2000.

MENDES, A. M. S.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, J. F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.133-141, 2006.

MONTOYA, Sebastián Giraldo. **Caracterização do desenvolvimento do fruto da palmeira macaúba**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Evolução do Crescimento e da Maturação de Frutos de Cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. v.47, p. 231-233, 2003.

NUCCI, Stella Maris. Divergência genética em germoplasma de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), identificada por marcadores SSR e ISSR. 2011. 126f. Tese (Genética e Melhoramento de Plantas) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2011.

OLIVEIRA, Rérinton Joabel Pires de. **Fenologia, manejo e desempenho agrônomo de genótipos de pinhão manso em Pelotas**. 2015. 66 f. Tese. (Doutorado em Agronomia) Faculdade de agronomia “Eliseu Maciel”. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2015.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; BARBOSA, W.; ROLIM, G. de S.; CASTRO, J. L. de. Época de florescimento e horas de frio para pessegueiros e nectarineiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.425-430, 2007.

RAMOS-HURTADO, A. M.; KOLLER, O. C.; MARIATH, J. A.; SARTORI, I. A.; THEISEN, S.; REIS, B. Diferenciação floral, alternância de produção e uso de ácido giberélico em tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.355-359, 2006.

RINEHART, T. New Ornamental Tung Tree. A Story of Loss and Restoration. **Agricultural Research**. v. 62, n. 4, p.8-9, 2014.

RODRIGUES, M. A.; ARROBAS, M. O fenômeno da safra e contra safra em olival. *Olea vitis*: **Revista Técnica de Olivicultura e Azeite**. n.8, p. 10-12, 2011.

SANTOS, S. B.; MARTINS, M. A.; AGUILAR, P. R. M.; CANESCHI, A. L.; CARNEIRO, A. C. O.; DIAS, L. A. S. Acúmulo de matéria seca e óleo nas sementes de pinhão-manso e qualidade do óleo extraído. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p. 209-215, 2012.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT® 9.2 User’s Guide**, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2009.7869p.

SILVA, O., P., RIBEIRO, M., L., SIMOES, M., O., LOPES, N., P., S., FARIAS, M., T., GARCIA, S., Q. Fruit maturation and in vitro germination of macaw palm embryos. **African Journal of Biotechnonology**. v. 12. p. 446 – 452. 2013.

SILVA, S. D. dos A. e; ÁVILA, D. T. de.; AIRES, R. F.; OLIVEIRA, R. J. P. de.; EICHOLZ, E. D. Métodos de Propagação de Tungue (*Aleurites fordii*). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. (Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518; 187). Pelotas. 2013. 28p.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ. 577-563, 1998.

SOUSA, Julio Seabra Inglez de; **Poda das Plantas Frutíferas**, Biblioteca Rural, São Paulo, Nobel 14ª edição, 1986.

SPIEGEL-ROY, P., ALSTON, F. H. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for late-flowering pears. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 54, n. 2, p. 115-120, 1979.

VAUGHAN, John Griffith. **The structure and utilization of oil seeds**. London: Chapman & Hall. 1970. 279 p.

WANG, C.; FANG, H.; PENG, J. GCA of Tung Flower Pullen. **Non-timber Forestry Research**, n.4, p. 44-46. 1997.

WEINBERGER, J.H. Prolonged dormancy trouble in peaches in the Southeast in relation to winter temperatures. **Proceedings of the American Society of Horticultural Sciences**, Mount Vernon, v. 67, p. 107-112, 1956.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; PEREIRA, A.A. **Manejo integrado das doenças do cafeeiro em cultivo adensado**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR, p.320. 1994.

ZORNITTA, Nelson. **Tung (*Aleurites fordii*) – Avaliação do potencial energético do fruto e do biodiesel**. 2014. 51 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. UNIOESTE. Cascavel, 2014.