

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós Graduação em Sistemas de
Produção Agrícola Familiar



Dissertação

**Caracterização de Populações de Tungue (*Aleurites
fordii* Hemsl.) no Rio Grande do Sul**

Marcel Diedrich Eicholz

Pelotas, 2013

MARCEL DIEDRICH EICHOLZ

Caracterização de Populações de Tungue (*Aleurites fordii* Hemsl.) no Rio Grande do Sul

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

Orientador: Sérgio Delmar dos Anjos e Silva

Co-Orientadores: Carlos Augusto Posser Silveira
Luis Antônio Veríssimo Correa
Eberson Diedrich Eicholz

Pelotas, 2013

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/74)

E34c Eicholz, Marcel Diedrich

Caracterização de populações de Tungue (*Aleurites fordii* Hemsl.) no Rio Grande do Sul / Marcel Diedrich Eicholz; orientador Sérgio Delmar dos Anjos e Silva; co-orientadores Carlos Augusto Posser Silveira, Luis Antonio Veríssimo Correa e Eberson Diedrich Eicholz - Pelotas, 2013. -83f. : il. - Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

1. *Aleurites fordii* 2. Produção 3. Fenologia I. Anjos e Silva, Sérgio Delmar dos (orientador) II Título.

CDD 615.623

Banca examinadora:

Sérgio Delmar dos Anjos e Silva (Presidente) – Embrapa Clima Temperado

Edgar Ricardo Schöffel – Universidade Federal de Pelotas - UFPel

Ivan Rodrigues de Almeida – Embrapa Clima Temperado

Rogério Ferreira Aires – Fepagro – Vacaria/RS

Dedico

A minha família

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha família, pelo amparo, pela saúde, pela força e a vontade de seguir em frente.

A minha família pelos ensinamentos, pelo incentivo, pelo exemplo de vida e por tudo que sou.

A meus pais, Adão e Neli, pelo amor incondicional e pela dedicação constante.

A meus irmãos, Eberson, Leandro e Mateus, pela ajuda, pelos conselhos, pelo carinho e pela amizade eterna.

A minha noiva Vania pelo amor dedicado a mim, neste período de trabalho constante.

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

Aos co-orientadores, pesquisador Dr. Carlos Augusto Posser Silveira, Pesquisador Dr. Eberson Eicholz e ao professor Dr. Luiz Antonio Veríssimo Correa, pelas sugestões, incentivo e apoio.

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.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

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

Agradeço

RESUMO

EICHOLZ, Marcel Diedrich. **Caracterização de Populações de Tungue (*Aleurites fordii* Hemsl.) no do Rio Grande do Sul**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O tungue (*Aleurites fordii*) é uma planta da família *Euphorbiaceae*, adaptada ao clima temperado, necessitando cerca de 350 a 400 horas de frio (abaixo de 7,2°C) para diferenciação de gemas vegetativas e floríferas após inverno. Essa espécie é cultivada com objetivo de produzir óleo, o qual tem uma característica muito importante que é a secagem rápida, sendo amplamente utilizado na indústria de tintas e resinas. Mesmo a cultura estando presente no Estado há mais de 50 anos, informações referentes ao comportamento do tungue ainda são recentes. Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e fenológico de duas populações de tungue provenientes de sementes, visando identificar genótipos com características de interesse. As avaliações ocorreram em quatro safras consecutivas avaliando-se as características agrônomicas, morfológicas e fenológicas. Os resultados obtidos revelam variabilidade de interesse para todas as características. Foram identificados genótipos com alto potencial produtivo, sendo alguns precoces quanto ao início da produção, genótipos que apresentam maior necessidade de frio ou calor, características muito importantes para o cultivo no Rio Grande do Sul.

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

ABSTRACT

EICHOLZ, Marcel Diedrich. **Characterization of populations tung (*Aleurites fordii* Hemsl.) in Rio Grande do Sul**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The tung tree (*Aleurites fordii*) is a plant of the Euphorbiaceae family, adapted to temperate climate, needs about 350 to 400 chilling hours (below 7.2° C) for vegetative and flower buds differentiation after the winter. This species is cultivated in order to produce oil with has a very important feature which is quick drying, and is widely used in industrial paints and resins. Although this plant is present in the State of Rio Grande do Sul for over 50 years, information about the behavior of the tung tree are recent. Therefore the objective of this study was to evaluate the agronomic and phonological performance of two populations of tung tree from seeds, in order to identify genotypes with traits of interest. Assessments occurred in four consecutive crops evaluating the agronomic, morphological and phenological characteristics. The results show variability of interest to all features. Genotypes with high yield potential, were identified some early genotypes considering the start of production, and genotypes that have greater need of heat or cold, two very important features for cultivation in Rio Grande do Sul.

Keywords: *Aleurites fordii*. Production. Phenology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% - Porcentagem

AP - Altura das Plantas

DC – Diâmetro do caule

AI – Altura de inserção dos ramos primários

NF – Número de frutos

P10F – Peso de 10 frutos

CV – Coeficiente de Variação

IB – Início da Brotação

IF – Início da Floração

PF – Plena Floração

FF – Final da Floração

ID – Início da Dormência

Kg ha⁻¹ – kilogramas por hectare

m – Metros

cm – Centímetro

mm – Milímetros

t – Toneladas

n° – Número

NR – Número de Racemos

°C – Graus Celsius

IRL – Ângulo de inserção dos ramos laterais

HFB – Horas de frio acumulado até a brotação

HFF - Horas de frio acumulado até a floração

GDH – Growing Degree Hours (unidades de calor)

GDHB – GDH até a brotação

GDHF – GDH até floração

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estádios fenológicos de Plantas de tungue. (A) dormência, (B) floração e (C) frutificação.....	19
Figura 2 -	Detalhe das flores masculinas (A), femininas(B) e da inflorescência (C) de tungue.	20
Figura 3 -	Frutos de tungue. Fruto inteiro (A), Corte Transversal, mostrando o número médio de sementes.....	20
Figura 4 -	Frutos anômalos, com detalhe do número de sementes e sua forma achatada.	21
Figura 5 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para o caráter produção de frutos secos por planta, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 1, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.	31
Figura 6 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para o caráter produção de frutos secos por planta, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.	34
Figura 7 -	Início de brotação (IB) e início de floração (IF) de duas populações de plantas de tungue conduzidas em Pelotas-RS, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13. Pelotas-RS, 2013.	45
Figura 8 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construídos com base em variáveis fenológicas, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 1, em duas safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.	48
Figura 9 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construídos com base em variáveis fenológicas, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2, em duas safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.	52
Figura 10 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construídos com base na relação entre flor masculina e feminina, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 1, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.	57
Figura 11 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construídos com base na relação entre flor masculina e feminina, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.	60

Figura 12 -	Crescimento dos frutos de tungue da abertura da flor até o início da queda, para a variável diâmetro (mm).	61
Figura 13 -	Dados meteorológicos médios durante o período experimental - temperatura média semanal (°C) e Precipitação média semanal (mm), de setembro/2011 a março/12. Pelotas-RS. 2013.	63
Figura 14 -	Dados de temperatura média do ar (°C) e precipitação mensal (mm) para Pelotas-RS, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2013.	64
Figura 15 -	Fenologia de plantas de tungue conduzidas em Pelotas-RS, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13. Pelotas-RS, 2013.....	65
Figura 16 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construído com base em caracteres agronômicos, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 1. Pelotas-RS, 2013.	67
Figura 17 -	Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construído com base em caracteres agronômicos, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2. Pelotas-RS, 2013.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição química da torta de tungue, Laboratório de fertilidade de solo da Embrapa Clima Temperado-2008.22
Tabela 2 -	Caracterização dos grupos de genótipos da População 1, formados pela análise de agrupamento relacionado à produção média por planta em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.29
Tabela 3 -	Caracterização dos grupos de genótipos da População 2, formados pela análise de agrupamento relacionado à produção média por planta em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.33
Tabela 4 -	Períodos de ocorrência das variáveis fenológicas Início da Brotação (IB), Início da Floração (IF), Final da Floração (FF) e Senescência (S), observados em duas populações de tungue, nas safras 2009/10 a 2012/13. Pelotas – RS, 2013.41
Tabela 5 -	Datas de brotação e floração média dos genótipos de tungue das populações 1 e 2, nas duas safras (2011/12 e 2012/13) conforme separação por classes.41
Tabela 6 -	Growing Degree Hours (GDH) e Growing Degree Hours acumulado (GDHA), nas safras 2010/11 a 2012/13. Pelotas–RS, 2013.44
Tabela 7 -	Horas de frio, frio acumulado e percentagem de horas de frio acumulado, nas safras 2009/10 a 2012/13. Pelotas–RS, 2013.46
Tabela 8 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 1, formados pela análise de agrupamento relacionado ao início de brotação (IB) e floração (IF) , data de brotação média (DBM), data de floração média (DFM), horas de frio acumulado até a brotação (HFB), horas de frio acumulado até a floração (HFF), GDH até a brotação (GDHB), GDH até a floração (GDHF) e GDH da brotação a floração (GDHBF) em duas safras. Pelotas-RS, 2013.49
Tabela 9 -	Coeficiente de correlação de Pearson, e sua respectiva significância entre as variáveis, para os genótipos de tungue da População 1. Início de brotação (IB) e floração (IF), Horas de frio acumulado até a brotação (HFB), Horas de frio acumulado até a floração (HFF) e GDH da brotação a floração (GDHBF). Pelotas-RS, 2013.50
Tabela 10 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 2, formados pela análise de agrupamento relacionado ao início de brotação (IB) e floração (IF) , data de brotação média (DBM), data de floração média (DFM), horas de frio acumulado até a brotação (HFB), horas de frio acumulado até a floração (HFF), GDH até a

	brotação (GDHB), GDH até a floração (GDHF) e GDH da brotação a floração (GDHBF) em duas safras. Pelotas-RS, 2013.....	53
Tabela 11 -	Coeficiente de correlação de Pearson, e sua respectiva significância entre as variáveis, para os genótipos da População 2. Início de brotação (IB) e floração (IF), Horas de frio acumulado até a brotação (HFB), Horas de frio acumulado até a floração (HFF) e GDH da brotação a floração (GDHBF). Pelotas-RS, 2013.	54
Tabela 12 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 1 formados pela análise de agrupamento relacionado ao índice de floração em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.....	55
Tabela 13 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 2 formados pela análise de agrupamento relacionado ao índice de floração em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.....	58
Tabela 14 -	Diâmetro médio, máximo e mínimo, coeficiente de variação (CV) e Desvio padrão (DP) para desenvolvimento semanal do fruto de tungue. Pelotas-RS, 2013.	62
Tabela 15 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 1, formados pela análise de agrupamento relacionado a características de Altura de planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Número de ramos laterais (NR), Altura de inserção dos ramos laterais (AI), Número de frutos (NF), Peso de 10 frutos (P10F) e ângulo de inclinação dos ramos laterais (IRL). Pelotas-RS, 2013.....	66
Tabela 16 -	Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 2, formados pela análise de agrupamento relacionado a características de Altura de planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Número de ramos laterais (NR), Altura de inserção dos ramos laterais (AI), Número de frutos (NF), Peso de 10 frutos (P10F) e ângulo de inclinação dos ramos laterais (IRL). Pelotas-RS, 2013.....	68

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
INTRODUÇÃO GERAL	16
REVISÃO DE LITERATURA	17
1.1 Origem, distribuição e importância do tungue (<i>Aleurites fordii</i> Helms).....	17
1.2 Aspectos botânicos do tungue.....	18
1.3 Óleo de tungue	21
1.4 Coprodutos de tungue	22
METODOLOGIA GERAL.....	23
CAPÍTULO I AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E ESTABILIDADE PRODUTIVA DO TUNGUE EM PELOTAS-RS	25
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4. CONCLUSÕES.....	36
CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FENOLÓGICAS EM POPULAÇÕES DE TUNGUE EM PELOTAS - RS	37
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.1. Brotação e floração.....	43
3.2. Relação flores masculinas x femininas.....	55
3.3. Frutificação e Crescimento do fruto	61
3.4. Senescência e dormência.....	63
3.5. Variáveis agronômicas e morfológicas	65

4. CONCLUSÃO	71
5. DISCUSSÃO GERAL.....	72
6. CONCLUSÃO GERAL	75
7. REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE	82

INTRODUÇÃO GERAL

O tungue é nativo da Ásia, onde é cultivado predominantemente na China. É plantado comercialmente também na América do Sul, nos Estados Unidos e na África (FAO, 2012). Tungue é o nome comum de duas espécies de árvores de pequeno porte da família das *Euphorbiaceae*, *Aleurites fordii* Hemsl. e *A. montana* (Lour.) Wils. (com propostas para reclassificação como *Vernicia fordii* e *V. montana* segundo Ling et al., 1995). É uma planta perene caducifólia, que necessita de 350 a 400 horas de frio (abaixo de 7,2°C), para a diferenciação do florescimento e frutificação. As plantas, geralmente, iniciam a produção no terceiro ano após o plantio, alcançando a produção comercial no quarto ou quinto ano e produção máxima em 10 a 12 anos (DUKE, 1983).

O maior produtor mundial é a China, com 358.400 toneladas em 2010 (FAO, 2012). No Brasil o tungue foi introduzido no início do século XX, sendo encontrada no Rio Grande do Sul nos municípios da Serra Gaúcha (GRUSZYNSKI et al., 2003). O Estado é principal produtor nacional, e a produção está concentrada nos municípios de Fagundes Varela, Veranópolis e Cotiporã (SAA, 2008).

O tungue é uma espécie de clima temperado e tem despertado a atenção tanto da pesquisa quanto dos produtores, destacando-se principalmente por apresentar alto teor de óleo na semente, a adaptação à região de clima temperado e o fato de ser uma cultura perene.

Embora o seu cultivo já ocorra em outros países do mundo, no Brasil ainda não é cultivado em grande escala (NAVA et al., 2009) e as informações sobre seu cultivo ainda são escassas. Apesar de a cultura estar presente no Estado a mais de 50 anos, informações de pesquisa referentes ao comportamento agrônomo da planta ainda são preliminares. Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e fenologia de genótipos de tungue, visando selecionar indivíduos com características desejadas e propor práticas de manejo adequadas à cultura.

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Origem, distribuição e importância do tungue (*Aleurites fordii* Hemsls)

O tungue (*Aleurites fordii* Hemsl.) pertence à família das *Euforbiaceae*, é uma espécie de clima temperado, com exigência de cerca de 350 - 400 horas de frio (temperaturas inferiores a 7,2 °C) para retomar o crescimento após o inverno (DUKE, 1983).

O tungue é cultivado já há vários anos na China, Paraguai, Argentina e Estados Unidos (GLAZER, 1996). Na década de 60, a cultura entrou em crise no Brasil devido a 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 de matas ciliares 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 não comestível 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 interessante alternativa como fonte 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 está sendo utilizada para reflorestamento e nos Estados Unidos é produzida em algumas regiões, pois o óleo é utilizado para fabricação de vernizes e tintas de secagem rápida (DYER et al., 2004).

No Rio Grande do Sul é cultivado na região colonial da Serra do Nordeste. Em 2010, segundo o IBGE, o Rio Grande do Sul produziu 318 toneladas do produto, sendo os principais municípios produtores: Fagundes Varela (110 t), Coqueiro Baixo (60 t), Cotiporã (44 t), Veranópolis (44 t), Caxias do Sul (12 t), Nova Bassano (12 t), Nova Bréscia (10 t), Capitão (8 t) e Arvorezinha (6 t).

De acordo com Gruszynski et al. (2003), o sistema de cultivo do tungue no RS 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 nos cultivos norte-americanos é de 4.500 kg a 5.000 kg de frutos por hectare (DUKE, 1983), enquanto que no Rio Grande do Sul a produtividade média é de 2.472 kg ha⁻¹, em uma área colhida de 163 hectares (IBGE 2008).

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.) Airy Shaw (LING et al., 1995). Porém, o nome científico preferencial para tungue é *Aleurites fordii* Hemsl.

Para Reitz (1988), *Aleurites fordii* é uma árvore caducifólia de 3 a 9 metros de altura com ramos robustos, glabros, com superfície lenticelada e folhas glabras, ovadas ou cordadas de 7 a 12 cm de comprimento. Apresenta raiz axial ou pivotante, com crescimento vigoroso de raízes secundárias, as quais aumentam a área de absorção de água e nutrientes.

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. Na figura 1 podemos observar três fases fenológicas da planta.

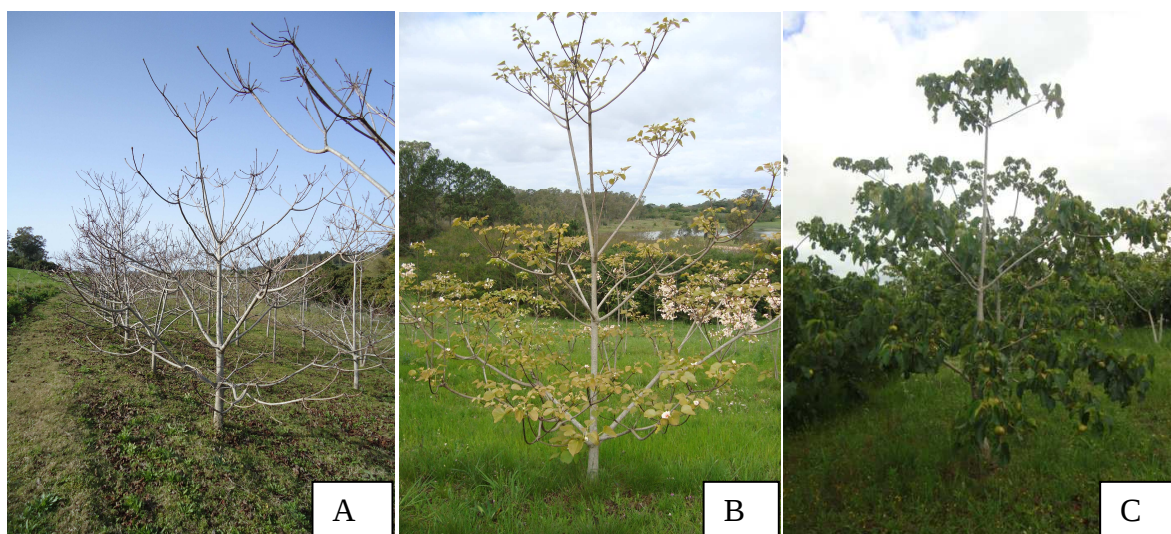


Figura 1 - Estádios fenológicos de Plantas de tungue. (A) dormência, (B) floração e (C) frutificação.

As folhas apresentam coloração verde-escura, brilhante, com pecíolo longo e distribuição de forma alternada. As lâminas são largamente ovaladas, 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 (Chang, 1983).

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 ou individualmente, nas extremidades dos ramos. 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 (Fig. 2). 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 2 - Detalhe das flores masculinas (A), femininas(B) e da inflorescência (C) de tungue.

Segundo Barroso et al. (1999), 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 (Fig. 3). 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 3 - Frutos de tungue. Fruto inteiro (A), Corte Transversal, mostrando o número médio de sementes.

Em algumas plantas pode haver a formação de frutos anômalos que apresentam maior tamanho que os frutos normais, os quais apresentam de 15 a 19 amêndoas achatadas lateralmente (Fig. 4).



Figura 4 - Frutos anômalos, com detalhe do número de sementes e sua forma achatada.

1.3 Óleo de tungue

As sementes de tungue possuem em torno de 33% de óleo (VAUGHAN, 1970). 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. List & Horhammer (*apud* DUKE, 1983) afirmam que os teores de óleo na semente podem variar entre 30 e 40%. Ávila, 2010, em trabalhos com tungue na serra gaúcha encontrou teores médios de óleo da amêndoa de 47%.

Este óleo é amplamente utilizado na indústria de tintas, resinas e tratamento de madeira, além disso, poderá ser 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.

1.4 Coprodutos de tungue

Do processo de extração do óleo, o resíduo resultante é a torta e a casca do fruto. A casca por conter elevados teores de fibras pode ser utilizada em floriculturas, como condicionador de solo, no cultivo a campo de rosas e de crisântemos. A torta pode ser adicionada na elaboração de substratos ou utilizada na adubação orgânica (GRUSZYNSKI et al., 2003).

Trabalhos da Embrapa Clima Temperado, 2008, mostram que a torta apresenta elevados índices de potássio (K) e nitrogênio (N), conforme pode ser observado na tabela abaixo, o que demonstra a sua aptidão na elaboração de adubos orgânicos.

Tabela 1 - Composição química da torta de tungue, Laboratório de fertilidade de solo da Embrapa Clima Temperado-2008.

IDENTIFICAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	%					mg kg ⁻¹				
Torta de Tungue	2,70	0,58	3,60	0,35	0,40	259	31	35	9	27

METODOLOGIA GERAL

As avaliações foram realizadas em populações de tungue conduzidas na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas – RS, em campo experimental localizado na latitude 31°41' Sul, longitude 52°21' Oeste e altitude de 60 metros. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo.

Os dados de temperatura e precipitação específicos dos períodos foram obtidos no Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

As populações avaliadas são oriundas de propagação sexuada, de sementes obtidas em plantios comerciais na Serra Gaúcha. As mudas foram produzidas em casa de vegetação, na Embrapa Clima Temperado – Pelotas - RS, conforme Casagrande Jr. et al. (2007).

O preparo do solo foi em sistema de cultivo convencional e a correção da acidez foi realizada com 3.000 kg ha⁻¹ de calcário e a adubação na cova com 300 kg ha⁻¹ (NPK) da fórmula 10-20-20. Durante o ciclo foram realizados o controle de plantas daninhas, através de roçadas periódicas, e a adubação de cobertura foi realizada aplicando-se 150 g por planta da fórmula 10-20-10.

O transplante foi realizado em setembro de 2006 para População 1 e abril de 2007 para População 2 com espaçamento de 4 X 3 m e 3 x 3 m respectivamente.

Foram avaliados na safra 2011/2012, altura de planta, diâmetro do tronco, altura de inserção dos ramos primários, número de ramos primários, número de frutos e peso de 10 frutos.

Para o trabalho de caracterização e fenologia, foram observados os estádios de brotação, florescimento, frutificação, maturação dos frutos, colheita e abscisão foliar (dormência). Semanalmente foi observada a duração em dias para completar cada estágio fenológico. A avaliação da fenologia do florescimento consistiu na determinação das datas de ocorrência das fases de início, plena e final de floração. Foi realizada também a relação entre flores masculinas x femininas.

A produção foi avaliada nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12, compreendendo o 3º, 4º e 5º ano após o plantio. Foi realizada a coleta manual dos frutos por planta e pesados em balança com precisão de 0,05 g. Para ajuste da umidade, foram retirados amostras de 0,5 kg que foram secas em estufa com 65 °C até a manutenção de peso constante. Os resultados foram expressos em kg planta⁻¹.

Para avaliação do desenvolvimento do fruto, em setembro de 2011, foram selecionados genótipos de tungue, nas quais foram marcados ramos com inflorescências em estádios de desenvolvimento visualmente homogêneos. Aos 10 dias após a identificação, quando foi possível a individualização dos primeiros frutos, foram iniciadas as avaliações, realizadas a cada sete dias. Com auxílio do paquímetro, foi realizada a medição do diâmetro de três frutos por planta.

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E ESTABILIDADE PRODUTIVA DO TUNGUE EM PELOTAS-RS

1. INTRODUÇÃO

O tungue (*Aleurites fordii* Hemsl) é nativo da Ásia, onde é cultivado predominantemente na China. É plantado comercialmente também na América do Sul, nos Estados Unidos e na África (FAO, 2012).

Segundo Vaughan (1970), as sementes de tungue possuem em torno de 33% de óleo. Esse óleo contém uma alta percentagem de ácido oleosteárico, 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 (DYER, 2004). Isto faz com que o óleo de tungue seja bastante valorizado, sendo uma alternativa de renda para agricultores familiares.

O tungue é cultivado na região colonial da Serra do Nordeste, no Rio Grande do Sul. Em 2010, segundo o IBGE, o Rio Grande do Sul produziu 318 toneladas do produto. Os principais municípios produtores são: Fagundes Varela (110 t), Coqueiro Baixo (60 t), Cotiporã (44 t), Veranópolis (44 t), Caxias do Sul (12 t), Nova Bassano (12 t), Nova Brésia (10 t), (Capitão (8 t) e Arvorezinha (6 t).

De acordo com Gruszynski et al. (2003), o sistema de cultivo do tungue no RS 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 nos cultivos norte-americanos é de 4.500 a 5.000 kg de frutos por hectare (DUKE, 1983). Já no Rio Grande do Sul, segundo o IBGE

(2008), a produtividade média alcançada de 2.472 kg de frutos por hectare, com área colhida de 163 hectares.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de populações de tungue do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Clima Temperado em Pelotas - RS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas duas populações de tungue localizadas na Embrapa Clima Temperado, município de Pelotas-RS, localizada na latitude 31°41' Sul, longitude 52°21' Oeste e altitude de 60 metros em solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999).

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 isopor com 72 células após a escarificação e embebição das sementes por 24 horas.

A População 1, com 102 genótipos foi implantada em agosto de 2006, com espaçamento de 4 x 3 m, em solo sob sistema de preparo convencional. 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 NPK (10-20-10). Os tratos culturais utilizados foram o controle de plantas daninhas, através de roçadas periódicas, e adubação com 150 g de N-P-K (10-20-10) por planta e 120 kg ha⁻¹ de uréia. O transplante da População 2, com 56 genótipos, foi realizado em abril de 2007, com espaçamento de 3 x 3 m, em solo sob sistema de preparo convencional. A correção da acidez e tratos culturais foram os mesmos utilizados na População 1.

A produção foi avaliada nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12, que foram os primeiros anos produtivos das plantas. 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. Os resultados foram expressos em kg planta⁻¹.

Foi realizada a análise de agrupamento através da Distância Média Euclidiana utilizando-se o programa SAS. Foi realizada análise de variância dos

dados, utilizando cada planta do grupo como repetição, a comparação de médias foi realizada pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do primeiro ano produtivo (terceiro ano após o transplante), os genótipos já apresentam produção considerável de frutos, porém diferenças expressivas foram observadas entre as plantas das duas populações avaliadas.

Esses resultados estão de acordo com as características da cultura que, geralmente, iniciam a produção no terceiro ano, alcançando produção comercial a partir do quarto ou quinto ano, e máxima produção em 10 a 12 anos (DUKE, 1983).

O resultado da produção nas populações foi comparado entre grupos obtidos através da Distância Média Euclidiana e apresentado em dendrogramas.

O dendrograma de similaridade, apresentado na Fig. 5 refere-se às plantas da População 1. O corte no dendrograma foi efetuado a 0,91 da Distância Média, formando seis grupos. O primeiro foi constituído por 54 genótipos, o segundo por 38 genótipos, o terceiro por 6 genótipos, o quarto pelo genótipo L3P07, o quinto pelos genótipos L1P13 e L3P11 e o sexto pelo genótipo L3P34, o que demonstra diferenças de produção entre os genótipos avaliados (Tab. 2).

Tabela 2 - Caracterização dos grupos de genótipos da População 1, formados pela análise de agrupamento relacionado à produção média por planta em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.

Grupos	Nº de plantas	kg planta ⁻¹ (peso de fruto seco)				Média
		2009/10	2010/11	2011/12		
1	54	0,85 c C	2,17 c A	1,59 d B		1,54
2	38	2,94 bc B	5,17 c A	5,20 c A		4,44
3	6	3,07 bc B	3,05 c B	12,14 b A		6,08
4	1	10,15 a	2,36 c	6,03 c		6,18
5	2	3,86 b C	9,94 b B	16,00 a A		10,10
6	1	1,20 c	16,06 a	6,80 c		8,02
Média	102	2,01	3,86	3,84		3,243
CV (%)		55,3	50,2	40,3		

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

**Médias seguidas de letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$), para safra.

Considerando os valores médios do agrupamento pela produção e a análise de variância entre os grupos (Tab. 2), podemos observar que o primeiro grupo foi constituído por plantas com as menores produções nas três safras avaliadas. As plantas do grupo 2 apresentaram estabilidade na segunda e terceira safra.

O grupo 1 representa 54% das plantas da população, que aliadas ao grupo 2 totalizam 92 %. Este alto percentual de plantas nos dois primeiros grupos faz com que a média produtiva da População seja baixa nos três anos avaliados.

Essa variação produtiva pode estar relacionada à forma de propagação desta População (sexuada), fato também verificado por Fachinello (2005) e Ávila (2010), que provém da segregação genética após a nova geração de recombinação.

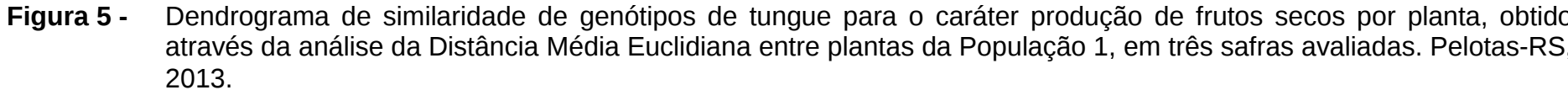
Essa variação mostra a limitação da propagação por sementes a qual dificulta o manejo em plantio comercial. Mas para a pesquisa estes plantios no Rio Grande do Sul tem sido de grande importância para o melhoramento, uma vez que é possível fazer a avaliação e seleção de indivíduos superiores já em idade adulta.

O grupo 3 é composto por indivíduos com produção média de 3 kg por planta na primeira e segunda safra com acréscimo significativo na safra seguinte (mais de 12 kg).

No grupo 4, foi observado alta produtividade no primeiro ano de avaliação, decaindo no segundo e retomando uma produção média no quinto ano. Essa queda acentuada na produção de frutos pode estar relacionada a algum tipo de alternância, devido ao estresse causado pela alta produção da safra anterior. Segundo Fachinello (1996), a alta produção de frutos, em um ano, pode acarretar um esgotamento de alguns nutrientes minerais e a diminuição do teor de glicídios e outras substâncias de reserva na planta, prejudicando a formação de gemas florais e a capacidade de suportar os frutos no ano seguinte.

O grupo 5 é formado por genótipos com elevada produção terceira safra, da mesma forma apresentou a maior produção média das três safras avaliadas, superior a 10 kg planta⁻¹. Este resultado mostra o potencial produtivo destes genótipos na região de Clima Temperado.

Os grupo 6 é composto por uma planta com elevada produção na segunda safra (2010/11), entretanto, apresentou uma queda brusca na safra seguinte.



A produção média da População estudada foi de 3,2 kg de fruto seco por planta, enquanto que a média do grupo de plantas mais produtivas foi de 10,1 kg de fruto seco por planta equivalente a 8.413 kg ha⁻¹. Estes resultados são bastante promissores, pois segundo Duke (1983) a produtividade média de tungue nos cultivos norte-americanos está entre 4.500 e 5.000 kg de fruto por hectare.

A produção no quinto ano do grupo 5, foi superior a 16 kg planta⁻¹, equivalente a 13.745 kg ha⁻¹ de fruto seco, se considerarmos a relação de 13,54% de óleo no peso de fruto seco (ÁVILA, 2010) este grupo produziria mais de 1.860 kg ha⁻¹ de óleo, superior as principais oleaginosas para produção de óleo, como o pinhão manso com uma produtividade média de grãos de 4.000 kg ha⁻¹ com 33% de óleo na semente, o que equivale a 1.320 kg de óleo por hectare. A mamona com teor de óleo de 47%, que em condições de sequeiro produz 1.200 kg ha⁻¹ correspondendo a 564 kg de óleo por hectare (PERES et al., 2006). A soja, principal oleaginosa anual, possui um teor de óleo no grão de 19%, produzindo 420 kg de óleo por hectare (ABDALLA et al., 2008).

Atualmente a cultura do dendê apresenta o maior potencial de produção de óleo por unidade de área, destacando-se entre as demais espécies oleaginosas. O potencial produtivo do dendê alcança níveis que variam de 4 a 6 t de óleo ha⁻¹. (CARNEIRO, 2003). No entanto, o cultivo concentra-se na região amazônica, sendo que o estado do Pará responde por mais de 82% da produção nacional, com 50.326 ha plantados (IBGE-PAM, 2009). A produtividade média nacional de óleo de dendê gira em torno de 3,32 t ha⁻¹ anualmente, em plantações adultas (VEIGA et al., 2001). Esta cultura é produzida somente em regiões tropicais, sendo que a cultura do tungue é uma alternativa potencial para produção de óleo nas regiões de clima subtropical e temperado presentes no sul do Brasil.

No dendrograma de similaridade dos genótipos da População 2, para a variável de produção, apresentado na Fig. 6 obteve-se a formação de quatro grupos. O primeiro grupo formado por 40 genótipos, o segundo por 13, o terceiro pelo genótipo L3P07 e o quarto pelos genótipos L2P10 e L3P05 (Tab. 3).

A separação dos grupos na População 2, seguiu o mesmo padrão da População 1, onde plantas menos produtivas foram enquadradas no grupo 1, genótipos com produção em ascensão no grupo 2. O grupo 3 é formado por plantas com produção média na primeira safra, apresentando decréscimo na segunda e elevando sua produção na terceira safra. Os genótipos do grupo 4

apresentaram elevada produção na terceira safra (2011/2012), apresentando a maior média da População em estudo.

Tabela 3 - Caracterização dos grupos de genótipos da População 2, formados pela análise de agrupamento relacionado à produção média por planta em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.

Grupos	Nº de plantas	kg planta ⁻¹ (peso de fruto seco)			
		2009/10	2010/11	2011/12	Média
1	40	1,79 c B	0,60 b B	2,70 c A	1,70
2	13	0,88 b B	1,20 a B	4,36 bc A	2,15
3	1	2,05 a	1,25 a	6,95 bc	3,42
4	2	0,35 c B	1,24 a B	17,53 a A	6,37
Média	56	0,38	0,77	3,69	1,61
CV (%)		47,6	36,5	52,2	

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

**Médias seguidas de letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$), para safra.

A produção média da População 2 foi de 1,6 kg de fruto seco por planta. Estes resultados também são promissores, considerando a idade das plantas as quais foram para o campo 8 meses depois da População 1. As produções entre as populações são semelhantes, quando comparados na mesma safra e idade.

Observando as tabelas 2 e 3 verifica-se que há um acréscimo de produção com o passar dos anos na maioria dos grupos avaliados, o que era esperado devido ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

A seleção de genótipos com elevada produção de frutos nas populações estudadas e sua propagação de forma assexuada, pode garantir, além de altas produtividades, a homogeneidade das plantas e conseqüentemente melhora nas práticas de manejo das plantas.

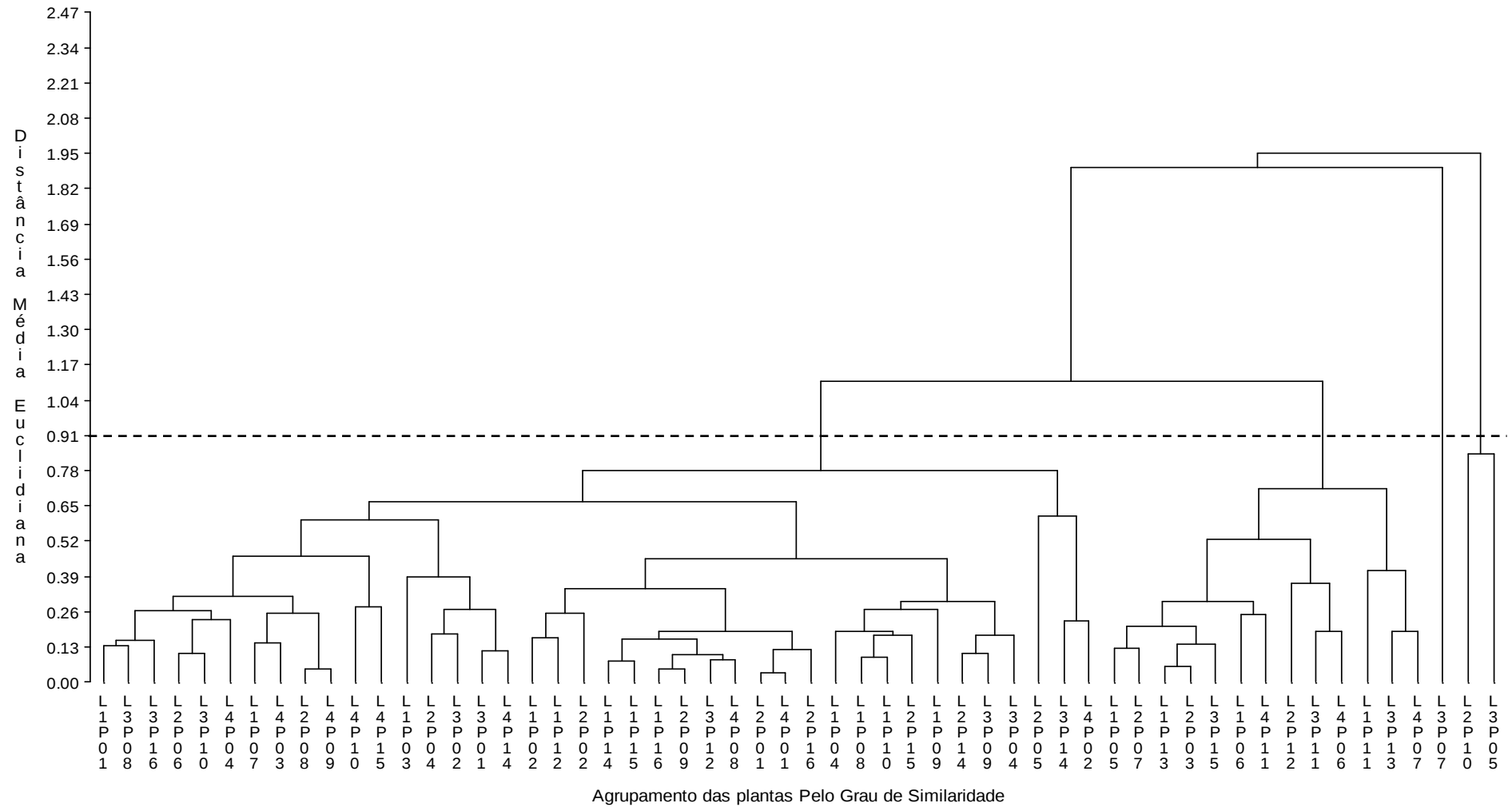


Figura 6 - Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue para o caráter produção de frutos secos por planta, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.

O elevado coeficiente de variação observado para a produção de frutos, nas três safras avaliadas, se deve ao fato das plantas estarem em desenvolvimento masi o efeito ambiental relacionado ao ano.

Nas duas populações estudadas observam-se a maior porcentagem de plantas com baixa ou média produção, o que de certa forma é normal, considerando que se trata de plantas segregantes. Porém, dentro destas populações existem plantas com alto potencial produtivo, sendo algumas precoces quanto ao início da produção, outras com aumento da produção com o passar das safras e grupos de plantas com variação na produção entre as safras. Estes resultados sugerem a possibilidade de seleção de plantas para propagação assexuada, como também para cruzamentos em programa de melhoramento.

4. CONCLUSÕES

As populações avaliadas apresentam variabilidade entre os genótipos para a produção de frutos.

Os genótipos L1P06, L1P13, L2P16, L3P07, L3P08, L3P11, L3P13, L3P20, L3P29, L3P34 (População 1), L2P10, L3P05 e L3P07 (População 2) apresentam potencial como fonte de material genético para o desenvolvimento clones de alta capacidade produtiva.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FENOLÓGICAS EM POPULAÇÕES DE TUNGUE EM PELOTAS - RS

1. INTRODUÇÃO

O tungue (*Aleurites fordii* Hemsl) é uma planta perene caducifólia, que necessita de 350 a 400 horas de frio (abaixo de 7,2°C) para a diferenciação do florescimento e frutificação (DUKE, 1983).

De acordo com Wielgolaski (1974), fenologia é o efeito da periodicidade das condições climáticas, edáficas e ecológicas sobre o ciclo das plantas. Sendo para Fournier e Charpantier (1978), influenciada por alguns fatores ambientais, como temperatura do ar, fotoperíodo, regime pluviométrico e a duração do frio.

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.

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).

Segundo Hulme (1970), a formação e o crescimento do fruto representam a primeira fase na vida do mesmo, resultando em um rápido crescimento do ovário. Considera-se que o crescimento do fruto inicia-se já no primórdio floral

Para Alvarez (1999), a análise de crescimento pode ser usada para investigar a adaptação ecológica de espécies a novos ambientes, a competição entre as espécies e os efeitos de manejo. A partir das observações é possível detectar os fatores limitantes, possibilitando a correção dos mesmos a tempo de não comprometer a produção final (BENINCASA, 1988).

Apesar da cultura do tungue estar presente no Estado a mais de 50 anos, informações referentes ao comportamento do tungue ainda são recentes e pesquisas estão em andamento.

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 a morfologia e fenologia de genótipos de tungue, visando adequar práticas de manejo para a cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de tungue avaliadas foram conduzidas na área experimental da Embrapa Clima Temperado, município de Pelotas-RS, sendo a População 1 composta por 102 genótipos e a População 2 constituída por 56 genótipos.

As plantas foram originadas de propagação sexuada, sendo as sementes obtidas em plantios comerciais da Serra Gaúcha. As mudas foram produzidas em casa de vegetação e o transplante foi realizado em setembro de 2006 para os genótipos da população 1, utilizando o espaçamento de 4,0 x 3,0 m e para a população 2 o transplante foi realizado em abril de 2007, utilizando o espaçamento 3 x 3 m. Foi utilizado o preparo convencional do solo, sendo a correção da acidez realizada com 3.000 kg ha⁻¹ de calcário e a adubação na cova com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 10-20-10. Durante o ciclo foram realizados o controle de plantas daninhas, através de roçadas periódicas, e a adubação de manutenção e cobertura com uréia aplicando-se 150 g por planta da fórmula 10-20-10 e uréia 120 kg ha⁻¹.

As avaliações para este trabalho ocorreram nas safras 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013, sendo as variáveis mensuradas divididas em dois grupos.

Grupo 1 – Variáveis agronômicas e morfológicas

- a) Altura de planta: (cm): medida com régua graduada do colo até o ápice da planta (AP);
- b) Diâmetro do tronco (mm): medido com paquímetro digital, a 20 cm do solo (DC);
- c) 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 (IR);
- d) Número de ramos laterais: contagem do número de ramos laterais (NR);

- e) Peso de 10 frutos: retirada uma amostra de 10 frutos da produção total da planta (P10F);
- f) Número de frutos: foi realizada a contagem do número total de frutos por planta (NF) e
- g) Ângulo de inserção dos ramos laterais (IRL). Para a avaliação do ângulo de inserção dos ramos laterais, foi utilizada a escala com 4 níveis, (1 – ângulo de inclinação até 45°, 2 – de 46 a 89°, 3 de mais de 90° e 4 – caule bifurcado), conforme Apêndice 1.

Grupo 2 – Variáveis Fenológicas

- a) Início da brotação: data média em que a planta iniciou a brotação (IB). Para definir gema brotada, foi considerada a gema inchada mostrando primórdios foliares clorofilados rompendo os tecidos que a envolve;
- b) Início da Floração: data em que a 10% das flores da planta estavam abertas (IF);
- c) Floração Plena: data em que 50% das flores da planta estavam abertas (FP);
- d) Relação entre o número de flores masculinas e flores femininas: Foi obtida diretamente pela contagem de flores masculinas e femininas em três ramos por planta, marcadas aleatoriamente em todas as plantas das duas populações.
- e) Crescimento do fruto: Foi obtido medindo-se o diâmetro dos frutos com paquímetro digital a cada 7 dias a partir de setembro de 2011, em 3 genótipos com floração intermediária, em estágio de floração similar entre as plantas, utilizando 3 frutos por planta.
- f) Início da Dormência: data em que mais de 50% das folhas da planta estavam Senescentes (ID).

Para a realização dos agrupamentos, as datas de brotação e floração foram separadas em classes, sendo estas definidas conforme Tab.4 e 5.

Tabela 4 - Períodos de ocorrência das variáveis fenológicas Início da Brotação (IB), Início da Floração (IF), Final da Floração (FF) e Senescência (S), observados em duas populações de tungue, nas safras 2009/10 a 2012/13. Pelotas – RS, 2013.

População 1								
Fase fenológica	2009/10		2010/2011		2011/12		2012/13	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
IB	21/ago	9/set	8/set	21/set	1/set	16/set	24/ago	3/set
IF	14/set	26/set	8/set	8/out	17/set	30/set	4/set	21/set
FF	19/set	8/out	21/set	16/out	1/set	6/out	14/set	30/set
S	16/mai	16/mai	15/mai	3/jun	18/mai	1/jun	-	-

População 2								
Fase fenológica	2009/10		2010/2011		2011/12		2012/13	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
IB	21/ago	16/set	8/set	23/set	2/set	16/set	21/ago	29/ago
IF	14/set	22/set	12/set	13/set	16/set	3/out	2/set	21/set
FF	21/set	10/out	17/set	18/set	28/set	12/out	12/set	5/out
S	16/mai	16/mai	10/mai	8/jun	10/mai	8/jun	-	-

Tabela 5 - Datas de brotação e floração média dos genótipos de tungue das populações 1 e 2, nas duas safras (2011/12 e 2012/13) conforme separação por classes.

Brotação		
Intervalo		Classe
21/ago	27/ago	1
28/ago	3/set	2
4/set	10/set	3
11/set	17/set	4
>17/set		5

Floração		
Intervalo		Classe
1/set	7/set	1
8/set	14/set	2
15/set	21/set	3
22/set	28/set	4
29/set	6/out	5
> 5/out		6

Os dados de acúmulo mensal de horas de frio foram obtidos na estação agrometeorológica da Embrapa Clima Temperado, os quais foram utilizados para

obter uma estimativa da necessidade de horas de frio para a ocorrência de brotação e floração dos diferentes genótipos avaliados. Para definir acúmulo de frio, foi somado o número de horas de frio acumulado até o início da brotação e início da floração, nas safras 2011/12 e 2012/13. Neste cálculo, consideraram-se as horas com temperaturas abaixo de 7,2°C (WEINBERGER, 1950).

Os dados horários foram usados para quantificar o GDH (Growing Degree Hours), conforme modelo de Richardson et al. (1975) utilizada e descrita por Citadin (1999), , em duas safras (2011/12 e 2012/13).

Os dados foram submetidos à análise descritiva e de agrupamento, para identificar plantas mais similares entre si. Foi realizada análise de variância dos dados, utilizando cada planta do grupo como repetição, a separação das médias foi realizada pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$), através do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Brotação e floração

Nas safras 2009/10 e 2012/13, a brotação iniciou a partir da segunda quinzena de agosto. No entanto, em 2009/10, o período se estendeu até o início da segunda semana de setembro, para as duas populações. Na safra 2012/2013, este período concentrou-se na segunda metade de agosto até no máximo o início de setembro (Fig.7). Na tabela 5 constata-se que até o mês de julho o frio acumulado nas safras 2009/2010 e 2012/2013 foi de 313 e 368 horas, respectivamente, ou seja, 51,0 e 54,9% do total acumulado. Tal condição, combinada com a ocorrência de menores quantidades de horas de frio nos meses subsequentes (Tab. 7 e Fig.7) proporcionaram antecipação da brotação.

O período de floração inclui desde a formação de botões florais até o final do período de antese das flores (LEAL et al., 2007). Este estágio nos genótipos de tungue, nas quatro safras analisadas, iniciou na primeira quinzena de setembro estendendo até o 1º decêndio de outubro, conforme Fig. 7, os dados de floração variaram entre as safras, na safra 2009/10, a floração teve início na segunda quinzena de setembro, 20 dias após o início da brotação e teve duração média de 10 dias para as duas populações. Em 2010/11, a floração teve início na primeira quinzena de setembro, juntamente com a brotação teve duração média de 30 dias para a população 1 e 5 dias para População 2. Já na safra 2011/12, a floração teve início 15 dias após a brotação e teve duração média de 15 dias. Na safra 2012/13 a floração iniciou 9 dias após a brotação com período médio de 15 dias nas duas populações.

Verifica-se também na Fig. 7, que a floração ocorre geralmente após a brotação com variação na fase de início (IF), bem como de duração, conforme o ano. Exceção à isso foi para a safra 2010/11 que tanto o início da brotação quanto o da

floração ocorreram simultaneamente, estes resultados serão discutidos posteriormente quando for considerado o efeito da temperatura.

Na safra 2010/11, a brotação das duas populações teve início na segunda semana de setembro (Fig.7), a mais atrasada dentre os anos avaliados. Na Tab. 5 constata-se que até o mês de julho, o frio acumulado representava 45,7%. Aliado a isso, no mês de agosto, observou-se contribuição significativa de frio (38,2% de horas de frio). Assim, o atraso na brotação pode ser devido ao menor número de horas de calor (Growing Degree Hours - GDH) acumulado (28615) (Tab. 6), já que a ocorrência de frio no mês de agosto, não foi suficiente para promover a diminuição da necessidade de calor (GDH), fenômeno citado por Couvillon e Erez (1985), mas sim, de interferir no acúmulo de GDH necessários para o início de brotação. Isso foi observado, com menor intensidade na safra de 2011/12.

Na safra 2011/12, o início da brotação das duas populações ocorreu na primeira quinzena de setembro (Fig.7) sendo que no final de julho o frio acumulado era de 261 horas (38,9% do frio acumulado) (Tab.7). Já no mês de agosto, o acúmulo de horas de frio chegou a 376 (65,0%). Como destacado anteriormente para a safra 2010/2011, na safra 2011/12 também ocorreu menor número de GDH (27027) (Tab.6) acumulado devido à permanência do frio nos meses de agosto e setembro já que até o mês de julho o acúmulo de horas de frio havia sido semelhante aos anos anteriores. O atraso na superação da dormência, decorrente do insuficiente acúmulo de frio ou do maior período para o acúmulo de GDH, pode vir a causar atraso na brotação de gemas, baixos índices de brotação e desuniformidade no enfolhamento e na floração das plantas (EREZ, 2000).

Tabela 6 - Growing Degree Hours (GDH) e Growing Degree Hours acumulado (GDHA), nas safras 2110/11 a 2012/13. Pelotas-RS, 2013.

Mês	2010/11		2011/12		2012/13	
	GDH	GDHA	GDH	GDHA	GDH	GDHA
maio	9006	9006	8513	8513	10015	10015
junho	6849	15855	6393	14906	6730	16745
julho	6441	22296	5742	20648	5288	22033
agosto	6354	28650	6379	27027	9453	31486
setembro	8165	36815	7561	34588	8743	40229

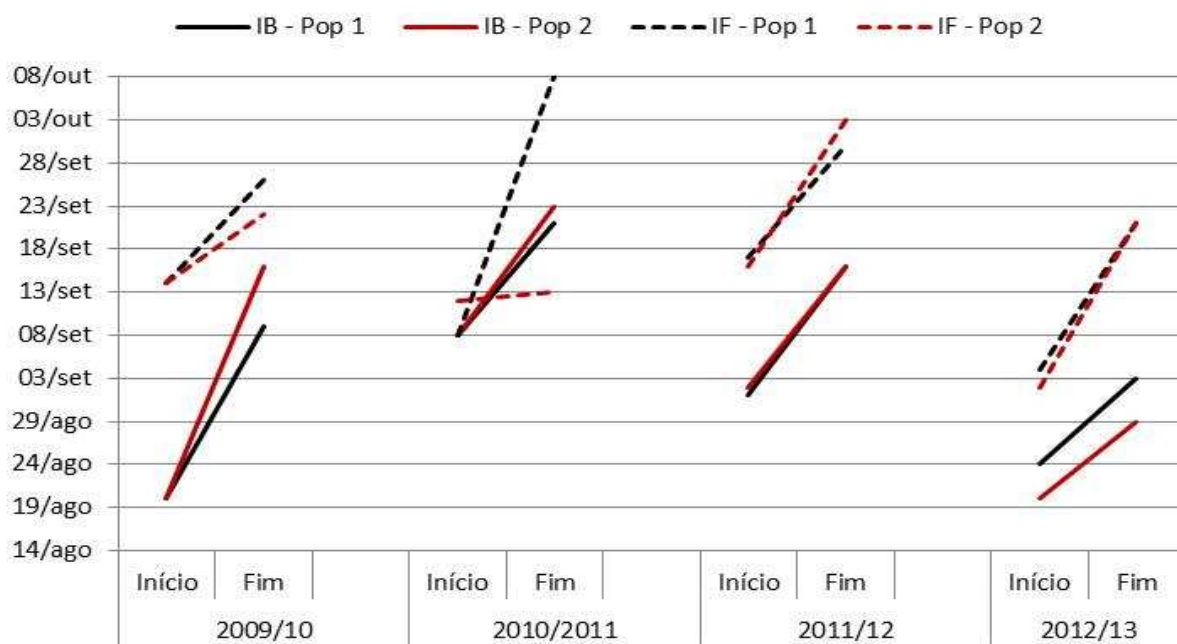


Figura 7 - Início de brotação (IB) e início de floração (IF) de duas populações de plantas de tungue conduzidas em Pelotas-RS, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13. Pelotas-RS, 2013.

É importante destacar que além do fator quantidade de horas de frio, o fator qualidade exerce grande influência sobre a fisiologia das plantas. Por qualidade de frio entende-se a ocorrência de períodos de frio constantes, sem grandes flutuações de temperatura durante o inverno. A partir dos dados apresentados na Tab. 7 constata-se que na safra de 2012/13, o acúmulo de horas de frio, apenas do mês de julho, representou 54,9% do total de horas de frio acumuladas, constituindo-se em uma safra com quantidade e qualidade de horas de frio. Além disso, nos meses subsequentes (agosto e setembro) a ocorrência de frio foi baixa (2,4 e 9,4%, respectivamente), permitindo um acúmulo adequado de GDH e com possibilidade de uniformidade tanto da brotação quanto da floração dos genótipos mais adaptados a esta condição. Apesar de o acúmulo de frio ter sido semelhante ao da safra 2012/13 (417 horas de frio), em 2011/12 (440 horas de frio), a distribuição do frio foi mais uniforme entre os meses de julho e agosto (38,9 e 25,6% do total, respectivamente), além disso, no mês de setembro ocorreram 14,5% de horas de frio, ou seja, a permanência de temperaturas médias mais baixas proporcionou menor acúmulo de GDH, de tal forma, que genótipos que apresentam concomitantes menores necessidades de acúmulo de frio e de calor podem brotar e florescer precocemente, com grandes riscos de danos por geadas tardias. Citadin (2001) observou tal

comportamento com a cultura do pessegueiro nas mesmas condições do presente trabalho. Ao mesmo tempo, vários trabalhos nesta mesma condição com a cultura do pessegueiro (CITADIN, 1999; CITADIN, 2001) destacam que em anos de maior acúmulo de frio e/ou de temperaturas mais elevadas durante o verão e outono, plantas de pessegueiro apresentam floração antecipada.

De acordo com Citadin (1999), na cultura do pessegueiro, existem diferenças entre as gemas vegetativas e floríferas quanto à necessidade de frio e de calor. Geralmente em anos de alto acúmulo de frio a brotação ocorre antes da floração; já em anos de frio insuficiente, a floração ocorre antes da brotação. Na safra 2010/11, observou-se que os períodos de brotação e floração coincidiram para as duas populações (Fig. 7), comportamento anômalo quando foram consideradas as quatro safras avaliadas. Estes dados estão de acordo com as características da cultura, a qual estima-se que necessita de 350 a 400 horas de frio para retomar crescimento após o inverno (DUKE, 1983).

Tabela 7 - Horas de frio, frio acumulado e percentagem de horas de frio acumulado, nas safras 2009/10 a 2012/13. Pelotas–RS, 2013.

Meses	Safr 2009/2010			Safr 2010/2011			Safr 2011/2012			Safr 2012/2013		
	Horas de frio	Frio acumulado	%	Horas de frio	Frio acumulado	%	Horas de frio	Frio acumulado	%	Horas de frio	Frio acumulado	%
Maio	9	9	2,5	0	0	0,0	0	0	0,0	18	18	4,3
junho	118	127	32,3	56	56	16,1	90	90	20,5	121	139	29,0
Julho	186	313	51,0	159	215	45,7	171	261	38,9	229	368	54,9
Agosto	26	339	7,1	133	348	38,2	115	376	26,1	10	378	2,4
Setembro	18	357	4,9	0	348	0,0	64	440	14,5	39	417	9,4
outubro	8	365	2,2	0	348	0,0	0	440	0,0	0	417	0,0
Total	365		100	348		100	440		100	417		100

Analisando conjuntamente o início de brotação e floração das safras de 2011/12 e 2012/13, o frio acumulado e GDH, constata-se na População 1, a formação de 7 grupos (Fig. 8).

O primeiro grupo apresentou brotação precoce na segunda safra, apresentando um acúmulo de frio com cerca de 378 horas, inferior ao ocorrido na primeira safra (2011/12), onde o acumulado ultrapassou 415 horas e a brotação ocorreu uma semana após. Estes genótipos apresentaram o maior acúmulo de GDH até a brotação, ultrapassando 29.600 horas. (Tab. 8)

O grupo 2 foi composto por cerca de 48% dos indivíduos desta população e caracterizado por apresentar brotação no final de agosto, início de setembro, além de apresentar um período longo da brotação a floração na primeira safra.

O grupo 3 apresentou brotação precoce na segunda safra, apresentando um acúmulo de frio com cerca de 368 horas, inferior ao ocorrido na primeira safra (2011/12), onde o acumulado ultrapassou 397 horas.

As plantas do grupo 4 apresentaram brotação média nas duas safras (1º set – 7 set.), e um período da brotação a floração curto na segunda safra.

O grupo 5 foi formado por plantas precoces na segunda safra e um período de brotação a floração curto. Em plantas com esta característica, caso ocorram geadas tardias, pode ocasionar abortamento de flores e/ou frutos recém-formados, consequentemente havendo queda de produção (GRELLMANN, 1996).

O grupo 6 foi caracterizado por apresentar brotação mediana na primeira safra e precoce na segunda. Além disso, apresentou o menor acúmulo de GDH para a brotação, principalmente na primeira safra.

O último grupo (Grupo 7) apresentou brotação tardia, com um período de brotação à floração curto na segunda safra, indicando que a floração destes genótipos ocorre simultaneamente à brotação. Este grupo apresentou o menor acúmulo de GDH da brotação à floração (GDHBF) na safra 2012/13.

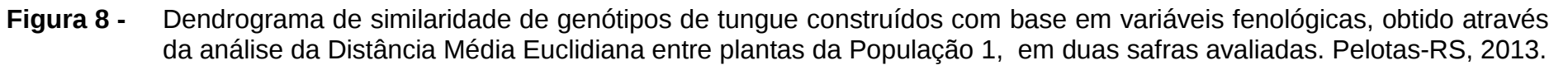


Tabela 8 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 1, formados pela análise de agrupamento relacionado ao início de brotação (IB) e floração (IF), data de brotação média (DBM), data de floração média (DFM), horas de frio acumulado até a brotação (HFB), horas de frio acumulado até a floração (HFF), GDH até a brotação (GDHB), GDH até a floração (GDHF) e GDH da brotação a floração (GDHBF) em duas safras. Pelotas-RS, 2013.

Grupos N° plantas		Safr 2011/12										Safr 2012/13									
		IB	DBM	HFB	IF	BFM	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF	IB	DBM	HFB	IF	DFM	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF
1	11	3,7 a	7/9	415,7 a	4,0 a	25/9	5,0 a	438,4 ab	25314,4 a	29669,0 a	3354,6 c	2,0 b	1/9	378,0 a	2,4 a	11/9	2,9 a	378,0 b	26430,0 b	29802,0 a	3372 bc
2	49	2,8 bc	1/9	395,7 bc	4,0 a	25/9	4,9 a	437,4 ab	23863,0 bc	28669,0 a	4806,0 b	2,0 b	1/9	378,0 a	2,1 a	11/9	3,0 a	378,0 b	26430,0 b	28974,9 ab	2544,3 bc
3	18	2,9 bc	1/9	397,7 bc	3,9 a	18/9	4,8 a	438,0 ab	23977,7 bc	28483,0 a	4503,3 b	1,0 c	24/8	368,0 b	2,4 a	11/9	3,0 a	378,0 b	24680,0 c	29509,8 a	4829,8 a
4	16	3,2 ab	7/9	404,7 ab	3,0 b	18/9	4,4 b	440,0 a	24476,3 b	26995,0 b	2518,8 d	2,0 b	1/9	378,0 a	1,4 b	4/9	2,4 b	378,0 b	26430,0 b	27822,9 bc	1392,9 cd
5	2	2,5 c	1/9	387,5 c	3,0 b	18/9	3,5 c	431,0 bc	23385,5 cd	26995,0 b	3609,5 c	1,0 c	24/8	368,0 b	1,0 b	4/9	2,0 c	378,0 b	24680,0 c	27311,0 c	2331 bc
6	3	2,0 d	1/9	376,0 d	4,0 a	25/9	5,0 a	428,0 c	22717,0 d	28669,0 a	5952,0 a	1,0 c	24/8	368,0 b	1,3 b	4/9	2,7 ab	378,0 b	24680,0 c	27766,0 bc	3086 bc
7	3	3,0 bc	7/9	399,0 bc	4,0 a	25/9	5,0 a	440,0 a	24054,0 bc	28669,0 a	4615,0 b	3,0 a	7/9	378,0 a	2,3 a	11/9	3,0 a	385,0 a	28308,0 a	29390,7 a	1082,7 d
Média	102	3,0		399,0	3,8	4,8		437,7	24098,9	28340,8	4241,9	1,8		375,7	2,0	2,9		378,0	26090,6	28903,9	2820,07
CV (%)		13,1		2,3	14,3		7,5	1,3	2,4	0,8	14,8				14,8		9,2			3,6	37,09

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

Tabela 9 - Coeficiente de correlação de Pearson, e sua respectiva significância entre as variáveis, para os genótipos de tungue da População 1. Início de brotação (IB) e floração (IF), Horas de frio acumulado até a brotação (HFB), Horas de frio acumulado até a floração (HFF) e GDH da brotação a floração (GDHBF). Pelotas-RS, 2013.

Safr 2011/12									Safr 2012/13								
	IB	HFB	IF	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF		IB	HFB	IF	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF
IB	1,00000	1,00000	- 0,14673	- 0,04377	0,52407	0,99500	- 0,14673	-0,79311	IB	1,00000	0,93235	- 0,04454	0,03609	0,44993	0,99372	- 0,05052	- 0,59704
			<,0001	0,1411	0,6623	<,0001	<,0001	0,1411				<,0001	0,6599	0,7214	<,0001	<,0001	0,6177
HFB		1,00000	- 0,14673	- 0,0437	0,52407	0,99500	- 0,14673	-0,79311	HFB		1,00000	- 0,08191	0,01609	0,09612	0,92361	- 0,08519	- 0,56247
			0,1411	0,6623	<,0001	<,0001	0,1411	<,0001				0,4179	0,8737	0,3415	<,0001	0,3937	<,0001
IF			1,00000	0,56093	- 0,1147	- 0,14544	1,00000	0,71476	IF			1,00000	0,56252	0,0796	- 0,04191	0,98693	0,81732
				<,0001	0,251	0,1447	<,0001	<,0001					<,0001	0,4311	0,6789	<,0001	<,0001
PF				1,00000	- 0,10264	- 0,03292	0,56093	0,36653	PF				1,00000	0,05955	0,03722	0,49944	0,38109
					0,3046	0,7154	<,0001	0,0002						0,5562	0,7131	<,0001	<,0001
HFF					1,00000	0,49717	- 0,114	- 0,4117	HFF					1,00000	0,47077	0,07127	- 0,20466
						<,0001	0,251	<,0001							<,0001	0,5301	0,0411
GDHB						1,00000	- 0,14544	- 0,79588	GDHB						1,00000	- 0,04803	- 0,5959
							0,1447	<,0001								0,6351	<,0001
GDHF							1,00000	0,71476	GDHF							1,00000	0,83124
								<,0001									<,0001
GDHBF								1,00000	GDHBF								1,00000

Na correlação entre as variáveis fenológicas, para as plantas da População 1 (Tab. 9), foi observado que o acúmulo de horas de frio está altamente correlacionado com início da brotação, nas duas safras avaliadas, indicando que a brotação é dependente da necessidade de acúmulo de frio. Foi observado também que os GDHF acumulados, tanto na safra 2011/12, como na de 2012/13, apresentam alta correlação positiva com o início da floração. O acúmulo de frio apresenta correlação negativa com GDHBF, indicando que quanto maior o acumulado de frio, menor a necessidade de calor para o início da floração. Isto ocorre em certas plantas de clima temperado. Couvillon e Erez (1985) verificaram que quando ramos de ameixeiras, macieira e pessegueiros foram expostos a maior quantidade de frio, a necessidade de GDH necessários à brotação e floração também era menor.

O dendrograma de similaridade, apresentado na Fig. 9, refere se as fases fenológicas dos genótipos da População 2. No dendrograma foi observada a formação de 6 grupos. O primeiro formado por 31 genótipos, o segundo por 9, o terceiro por 7 genótipos, o quarto pelos genótipos L2P14 e L3P12, o quinto por 5 genótipos e o último pelos genótipos L2P02 e L4P08.

O grupo 1 representa cerca de 55 % da população e foi caracterizado por apresentar brotação média na primeira safra e precoce na segunda. Apresentam um período da brotação ao início de floração longo (18 dias) e do início à plena floração curto (7 dias) (Tab.10). O grupo 2 foi caracterizado por apresentar brotação tardia na primeira safra e o período de brotação até a floração longo (11 dias) nas duas safras.

Os genótipos do grupo 3 apresentaram brotação precoce nas duas safras, sendo mais pronunciada na segunda. Apresentaram um início de floração longo (30 dias), contudo atingindo a plena floração rapidamente. O grupo 4 foi caracterizado por apresentar brotação mediana nas duas safras (1 set – 7 set) e um período de brotação a floração e de início a plena floração longos.

O grupo 5 iniciou a brotação no dia 7 setembro, nas duas safras, e um período da brotação a floração longo (18 dias) na primeira safra e curto (4 dias) na segunda.

O último grupo (grupo 6) foi diferenciado por apresentar brotação precoce na segunda safra e um período entre brotação e floração médio de 11 dias, nas duas safras avaliadas. Este grupo apresenta também um período médio de 7 dias entre o início e a plena floração.

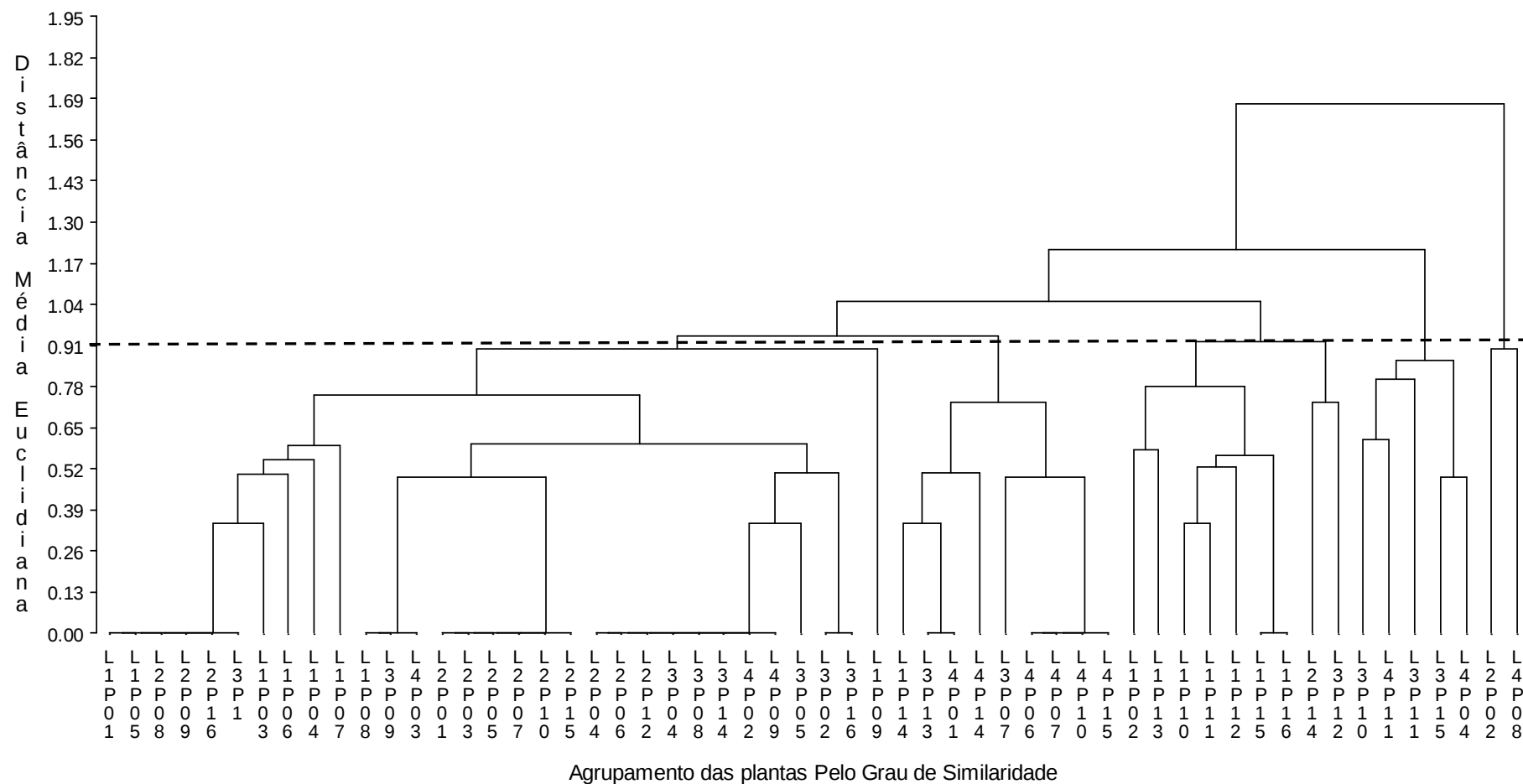


Figura 9 - Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construídos com base em variáveis fenológicas, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2, em duas safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013.

Tabela 10 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 2, formados pela análise de agrupamento relacionado ao início de brotação (IB) e floração (IF) , data de brotação média (DBM), data de floração média (DFM), horas de frio acumulado até a brotação (HFB), horas de frio acumulado até a floração (HFF), GDH até a brotação (GDHB), GDH até a floração (GDHF) e GDH da brotação a floração (GDHBF) em duas safras. Pelotas-RS, 2013.

Grupos	Nº plantas	Safrá 2011/12										Safrá 2012/13									
		IB	DBM	HFB	IF	BFM	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF	IB	DBM	HFB	IF	DFM	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF
1	31	3,0 c	7/9	399,0 c	4,3 ab	25/9	5,0 bc	440,0 a	24054,0 c	29237,7 ab	5183,6 b	1,7 b	24/8	374,8 a	2,1 b	11/9	2,9 b	378,0 c	25865,5 b	29002,9 b	3137,4 bc
2	9	4,0 a	14/9	422,0 a	4,4 ab	25/9	5,1 abc	440,0 a	25743,0 a	29452,6 a	3009,6 c	2,0 b	1/9	378,0 a	2,6 ab	11/9	3,1 b	378,0 c	26430,0 b	29867,1 ab	3437,1 bc
3	7	2,7 c	1/9	392,4 c	5,0 a	1/10	5,3 ab	440,0 a	23672,0 c	30432,0 a	6760 a	1,0 c	24/8	368,0 b	3,0 a	18/9	3,3 b	378,0 c	24680,0 c	30820,0 a	6140 a
4	2	3,0 c	7/9	399,0 c	5,0 a	1/10	5,5 a	440,0 a	24054,0 c	30432,0 ab	6378 a	2,0 b	1/9	378,0 a	3,0 a	18/9	4,0 a	381,5 b	26430,0 b	30820,0 a	4390 bc
5	5	3,6 b	7/9	412,8 b	4,2 b	25/9	4,8 c	440,0 a	25067,4 b	29021,6 b	3954,2 c	3,0 a	7/9	378,0 a	2,6 ab	11/9	3,2 b	385,0 a	28308,0 a	29962,4 ab	1654,4 c
6	2	3,5 b	7/9	410,5 b	3,0 c	18/9	4,0 d	432,0 b	24898,5 b	26995,0 ab	2096,5 d	1,5 bc	24/8	373,0 ab	1,0 c	4/9	2,0 c	378,0 c	25555,0 bc	27311,0 c	1756 c
Média	56	3,2		403,5	4,4		5,0	439,7	24398,3	29364,8	4966,45	1,8		374,8		2,3	3,0	378,8	26035,2	29459,1	3423,8
CV (%)		7,8		1,4	10,1		6,1	0,0	1,6	2,7	16,95	21,6		1,0		2,0	13,8	0,2	2,6	3,2	31,26

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

Tabela 11 - Coeficiente de correlação de Pearson, e sua respectiva significância entre as variáveis, para os genótipos da População 2. Início de brotação (IB) e floração (IF), Horas de frio acumulado até a brotação (HFB), Horas de frio acumulado até a floração (HFF) e GDH da brotação a floração (GDHBF). Pelotas-RS, 2013.

Safr 2011/12									Safr 2012/13								
	IB	HFB	IF	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF		IB	HFB	IF	PF	HFF	GDHB	GDHF	GDHBF
IB	1,00000	1,00000	-0,15551	-0,19734	-0,12201	0,9973	-0,15489	-0,89702	IB	1,00000	0,88470	0,06961	0,11958	0,61788	0,99886	0,05517	-0,64735
			<,0001	0,2524	0,1449	0,3704	<,0001	0,255				<,0001	0,6102	0,3801	<,0001	0,6863	<,0001
HFB		1,00000	-0,15551	-0,19734	-0,12201	0,9973	-0,15489	-0,89702	HFB		1,00000	0,00676	0,07647	0,23842	0,87226	-0,01053	-0,60976
			0,2524	0,1449	0,3704	<,0001	0,255	<,0001				0,9606	0,5754	0,0768	<,0001	0,9386	<,0001
IF			1,00000	0,50918	0,48148	-0,14376	0,99989	0,81546	IF			1,00000	0,58951	0,1872	0,07265	0,99104	0,70847
				<,0001	0,0002	0,2905	<,0001	<,0001					<,0001	0,1671	0,5946	<,0001	<,0001
PF				1,00000	0,50918	-0,18348	0,50464	0,47647	PF				1,00000	0,23094	0,12117	0,55155	0,33859
					<,0001	0,1716	<,0001	0,0002						0,0868	0,3737	<,0001	0,0107
HFF					1,00000	-0,1235	0,4684	0,41488	HFF					1,00000	0,6341	0,18868	-0,29355
						0,3645	0,0003	0,0015							<,0001	0,1637	0,0281
GDHB						1,00000	-0,14283	-0,68993	GDHB						1,00000	0,05847	-0,64506
							0,2937	<,0001								0,6686	<,0001
GDHF							1,00000	0,8150	GDHF							1,00000	0,7251
								<,0001									<,0001
GDHBF								1,00000	GDHBF								1,00000

Na correlação entre as variáveis de fenologia, para as plantas da População 2 (Tab. 11), observa-se as mesmas correlações da População 1.

A brotação na safra 2012/13 ocorreu mais precocemente que na safra anterior. Na safra 2011/12, a brotação média nas duas populações teve início em setembro enquanto que na safra 2012/13 as plantas iniciaram a brotação na segunda quinzena de agosto (Fig. 7).

As fases fenológicas, dos genótipos avaliados, são dependes de vários fatores. Dentre os fatores que determinam a antecipação ou atraso na floração e brotação destacam-se a necessidade de frio e de calor (HFB, HFF, GDHB, GDHF, GDHBF) e a variabilidade genética de cada genótipo.

Citadin et al. (2009), estudando a herdabilidade da necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiros, verificaram que os indivíduos com alta necessidade de calor para floração tendem a retardar a floração. A seleção de materiais com esta característica pode ser uma ótima alternativa para evitar problemas de abortamento de flores devido à ocorrência de geadas tardias.

Contudo, futuros estudos ainda deverão ser realizados visando esclarecer a real necessidade de frio e de calor em genótipos de tungue.

3.2. Relação flores masculinas x femininas

Com relação a expressão sexual em genótipos de tungue, foi observado que ocorreram diferenças quanto ao número e proporção de flores masculinas e femininas, sendo que esta proporção é variável entre genótipos e apresenta influencia do ambiente (ano).

Tabela 12 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 1 formados pela análise de agrupamento relacionado ao índice de floração em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.

Grupos	Nº plantas	Safrá					
		2009/10		2010/11		2011/12	
1	73	3,9 cd	C	11,1 c	B	15,5 cd	A
2	6	0,9 d	B	0,5 d	B	6,0 de	A
3	5	12,0 cd	A	16,2 bc	A	1,5 e	B
4	2	0,0 d	B	22,9 ab	A	5,7 de	B
5	8	7,2 cd	C	13,2 c	B	36,8 b	A
6	4	18,3 b	AB	12,6 c	B	22,4 cd	A
7	1	21,1 b		0,0 D		0,0 e	
8	1	0,0 d		11,5 c		62,3 a	
9	2	31,9 a	A	24,1 ab	A	0,0 e	B
Média	102	5,5		11,3		16,0	
CV (%)		90,8		32,4		32,8	

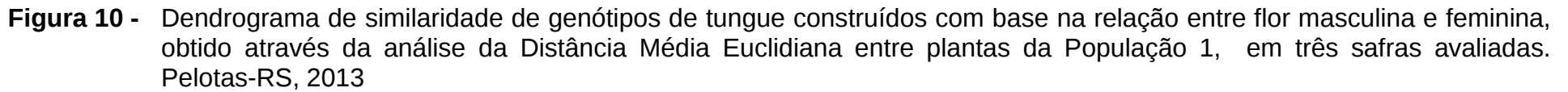
* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

**Médias seguidas de letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$), para safra.

O dendrograma de similaridade para as características de floração da População 1, apresentado na Fig. 10, é formado por 9 grupos.

O grupo 1 com 73 indivíduos representa mais de 70% da População avaliada e apresenta uma relação média, contudo crescente de flores masculinas (Tab.12). O grupo 2 com 6 indivíduos apresentou uma baixa relação de flores masculinas nas três safras consecutivas. O grupo 3 com 5 indivíduos e o grupo 9 com 2 indivíduos englobam genótipos com uma alta relação entre flores masculinas e femininas na primeira e segunda safra, com um decréscimo acentuado na terceira. O grupo 4 com dois genótipos não apresentou flores masculinas na primeira safra, contudo apresentou alta relação de flores masculinas na safra seguinte. O grupo 5 com 8 genótipos e o grupo 8 com um genótipo apresentaram relação flor feminina x masculina média na primeira e segunda safra, contudo com aumento elevado na terceira, possuindo a maior relação entre os grupos avaliados. Os grupos 7 e 9 com um e dois indivíduos respectivamente não apresentaram floração masculina na terceira safra.

Em média na População 1, foi observado 10,9 flores masculinas para cada flor feminina encontrada na planta, o que é uma relação boa visando a produção de frutos, se comparada com o pinhão manso (*Jatropha curcas*), que segundo Raju & Ezradanan (2002), encontraram uma relação média de flores masculinas para femininas em cada inflorescência de 29:1.



Observando se o dendrograma de similaridade para as características de floração para a População 2, apresentado na Fig. 11, verifica-se que ele é formado por 6 grupos, sendo que o maior grupo (1) é formado por plantas com baixa relação de flores masculinas x femininas, contudo ainda crescente nas três safras (Tab. 13). O grupo 2, além de crescente, apresenta uma relação alta, principalmente na safra 2011/12. O grupo 4 e 6 apresentaram uma relação alta de flores masculinas na segunda safra. O grupo 5 apresentou alta relação na primeira safra, decaindo nas safras seguintes. O grupo 3 foi o mais estável, apresentando uma relação média entre as safras.

Tabela 13 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 2 formados pela análise de agrupamento relacionado ao índice de floração em três anos de avaliação. Pelotas-RS, 2013.

Grupos	N° plantas	Safrá					
		2009/10		2010/11		2011/12	
1	22	1,5	c C	4,4	c B	9,0	b A
2	17	4,4	c C	8,5	c B	19,2	a A
3	11	13,9	b A	8,2	c B	12,9	ab A
4	4	3,8	c B	16,1	b A	12,7	ab A
5	1	34,3	a	6,3	c	8,2	b
6	1	12,6	b	32,8	a	11,5	b
Média		5,8		7,8		13,2	
CV (%)	56	54,92		35,36		29,08	

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

**Médias seguidas de letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$), para safra

Em média, as duas populações apresentaram relação entre flores masculinas e femininas muito semelhantes (População 1 – 10,9 e População 2 – 8,9). De maneira geral, não há uma estabilidade na relação de flores masculinas X femininas, assim constata-se que esta é uma característica bastante variável, podendo ser dependente do material genético, da região de cultivo, do clima, manejo e tratos cultural entre outros fatores, como também observado por Raju & Ezradanan (2002) em pinhão manso na Índia.

Analisando a figura. 16 verifica-se que o florescimento do tungue ocorreu nos meses de setembro e outubro nas quatro safras avaliadas, concomitante a elevação da temperatura média. A alta média do número de flores masculinas em relação às femininas na última safra (2011/12) pode estar relacionada à maior temperatura registrada neste período.

A expressão sexual em algumas espécies é afetada por fatores de natureza não genética. Gurgel (1945) observou que plantas de mamoneira (*Ricinus Communis*), quando submetidas a temperaturas elevadas provocaram aumento no número de flores masculinas. Da mesma forma Azevedo e Lima (2001), observaram que temperaturas mais elevadas e comprimento do dia curto favorecem o surgimento de flores masculinas.

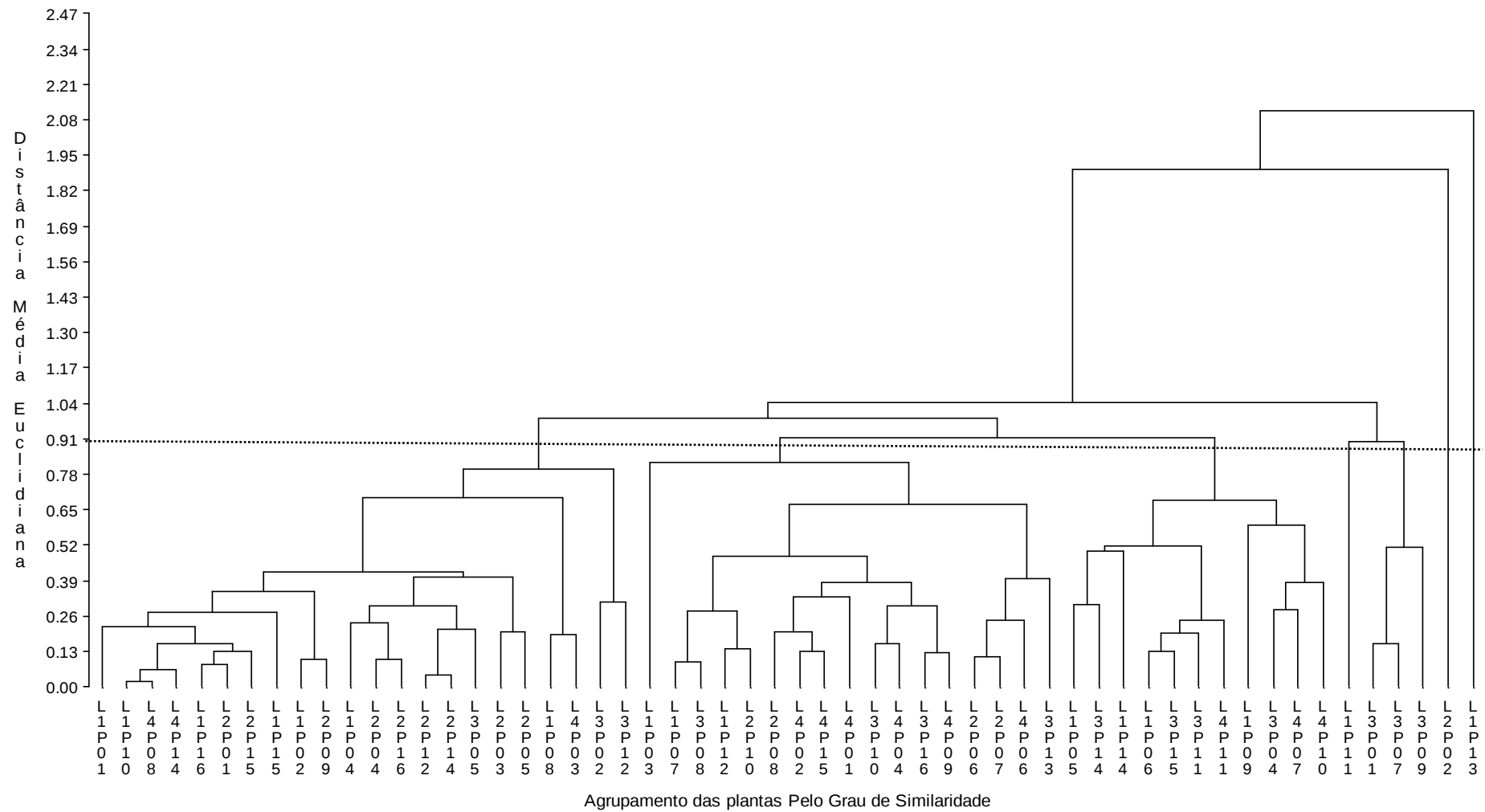


Figura 11 - Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construídos com base na relação entre flor masculina e feminina, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2, em três safras avaliadas. Pelotas-RS, 2013

3.3. Frutificação e Crescimento do fruto

O período de frutificação, estágio desde a formação visível dos frutos até a sua queda, segundo Leal et al. (2007), estendeu-se até fevereiro, compreendendo um período médio de 182 dias (Fig. 12)

Observando-se a Fig. 12 e Tab. 14, são identificadas três fases de desenvolvimento do fruto: rápido crescimento inicial, fase estacionária e a fase de amadurecimento e diminuição de tamanho do fruto.

A fase o crescimento propriamente dito estendeu-se até aproximadamente a 15ª semana após a abertura da flor. Nesse período, observou-se crescimento mais rápido até 13ª semana aproximadamente, seguindo-se um período de menor crescimento até a 21ª semana, resultante do processo de expansão celular (COOMBE, 1976), atingindo diâmetro máximo a taxas mais lentas em torno dos 133 dias após a floração.

Como o dia zero das avaliações foi considerado como o dia da abertura floral, as avaliações do diâmetro foram tomadas do ovário, órgão que dá origem ao fruto depois de fecundado. A taxa de crescimento máximo do diâmetro ocorreu na primeira semana, com ganho médio diário de 1,42 mm.

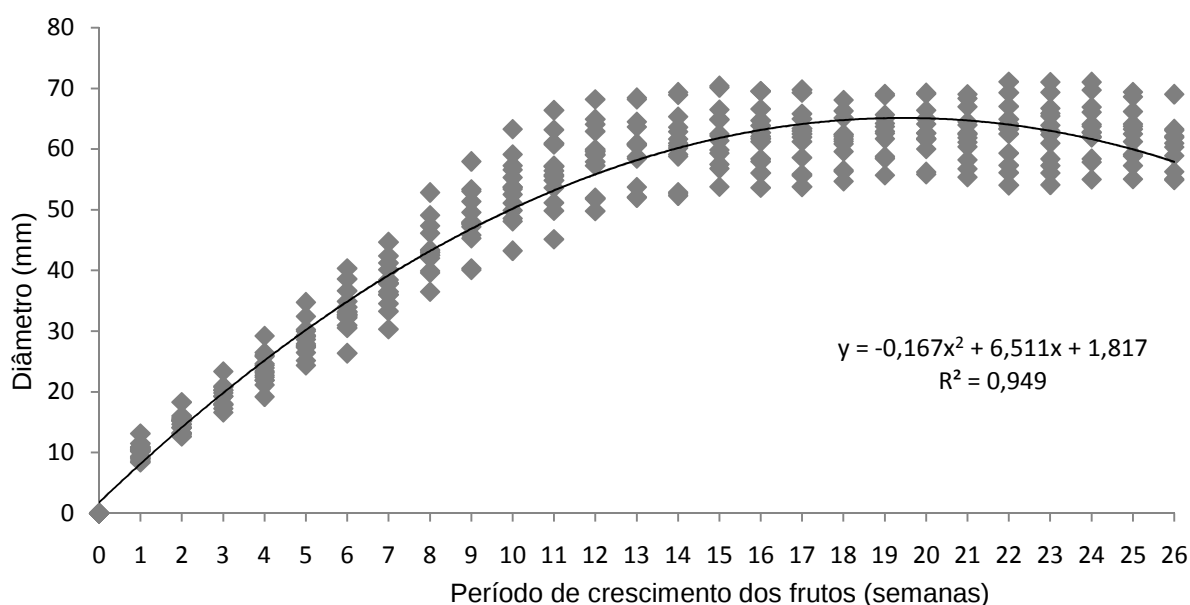


Figura 12 - Crescimento dos frutos de tungue da abertura da flor até o início da queda, para a variável diâmetro (mm).

Tabela 14 - Diâmetro médio, máximo e mínimo, coeficiente de variação (CV) e Desvio padrão (DP) para desenvolvimento semanal do fruto de tungue. Pelotas-RS, 2013.

Semana	Diâmetro do fruto (mm)			CV (%)	Desvio Padrão
	Média	Máximo	Mínimo		
1°	10,2	13,1	8,4	12,3	1,26
2°	14,9	18,3	12,7	9,6	1,43
3°	19,3	23,4	16,6	9,2	1,77
4°	24,1	29,2	21,1	9,2	2,21
5°	28,6	34,7	24,4	9,5	2,72
6°	33,5	40,3	26,3	10,3	3,46
7°	37,6	44,6	30,3	9,9	3,73
8°	43,6	52,8	36,5	9,5	4,13
9°	48,2	57,9	40,1	10,0	4,80
10°	53,3	63,3	43,2	9,5	5,06
11°	56,3	66,4	45,1	9,8	5,50
12°	59,0	68,2	49,8	8,8	5,22
13°	60,2	68,4	52,0	8,5	5,14
14°	60,6	69,3	52,3	8,9	5,41
15°	61,2	70,4	47,5	10,2	6,22
16°	62,1	69,5	53,6	7,8	4,84
17°	62,0	69,7	53,8	8,0	4,98
18°	61,3	68,1	54,7	6,4	3,90
19	62,7	69,1	55,7	6,5	4,05
20	62,8	69,2	55,8	6,6	4,12
21	62,4	69,0	55,4	6,7	4,20
22	62,8	71,1	54,0	8,0	5,00
23	62,6	71,0	54,1	8,2	5,15
24	63,2	71,0	55,0	7,2	4,56
25	62,4	69,4	55,1	7,0	4,39
26	60,5	69,0	54,9	6,9	4,16

Os dados de temperatura média e precipitação estão apresentados na Fig. 13. O ciclo reprodutivo completo do tungue desde a floração plena até o amadurecimento pleno do fruto na planta teve duração média de 182 dias. A maturação dos frutos foi considerada completa quando os frutos apresentaram coloração marrom e se apresentaram deiscentes. A precipitação acumulada e a temperatura média nesse período foram de 574,5 mm e 21,5°C, respectivamente.

O último acréscimo em diâmetro dos frutos foi constatado na 19ª semana (Fig. 12), coincidindo com uma precipitação, de 94,8 mm (Fig. 13). Após este período os

frutos foram diminuindo gradativamente de diâmetro. Resultados semelhantes são mencionados para frutas de caroço onde o crescimento dos frutos é caracterizado por um crescimento final rápido, ocorrendo declínio com início da fase da maturação. Assim, o diâmetro transversal dos frutos tende a aumentar até um dado período, e em seguida diminuir, possivelmente, com a perda de água ao longo da maturação, (FACHINELLO, 1996).

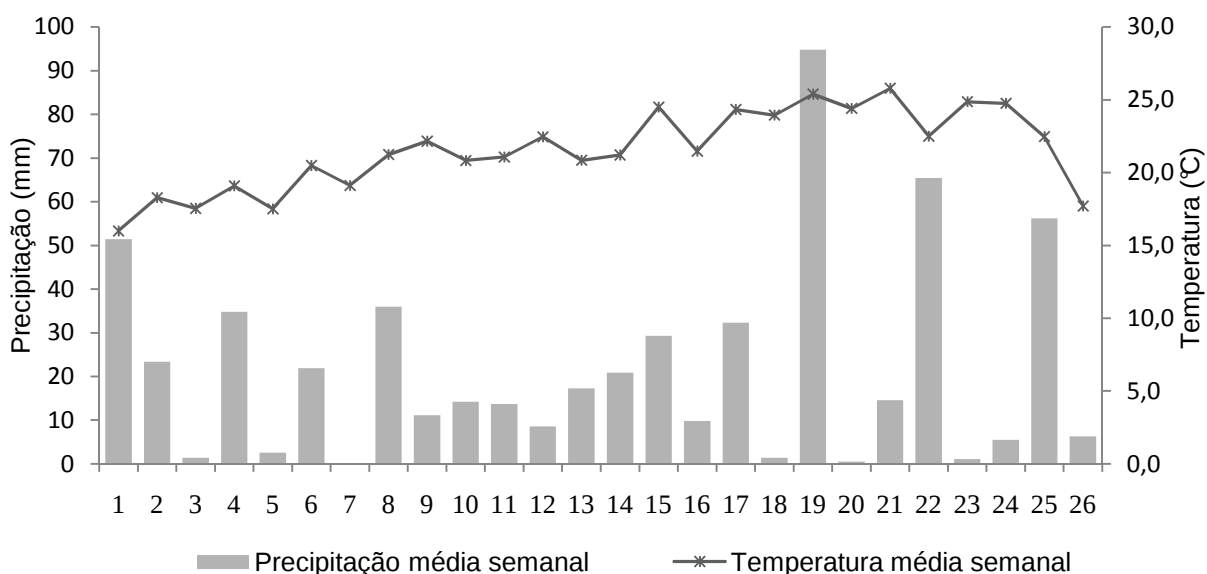


Figura 13 - Dados meteorológicos médios durante o período experimental - temperatura média semanal (°C) e Precipitação média semanal (mm), de setembro/2011 a março/12. Pelotas-RS. 2013.

3.4. Senescência e dormência

A queda natural dos frutos, no trabalho considerado como período de colheita, ocorreu a partir da segunda quinzena de março nas três safras avaliadas. Considerando que a maturação não é uniforme, este período prolongou-se até meados de maio, ocasião na qual foi observado o maior número de frutos caídos no solo, o que para alguns autores acarreta em duas colheitas (GRUSZYNSKI et al., 2003).

A senescência das folhas e a dormência iniciaram na segunda quinzena de maio, coincidindo com a chegada do frio (Fig. 14). O período médio de dormência na safra 2009/10 foi de 122 dias, para safra 2010/11 foi de 110 dias. Já na safra 2011/12 este período foi de 97 dias. Este curto período de dormência observado na última safra deve-se ao atraso do início da senescência em 2012. Segundo

Balandier (1992), a diminuição da temperatura ambiente, associada ou não ao fotoperíodo, pode acarretar à paralisação do crescimento, e à entrada em dormência.

Na figura. 14 observa-se que, em maio de 2012 a temperatura média encontrava-se mais elevada (18,1 °C), quando comparada a 2010 e 2011 (16,7 e 16 °C respectivamente), o que provavelmente tenha causado o atraso na senescência neste ano. De acordo com Petri et al. (2006), a dormência é influenciada por condições ambientais, que afetam o nível de substâncias reguladoras de crescimento, as quais controlam as mudanças metabólicas do início e do fim da dormência.

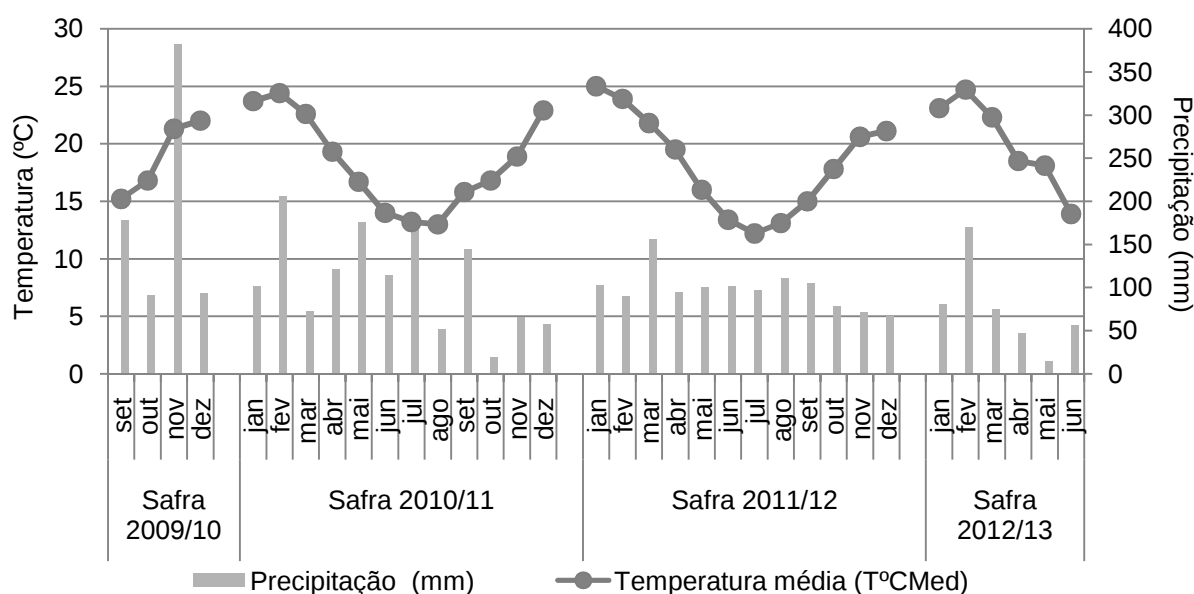


Figura 14 - Dados de temperatura média do ar (°C) e precipitação mensal (mm) para Pelotas-RS, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2013.

O ciclo reprodutivo completo do tungue, desde o surgimento da inflorescência até o amadurecimento pleno do fruto na planta, teve duração média de 170 dias. Maior que em outras oleaginosas perenes como pinhão manso, para o qual Pereira (2012), obteve um período médio de 120 dias.

Em relação à fenologia do tungue, considerando todos os fenótipos avaliados das populações 1 e 2, nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS, as fases fenológicas ocorrem conforme a Fig.15.

Fase fenológica/Meses e quinzena	Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul	
	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.	1ª Quinz.	2ª Quinz.
Brotação																								
Floração																								
Frutificação e Desenvol. do fruto																								
Maturação																								
Período de colheita																								
Senescência e Dormência																								

Figura 15 - Fenologia de plantas de tungue conduzidas em Pelotas-RS, nas safras 2009/10, 2010/11, 2011/12 e 2012/13. Pelotas-RS, 2013.

3.5. Variáveis agronômicas e morfológicas

O dendrograma de similaridade apresentado na Fig. 16, refere-se as características morfológicas da População 1. Podemos observar a formação de 8 grupos distintos. O primeiro formado por 64 genótipos, o segundo por 4 genótipos, o terceiro por 2, o quarto por 12, o quinto formado por 13 genótipos, o sexto, o sétimo e o oitavo grupo por 2 genótipos cada.

Embora todas as características tenham influenciado no agrupamento, algumas são importantes como o porte das plantas em culturas perenes, pois facilitam os tratamentos culturais, como colheita e aplicação de defensivos (BARROS et al., 2008), o número e tamanho dos frutos, no caso do tungue, por ser realizada a colheita manualmente à medida que os frutos caem no chão (GRUSZYNSKI et al., 2003), os frutos maiores e em menor número fariam esta prática menos ociosa e com menor custo. O tamanho do fruto, em laranjeiras, segundo Fonfría et al. (1996) está inversamente relacionado com o número de frutos por árvore.

Na tabela 15 é apresentada a média de cada variável da População 1, bem como o número de genótipos em cada grupo. O grupo 1, contém o maior número de plantas, cerca de 63%, e se caracterizou por apresentar altura de plantas e diâmetro do caule médios, altura de inserção de ramos laterais médios, razoável número de frutos, peso de 10 frutos maior que a média da População e ângulo de inclinação dos ramos laterais de 45 a 90°. Essa inclinação dos ramos, juntamente com a altura de inserção são importantes pois facilitam as práticas de manejo na cultura.

O grupo 2 apresenta baixa estatura, pequeno diâmetro de caule, altura de inserção baixo, poucos frutos e frutos leves. O grupo 3 apresenta planta altas, caule fino, poucos ramos laterais e localizados próximo ao solo, poucos frutos, entretanto frutos grandes. Este grupo apresenta baixo número de frutos, possivelmente por apresentar os menores valores para diâmetro do caule. Estes dados corroboram com os de Ávila (2010), sugerindo que esta característica pode estar relacionada ao desenvolvimento lento das plantas ou problemas fisiológicos ligados a interação genótipo x ambiente. O grupo 4 apresenta altura de planta e diâmetro do caule elevados, inserção dos ramos laterais elevado (superior a 1,4 metros), número e peso de frutos médios. As plantas do grupo 5 apresentam estatura de planta média, sem ramos laterais. Foram considerados sem ramos laterais, para as plantas que bifurcaram, sendo que neste grupo, as plantas bifurcaram a 22 cm do solo.

O grupo 6 foi caracterizado por apresentar média estatura de plantas, grande número de frutos e frutos leves. As plantas do grupo 7 apresentaram pequeno número de frutos e frutos leves. O último grupo é formado por plantas altas, caule grosso, grande número de ramos laterais, elevado número de frutos e frutos pesados. Apresentaram ramos laterais distribuídos paralelamente em relação ao solo.

Tabela 15 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 1, formados pela análise de agrupamento relacionado a características de Altura de planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Número de ramos laterais (NR), Altura de inserção dos ramos laterais (AI), Número de frutos (NF), Peso de 10 frutos (P10F) e ângulo de inclinação dos ramos laterais (IRL). Pelotas-RS, 2013.

Grupos	Nº plantas	AP (cm)	DC (mm)	NR	AI (cm)	NF	P10F (g)	IRL
1	64	311,6 b	99,8 b	7,3 bc	97,5 ab	108,3 bc	322,1 bc	2 b
2	4	193,7 c	77,8 cd	10,0 bc	57,5 bc	44,5 bc	238,9 c	2 b
3	2	310,0 b	69,5 d	2,5 de	45,0 bc	28,0 bc	421,1 a	2 b
4	12	453,3 a	121,8 a	9,6 bc	144,2 a	147,8 bc	297,0 bc	2 b
5	13	345,8 b	108,7 ab	0,0 e	21,2 a	138,7 bc	289,7 bc	4 a
6	2	300,0 b	102,5 ab	7,5 bc	105,0 ab	474,0 a	257,4 c	2 b
7	2	282,5 b	92,0 bc	5,0 cd	97,5 ab	5,5 c	62,7 d	2 b
8	2	440,0 a	120,0 a	19,0 a	97,5 ab	455,5 a	369,0 ab	3 b
Média	101	329,9	102,4	6,82	90,74	124,9	308,1	2
CV (%)		13,3	13,1	38,74	46,1	58,7	17,6	31,6

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

Podemos observar que os genótipos com elevado número de frutos não apresentam necessariamente o maior peso de fruto. Assim, o tamanho dos frutos pode ser influenciado pelo número de frutos por planta, o que é explicado pelo processo de partição dos assimilados na planta (KRAMER & KOZCOWSKI, 1960).

No dendrograma de similaridade para as características morfológicas da População 2, apresentado na Fig. 17, observa-se a formação de 8 grupos distintos. O primeiro formado por 41 genótipos, o segundo por 6, o terceiro pelo genótipo L1P10, o quarto por 3 genótipos, o quinto pelos genótipos L2P10 e L5P05, o sexto pelo genótipo L2P05, o sétimo pelo genótipo L1P08 e o último pelo genótipo L2P09.

Não houve diferença significativa para altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) na População 2. O grupo 1, contém cerca de 73% da População, e se caracterizou por apresentar altura de inserção média, número de frutos e peso de 10 frutos médios e ângulo de inclinação dos ramos laterais de 45 a 90°. O grupo 2 caracterizou-se por apresentar grande número de ramos laterais, pequeno número de frutos, e frutos pesados. As plantas do grupo 3, 4 e 8 não apresentaram ramos laterais, pois bifurcaram próximo ao solo. O grupo 5 grande número de frutos e frutos pesados e ângulo de inclinação dos ramos laterais de 45 a 90°. O grupo 6 não apresentou produção. A planta do grupo 7 apresentou elevada altura de inserção dos ramos e horizontalizados em relação ao solo.

Tabela 16 - Caracterização dos grupos de genótipos de tungue da População 2, formados pela análise de agrupamento relacionado a características de Altura de planta (AP), Diâmetro do caule (DC), Número de ramos laterais (NR), Altura de inserção dos ramos laterais (AI), Número de frutos (NF), Peso de 10 frutos (P10F) e ângulo de inclinação dos ramos laterais (IRL). Pelotas-RS, 2013.

Grupos	Nº plantas	AP (cm)	DC (mm)	NR	AI (cm)	NF	P10F (g)	IRL
1	41	338,0 a	97,1 a	10,8 a	89,6 b	96,6 b	353,3 ab	2 bc
2	6	400,0 a	105,0 a	18,2 a	69,2 b	79,5 b	463,0 a	3 ab
3	1	330,0 a	110,0 a	0,0 b	-	48,0 b	305,4 b	4 a
4	3	363,3 a	98,0 a	0,0 b	20,0 b	113,0 b	329,8 ab	4 a
5	2	415,0 a	113,0 a	13,5 a	102,5 b	412,5 a	424,8 ab	2 bc
6	1	350,0 a	112,0 a	12,0 a	90,0 b	0,0 b	0,0 c	1 c
7	1	480,0 a	97,0 a	15,0 a	325,0 a	45,0 b	388,5 ab	3 ab
8	1	350,0 a	-	0,0 b	-	34,0 b	372,2 ab	4 a
Média	56	351,6	99,1	10,8	89,5	102,3	360,12	2
CV (%)		17,8	11,4	35,8	42,4	65,6	16,73	32,6

* Médias seguidas de letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ($\alpha=0,05$)

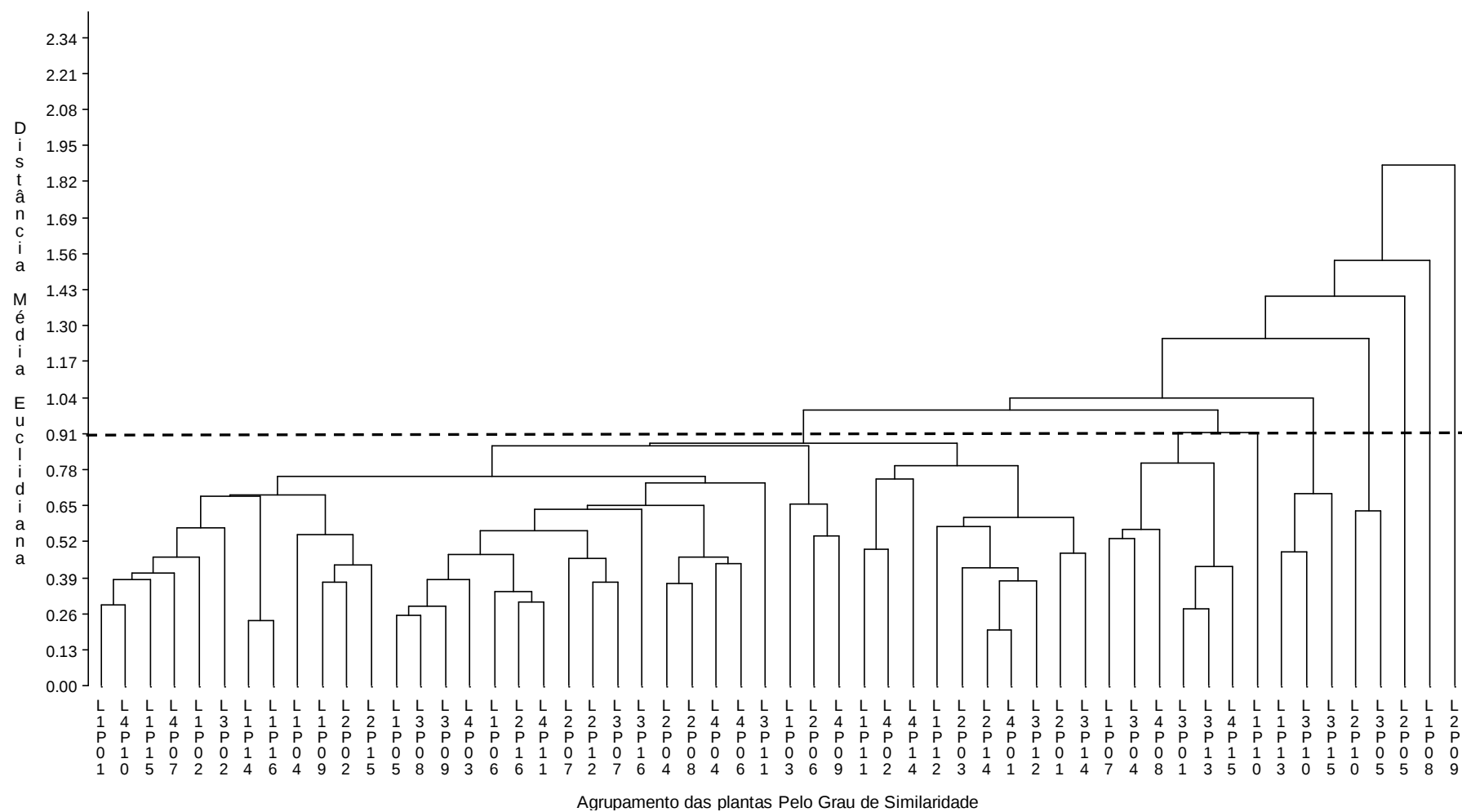


Figura 17 - Dendrograma de similaridade de genótipos de tungue construído com base em caracteres agronômicos, obtido através da análise da Distância Média Euclidiana entre plantas da População 2. Pelotas-RS, 2013.

Em relação a fenologia, podemos observar que para as duas populações, a emissão das brotações ocorre no final de agosto até início de setembro, sendo dependente do acúmulo de frio. Em plantios comerciais na Serra Gaúcha, segundo produtores, a floração precoce aumenta o risco de perda de grande parte da produção quando há ocorrência das geadas tardias, ocasionando abortamento de flores e queda de frutos pequenos. Indivíduos com maior necessidade de calor para floração (GDHF) tendem a retardar a floração, característica interessante na seleção, com o intuito de evitar problemas de abortamento de flores devido à ocorrência de geadas tardias. Um dos resultados importantes deste trabalho foi a variabilidade existente nas populações que possibilita a seleção de genótipos com necessidade de frio e acúmulo térmico que atendem esta demanda.

Outro resultado importante foi a variabilidade para arquitetura de planta, que é muito importante quando se define o tipo de plantio. Quando é desejado um plantio mais adensado a arquitetura da planta com ângulo dos ramos mais fechados é o ideal por facilitar o manejo do plantio. Indivíduos com ramos laterais abertos inserção de ramos baixa dificultam os tratos culturais. Em relação à expressão sexual, observa-se que a relação entre flores masculinas e femininas é instável, contudo há genótipos com certa estabilidade entre anos, sendo interessante a utilização destes indivíduos em programas de melhoramento.

Mesmo com poucos anos de trabalho com a cultura estes resultados alcançaram uma boa base para a evolução dos plantios não só para o Rio Grande do Sul, mas também para regiões subtropicais do Brasil como encontradas nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e Minas Gerais.

4. CONCLUSÃO

As populações avaliadas apresentam variabilidade entre os genótipos para as características fenológicas e morfológicas;

A brotação de genótipos de tungue é dependente da necessidade de frio e a floração dependente da necessidade de calor (GDH).

A relação de flores masculina x feminina é instável.

Os frutos de tungue apresentaram três fases bem distintas de crescimento.

5. DISCUSSÃO GERAL

Na avaliação do primeiro ano produtivo (terceiro ano após o plantio), os genótipos já apresentam produção significativa de frutos, porém diferenças expressivas foram observadas entre os genótipos. Nas safras 2009/10 a maior produção média foi do genótipo L3P34, $10,2 \text{ kg planta}^{-1}$. Semelhante ao ocorrido na primeira e segunda safra, em 2011/12 a produção variou entre os genótipos, entretanto foi mais expressiva, alcançando rendimentos superiores a $16 \text{ kg planta}^{-1}$. Esses resultados estão de acordo com as características da cultura que, geralmente, inicia a produção no terceiro ano, alcançando produção comercial a partir do quarto ou quinto ano, e máxima produção em 10 a 12 anos (DUKE, 1983). A produção média nos três anos de avaliação, da População 1, foi de $3,2 \text{ kg}$ de fruto seco por planta, enquanto que a média do grupo de plantas mais produtivas foi de $10,1 \text{ kg}$ equivalente a 8.413 kg ha^{-1} . Estes valores são superiores aos encontrados na literatura. Duke (1983) relata produtividades de 4.500 a 5.000 kg ha^{-1} em plantios no sul da Florida e leste do Texas, nos EUA e Jarvis (2002) observou produtividade média de 6.000 kg ha^{-1} no Paraguai.

Em relação a fenologia, observamos que para o tungue, nas condições de Pelotas-RS, a emissão das brotações ocorre no início do mês de setembro. A floração tem início na segunda quinzena de setembro estendendo se até meados de outubro. A frutificação ocorre logo após o final da floração, sendo o desenvolvimento do fruto completado no final de fevereiro, compreendendo um período médio de 150 dias. A queda natural dos frutos, no trabalho considerado como período de colheita, ocorre a partir da segunda quinzena de março. Considerando que a maturação não é uniforme, este período se prolonga até meados de maio. A senescência das folhas e a dormência iniciam com a chegada do frio, o que ocorre geralmente na segunda quinzena de maio.

A floração precoce aumenta o risco de abortamento de flores e queda de frutos pequenos ocasionando queda na produção, quando há ocorrência das geadas tardias. A seleção de indivíduos com maior necessidade de calor para floração tende a retardar a floração, diminuindo este risco.

Na avaliação de relação flor masculina x feminina observamos que, em média, as duas populações apresentaram relação entre flores masculinas e femininas muito semelhantes (População 1 – 13,2 e População 2 – 12,2), contudo muito variável entre os genótipos e entre safras. Assim sendo, de maneira geral, não há uma estabilidade na relação de flores femininas X masculinas, assim podemos observar que esta é uma característica bastante variável, podendo ser dependente tanto do material genético, da região de cultivo, do clima, dos tratos culturais entre outros fatores.

Em relação à morfologia, observamos que 84% da População 1 apresenta ângulo de inclinação dos ramos laterais avaliados em 2, ou seja, menor que 90°. Entretanto apresentam outras limitações como plantas excessivamente altas, grande número de ramos laterais, grande número de flores masculinas em relação às femininas, ramos laterais próximos ao solo, o que dificulta os tratos culturais. O mesmo ocorrido na População 2.

A curva de desenvolvimento dos frutos de tungue pode ser dividida em três fases: na fase o crescimento propriamente dito estendeu-se até aproximadamente a 15ª semana após a abertura da flor. Nesse período, quando avaliado pelo aumento de diâmetro, observou-se crescimento mais rápido até 13ª semana aproximadamente, seguindo-se um período de desaceleração até a 21ª semana, certamente resultante do processo de expansão celular (COOMBE, 1976), atingindo diâmetro máximo a taxas mais lentas em torno dos 133 dias após a floração.

O ciclo completo de reprodução do tungue desde a floração plena até o amadurecimento pleno do fruto na planta teve duração média de 182 dias. A maturação dos frutos foi considerada completa quando os frutos apresentaram coloração marrom e se apresentaram deiscentes. A precipitação acumulada e a temperatura média nesse período foram de 574,5 mm e 21,5°C, respectivamente.

A partir de todas as variáveis avaliadas nas duas populações, os genótipos L1P06, L2P16, L3P08, L3P20, L3P29 e L3P34 (População 1), L3P05 e L3P07 (População 2) apresentam alta produção, florescimento tardio e melhor arquitetura

de planta. Assim sendo, estes genótipos proporcionam as características ideais para serem utilizados em programas de melhoramento e propagação assexuada.

6. CONCLUSÃO GERAL

Existem diferenças de produção entre os genótipos das duas populações avaliadas.

Os genótipos L1P06, L1P13, L2P16, L3P07, L3P08, L3P11, L3P13, L3P20, L3P29, L3P34 (População 1), L2P10, L3P05 e L3P07 (População 2) apresentam potencial como fonte de material genético para o desenvolvimento clones de alta capacidade produtiva.

As populações avaliadas apresentam variabilidade entre os genótipos para as características fenológicas, morfológicas e relação flor masculina e feminina.

As fases fenológicas do tungue são dependentes das condições climáticas.

A relação de flores masculina x feminina não é estável, dependendo das condições climáticas.

Os genótipos L1P06, L2P16, L3P08, L3P20, L3P29 e L3P34 (População 1), L3P05 e L3P07 (População 2) se destacam para cultivo em clima temperado por apresentarem alta produtividade, relação flores masculinas e femininas médio, florescimento tardio e melhor arquitetura de planta.

Os frutos apresentaram três fases bem distintas de crescimento.

Essa variabilidade existente entre os materiais é de fundamental importância para seleção de genótipos de alto rendimento produtivo e fenologia adequada ao desenvolvimento de um programa de melhoramento genético da cultura no Estado

7. REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOY, A.R. CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, número especial, p.260-258, 2008.
- ALVAREZ, R.C.F. Comparação de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogea* L.) através do método de análise de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 7., Brasília. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA/UNB, 1999. v.11, suplemento, p.18.
- ÁVILA, D. T. 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 Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.
- BALANDIER, P. **Étude dynamique de la croissance et du développement des bourgeons de quelques cultivars de pêcher cultivés à diverses altitudes sous le climat tropical de l'île de la Réunion**. 1992. 82f. Thèse (Doctorat Physiologie Végétale) - Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand, 1992.
- AZEVEDO, D. M. P. DE e LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. **Embrapa Algodão**, Campina Grande–PB, 305p. 2001.
- BARROS, L. de M.; PAIVA, J.R.; CAVALCANTI, J.J.V. Recursos genéticos de cajueiro: situação atual e estratégias para o futuro. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>>. Acesso em: 03 Set 2012.
- BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes – Morfologia aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFV. 1999.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: UNESP, 1988. 41p.

BERGAMASCHI, H. **Fenologia**. s.l.n. 2005. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agropfagrom/disciplinas/502/fenolog.doc>> Acesso em 12 de Set. 2012.

CARNEIRO, R.A.F. **A produção de biodiesel na Bahia**. Conjuntura e Planejamento. Salvador: SEI, n.112, p. 35-43, 2003.

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

CASAGRANDE JUNIOR., J.G.; SILVA, S. D. A. e; AIRES, R. F.; OLIVEIRA, A. C. B. de; EMYGDIO, B. Método para acelerar a germinação de sementes de tungue. SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA E I REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGRO ENERGIA DO RS. **Anais...**, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

CASAGRANDE JUNIOR., J. G.; SILVA, S. D. dos A.; MOREIRA, L. L., AIRES, R. F. Avaliação de métodos para acelerar o processo de obtenção de mudas de tungue. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 1, Pelotas, 2006. **Anais: idéias, inovação e tecnologia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p. 135-137 (Embrapa Clima Temperado. Documento, 168).

CITADIN, I. **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, UFPel, 1999.

CITADIN, I. **Necessidade de frio, herdabilidade da necessidade de calor e marcadores bioquímicos relacionados com o final de endodormência em pessegueiro**. 2001. 76f. Tese (Doutorado) – Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2001.

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.

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

COUVILLON, G. A.; EREZ, A. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon v.110, n.1, p.47-50, 1985.

COOMBE, B.G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.

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**, v. 81, n. 7, p. 647-651, Jul 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/I53j7603371414w5/>> Acesso em 21 Jul. 2012

DUKE J. A. **Handbook of energy crops**. Purdue: Purdue University, EUA, 1983. Disponível em: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Aleurites_fordii.html. Acesso em: 10 de Jul. de 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

EREZ, A. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: EREZ, A. **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. p 17- 48.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: UFPel, 1996. 311p. Disponível em http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/8.2.htm Acesso em set. 2012.

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

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT: Food and Agricultural commodities production**. 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em set. 2012.

FONFRÍA, M. A.; ORENGA, V. A.; ALCAINA, M. A.; FERRER, M. J.; ROMERO, V. E. Dessarolo y tamaño final del fruto em los agrios. In: MANICA, I. (Ed.). **Citros: desenvolvimento e tamanho final do fruto**. Universidade Politécnica, 1996. p. 102.

FOURNIER, L. y C. CHARPANTIER.. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Cespedesia**, v. 7, 1978, p.25-26. Suplemento 2.

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.

GRELLMANN, E. O.; SIMONETTO, P. R. **A cultura da ameixeira**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1996, 32 p. (Boletim FEPAGRO, 4)

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

GURGEL, J.T. do A. **Estudo sobre mamoneira (*Ricinus communis* L.)**.1945. 92p. Tese – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1945.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970.

IBGE PAM: 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/default_zip_perm.shtm. Acesso em: 15 de set. de 2012.

IBGE, PAM: Culturas Temporárias e Permanentes, 2009 Rio de Janeiro: IBGE, v. 36, p.1-93, 2009. Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/PAM2009_Publicacao_completa.pdf. Acesso em: 18 Jan. 2013.

JARVIS, A. J. **Paraguayan Tung (*Aleurites fordii* Hemsl.): An Important Small Farmer Crop Diversification Strategy**. Dissertação de Mestrado. Michigan Technological University, 2002.

KRAMER, J.P.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of trees**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1960. 642p.

Laboratorio de Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado. **Temperatura Média (°C) Mensal, Período 1931 – 1960, RIO GRANDE DO SUL**. Pelotas, 2012. Disponível em <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/tab/tabela16.html>. Acesso em 20 dez. 2012.

LEAL, I.R.; PERINI, M.A.; CASTRO, C.C. Estudo fenológico de espécies de Euphorbiaceae em uma área de caatinga. In: Congresso de Ecologia, 8, 2007. Caxambu – MG, Anais...Caxambu – MG, 2007 (CD ROOM).

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.

LING, J.; ZHANG, X; CHEN, Y. **The comparative wood anatomy of *Vernicia fordii*, *Vernicia montana* and *Aleurites moluccana* (Euphorbiaceae)**. Beijing: College of Life Science, Peking University, 1995. Abstract. Disponível em: <<http://www.pku.edu.cn/academic/xb/95/95-6-16.htm>>. Acesso em: 30 dez 2012.

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.

NAVA, D.E.; ZANARDI, O.Z.; MELO, M.; SILVA, S.D.A. **Insetos praga e benéficos na cultura do Tungue**. Embrapa Clima Temperado, Documentos, 276. 2009. 16 p.

PEREIRA J. C. **Uso de fitorreguladores e efeitos no florescimento de plantas de pinhão-mansão e na maturidade fisiológica das sementes**. 2012. 91f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

PERES, J.R.R.; BELTRÃO, N.E.M. Oleaginosas para biodiesel: Situação atual e potencial. **O futuro da Indústria: Biodiesel: Coletânea de artigos**. Brasília: MDI-

STI/IEL, 2006. P. 67-82 (Série política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, 14).

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução a brotação em macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 261-297.

PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET J.H.J., MATOS, C.S., POLA, A.C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis, Epagri, 1996. 110p.

RICHARDSON, E.A, SEELEY, S.D., WALKER, D.R., ANDERSON, J.L.M.; ASHCROFT, G.L. Pheno-climatography of spring peach bud development. **HortScience**, Alexandria, v.10, n.3, p. 236-237, 1975.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PESCA E AGRONEGÓCIO. **Agricultura em Destaque – Produtos Selecionados**. Disponível em: <http://www.saa.rs.gov.br/uploads/1270060998Tungue.pdf>. Acesso em: ago. 2012

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

WEBSTER, G.L. Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Sant Louis, v. 81. p. 1-144, 1994

WEINBERGER, J. H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 56, p. 122-128, 1950.

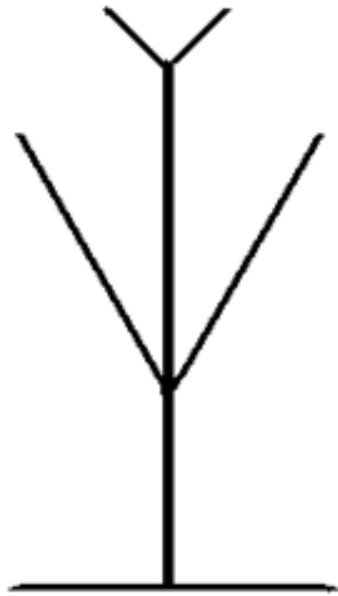
WIELGOLASKI, F.E. Phenology in agriculture. In Lieth, H. (Ed.). Phenology and seasonality modeling. Chapman & Hall, London.p. 369-381, 1974.

VEIGA, A. S.; FURLAN JÚNIOR, J.; KALTNER, F. J. Situação atual e perspectivas futuras da dendeicultura nas principais regiões produtoras: a experiência do Brasil. In: MÜLLER, A. A.; FURLAN JÚNIOR, J. **Agronegócio do dendê: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. p. 41-66.

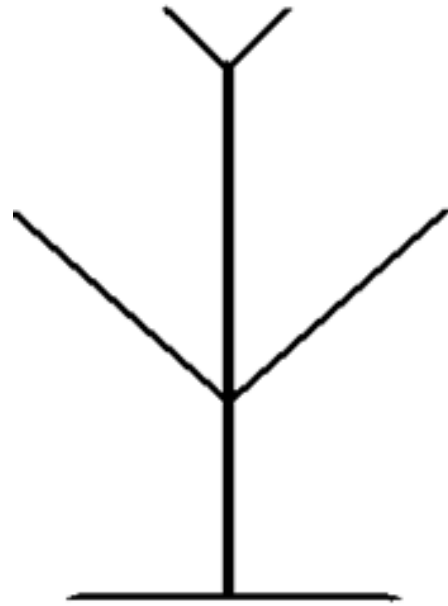
VAUGHAN, J.C. The structure and utilization of oil seeds. London: Chapman & Hall. 1970.

APÊNDICE

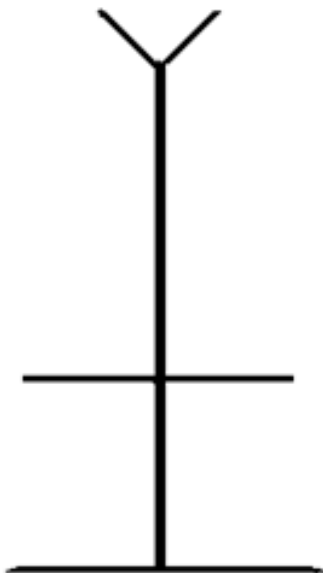
Apêndice 1. Desenho esquemático mostrando a arquitetura da planta – ângulo de inclinação dos ramos laterais



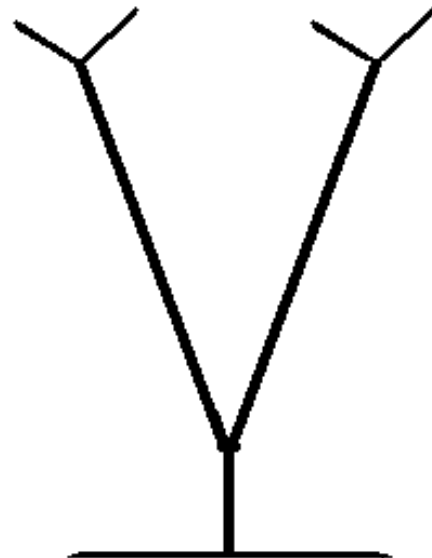
(1) $0 - 45^\circ$



(2) $45 - 89^\circ$



(3) $> 90^\circ$



(4) Bifurcada