

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
DE ERVILHA FORRAGEIRA (*Pisum sativum* subsp. *arvense*)**

**CARLA GOMES MACHADO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU-SP  
Agosto - 2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
DE ERVILHA FORRAGEIRA (*Pisum sativum* subsp. *arvense*)**

**CARLA GOMES MACHADO**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cibele Chalita Martins**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU - SP  
Agosto – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M149m Machado, Carla Gomes, 1981-  
Métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de  
sementes de ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp.  
arvense) / Carla Gomes Machado. - Botucatu : [s.n.], 2010.  
viii, 90 f. : gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-  
culdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010  
Orientador: Cibele Chalita Martins  
Inclui bibliografia.

1. *Pisum sativum* subsp. arvense. 2. Potencial  
fisiológico. 3. Níveis de vigor. I. Martins, Cibele  
Chalita. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de  
Ciências Agronômicas. III. Título.

Bibliotecário responsável: Janaina Celoto Guerrero CRB-8 6456



## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Carla Gomes Machado, filha de Carlos Machado dos Santos e Vera Lúcia Machado dos Santos, nasceu na cidade de Ervália, Estado de Minas Gerais em 23 de dezembro de 1981.

Diplomou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, em 2005.

Em março de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Agricultura, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu, obtendo o título em junho de 2007.

Em agosto de 2007, iniciou o curso de Doutorado, na mesma universidade, obtendo o título em agosto de 2010.

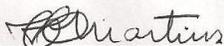
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES DE ERVILHA FORRAGEIRA (*Pisum sativum* subsp. *arvense*)

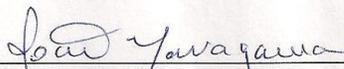
ALUNA: CARLA GOMES MACHADO

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CIBELE CHALITA MARTINS

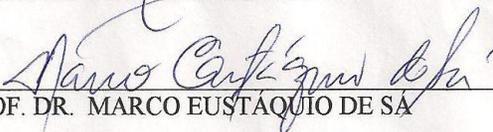
Aprovado pela Comissão Examinadora



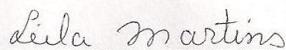
PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CIBELE CHALITA MARTINS



PROF. DR. JOAO NAKAGAWA



PROF. DR. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ



PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> LEILA MARTINS



PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> DENISE GARCIA DE SANTANA

Data da Realização: 16 de agosto de 2010.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Carlos e Vera;  
Ao meu marido Simério,

**DEDICO.**

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cibele Chalita Martins;  
A todos que colaboraram pra o sucesso deste trabalho,

**OFEREÇO.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cibele Chalita Martins, minha querida orientadora, pela orientação, incentivo, dedicação e principalmente amizade, a qual me orgulha ter conquistado.

À FCA - UNESP - Campus de Botucatu, por me receber como aluna.

À Coordenação e colegiado do curso de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura).

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Dagoberto Martins, Sílvio Bicudo e Maurício Zanotto, pela atenção, ensinamentos e simpatia e em especial ao Prof. Dr. João Nakagawa.

Ao Prof. Dr. Cláudio Cavariani, responsável pelo Laboratório de Análise de Sementes, pelo apoio e colaboração.

Aos funcionários do Depto. de Produção Vegetal e funcionários de apoio ao campo e em especial a Vera, Lana e Valéria, as quais tenho muito carinho, pela grande amizade, atenção e grande eficiência.

A seção de Pós-Graduação e aos funcionários da biblioteca “Paulo Carvalho de Matos”.

Ao IAPAR e a EMBRAPA nas pessoas de José Nivaldo Pola e Raquel A. de Freitas pela disponibilidade, atenção e envio das sementes utilizadas no trabalho.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Garcia de Santana pela valiosa colaboração com a análise estatística, pela atenção e simpatia.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, estagiários e colegas do Laboratório de análise de sementes, à Renake, Mariana, Fabiany e Juliana e em especial ao Rafael e ao José Iran.

Aos meus cunhados, Sihélio e Silvia pelo grande apoio.

Ao Simério, o amor da minha vida e meu grande companheiro.

Ao meu pai, meu grande exemplo de vida.

A minha mãe, minha melhor amiga.

Ao meu irmão Henrique e a minha cunhada Meire pelo carinho.

A toda a minha família em especial a minha avó Dalva.

A todos àqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	02
3 INTRODUÇÃO.....	04
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	06
4.1 Origem e distribuição geográfica da ervilha.....	06
4.2 Importância e forma de utilização da ervilha.....	07
4.3 Classificação botânica e exigências edafoclimáticas da ervilha.....	09
4.4 Produção de sementes de ervilha.....	10
4.5 Cultivares de ervilha forrageira BRS Forrageira e IAPAR 83.....	10
4.6 Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha.....	13
4.6.1 Temperatura e substrato para o teste de germinação.....	14
4.6.2 Medidas de germinação e avaliação do vigor de sementes baseado na velocidade de germinação.....	17
4.6.3 Avaliação do vigor de sementes baseado na emergência de plântulas em campo.....	20
4.6.4 Avaliação do vigor de sementes baseado na condutividade elétrica.....	22
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5.1 Cultivares e lotes .....	25
5.2 Preparo das amostras e determinações do grau de umidade e da massa de mil sementes.....	25
5.3 Metodologia para o teste de germinação.....	26
5.4 Metodologia para o teste de condutividade elétrica.....	30
5.4.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes.....	30
5.4.2 Teste de condutividade elétrica.....	32
5.4.3 Procedimento estatístico.....	32
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
6.1 Estudo da metodologia para o teste de germinação.....	34
6.1.1 Frequência relativa da germinação dos lotes de ervilha forrageira.....	41
6.1.2 Análises conjuntas.....	47
6.1.2.1 Efeito da temperatura em interação com o substrato e a qualidade da semente (Lote) no desempenho das plântulas, tempo inicial, IVG e sincronia da germinação.....	47
6.1.2.2 Efeito da temperatura em interação com o substrato, sobre a incidência de sementes mortas e tempos final e médio de germinação.....	50
6.1.2.3 Efeito da temperatura em interação com a qualidade das sementes (Lote), sobre a incidência de plântulas anormais, sementes mortas e o tempo médio para germinação.....	52
6.2 Metodologia para o teste de condutividade elétrica.....	54
6.2.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira.....	54
6.2.2 Análise de correlação da emergência de plântulas em campo e os dados de condutividade elétrica.....	58
6.2.3 Classificação dos lotes pelo teste de condutividade elétrica.....	59

7 CONCLUSÕES.....	68
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69



## 1 RESUMO

A qualidade da semente na produção agrícola é um dos principais fatores a ser considerado na implantação da cultura, havendo consenso sobre a importância da germinação, do vigor das sementes e da necessidade de avaliá-los. O trabalho teve como objetivo estabelecer metodologias para os testes de germinação e vigor com ênfase no teste de condutividade elétrica para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*). Para estabelecer a metodologia do teste de germinação utilizou-se quatro lotes sendo dois da cultivar IAPAR 83 e dois da BRS Forrageira. Foram testadas cinco temperaturas (15°C, 20°C, 25°C, 20-30°C e 15-25°C) e dois substratos (areia e papel). Para a metodologia para o teste de condutividade elétrica foram utilizados dez lotes da cultivar IAPAR 83. Foram realizados os testes de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas em casa de vegetação para caracterização dos lotes e estudos específicos para os testes de condutividade elétrica (temperaturas de 20°C e 25°C, volumes de 75mL e 250mL de água, 50 sementes, e períodos de 8, 16, 20, 24 e 28 horas). Concluiu-se que o teste de germinação para ervilha forrageira deve ser conduzido a 20°C em rolo de papel com primeira contagem e contagem final ao 4º e 7º dia, respectivamente. O teste de condutividade elétrica utilizando 50 sementes embebidas em 250 mL de água, na temperatura de 25°C por 24 horas mostrou-se promissor para a diferenciação de lotes de sementes de ervilha forrageira.

Palavras chave: *Pisum sativum* subsp. *arvense*, potencial fisiológico, níveis de vigor.

## 2 SUMMARY

**METHODS TO EVALUATE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF FORAGE PEA SEEDS (*Pisum sativum* subsp. *arvense*)** Botucatu, 2010. 80p. (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CARLA GOMES MACHADO

Adviser: CIBELE CHALITA MARTINS

Seed quality is an important role in the establishment of crops. It is consensual that seed germination and vigor are important tools for the production process and must be evaluated. The present research had as objective to establish methodologies for the germination and electrical conductivity tests to evaluate physiological quality of forage pea seeds (*Pisum sativum* subsp. *arvense*). Two lots of the cultivar ‘IAPAR 83’ and two lots of the cultivar ‘BRS Forrageira’ were used to establish the methods for the germination test. Five temperatures (15°C, 20°C, 25°C, 20-30°C and 15-25°C) and two substrates (between sand and rolled paper towel) were tested. Ten lots of the cultivar ‘IAPAR 83’ were studied to establish the methodology for the electrical conductivity test. Germination, first count of germination and seedling emergence in greenhouse were studied. For the electrical conductivity test, different temperatures (20°C and 25°C), water volumes (75 mL and 250 mL) and imbibition periods (8, 16, 20, 24 and 28 hours) were evaluated. It was concluded that the germination test for forage pea seeds must be carried out under 20°C and in rolled paper towels with first counting and final counting to the 4 and 10 days after sowing,

respectively. The electrical conductivity test is sensitive to differentiate seedlots of forage pea whenever conducted with 50 seeds imbibed in 250 mL of water under 25°C for 24 hours.

Key words: *Pisum sativum* subsp. arvense, physiological potential, vigor levels.

### 3 INTRODUÇÃO

A produção de ervilhas no Brasil tem como principal objetivo a alimentação humana, porém com a avaliação das ervilhas de tegumento marrom (*Pisum sativum* subsp. *arvense*), verificou-se o potencial e a adaptação para cultivo visando a alimentação animal. Esse genótipo, chamado de ervilha forrageira, constitui cultura anual para uso como forragem, adubação verde e cobertura do solo, preferencialmente antecedendo gramíneas. Apresenta características importantes para a conservação e fertilidade do solo, sendo cultivada no inverno, quando muitas áreas agrícolas permanecem sem uso no Brasil. Representa também opção vantajosa devido ao rápido crescimento inicial, precocidade, uniformidade, redução da utilização de fertilizantes a base de nitrogênio nas culturas subsequentes e redução dos custos de produção e dos impactos ambientais. A aptidão dos grãos para a formulação de ração animal, principalmente para suínos, pode ser mais uma alternativa de utilização, por apresentar altos níveis de proteína bruta.

Apesar das vantagens, as sementes comerciais de ervilha forrageira apresentam menores exigências de qualidade, regulamentadas pelos padrões de sementes dos estados, que das espécies utilizadas como grandes culturas e olerícolas. Essa situação pode ser atribuída ao fato dessa espécie ter sido, ainda, pouco estudada pelos melhoristas e apresentar tecnologia de produção de sementes menos desenvolvida em relação às outras espécies cultivadas há mais tempo.

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, rotineiramente é usado o teste de germinação, porém, as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) não dispõem de metodologia específica para a

condução deste teste para sementes de ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. arvense). De modo complementar ao teste de germinação, são utilizados os resultados dos testes de vigor para identificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, principalmente dos que apresentam porcentagem semelhante de germinação. Com estes testes, pode-se identificar os lotes com probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento.

Dentre os testes de vigor e viabilidade atualmente utilizados, o teste de condutividade elétrica tem se destacado por sua facilidade de execução, baixo custo, rapidez, reprodutividade e fácil interpretação de resultados. Adicionalmente, é um dos testes de vigor mais amplamente utilizado para a avaliação da qualidade de lotes de sementes de ervilha comum. Apesar de suas vantagens, o teste necessita de adequação da metodologia e estudos visando a utilização na rotina de avaliação de sementes de ervilha forrageira.

Sementes de ervilha forrageira diferem da ervilha comum quanto ao seu tegumento (espessura e cor) o que mostra necessário o desenvolvimento de metodologia específica para *Pisum sativum* subsp. arvense

Assim, o objetivo do trabalho foi estabelecer metodologias para os testes de germinação e vigor, com ênfase no teste de condutividade elétrica, para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. arvense).

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Origem e distribuição geográfica da ervilha

A ervilha (*Pisum sativum*) poderia ser incluída entre as primeiras espécies de plantas cultivadas pelo homem, existindo evidências de sua presença por volta de 7000 – 6000 anos A. C. (CASTELLANE et al., 1990).

O seu principal centro de origem é o Oriente Médio e a Etiópia é tida como segundo centro de origem (COUTO, 1989).

No Brasil, a ervilha foi introduzida no Rio Grande do Sul por colonizadores portugueses. O primeiro plantio visando à produção de grãos verdes foi realizado em 1943 em Rosário do Sul - RS, numa área de 13ha. Em 1968, a produção gaúcha de grãos verdes chegou a 4000t, numa área de 2800ha. Em 1976, a EMBRAPA iniciou pesquisas com ervilha no Distrito Federal. Essa foi uma das razões para a evolução da área plantada no Planalto Central de 15 para 20000ha, entre 1980 e 1988, visando à produção de grãos secos (COUTO, 1989). A partir do final da década de 80, o cultivo da ervilha também se expandiu em Minas Gerais, principalmente na região do Alto Paranaíba (VIEIRA et al., 2001).

Até o início dos anos 80, o Brasil importava cerca de 15 mil toneladas de ervilha, acarretando evasão anual de divisas da ordem de 7 milhões de dólares (SOARES, 1989). Naquela ocasião, uniram-se o Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH-EMBRAPA), as empresas de pesquisa e extensão rural dos estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul e as indústrias de processamento de ervilha. Com o incremento das pesquisas e da produção, o Brasil conseguiu a auto-suficiência, economizando 25 bilhões de dólares até o final da década de 80. Nesta

época, especialmente em Minas Gerais, durante o inverno, percorrendo os municípios de Patos de Minas, Patrocínio, Paracatu, Iraí de Minas, São Gotardo e Uberlândia, a ervilha já ocupava lugar de destaque entre as culturas de inverno, representando uma opção a mais para o produtor.

#### **4.2 Importância e formas de utilização da ervilha**

A ervilha costuma ser utilizada principalmente na alimentação humana. Os grãos podem ser comercializados das seguintes formas: seco, verde enlatado, verde congelado e verde debulhado para o consumo in natura. As cultivares utilizadas para a produção de ervilha seca possuem grãos redondos e lisos, utilizados partidos ou inteiros, visando o enlatamento (após reidratação). Dos grãos secos também pode ser obtida a farinha de ervilha, que tem emprego na fabricação de sopas e na panificação (PEREIRA, 1989). Grãos pequenos (14 a 16g/100unidades), de tamanho uniforme e com baixa porcentagem de descoloração são os ideais para a indústria. Os cultivares utilizados para produção de grãos verdes destinados ao enlatamento possuem, em geral, sementes rugosas e elevado teor de açúcar. No caso dos grãos imaturos destinados ao congelamento, a coloração verde-escura é a desejável (GIORDANO, 1989a).

A ervilha pode ser utilizada na alimentação animal no pastejo direto ou, ainda, transformada em silagem, feno ou compondo rações na forma de grãos secos (GIORDANO e PEREIRA, 1989).

Em algumas áreas da União Soviética, o consumo de silagem de ervilha representa mais de 30% do total da silagem utilizada na alimentação do gado, pois cada quilograma da forragem com 70% de umidade contém 22g de proteína digestível, 3,2 de cálcio, 0,6g de fósforo e 25mg de caroteno (GIORDANO e PEREIRA, 1989).

A Comunidade Econômica Européia (CEE) estabeleceu subsídios visando à produção de ervilha seca, com o propósito de substituir parte da soja usada na elaboração de rações. Na França, por exemplo, a ervilha já participa da composição de rações destinadas aos mais diversos tipos de animais. O teor médio da matéria seca da ervilha para mistura na ração animal é de aproximadamente 88% (GIORDANO e PEREIRA, 1989). Devido ao baixo teor dos fatores antinutricionais nos

grãos de ervilha, estes poderão ser fornecidos aos animais, sem a necessidade de tratamento térmico (GROSJEAN, 1986).

Na alimentação animal, após a colheita de grãos secos de ervilha os restos culturais podem ser utilizados como feno. No Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliça – CNPH foram obtidos rendimentos de 3000 kg.ha<sup>-1</sup> de feno com 12% de umidade e 6% de proteína. No Brasil, é grande a necessidade de pesquisa visando à utilização da ervilha na alimentação animal. Na Europa existem cultivares de ervilha que atingem produções de 5t de grãos secos por hectare, o que resulta em altas produções de proteína por área a custos mais reduzidos (GIORDANO e PEREIRA, 1989).

A ervilha também tem sido utilizada na produção de concentrados alimentares para a aquicultura (CRUZ SUAREZ et al., 2001), suinocultura (BRAND et al., 2000) e avicultura (WIRYAWAN e DINGLE, 1999). Recentemente, descobriu-se, ainda, que as sementes de ervilha apresentam ação repelente contra algumas das principais pragas de cereais armazenados (FIELDS et al., 2001) e ação anti-fúngica contra *Aspergillus niger* van Tiegh. (ALMEIDA et al., 2000), propriedades estas que poderão vir a ser utilizadas.

A ervilha é uma espécie leguminosa fixadora de nitrogênio e importante fonte de carboidratos, vitaminas e proteínas, com amplas alternativas de uso na alimentação (RAVEN et al., 1996; SANCHEZ e MOSQUERA, 2006). A ervilha tem sido ótima opção de produção para atender às novas demandas do mercado, tanto como alimento humano quanto animal, no entanto estudos para aumentar sua produção são extremamente necessários.

Além da grande contribuição na alimentação humana e animal, um ponto alto da ciência está relacionado à ervilha e foram os estudos de Gregor Mendel, botânico, monge e professor de Ciências Naturais na Escola Superior de Brunn na Áustria. Este pesquisador realizou no mosteiro Agostinho de São Tomás, experiências de cruzamento com ervilhas e formulou os princípios fundamentais da hereditariedade, provando que a transmissão de características se faz segundo leis estatísticas. Entretanto, suas experiências ficaram esquecidas até ao início do século XX. Recuperadas as noções da forma de transmissão hereditária de características dominantes e recessivas, abriu-se a porta ao estudo da genética e Mendel passou a ser considerado o “pai da genética” (SNUSTAD e SIMMONS, 2001).

### 4.3 Classificação botânica e exigências edafoclimáticas da ervilha

O gênero *Pisum* possui grande variabilidade genética, presente nas variedades comerciais e nos materiais dos bancos de germoplasma (BLIXT, 1970). Assim, cultivares têm sido desenvolvidas a partir de material originalmente introduzido na África, China, Europa, Índia e no Sudoeste da Ásia. Este início de distribuição em uma área tão ampla é a razão para a atual diversidade de tipos (GEORGE, 1989).

Alguns autores têm reconhecido duas espécies, *Pisum arvense* L. (ervilha forrageira) e *Pisum sativum* L. (ervilha verde). Também têm-se utilizado uma divisão posterior de *Pisum sativum* L.: *P. sativum* var. *macrocarpon* Ser (ervilha de vagens comestíveis) e *P. sativum* var. *humile* Poir (ervilha de porte baixo com vagens com membrana característica). No entanto, atualmente todos os tipos são considerados dentro da espécie *Pisum sativum*, no qual incluem as ervilhas forrageiras (*Pisum sativum* subsp. *arvense*) com cultivares desenvolvidas especificamente para pastejo e silagem (GEORGE, 1989).

A ervilha é uma das espécies mais bem estudadas com relação às suas características qualitativas e quantitativas (CLAY, 1935; SNOAD e ARTHUR, 1973), existindo vários trabalhos que descrevem suas características florais, técnicas de hibridação e métodos de melhoramento (GRITTON, 1980; GRITTON, 1986 e KHVOSTOVA, 1983).

Na França, Holanda, Inglaterra, Estados Unidos e Rússia, os programas de melhoramento de ervilha são bastante antigos, existindo empresas tradicionais envolvidas na produção de sementes. No Brasil, os programas de melhoramento são mais recentes. Graças aos esforços de pesquisadores do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul (DNPEA) foram desenvolvidas, na década de 70, as cultivares Moreninha, Elegante e Petrolini (OLIVEIRA e SANTOS, 1973).

Além das características de resistência a pragas, doenças e produtividade, os estudos de melhoramento genético visam a adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras. Para bom desenvolvimento, as plantas de ervilha necessitam de temperaturas amenas durante todo o ciclo de vida. Temperaturas diurnas superiores a 30°C, por vários dias seguidos, reduzem o rendimento (REIS, 1989). Apesar desta leguminosa tolerar baixas temperaturas, a ocorrência de geadas, principalmente no florescimento e na formação de vagens, pode prejudicá-la (GIORDANO, 1989b). Em Brasília-DF as plantas de ervilha de ciclo curto e longo, respectivamente, necessitam

entre a semeadura e o ponto de maturidade fisiológica de 1047 a 1061 e entre 1719 a 1790 unidades de graus-dia (REIS et al., 1989). De modo geral, a umidade relativa do ar não afeta diretamente o rendimento, mas a alta umidade favorece o desenvolvimento de doenças, principalmente da ascoquitose que prejudica a qualidade dos grãos (REIS, 1989).

#### **4.4 Produção de sementes de ervilha**

Apesar da produção de grãos de ervilha ter se expandido muito rapidamente nos últimos anos no Brasil, a produção de sementes não tem acompanhado a demanda da cultura. A qualidade das sementes é um fator de suma importância, havendo necessidade de intercâmbio entre a iniciativa privada e os órgãos oficiais para que seja elaborada uma política de produção de sementes, visando o desenvolvimento do setor.

No final da década de 80, Menezes (1989) afirmava que, além das necessidades internas, o Brasil poderá atender aos mercados internacionais. Temperaturas amenas e estação seca bem definida, durante os meses de abril a agosto, colocam a região Central do Brasil na condição de uma das áreas mais favoráveis à produção de sementes de boa qualidade.

Na América do Norte e Europa Ocidental, a produção de sementes comerciais de ervilha é realizada, em grande parte, por empresas privadas, sob contrato com agricultores, e comercializada como marca própria (MCDONALD e COPELAND, 1985).

#### **4.5 Cultivares de ervilha forrageira BRS Forrageira e IAPAR 83**

A cultivar de ervilha BRS Forrageira foi selecionada como linhagem E 91-030, pela Embrapa Hortaliças, em coleção da espécie *Pisum sativum* subsp. *arvense* (L). Poir., coletada em Santa Catarina (GIORDANO, 1989a). Destina-se a cobertura de solo e alimentação animal. A Embrapa Trigo avaliou o desempenho da cultivar, desde 1994, no Rio Grande do Sul (TOMM et al., 1999, 2001). O lançamento oficial da ervilha BRS Forrageira foi realizado em 7/11/2002, durante o Salão de Sementes, Mudas e Novas Tecnologias, em Passo Fundo, RS, pela Embrapa Trigo em conjunto com a Embrapa Hortaliças (TOMM et al., 2002a).

Por pertencer à família das leguminosas, não apresenta as mesmas pragas e doenças que prejudicam as culturas da família das gramíneas. Essa característica é muito desejável para reduzir inóculo e o desenvolvimento de doenças específicas de gramíneas, como trigo e milho, espécies amplamente utilizadas nos sistemas de produção do Sul do Brasil. Em razão de seu rápido crescimento inicial, precocidade e quantidade de biomassa produzida, a cultivar cobre rapidamente o solo, suprimindo o desenvolvimento de plantas daninhas. Constitui alternativa ao uso de ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e de ervilhaca peluda (*V. villosa*), leguminosas anuais mais usadas no Sul do Brasil, como também em relação ao nabo forrageiro e à aveia preta. Dessa forma, a ervilha BRS Forrageira contribui para redução da necessidade de trabalho associado a capinas ou ao uso de herbicidas (TOMM et al., 2002b).

É leguminosa indicada para adubação verde e para cobertura de solo no inverno, preferencialmente precedendo gramíneas, como milho. Como é comum entre leguminosas para cobertura de solo, reduz a dependência das culturas subsequentes quanto a fertilizantes químicos, pelos benefícios resultantes da fixação biológica de nitrogênio, a redução na lixiviação de nutrientes e da proteção de solo contra erosão hídrica (HEICHEL, 1987). A ervilha forrageira, mostrou-se promissora cultura sucessora após milho, como adubo verde para trigo (VOSS et al, 2004). O menor uso de fertilizantes nitrogenados reduz custo de produção e impactos no ambiente associados à elevada energia requerida na produção de fertilizantes sintéticos e à contaminação de águas por uso de nitrogênio.

A precocidade e a uniformidade de maturação da cultivar permitem dispensar o uso de herbicidas dessecantes precedendo a semeadura de milho, ao ser semeada em abril ou maio. Essas características favorecem a composição de sistemas de produção de grãos orgânicos ou que diminuem o impacto da agricultura sobre o ambiente e reduzem o custo de produção de alimentos. A ervilha BRS Forrageira apresentou produção de biomassa semelhante ou superior à de outros genótipos de ervilha para cultivo no Planalto Médio, no Alto Uruguai e nas Missões do Rio Grande do Sul, em avaliações realizadas desde 1994. Em Passo Fundo, a ervilha BRS Forrageira produziu  $2.627 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de massa seca da parte aérea, no estágio de 50% da floração, com 20% de proteína. Em Rosário do Sul, o acúmulo de biomassa na floração, mesmo sob deficiente controle da vegetação natural e baixa fertilidade do solo, atingiu  $2.713 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (TOMM et al., 2002b).

A facilidade e a estabilidade na produção de semente da cultivar BRS Forrageira são superiores às de outras leguminosas anuais de inverno, como a ervilhaca comum e a ervilhaca peluda. A produção de semente de 1.702 kg.ha<sup>-1</sup>, na média de 5 anos, sem uso de defensivos, superou à da cultivar Poneka (TOMM et al., 1999, 2001).

Visando a utilização de sementes livres de doenças, principalmente a ascoquitose, é recomendável utilizar sementes como as produzidas no Brasil Central. A massa de mil sementes (PMS) de lotes produzidos no Brasil Central é de, aproximadamente, 160 g. Com o referido PMS e poder germinativo de 91%, são necessários 70 kg de semente.ha<sup>-1</sup> para a obtenção de 40 plantas.m<sup>-2</sup>. O uso de semente sadia é fundamental para o sucesso da cultura. As doenças fúngicas do complexo *Ascochyta* spp. constituem a principal causa de destruição de lavouras, embora a ervilha BRS Forrageira, por pertencer à subespécie *arvense*, tenha se mostrado menos sensível que outras cultivares de *Pisum sativum* (TOMM et al., 2002b).

A aptidão dos grãos para a formulação de ração animal, principalmente suínos, pode ser também mais uma alternativa de utilização da BRS Forrageira (TOMM et al., 2002a).

A cultivar IAPAR 83 foi obtida de uma pequena amostra de sementes coletada em área agrícola particular, no município de Vitorino-PR. A seleção de plantas individuais foi efetuada em área de ervilha forrageira na Estação Experimental de Pato Branco-PR, nos anos de 1985 e 1986. Foram selecionadas plantas com características homogêneas quanto ao florescimento, maturação dos grãos (ciclo total) e bom aspecto sanitário. As sementes provenientes da seleção massal dos 2 anos anteriores foram semeadas em áreas da Estação Experimental de Pato Branco-PR. As plantas com características diferenciadas (mais precoces) foram eliminadas pelo rouging e todo o campo foi colhido. Assim, as sementes de plantas uniformes (frutos de 3 seleções massais) deram origem ao material ora cultivado. Pode ser descrita como uma planta anual, com caules delicados, flexuosos, estriados, simples ou quase simples; folhas paripinadas, com gavinha ramos (1-5 pares) geralmente terminal; 1-2-3 pares de folíolos ovalados, mucronados, de margem inteira ou sinuado-dentados na parte superior; flores vermelho-violáceas, podendo, conforme as condições edafoclimáticas, sofrer alterações, solitárias ou geminadas, sobre pedúnculos axilares aristados, curtos ou pouco mais compridos que as estípulas; corola rosa-violácea com alas violáceo-purpúreas, fruto vagens oblongas (4-6 cm), que podem, de acordo com sua forma,

apresentar terminação obtusa, curvada ou fortemente em forma de pico: eretas, largas, arqueadas, compridas; com 3 a 10 sementes, normalmente de 4 a 6; sementes lisas, esféricas, ovaladas ou rugosas (cilíndricas, comuns), verdes (normal, pálido, amarelo), creme, marrons ou com manchas de cor castanha-púrpura. A altura média da IAPAR 83 varia de 60-80 cm do solo, até a parte mais alta da planta; tem hábito de crescimento indeterminado e trepador (caules de 0,30 a 2 m de comprimento) e o ciclo é de 80 a 110 dias para o manejo (pleno florescimento) e 150-160 dias para completar o ciclo total. Em anos extremamente secos, o ciclo pode ser até 60 dias mais curto. Produz de 1000 a 2500 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes com massa de 1000 sementes variando de 95-125 gramas (CALEGARI e POLA, 2009).

#### **4.6 Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha**

A qualidade fisiológica das sementes é determinada pela germinação e o vigor, que é o conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes em diferentes condições, estando relacionado com a velocidade de germinação, emergência em campo, longevidade no armazenamento, entre outros (HAMPTON, 2002; MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009). A semeadura de sementes de alta qualidade fisiológica facilitam o manejo da cultura e proporcionam menores riscos ao ambiente e ao capital investido (HOFS et al., 2004). A emergência rápida e uniforme e o consequente estabelecimento de estande constituído por plântulas vigorosas da(s) cultivar(es) escolhida(s) pelo produtor representam condição essencial para assegurar a formação de plantas bem desenvolvidas e uniformes, inclusive quanto a maturação, contribuindo para elevar o rendimento final da cultura e a qualidade do produto (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

Atualmente, ao invés de aspectos específicos de qualidade, vários conceitos ressaltam a importância da ação de um conjunto de características para determinar o nível de desempenho de um lote de sementes (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009). Não obstante, rotineiramente para a avaliação da qualidade é utilizado o teste de germinação, o qual visa fornecer condições ideais à semente, retratando o potencial máximo de germinação de um lote.

De modo complementar às informações fornecidas pelo teste de germinação, também são utilizados os testes de vigor. Esses testes visam identificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, principalmente dos que apresentam

resultados semelhantes no teste de germinação (VIEIRA e CARVALHO, 1994; SPINA e CARVALHO, 1986). Esse tipo de informação pode ajudar a tomada de decisões internas das empresas produtoras de sementes quanto ao destino de determinado lote, quanto à região de comercialização ou à conveniência de armazenar ou vendê-lo num curto espaço de tempo e, deste modo, esses testes são componentes essenciais do programa de controle de qualidade (MARCOS FILHO, 1999).

Sem o emprego de sementes de alta qualidade, todos os demais cuidados e tecnologias utilizadas durante o ciclo de qualquer cultura, terão menor efeito na produção ou não surtirão o efeito desejado e isso poderá acarretar o insucesso econômico (NAKAGAWA, 2007). Mesmo as culturas destinadas para adubação verde ou para cobertura, embora não sejam as principais para o retorno econômico do agricultor, são importantes para o sucesso do sistema do cultivo da(s) cultura(s) comerciais seguintes (NAKAGAWA, 2007). No caso da ervilha forrageira não foram encontrados trabalhos sobre a qualidade fisiológica das sementes, principalmente sobre cultivares nacionais, adaptadas às condições edafoclimáticas do Brasil.

#### **4.6.1 Temperatura e substrato para o teste de germinação**

Métodos de análise em laboratório têm sido estudados e desenvolvidos de maneira a permitir germinação mais regular, rápida e completa da maioria das amostras de sementes de determinada espécie sob condições controladas, de alguns ou de todos os fatores externos. Estas condições, consideradas ótimas, são padronizadas para que os resultados dos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados pelas RAS (BRASIL, 2009).

As sementes, em geral, apresentam desempenho variável, quanto a germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação; assim, o conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental (MONDO et al., 2008).

No processo de germinação ocorre uma série de atividades metabólicas, baseadas em reações químicas e que cada uma delas apresenta determinadas exigências quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos complexos, cuja eficiência é diretamente relacionada à temperatura e à disponibilidade de oxigênio; esta última característica dependente do

substrato e do umedecimento (MARCOS FILHO, 2005). A temperatura afeta a capacidade de germinação e a taxa em que esta ocorre.

As sementes têm capacidade de germinar sob faixa de temperatura característica da espécie, mas o tempo necessário para ser alcançada a máxima porcentagem de germinação varia com a temperatura (BEWLEY e BLACK, 1994). Existe consenso entre os pesquisadores que a temperatura para a germinação não apresenta um valor específico, mas pode ser expressa em termos das temperaturas cardiais, isto é, mínima, máxima e ótima. Existem, ainda, espécies cujo processo germinativo é favorecido por temperaturas constantes (VARELA et al., 1999; SOUSA et al., 2000), por alternância de temperaturas (GOMES e BRUNO, 1992; SANTOS e AGUIAR, 2000) e por intervalos amplos de temperatura (NASSIF e PEREZ, 2000; SILVA et al., 2002).

A temperatura ótima e uniforme de germinação está relacionada às temperaturas da região de origem da espécie na época favorável para a germinação (ANDRADE et al., 2000). Normalmente, sementes de espécies de clima tropical germinam bem em temperaturas mais altas, ao contrário daquelas de clima temperado, que requerem temperaturas mais baixas. De maneira geral, temperaturas abaixo da ótima reduzem a velocidade de germinação, resultando em alteração da uniformidade de emergência, talvez em razão do aumento do tempo de exposição ao ataque de patógenos. Por outro lado, temperaturas acima da ótima, dentro dos limites, aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (IPEF, 1998).

Geralmente, a ervilha forrageira é cultivada em regiões temperadas, ou em regiões próximas do Equador, mas essas últimas em locais de altitude elevada, pois predominam temperaturas amenas. As sementes germinam com temperatura superior a 4°C, mas a de 18°C é considerada ideal, por favorecer a emergência das plântulas. As plantas necessitam, para bom desenvolvimento, de temperaturas amenas durante todo o ciclo de vida. Temperaturas diurnas superiores a 30°C, por vários dias seguidos, reduzem o rendimento (REIS, 1989).

A temperatura ótima para a germinação pode variar também em função da qualidade fisiológica do lote de sementes. Para uma mesma espécie, as sementes recém-colhidas necessitam de temperatura ótima diferente da verificada para as mais velhas. (POPINIGIS, 1977).

Assim, em geral a temperatura é chamada de ótima quando ocorre o máximo de germinação, no menor tempo. Acima e abaixo dos limites máximo e mínimo, respectivamente, pode ocorrer a morte das sementes (POPINIGIS, 1985; MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989; CARVALHO e NAKAGAWA 2000; MARCOS FILHO, 2005). Portanto, a temperatura tem grande influência no processo germinativo, não só com relação à velocidade do mesmo, mas também na porcentagem de germinação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA 2000).

O substrato é outro fator que influencia diretamente na germinação, pois em função de sua capacidade de retenção de água, estrutura e aeração, afeta o fornecimento de água e de oxigênio para as sementes e oferece suporte físico para o desenvolvimento da plântula (POPINIGIS, 1977; FIGLIOLIA et al., 1993).

Antes de 2009 eram indicados para o teste de germinação quatro tipos de substratos: papel, pano, areia e solo (POPINIGIS, 1977; BRASIL, 1992). A partir da publicação de nova edição das Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), os substratos recomendados são papel e areia. O solo pode ser usado para avaliação de problema de fitotoxidez. A escolha do substrato é efetuada em função da facilidade e eficiência do uso do mesmo e da espécie a ser analisada, considerando algumas de suas características, tais como o tamanho das sementes, a necessidade de água e luz, a facilidade da contagem e a avaliação das plântulas (POPINIGIS, 1977).

Os papéis a serem utilizados podem ser os de filtro, mata-borrão ou toalha. Devem ser compostos de 100% de fibra de celulose de madeira, quimicamente clareada, algodão ou outro tipo de celulose vegetal, isentos de fungos, bactérias e de substâncias tóxicas que possam interferir no desenvolvimento ou na avaliação das plântulas. Devem ter textura porosa, sem permitir a penetração das raízes, mas com resistência suficiente para serem manuseados durante o teste e apresentar capacidade de retenção de água suficiente para todo o período do teste. O pH deve estar entre 6,0 e 7,5 (BRASIL, 2009).

A areia, para ser utilizada como substrato, deve apresentar uniformidade de tamanho das suas partículas; a recomendação da RAS é que a areia seja passada em peneiras de crivos circulares e seja utilizada a fração que atravesse os crivos de 0,8 mm e fique retida nos crivos de 0,05 mm. Não deve conter sementes estranhas, microrganismos e substâncias tóxicas que possam interferir na germinação das sementes, no desenvolvimento e na avaliação das plântulas. A quantidade de água retida deve ser suficiente para o fornecimento contínuo para as sementes e plântulas e, ao

mesmo tempo, permitir o adequado suprimento de oxigênio e crescimento da raiz. O pH deve estar entre 6,0 e 7,5. A utilização da areia exige lavagem e esterilização e, deve ser feita, em autoclave a uma atmosfera e 120°C durante 60 minutos, ou em estufa a 200°C durante duas horas (BRASIL, 2009).

A RAS orienta o uso da areia em substituição ao papel, mesmo que não esteja recomendada nas regras, quando a avaliação de uma amostra de sementes mostre-se impraticável devido à contaminação do substrato papel (BRASIL, 2009). A escolha do substrato fica a critério do laboratório de análise, em função da disponibilidade dos materiais e da familiaridade do analista com o método de análise (NOVEMBRE, 1994).

Para *Pisum sativum* L., existe metodologia padronizada para o teste de germinação nas RAS, sendo recomendados os substratos Rolo de Papel ou Entre Areia, a temperatura de 20°C, com leituras aos cinco e oito dias, correspondendo respectivamente a primeira contagem e a contagem final da germinação (BRASIL, 2009). Já para *Pisum sativum* subsp. *arvense*, não existe metodologia específica para o teste de germinação. O que existem são padrões de produção e comercialização de ervilha forrageira para o estado do Rio Grande do Sul (2000), cuja germinação mínima é de 70%.

#### **4.6.2 Medidas de germinação e avaliação do vigor de sementes baseado na velocidade de germinação**

A ervilha (*Pisum sativum* L.), assim como a ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*) é uma exceção de dicotiledônea com germinação do tipo hipógea, normalmente este tipo de germinação ocorre em espécies monocotiledôneas. Na germinação do tipo hipogea ocorre o crescimento mais rápido do epicótilo se comparado ao hipocótilo. A plúmula fica dobrada e colada ao epicótilo e este cresce e fica bem desenvolvido perfurando a camada de solo, arrastando as folhas primárias. Além disso, as sementes de ervilha forrageira têm seus cotilédones dentro do tegumento e no processo de germinação ficam abaixo da superfície do solo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

Os testes de germinação apresentam alto grau de confiabilidade para analistas e para produtores de sementes, quanto à possibilidade de reprodução dos resultados (dentro dos limites de tolerância apresentados nas Regras para Análise de

Sementes) e como parâmetro para a fiscalização do comércio. A velocidade e a distribuição da germinação ao longo do tempo são parâmetros relacionados ao vigor das sementes que podem ser avaliados de modo conjunto com o teste de germinação, não demandando tempo ou material adicional (NAKAGAWA, 1999).

Contabilizando diariamente as plântulas normais de um teste de germinação pode-se calcular algumas medidas de germinação como frequência relativa e sincronia da germinação (SANTANA e RANAL, 2004). Outras medidas de germinação como os tempos inicial, final e médio podem se inserir dentro de testes de vigor já que com essas medidas consegue-se inferir o vigor dos lotes .

A frequência relativa de germinação consiste numa ferramenta de estudo da distribuição da germinação ao longo do tempo. Por meio das frequências, é possível observar se ao longo do tempo as sementes germinam até atingirem um valor máximo e depois declinam, ou se a germinação atinge o máximo, declina e volta a crescer (SANTANA e RANAL, 2004). Como a germinação das sementes, em geral, não é perfeitamente sincronizada, ainda é possível quantificar a variação da germinação ao longo do tempo por meio de outro parâmetro de avaliação do processo germinativo denominado de sincronia da germinação (SANTANA e RANAL, 2004). A rapidez e o sincronismo são muito importantes porque permitem reduzir o grau de exposição das sementes e das plântulas a fatores adversos (MARCOS FILHO, 2005).

A velocidade de germinação é um dos conceitos mais antigos de vigor de sementes (AOSA, 1983). Lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes, frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação, indicando que existem diferenças de vigor entre eles. Este método baseia-se no princípio de que lotes de sementes com maior velocidade de germinação são mais vigorosos, ou seja, há uma relação direta entre a velocidade de germinação e o vigor. O teste de velocidade de germinação tem por objetivo determinar o vigor relativo do lote, avaliando a velocidade de germinação de sementes em condições controladas de laboratório estabelecidas para o teste de germinação (NAKAGAWA, 1999).

O índice de velocidade de germinação (IVG) descrito por Maguire (1962) tem sido o teste mais empregado para avaliar a velocidade de germinação. As avaliações das plântulas são realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgem as primeiras normais. Estas plântulas normais são computadas e retiradas do substrato. Para evitar alteração da definição das plântulas normais, é interessante que se pré-estabeleça um comprimento para estas

(NAKAGAWA, 1999). O procedimento descrito de avaliação prossegue até o dia da última contagem estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Ao fim do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, calcula-se o índice de velocidade de germinação e quanto maior o valor obtido subentende-se maior velocidade de germinação e maior vigor (NAKAGAWA, 1994). Esse teste nem sempre consegue medir diferenças existentes entre lotes ou amostras, podendo, assim, indicar valores semelhantes para lotes com comportamentos distintos (BROWN e MAYER, 1986).

Assim, alguns dos testes baseados na velocidade de germinação podem ser estabelecidos conjuntamente com o teste de germinação, obedecendo às prescrições e recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para a espécie em estudo.

A primeira contagem da germinação que é utilizada e necessária para a diminuição do número de plântulas infeccionadas que podem comprometer a sanidade do teste e para reduzir a possibilidade de entrelaçamento entre plântulas também pode ser considerada um teste de vigor, pois sabe-se que no processo de deterioração a velocidade da germinação é um dos primeiros parâmetros a ser afetado (MARCOS FILHO et al., 1987; CARVALHO, 1994).

Assim, o teste da primeira contagem tem a vantagem de ser realizado junto com o teste de germinação; sendo um teste fácil, rápido e que não exige equipamentos adicionais, porém, não é muito sensível às pequenas diferenças de vigor sendo as amostras que germinem mais rapidamente, isto é, que apresentam maior porcentagem de plântulas normais nessa contagem, consideradas mais vigorosas (MARCOS FILHO et al., 1987). Tendo em vista o conceito de velocidade de germinação nesta primeira contagem, é interessante que se defina o tamanho da plântula normal a ser retirada. Tekrony et al. (1987), trabalhando com soja, consideram as plântulas normais maiores que 3,75cm, em leitura realizada ao 3º dia da semeadura.

O número de dias para a primeira contagem é aproximado e um desvio de um a três dias é permitido, desde que seja suficiente para a avaliação correta das plântulas (BRASIL, 2009). Para *Pisum sativum* L. a primeira contagem deve ser realizada aos cinco dias após a semeadura (BRASIL, 2009).

O tempo inicial, final e médio da germinação pode ser utilizado para diferenciar lotes de sementes. O valor médio da germinação é calculado como a média ponderada dos tempos de germinação, utilizando-se como pesos de ponderação o

número de sementes germinadas nos intervalos de tempo estabelecidos para a coleta de dados no experimento (SANTANA E RANAL, 2004). A utilização da média ponderada como critério é indispensável, pois a média aritmética simples não leva em consideração que um número variável de sementes germinou em cada tempo. Esse número variável influencia o resultado da média e, portanto, deve ser usado como uma ponderação no cálculo. Assim, utilizando o número de sementes germinadas como peso de ponderação, tem-se a medida de tempo médio de germinação.

#### **4.6.3 Avaliação do vigor de sementes baseado na emergência de plântulas em campo**

O teste de emergência de plântulas em campo, também denominado por alguns autores como de “população inicial” ou “estande inicial”, visa determinar o vigor relativo do lote de sementes, avaliando a porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo (NAKAGAWA, 1994).

Os lotes que apresentam um maior percentual de sementes em condições de germinar e originar plântulas com capacidade de emergir do solo, em condições não controladas de campo são os mais vigorosos. Sementes pouco vigorosas não teriam sucesso em germinar e produzir plântulas normais em solo e ambiente climático, às vezes, não totalmente favoráveis à espécie para o processo de germinação (NAKAGAWA, 1994).

Este teste, se conduzido na época normal de semeadura da cultura, fornecerá a capacidade do lote em estabelecer-se, dando subsídios necessários ao cálculo da quantidade de sementes a ser utilizada para a obtenção de uma população ou estande de plantas recomendado. Se conduzido em outra época, defasada da normal de semeadura, poderá dar resultados não exatamente iguais aos daquela época, mas fornecerá subsídios úteis para a comparação entre lotes (NAKAGAWA, 1994).

Para a instalação do teste são empregadas 400 sementes de cada lote, em quatro repetições de 100 sementes. Cada repetição é semeada em sulco, à profundidade uniforme e recomendada para a cultura, em terreno bem preparado. Para espécies de grandes culturas, cujas sementes são maiores, deve-se utilizar sulcos de 5,0m de comprimento, para garantir a uniformidade de distribuição e um espaçamento adequado entre sementes e evitar, com este procedimento, que a emergência de uma

plântula interfira em outra vizinha. Às vezes, empregam-se quatro repetições de 50 sementes, em caso de pesquisa (NAKAGAWA, 1994).

Após a semeadura e cobertura do sulco, faz-se a irrigação do sulco uniformemente, se o solo estiver seco, para garantir a umidade. Esta operação é repetida sempre que julgada necessária ou conveniente. Deve-se fazer controle de insetos para evitar que os mesmos cortem as plântulas no período do teste e interfiram nos resultados (NAKAGAWA, 1994).

A contagem das plântulas emersas é feita uma única vez aos 21 ou 28 dias após a data de semeadura. Em espécies de germinação rápida, pode-se fazer esta contagem aos 14 dias. Os resultados do teste são expressos em porcentagem e devem representar a média aritmética das repetições empregadas para cada lote em estudo (NAKAGAWA, 1994).

Como as condições do ambiente (campo) são variáveis de um local para outro e no próprio local, a comparação entre resultados de localidades distintas é dificultada, com o decorrer do ano, ocorrendo muitas vezes diferenças na seqüência dos lotes quanto à sua qualidade (PERRY, 1981).

De modo associado ao teste de emergência de plântulas em campo, pode ser calculado o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) que possibilita a determinação do vigor relativo do lote de sementes, avaliando a velocidade de emergência de plântulas em condições de campo. Baseia-se no princípio de que é tanto mais vigoroso um lote de sementes, quanto mais rápida for a emergência das plântulas no campo (NAKAGAWA, 1994).

Este teste possibilita a comparação do vigor dos lotes semeados na mesma época. Caso o teste seja feito em época distinta da recomendada para a cultura, haverá influência marcante da temperatura do meio sobre a velocidade de emergência o que, todavia, não afetarà a determinação do vigor relativo dos lotes. O que não é sempre possível é a comparação entre os resultados obtidos em testes instalados em épocas distintas (NAKAGAWA, 1994). Após a semeadura fazem-se observações diárias e, a partir do dia em que a primeira plântula emergir do solo, conta-se diariamente (ou às vezes, a cada dois dias, nas espécies de emergência demorada) o número de plântulas que atingiram um estágio de desenvolvimento pré-estabelecido, de cada linha (repetição), até que esse número seja constante (NAKAGAWA, 1994).

Calcula-se, a seguir, o número de plântulas emersas a cada dia e por meio de fórmulas, obtém-se a velocidade de emergência de plântulas, à semelhança

do relatado para a velocidade de germinação. Á seguir, calcula-se a média aritmética dos resultados das quatro repetições para se obter o valor do IVE para o lote. O lote cuja média for menor, será o que levou menos dias para as plântulas emergirem do solo, sendo, portanto, o que apresentou a maior velocidade de emergência (NAKAGAWA, 1994).

#### **4.6.4 Avaliação do vigor de sementes baseado na condutividade elétrica**

As membranas celulares das sementes são as últimas a se organizarem durante o processo de maturação, no entanto, são as primeiras a apresentarem sinais de deterioração após as sementes alcançarem o estágio de maturidade fisiológica (HEYDECKER, 1974).

Quando sementes secas entram em contato com a água durante o processo de embebição, ocorre uma rápida e intensa lixiviação de eletrólitos proporcional ao estado de desorganização das membranas, seguida de uma redução na perda de solutos, à medida que os tecidos são reidratados, até atingir um estado de equilíbrio (SIMON e RAJA-HARUN, 1972) que pode ser alcançado desde alguns minutos até 24 horas. Sendo assim, sementes mais deterioradas ou danificadas liberam maiores quantidades de solutos durante a embebição refletindo o grau de desorganização de suas membranas e, conseqüentemente, sua qualidade fisiológica e vigor.

Durante a embebição, as membranas celulares se reestruturam e recuperam sua função de permeabilidade seletiva. Para Abdul-Baki (1980), a velocidade de reorganização do sistema de membrana das sementes reflete o seu vigor, pois, quanto menor for o período de reestruturação, menor será a perda de lixiviados para o meio externo. A capacidade de reorganização das membranas pela semente no início do processo de embebição influencia de forma direta a quantidade e a natureza dos solutos liberados para o meio externo (SIMON e RAJA-HARUN, 1972; BEWLEY e BLACK, 1994; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999), entre eles açúcares, aminoácidos e íons inorgânicos, entre outros. A integridade das membranas celulares, determinada pelo grau de alterações bioquímicas deteriorativas e/ou danos físicos, pode ser considerada como causa fundamental de diferenças no vigor de sementes (POWELL, 1986).

Dentre os testes que utilizam a lixiviação de eletrólitos para a avaliação do vigor de sementes, o mais conhecido e utilizado é o teste da condutividade

elétrica. Este teste é recomendado pela Internacional Seed Testing Association (ISTA) para sementes de ervilha e na metodologia são prescritas quatro amostras de 50 sementes, 250mL de água deionizada, a 20°C e leitura após 24 horas de embebição (ISTA, 2006).

Vieira e Krzyzanowski (1999) recomendam quatro amostras 50 sementes, 75mL de água deionizada, 25°C e leitura após 24 horas de embebição, de modo independente da espécie a ser avaliada. Os últimos autores atribuem a recomendação da temperatura de 25°C para o acondicionamento à maior similaridade às condições climáticas brasileiras, do que 20°C, recomendada pela ISTA (2006).

Porém, embora haja recomendações para a quantidade de sementes a ser usada, quantidade de água, temperatura e período de condicionamento, não se deve adotá-las sempre, visto que essas recomendações gerais nem sempre estabelecem diferenças quanto ao vigor entre os lotes de sementes estudados, principalmente se forem consideradas as diferenças de espessura e composição química do tegumento da ervilha forrageira quando comparadas a ervilha comum.

Segundo Marbach e Mayer (1975), sementes maduras de ervilha selvagem (*Pisum sativum* subsp. *arvense*) possuem tegumentos marrons e impermeáveis à entrada de água, enquanto os tegumentos de sementes maduras de ervilha cultivada (*Pisum sativum*) são amarelo-verdes e permeáveis à água. Estes autores constataram que, em sementes de *Pisum sativum* subsp. *arvense* a atividade da *Diphenol oxidase* aumentou continuamente durante formação das sementes, e que, o aumento da atividade desta enzima, começou quando os legumes e sementes iniciaram o processo de dessecação. Quando a quantidade de água diminuiu e o estresse hídrico tornou-se mais acentuado, foi observado o escurecimento destas sementes, como resultado de formação de quinonas e da interação entre quinonas e proteínas. Estas reações causam além do escurecimento do tegumento, a impermeabilidade a água.

Durante a dessecação de sementes de ervilha, os flavonóides acumulados nos tegumentos das sementes, são oxidados na presença de peroxidases, levando os tegumentos ao escurecimento e a impermeabilidade a água. A formação de quinonas e polímeros insolúveis explicariam o reforço para evitar a entrada de água, ou seja, formação de tegumentos semipermeáveis (WERKER et al., 1979; EGGLEY et al., 1983). Além disto, a retirada de oxigênio pela ação da peroxidase, através da oxidação de flavonóides poderia proteger sementes da deterioração e então prolongar o período pelo qual elas podem ser armazenadas (BAILLY, 2004).

Com o avanço da pesquisa, porém, existem várias recomendações, para uma ampla gama de espécies. Deve-se então observar a espécie a ser avaliada para verificar aí sim qual a quantidade de sementes, quantidade de água, temperatura e período de condicionamento a ser adotado.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal – Setor de Agricultura – da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA/UNESP, Campus de Botucatu, SP.

### **5.1 Cultivares e lotes**

No trabalho foram utilizadas sementes de ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*) cuja descrição, quanto às cultivares, lotes, origem, safra e outras características, encontra-se apresentada na Tabela 1.

### **5.2 Preparo das amostras e determinações do grau de umidade e da massa de mil sementes**

De acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), as amostras foram inicialmente homogeneizadas, utilizando o divisor de solo, passando-as duas vezes pelo aparelho, sendo divididos a seguir até a obtenção de quatro subamostras, as quais corresponderam às repetições estatísticas dos experimentos executados.

**Tabela 1.** Cultivares com os respectivos lotes utilizados no estudo da determinação de metodologias de testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009.

Lotes	Cultivares	Origem	Safr	Categoria	Classificação*	Observações
1	BRS Forrageira	Brasília – DF	2003/2003	Genética	nc	a;b
2	BRS Forrageira	Brasília – DF	2003/2003	Genética	nc	a;b
3	IAPAR 83	Palotina – PR	2006/2006	Básica	nc	c;d
4	IAPAR 83	Ponta Grossa - PR	2007/2007	Básica	Bica 2	c;d
5	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Genética	Bica 1	c;e
6	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Genética	Bica 2	c;e
7	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 1**	c;e
8	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 1	c;e
9	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 2	c;e
10	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 2	c;e
11	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 1**	c;e
12	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 3	c;e
13	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 1	c;e
14	IAPAR 83	Irati – PR	2008/2008	Básica	Bica 2	c;e

\* nc = não classificada; bica 1, 2 e 3 = sementes pesadas, intermediárias e leves, respectivamente, classificadas na mesa gravitacional.

\*\* Sementes miúdas resultantes do aproveitamento da operação de peneiração, na máquina de ar e peneira.

a - Fornecidas pela Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

b - Sementes estavam armazenadas em câmara fria regulada a temperatura de  $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 45%, na estação experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

c - Fornecidas pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Londrina-PR.

d - Sementes estavam armazenadas em armazém convencional do IAPAR, em Londrina-PR.

e - Sementes recém-colhidas e beneficiadas em Ponta Grossa – PR.

A massa de mil sementes e o grau de umidade das sementes foram determinados conforme prescrição das RAS (BRASIL, 2009); após esses procedimentos as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, em ambiente climatizado à  $5^{\circ}\text{C}$ , até o momento de realização dos experimentos.

### 5.3 Metodologia para o teste de germinação

Para a condução do teste de germinação foram avaliados quatro lotes, cinco temperaturas e dois substratos. Os lotes estudados foram: 1- BRS Forrageira; 2- BRS Forrageira; 3- IAPAR 83; 4- IAPAR 83 (Tabela 1). As temperaturas foram:  $15^{\circ}\text{C}$ ;  $20^{\circ}\text{C}$ ;  $25^{\circ}\text{C}$ ;  $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$  e  $15\text{-}25^{\circ}\text{C}$ , obtidas em câmaras do tipo “Biochemical oxygen demand” – BOD. Os substratos foram papel e areia e os procedimentos adotados para o teste nestes substratos estão descritos a seguir: **Rolo de papel (RP)** - foram semeadas 50 sementes sobre duas folhas de papel toalha umedecidas com um

volume de água (mL) equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco (g) (BRASIL, 2009) cobertas com uma folha do mesmo papel e embrulhadas em forma de rolo, após terem recebido uma dobra de dois centímetros na parte inferior. Os rolos ficaram suspensos na posição vertical, sustentado pela grade da BOD. **Entre Areia (EA)** – A areia utilizada foi previamente passada por peneira de malha de 0,8mm e esterilizada em estufa de circulação forçada de ar a 200°C por 2 horas (BRASIL, 2009). O substrato foi umedecido com água destilada na quantidade de 60% da capacidade de retenção da areia, seguindo procedimento de cálculo descrito em Brasil (2009). Assim, 50 sementes foram semeadas em bandejas plásticas de 30,2 x 20,8 x 6,3 cm sobre uma camada uniforme de 3 cm de areia umedecida e cobertas com uma camada uniforme de 2 cm da mesma areia.

Nas câmaras de germinação (BOD), após a instalação do teste, os rolos de papel toalha e as caixas plásticas com substrato permaneceram acondicionadas dentro de sacos plásticos de 0,033 mm de espessura fechados, para evitar a desidratação (COIMBRA et al., 2007).

O efeito dos lotes, substratos e temperaturas sobre o desempenho germinativo das sementes foi avaliado pelo teste de germinação sendo as avaliações realizadas diariamente sempre no mesmo horário, a partir do início da emergência dos epicótilos das plântulas em areia e quando os mesmos atingiam o comprimento de 1 cm em rolo de papel até a estabilização do número de plântulas emersas ou germinadas, sendo classificadas como plântulas normais. Ao final do teste, as plântulas e as sementes não germinadas foram removidas da areia e do rolo de papel e foram analisadas e contabilizadas para o cálculo da porcentagem de germinação (total de plântulas normais), de plântulas anormais, de sementes dormentes e mortas.

Obeve-se também o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) por meio da fórmula descrita por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}; \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

$G_1, G_2, G_n$  = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagens, respectivamente;

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagens, respectivamente

Foram avaliados também os tempos inicial ( $t_i$ ), final ( $t_f$ ) e

médio ( $t_m$ ), a sincronia ( $Z$ ) e a frequência relativa da germinação ( $fr$ ). Para isso, utilizaram-se as fórmulas descritas em Santana e Ranal (2004):

$$t_m = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}; \text{ onde:}$$

$t_m$  = tempo médio;

$t_i$  = tempo entre o início do experimento e a  $i$ -ésima observação (dia ou hora);

$n_i$  = número de sementes que germinam no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas o número referido para a  $i$ -ésima observação);

$k$  = último tempo de germinação das sementes.

$$Z = - \sum_{i=1}^k n_i fr \log_2 fr; \text{ em que:}$$

$Z$  = sincronia

$fr$  = frequência relativa da germinação;

$\log_2$  = logaritmo de base 2;

$k$  = último dia de observação

$$fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}; \text{ sendo:}$$

$fr$  = frequência relativa da germinação;

$n_i$  = número de sementes germinadas no dia  $i$ ;

$k$  = último dia de observação.

Além disso, será estabelecida a data da primeira contagem da germinação com base em 50% + 1 do total de plântulas germinadas do lote de maior vigor e a data da contagem final da germinação no dia a partir do qual ocorre a estabilização da germinação e/ou emergência das plântulas também do lote de maior vigor.

No procedimento estatístico, as temperaturas de 15°C; 20°C; 25°C; 20-30°C e 15-25°C, foram estudadas em experimentos independentes, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Em todos os experimentos, avaliaram-se quatro lotes e dois substratos distribuídos no esquema fatorial (4 x 2). Após obtenção dos dados, os quais não foram realizadas transformações, efetuaram-se as análises de variância de cada experimento, cujo resumo está representado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Esquema da análise de variância das variáveis obtidas nas avaliações do teste de germinação. Botucatu-SP, 2009.

Causas de variação	Graus de liberdade
Blocos	3
Lotes (L)	3
Substratos (S)	1
Interação L x S	3
Resíduo	21
Total	31

Concluídas as análises individuais, programaram-se as análises conjuntas visando avaliar o efeito da temperatura na germinação de sementes de ervilha forrageira, cujo esquema está apresentado na Tabela 3. Para comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey a 5 e 1% de probabilidade.

A análise conjunta dos experimentos foi realizada devido a importância da temperatura sobre o processo de germinação de sementes, tanto sob o aspecto da germinação total, como da velocidade de germinação, visando assim identificar a melhor temperatura para a germinação de sementes de ervilha forrageira.

**Tabela 3.** Esquema da análise conjunta, visando avaliar o efeito da temperatura na germinação de sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009.

Causas de variação	Graus de liberdade
Substrato (S)	1
Lotes (L)	3
Interação S x L	3
Temperatura (T)	4
Interação S x T	4
Interação L x T	12
Interação S x L x T	12
Bloco (Temperatura)	15
Erro	105
Total	159

## 5.4 Metodologia para o teste de condutividade elétrica

Neste estudo foram avaliados 10 lotes da cultivar IAPAR 83 descritos e identificados pelos números 5, 6, 7, 8, 9 10, 11, 12, 13 e 14 na Tabela 1.

Para fins de comparação e diferenciação da qualidade fisiológica dos lotes de ervilha forrageira antes do teste de condutividade elétrica, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, primeira contagem, emergência de plântulas em campo, índice de velocidade de emergência, tempo inicial, final, médio e sincronia da emergência de plântulas.

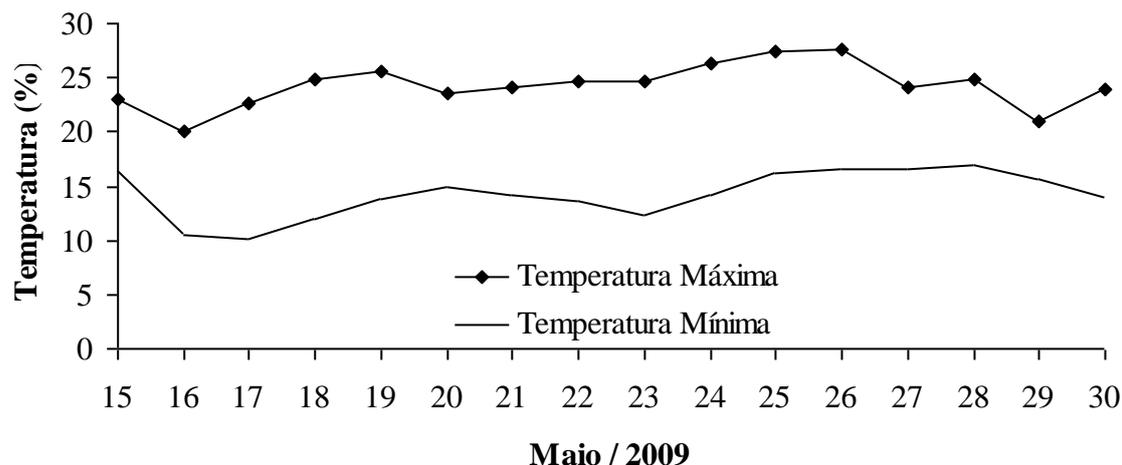
### 5.4.1 Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes

**Teste de germinação** - conduzido conforme metodologia descrita anteriormente para o substrato rolo de papel, a 20°C, para regulagem das câmaras de germinação, por terem possibilitado a obtenção do maior potencial de germinação, obtido no estudo da metodologia do teste de germinação. Foram efetuadas contagens de plântulas normais no quarto e sétimo dia após a sementeira e, nesta última contagem, determinou-se também as porcentagens de plântulas anormais, sementes mortas e dormentes.

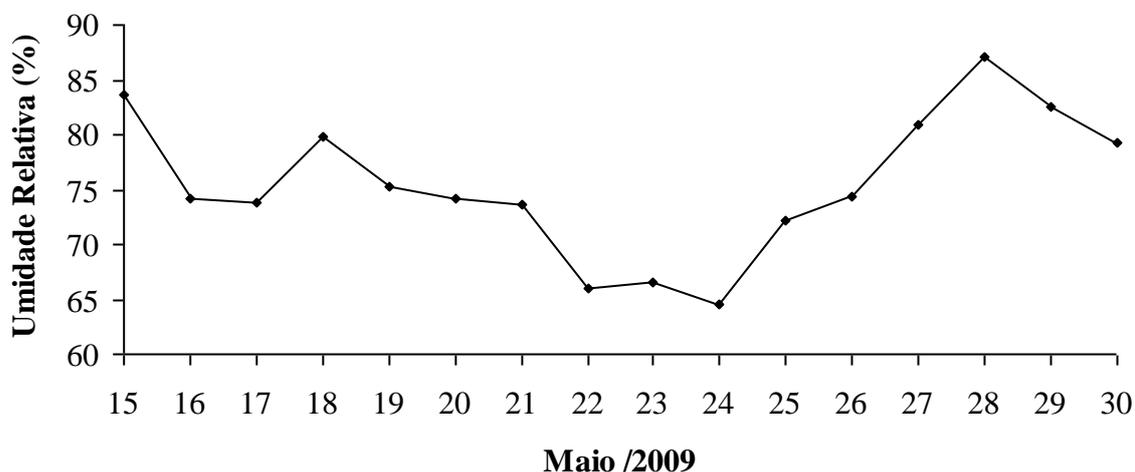
**Primeira contagem do teste de germinação** - realizada conjuntamente com o teste de germinação, contabilizando-se as plântulas normais presentes no quarto dia após a sementeira.

**Teste de emergência de plântulas em campo** - conduzido em canteiros no interior casa de vegetação telada. A sementeira foi realizada na segunda quinzena de maio de 2009, na época de sementeira recomendada para a espécie (CATI, 2002). As parcelas foram constituídas por dois sulcos de 1,5m, espaçados de 0,2m, semeando-se 50 sementes por sulco a profundidade de 4 a 5 cm. e a irrigação foi feita diariamente, visando manter a umidade do solo em nível adequado. As contagens foram realizadas diariamente no mesmo horário, a partir do momento que os epicótilos romperam a superfície do solo até os 14 dias após a sementeira, quando foi calculada a porcentagem de emergência de plântulas em campo (NAKAGAWA, 1994).

As temperaturas e umidades relativas vigentes no período de condução do teste de emergência de plântulas em campo estão apresentadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente.



**Figura 1.** Temperaturas máximas e mínimas vigentes no período de condução do teste de emergência de plântulas em campo. Botucatu – SP. 2009



**Figura 2.** Umidades relativas vigentes no período de condução do teste de emergência de plântulas em campo. Botucatu – SP. 2009

**Índice de Velocidade de Emergência (IVE)** – calculado a partir dos dados de contagem diária de plântulas emersas do teste de emergência de plântulas em campo e determinada por meio da fórmula de Maguire (1962).

**Tempo inicial, final, médio e sincronia da emergência de plântulas** - a partir dos dados de contagem diária de plântulas emersas do teste de emergência de plântulas em campo foram determinados o tempo inicial, final, médio e a sincronia da emergência, por meio das fórmulas descritas por Santana e Ranal (2004).

#### 5.4.2 Teste de condutividade elétrica

Concluindo-se a caracterização da qualidade inicial dos lotes, efetuou-se o estudo da metodologia para condução do teste de condutividade elétrica

Neste estudo, foram avaliados dez lotes (Tabela 1), duas temperaturas de embebição (20°C e 25°C), dois volumes de água (75mL e 250mL) e cinco períodos de embebição: 8; 16; 20; 24 e 28 horas. Os período de embebição foram estabelecidos para adequação ao horário de expediente de laboratório.

As sementes foram retiradas ao acaso das amostras, descartando-se aquelas com danos visíveis no tegumento realizando a seguir a pesagem das mesmas em balança analítica com precisão de 0,0001g. A seguir, 50 sementes foram colocadas em copos plásticos para embeber em água destilada. Transcorridos os períodos programados para a embebição, determinou-se a condutividade elétrica da solução com um condutivímetro de bancada modelo Digimed DM 31. Após as leituras, calculou-se os valores da condutividade elétrica por grama de sementes colocadas para embeber e os resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

#### 5.4.3 Procedimento estatístico

No procedimento estatístico, os dados obtidos nos testes de caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira, os quais não foram realizadas transformações, foram submetidos a análises de variância para todas as características avaliadas cujo resumo está representado na Tabela 4. Para comparação das médias, utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5 e 1% de probabilidade.

Para o estudo da metodologia do teste de condutividade elétrica foram conduzidos dois experimentos, sendo um com a embebição das sementes a temperatura de 20°C e o outro a 25°C, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições.

Nas parcelas os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 10 x 2 sendo 10 lotes e dois volumes de água. Nas subparcelas, avaliou-se os períodos de embebição constituídos por copos plásticos, com capacidade para 75 e 250 mL. Todos os dados originais, os quais não foram realizadas transformações, foram submetidos à análise de variância a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F conforme

Tabela 5, sendo as médias dos lotes comparadas pelo teste de Scott-Knott e dos volumes de água pelo teste de Tukey.

Os dados referentes aos tempos de embebição, os quais não foram realizadas transformações, foram submetidos à análise de regressão calculada para equações lineares e quadráticas e foram aceitas as equações significativas até 5% de probabilidade pelo teste F, com o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

**Tabela 4.** Esquema da análise de variância das variáveis obtidas nas avaliações da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009.

Causas de variação	Graus de liberdade
Blocos	3
Lotes (L)	9
Resíduo	27
Total	39

**Tabela 5.** Esquema de análise de variância para as variáveis obtidas nas avaliações da condutividade elétrica.

Causas de variação	Graus de liberdade
Blocos	3
Lote (L)	9
Volume de água (V)	1
L x V	9
Resíduo a	57
(Parcelas)	79
Tempo de Embebição (T)	4
L x T	36
V x T	4
L x V x T	36
Resíduo b	240
Total	399

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Estudo da metodologia para o teste de germinação**

As sementes dos quatro lotes de ervilha forrageira apresentaram graus de umidade entre 9,65 e 9,95%, por ocasião da instalação dos experimentos (Tabela 6). Assim, os lotes apresentaram variação máxima de 0,40% no grau de umidade; esse valor é aceitável de acordo com a tabela de tolerância estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Considerando que o grau de umidade inicial é um fator primordial para a padronização das avaliações a serem realizadas posteriormente, esses resultados asseguram a credibilidade dos dados obtidos no trabalho (ROSSETTO et al., 1997). As amostras de sementes a serem comparadas não devem apresentar diferenças significativas no grau de umidade inicial, para não comprometerem os resultados de testes de vigor, como o da condutividade elétrica e outros, que dependem da velocidade de umedecimento (MARCOS FILHO, 2005).

Ainda, na Tabela 6 observa-se que os lotes diferiram quanto à massa de mil sementes. Na Tabela 7 está apresentado o resumo da análise variância referente às plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempo inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia de quatro lotes de sementes de ervilha forrageira obtidos nos testes de germinação nos substratos papel e areia às temperaturas de 15, 20, 25, 20-30 e 15-25°C.

**Tabela 6.** Grau de umidade inicial em porcentagem e massa de mil sementes em gramas dos lotes utilizados no estudo da germinação e do vigor das sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009.

Lotes	Grau de umidade (%)	Massa de mil sementes (g)
1	9,95	157,27 a
2	9,92	143,59 b
3	9,65	128,99 c
4	9,70	109,13 d
CV (%)	-	1,67

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se na Tabela 7 a interação significativa entre substratos e lotes para as plântulas normais e o IVG para todas as temperaturas estudadas, com exceção da temperatura alternada de 15-25°C; porém, esta apresentou efeito isolado tanto do fator substrato como do fator lote.

Verificou-se para plântulas anormais que somente o fator lote apresentou efeito significativo em todas as temperaturas avaliadas. Para sementes mortas verificou-se o efeito significativo da interação nas temperaturas de 15, 25 e 15-25°C. Nas demais temperaturas houve efeito isolado somente do fator lote.

Verificou-se para sementes dormentes o efeito significativo da interação entre substrato e lote nas temperaturas de 25 e 15-25°C. Nas temperaturas de 15 e 20°C houve efeito isolado somente dos lotes e na temperatura de 20-30°C houve efeito isolado dos substratos e dos lotes.

Para os tempos de germinação (inicial, final e médio), somente o tempo inicial à temperatura constante de 20°C apresentou interação significativa entre substratos e lotes e o tempo final à temperatura de 15-25°C foi a única variável em todas as temperaturas estudadas que não apresentou efeito significativo dos substratos, dos lotes e da interação. Na temperatura de 15°C para os tempos avaliados foi constatado efeito somente do fator lotes, assim como para as temperaturas de 25 e de 15-25°C para os tempos inicial e médio, respectivamente. O efeito isolado dos substratos foi constatado para o tempo final de germinação nas temperaturas de 25 e 20-30°C.

**Tabela 7.** Resumo das análises de variância dos dados de plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempo inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia, obtidos no teste de germinação de quatro lotes de sementes de ervilha forrageira conduzido em dois substratos nas temperaturas de 15; 20; 25; 20-30 e 15-25 °C. Botucatu-SP, 2009.

Fonte De Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios								
		Plântulas		Sementes		Tempos			IVG	Sincronia
		Normais	Anormais	Mortas	Dormentes	Inicial	Final	Médio		
<b>EXPERIMENTO 01 - TEMPERATURA 15°C</b>										
Blocos	3	26,04 <sup>ns</sup>	7,20 <sup>ns</sup>	63,28 <sup>ns</sup>	43,75 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Substratos (S)	1	3,13 <sup>ns</sup>	42,78 <sup>ns</sup>	318,78**	91,13 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Lotes (L)	3	5919,46**	284,20**	987,78**	922,75**	5,88**	14,20**	13,37**	244,49**	0,06**
Interação S x L	3	52,80**	24,86 <sup>ns</sup>	83,03*	55,04 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	1,95*	0,02**
Resíduo	21	11,57	11,22	25,97	21,15	0,14	1,63	0,21	0,58	0,003
CV (%)		4,88	29,53	52,44	49,72	6,51	13,56	6,44	7,09	16,52
<b>EXPERIMENTO 02 - TEMPERATURA 20°C</b>										
Blocos	3	18,45 <sup>ns</sup>	2,58 <sup>ns</sup>	95,70 <sup>ns</sup>	63,38 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	3,38**	0,48**	0,87 <sup>ns</sup>	0,03*
Substratos (S)	1	0,28 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	30,03 <sup>ns</sup>	32,00 <sup>ns</sup>	2,53**	10,13**	1,32**	23,44**	0,005 <sup>ns</sup>
Lotes (L)	3	5912,61**	280,58**	1662,45**	512,21**	2,28**	3,21**	3,86**	500,75**	0,06**
Interação S x L	3	53,03*	5,21 <sup>ns</sup>	63,61 <sup>ns</sup>	27,75 <sup>ns</sup>	0,53**	0,21 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	8,34**	0,06**
Resíduo	21	17,00	26,04	48,32	22,42	0,08	0,54	0,08	0,10	0,009
CV (%)		5,99	51,03	51,37	61,60	7,19	11,43	6,05	6,22	21,64
<b>EXPERIMENTO 03 - TEMPERATURA 25°C</b>										
Blocos	3	28,03 <sup>ns</sup>	7,71 <sup>ns</sup>	71,03 <sup>ns</sup>	3,38 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Substratos (S)	1	3,78 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	413,28**	364,50**	0,03 <sup>ns</sup>	10,13**	0,22*	5,07*	0,05 <sup>ns</sup>
Lotes (L)	3	8302,03**	80,79*	3886,78**	449,71**	2,53**	0,25 <sup>ns</sup>	1,47**	696,08**	0,05*
Interação S x L	3	40,78*	4,50 <sup>ns</sup>	113,36*	180,58**	0,20 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	10,20**	0,03 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	12,72	18,02	32,15	8,92	0,08	0,77	0,03	0,82	0,01
CV (%)		5,55	56,13	27,62	38,86	8,10	13,80	3,96	5,50	24,08
<b>EXPERIMENTO 04 - TEMPERATURA 20-30°C</b>										
Blocos	3	16,58 <sup>ns</sup>	5,42 <sup>ns</sup>	37,53 <sup>ns</sup>	62,20 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,44*	0,98 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Substratos (S)	1	24,50 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	75,03 <sup>ns</sup>	166,53*	4,50**	36,13**	6,45**	32,28**	0,02 <sup>ns</sup>
Lotes (L)	3	7296,50**	101,83**	4107,86**	446,36**	2,04**	1,71 <sup>ns</sup>	0,51*	350,37**	0,002 <sup>ns</sup>
Interação S x L	3	87,00**	11,50 <sup>ns</sup>	23,53 <sup>ns</sup>	92,45 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	15,69**	0,07*
Resíduo	21	16,73	10,89	35,03	32,75	0,09	1,98	0,12	0,89	0,02
CV (%)		6,65	35,20	28,48	68,58	7,59	19,93	6,72	7,44	24,98
<b>EXPERIMENTO 05 - TEMPERATURA 15-25°C</b>										
Blocos	3	27,70 <sup>ns</sup>	16,58 <sup>ns</sup>	82,61 <sup>ns</sup>	38,42 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
Substratos (S)	1	770,28**	3,13 <sup>ns</sup>	1610,28**	200,00**	5,28**	1,53 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	14,55**	0,15*
Lotes (L)	3	6336,28**	113,58**	2574,78**	539,42**	0,20 <sup>ns</sup>	2,03 <sup>ns</sup>	2,74**	300,45**	0,26**
Interação S x L	3	62,28 <sup>ns</sup>	31,71 <sup>ns</sup>	316,95**	83,08**	0,03 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	22,41	19,39	42,57	12,63	0,15	1,56	0,12	1,18	0,03
CV (%)		7,24	45,17	39,92	41,81	8,33	16,03	6,2	8,85	35,23

\*, \*\*, <sup>ns</sup> Significativo a 5, 1% de probabilidade e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

Houve efeito isolado tanto do substrato como do lote, para o tempo inicial à temperatura de 20-30°C, tempo final à temperatura de 20°C e tempo médio às temperaturas de 20, 25 e 20-30°C.

Para a sincronia da germinação observou-se o efeito significativo da interação entre substratos e lotes nas temperaturas de 15, 20 e 20-30°C. Na temperatura de 25°C houve efeito somente do lote e na temperatura de 15-25°C houve efeito isolado do substrato e lote (Tabela 7).

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados, respectivamente, os desdobramentos da interação entre substratos e lotes e os valores médios das plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempo inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia às temperaturas de 15, 20, 25, 20-30 e 15-25°C. De maneira geral, verifica-se que a porcentagem de plântulas normais e o vigor avaliado pelo IVG decresceram significativamente do lote 1 ao 4, acompanhando a redução da massa de mil sementes. O fato da porcentagem de germinação acompanhar a redução da massa de mil sementes pode ser explicado pela associação entre massa e teor de reservas disponíveis para a germinação.

Quanto à porcentagem de plântulas normais, somente a 25°C para o substrato papel os lotes 1 e 2 não diferiram significativamente, decrescendo até o lote 4. A germinação do lote 3 à 15°C e do lote 2 à 25°C foram influenciadas pelo substrato, apresentando menor porcentagem de germinação quando se utilizou areia. A germinação das sementes do lote 4 a 20°C e do lote 3 a 20-30°C também foi influenciada pelo substrato, porém, nestes casos, a menor porcentagem de germinação foi constatada quando se utilizou o substrato papel (Tabela 8). Quanto ao IVG, nas temperaturas de 15 e de 25°C, respectivamente, para os substratos areia e papel os lotes 1 e 2 não diferiram significativamente, e o valor de IVG decresceu até o lote 4. O IVG do lote 1 à 15°C, dos lotes 1, 2 e 3 à 20°C, do lote 2 à 25°C e dos lotes 1 e 2 à 20-30°C foi influenciada pelo substrato, apresentando maior IVG quando se utilizou o substrato papel (Tabela 8).

Na temperatura de 15-25°C, verificou-se maior porcentagem de germinação das sementes e maior IVG no substrato papel se comparado ao substrato areia, de modo independente do lote (Tabela 9).

**Tabela 8.** Desdobramento da interação entre substratos e lotes para plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempo inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia, obtidos no teste de germinação de quatro lotes de sementes de ervilha forrageira conduzido em dois substratos nas temperaturas de 15; 20; 25; 20-30 e 15-25 °C. Botucatu-SP, 2009.

Variáveis	Substratos	Lotes							
		1		2		3		4	
<b>EXPERIMENTO 01 - TEMPERATURA 15°C</b>									
Plântulas Normais (%)	Papel	97,50	A a	85,25	B a	64,00	C a	33,25	D a
	Areia	94,75	A a	87,50	B a	57,25	C b	38,00	D a
Sementes Mortas (%)	Papel	0,00	B a	1,00	B a	7,50	B b	17,75	A b
	Areia	0,25	C a	2,25	C a	19,00	B a	30,00	A a
IVG	Papel	16,75	A a	14,29	B a	8,32	C a	3,71	D a
	Areia	15,34	A b	14,73	A a	8,37	B a	4,57	C a
Sincronia	Papel	0,39	AB b	0,40	A a	0,24	C b	0,29	BC a
	Areia	0,52	A a	0,39	B a	0,34	B a	0,22	C a
<b>EXPERIMENTO 02 - TEMPERATURA 20°C</b>									
Plântulas Normais (%)	Papel	95,50	A a	86,00	B a	63,25	C a	30,00	D b
	Areia	94,25	A a	84,00	B a	59,50	C a	37,75	D a
Tempo Inicial (dias)	Papel	3,00	B b	3,00	B b	4,00	A a	4,50	A a
	Areia	4,00	B a	4,00	B a	4,00	B a	4,75	A a
IVG	Papel	25,34	A a	22,60	B a	14,03	C a	5,67	D a
	Areia	21,96	A b	19,60	B b	12,56	C b	6,75	D a
Sincronia	Papel	0,45	A a	0,40	A b	0,45	A a	0,41	A a
	Areia	0,58	A a	0,59	A a	0,40	AB a	0,24	B b
<b>EXPERIMENTO 03 - TEMPERATURA 25°C</b>									
Plântulas Normais (%)	Papel	94,00	A a	89,00	A a	51,25	B a	24,00	C a
	Areia	94,00	A a	82,50	B b	55,75	C a	23,25	D a
Sementes Mortas (%)	Papel	2,00	C a	2,00	C a	24,00	B b	39,75	A b
	Areia	0,75	C a	6,00	C a	33,75	B a	56,00	A a
Sementes Dormentes (%)	Papel	0,25	B a	1,50	B a	19,00	A a	23,50	A a
	Areia	0,00	B a	4,50	AB a	3,25	B b	9,50	A b
IVG	Papel	25,08	A a	24,90	A a	12,08	B a	5,23	C a
	Areia	25,16	A a	20,90	B b	13,20	C a	4,90	D a
<b>EXPERIMENTO 04 - TEMPERATURA 20-30°C</b>									
Plântulas Normais (%)	Papel	94,00	A a	80,75	B a	44,75	C b	23,00	D a
	Areia	92,75	A a	75,00	B a	54,00	C a	27,75	D a
IVG	Papel	21,50	A a	18,97	B a	9,71	C a	4,65	D a
	Areia	17,40	A b	14,28	B b	10,33	C a	4,84	D a
Sincronia	Papel	0,45	A a	0,43	A a	0,55	A a	0,64	A a
	Areia	0,54	A a	0,52	A a	0,48	A a	0,35	A b
<b>EXPERIMENTO 05 - TEMPERATURA 15-25°C</b>									
Sementes Mortas (%)	Papel	0,00	B a	0,75	B a	10,75	B b	25,50	A b
	Areia	2,50	C a	5,20	C a	32,75	B a	53,25	A a
Sementes Dormentes (%)	Papel	1,00	B a	1,75	B a	19,50	A a	21,75	A a
	Areia	1,50	B a	2,00	B a	7,00	AB a	13,50	A b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada experimento, na comparação entre substratos não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9.** Médias dos dados de plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempo inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia, obtidos no teste de germinação de quatro lotes de sementes de ervilha forrageira conduzido em dois substratos, nas temperaturas de 15; 20; 25; 20-30 e 15-25 °C. Botucatu-SP, 2009.

Tratamentos	Plântulas (%)		Sementes (%)		Tempos (dias)			IVG	Sincronia	
	Normais	Anormais	Mortas	Dormentes	Inicial	Final	Médio			
<b>EXPERIMENTO 01 - TEMPERATURA 15°C</b>										
Lotes	1	x	3,50 c	x	0,25 c	5,13 c	8,13 b	6,09 c	x	x
	2	x	11,13 b	x	0,88 c	5,00 c	8,63 b	6,07 c	x	x
	3	x	12,88 b	x	13,25 b	5,75 b	9,75 ab	7,42 b	x	x
	4	x	17,88 a	x	22,63 a	6,88 a	11,13 a	8,78 a	x	x
<b>EXPERIMENTO 02 - TEMPERATURA 20°C</b>										
Substratos	Papel	x	x	x	x	x	5,88 b	4,45 b	x	x
	Areia	x	x	x	x	x	7,00 a	4,86 a	x	x
Lotes	1	x	4,50 b	0,38 b	0,25 c	x	5,88 b	4,12 c	x	x
	2	x	9,88 b	2,50 b	2,63 c	x	6,00 ab	4,16 c	x	x
	3	x	7,38 b	21,38 a	9,88 b	x	6,63 ab	4,75 b	x	x
	4	x	18,25 a	29,88 a	18,00 a	x	7,25 a	5,61 a	x	x
<b>EXPERIMENTO 03 - TEMPERATURA 25°C</b>										
Substratos	Papel	x	x	x	x	x	5,81 b	4,13 b	x	x
	Areia	x	x	x	x	x	6,94 a	4,29 a	x	x
Lotes	1	x	4,50 b	x	x	3,00 c	x	3,88 c	x	0,46 ab
	2	x	7,25 ab	x	x	3,00 c	x	3,87 c	x	0,52 ab
	3	x	6,50 ab	x	x	3,75 b	x	4,31 b	x	0,60 a
	4	x	12,00 a	x	x	4,13 a	x	4,77 a	x	0,42 b
<b>EXPERIMENTO 04 - TEMPERATURA 20-30°C</b>										
Substratos	Papel	x	x	x	10,63 a	3,56 b	6,00 b	4,62 b	x	x
	Areia	x	x	x	6,06 b	4,31 a	8,13 a	5,52 a	x	x
Lotes	1	x	5,25 c	0,75 c	0,63 c	3,50 b	x	4,95 ab	x	x
	2	x	13,75 a	4,25 c	4,13 bc	3,50 b	x	4,87 b	x	x
	3	x	10,25 ab	29,13 b	11,25 ab	4,38 a	x	5,02 ab	x	x
	4	x	8,25 bc	49,00 a	17,38 a	4,38 a	x	5,44 a	x	x
<b>EXPERIMENTO 05 - TEMPERATURA 15-25°C</b>										
Substratos	Papel	70,31 a	x	x	x	5,06 a	x	x	12,90 a	0,57 a
	Areia	60,50 b	x	x	x	4,25 b	x	x	11,60 b	0,43 b
Lotes	1	93,25 a	4,25 b	x	x	x	x	5,18 c	18,30 a	0,66 a
	2	82,75 b	12,38 a	x	x	x	x	5,19 c	16,20 b	0,65 a
	3	54,63 c	10,38 ab	x	x	x	x	5,84 b	9,69 c	0,35 b
	4	31,00 d	12,00 a	x	x	x	x	6,39 a	4,88 d	0,33 b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada experimento, na comparação entre substratos ou lotes não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Correlações positivas entre a massa da semente e a germinação foram constatadas por diversos autores para várias espécies como amendoim (*Arachis hypogaea*) (GODOY e CUNHA, 1978); trigo (*Triticum aestivum*) (SCHINZEL, 1983 e HARE et al., 1999); azevém (*Lolium multiflorum*) (GIANLUPPI, 1988); feijão (*Phaseolus vulgaris*) (BUITRAGO et al., 1991); soja (*Glycine max*) (SILVA-FILHO, 1994); arroz (*Oryza sativa*) (BICCA et al., 1996); tremoço (*Lupinus albus*) (AHRENS e KRZYZANOWSKI, 1998); guandu (*Cajanus cajan*) (AHRENS e EL TASSA, 1999); algodão (*Gossypium hirsutum*) (SANTOS et al., 2001) e mamão (*Carica papaya*) (MARTINS et al., 2005). Em todos, as sementes de menor massa apresentaram qualidade fisiológica inferior. De modo diverso, menor número de trabalhos constataram que a massa das sementes não influenciou a germinação, como verificado para caupi (*Vigna unguiculata*) (COSTA, 1997) e cevadilha vacariana (*Bromus auleticus*) (SILVA et al. 2007).

Além disso, o fato do vigor avaliado pelo IVG seguir o comportamento da massa de mil sementes, está amplamente respaldada pela literatura, uma vez que lotes com maior potencial de germinação, normalmente apresentam maior vigor. Da mesma maneira, todas as demais variáveis estudadas (plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, tempos inicial, final, médio e sincronia), na maioria das vezes, classificaram os lotes do número 1 até 4 de maneira decrescente quanto a qualidade fisiológica, porém de maneira não tão contundente como a germinação e o IVG. Dentre as características plântulas anormais, sementes mortas e dormentes, tempos inicial, final, médio e sincronia, a sincronia foi o pior parâmetro para mostrar a diferença entre os lotes, pois a classificação dos lotes divergiu muito entre as temperaturas (Tabelas 8 e 9).

Referindo-se aos substratos avaliados, observou-se de maneira geral, que o papel foi mais favorável ao processo germinativo que a areia, principalmente quanto ao IVG e tempos inicial, final e médio de germinação (Tabelas 8 e 9). Adicionalmente, o substrato areia apresentou mais sementes mortas e o substrato papel mais sementes dormentes. França et al. (2002) também verificaram maior incidência de sementes mortas no substrato areia em relação ao papel para de sementes de batata-de-purga amarela (*Operculina alata*).

Os tratamentos com sementes do lote de maior dormência foram os que apresentaram menor velocidade de germinação. A dormência das sementes é uma característica que possibilita distribuição da germinação no tempo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O melhor desempenho germinativo das sementes de ervilha forrageira no substrato papel pode ser atribuído, ao menor impedimento físico e maior aeração deste substrato em comparação à areia. Provavelmente para esta espécie estes fatores devem ser mais importantes do que a superfície de contato, que favoreceria a absorção de água (PETERSON e COOPER, 1979; CARNEIRO e GUEDES, 1992). Na germinação da ervilha forrageira a plúmula fica dobrada e

colada ao epicótilo e este cresce perfurando a camada de areia, arrastando as folhas primárias (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Assim a plântula necessitaria de mais energia para romper a camada de areia durante o processo germinativo do que na semente em papel.

### **6.1.1 Frequência relativa da germinação dos lotes de ervilha forrageira**

Pelos polígonos de frequência relativa (Figura 3) pode-se observar a lenta germinação das sementes de ervilha forrageira provenientes do lote 1 a 15°C, 15-25°C e 20-30°C tanto no substrato papel como em areia, porém, a porcentagem de germinação apresentou-se acima de 91% em todas as temperaturas e substratos testados. A lenta germinação pode ser atribuída ao menor metabolismo para a germinação da semente em temperaturas relativamente baixas (AMARAL e PAULILO, 1992). Por estes polígonos pode-se notar também, que as sementes de ervilha forrageira não responderam bem a alternância da temperatura, constatando que essas sementes não apresentam mecanismos enzimáticos que funcionam em diferentes temperaturas (VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1987) e não são adaptadas às flutuações naturais do ambiente (BORGES e RENA, 1993). Assim, o melhor comportamento germinativo das sementes de ervilha forrageira provenientes do lote 1 pelos polígonos de frequência relativa da germinação, pode ser constatado, em temperaturas constantes de 25°C nos dois substratos avaliados e principalmente de 20°C no substrato papel pois a porcentagem de germinação é maior e o tempo médio de germinação é menor (Figura 3).

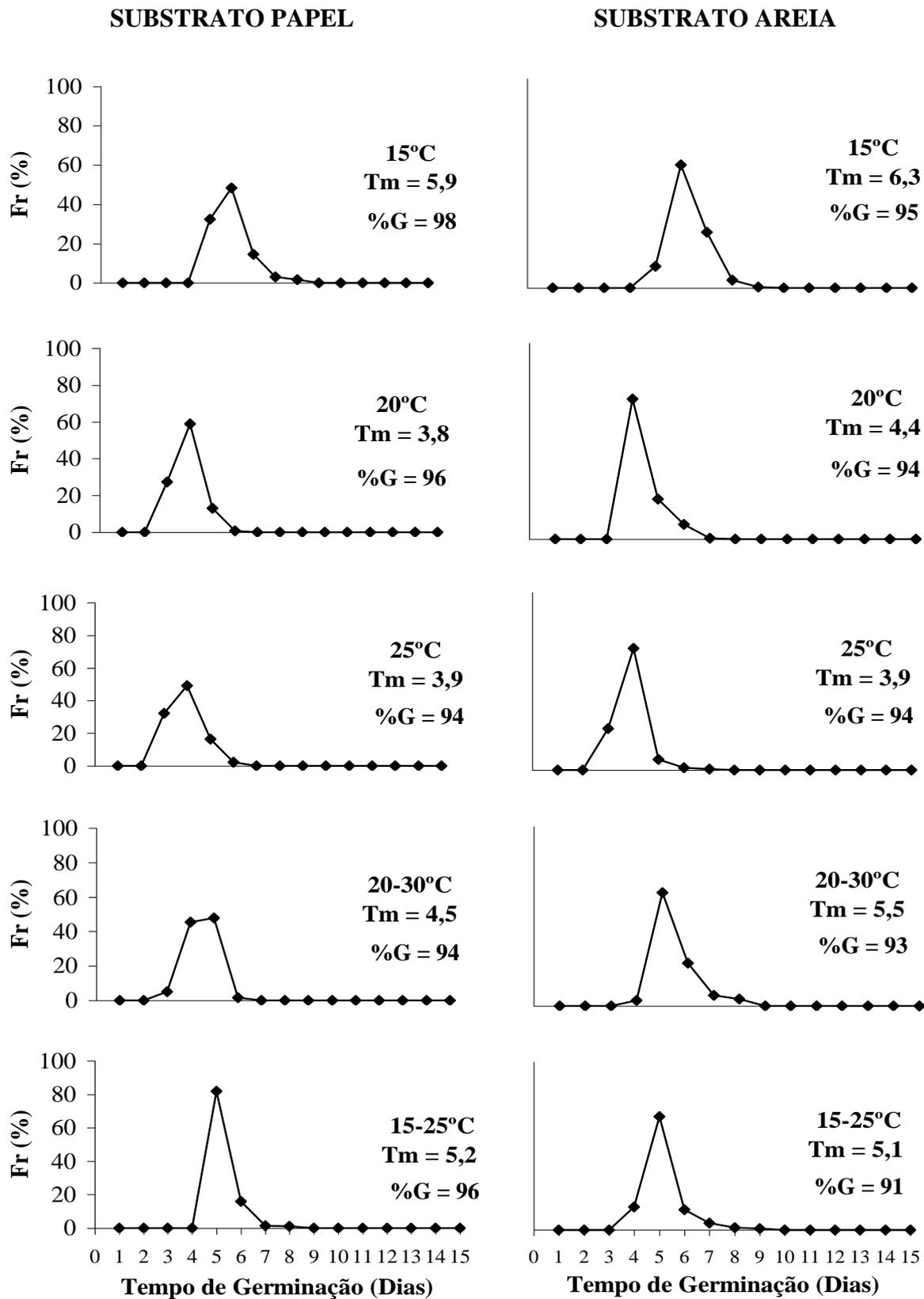
Nos gráficos da frequência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira provenientes do lote 2 sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia (Figura 4) verifica-se que a germinação é mais lenta para as sementes de ervilha forrageira provenientes do lote 2 a 15°C e 15-25°C tanto no substrato papel como em areia e a 20-30°C para o substrato areia, de modo similar ao verificado para o lote 1 (Figura 3). A germinação do lote 2 (Figura 4) a 20-30°C no substrato areia ainda apresenta o inconveniente de apresentar a menor porcentagem de germinação (75%) sendo que todas as outras temperaturas e substratos apresentaram a porcentagem de germinação acima de 81%. O melhor comportamento germinativo das sementes de ervilha forrageira provenientes do lote 2 (Figura 4) pode ser constatado pelos polígonos de frequência relativa da germinação em temperaturas constantes de 20°C e 25°C, apresentando-se vantagem para a temperatura de 25°C pois esta possibilita a germinação em menor tempo médio de maior porcentagem de germinação. Esse melhor comportamento germinativo das sementes na temperatura constante de 25°C identificados nos polígonos de frequência relativa da germinação também foi constatado por Araújo Neto et al. (2003) para sementes de monjoleiro.

A distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira do lote 3 (Figura 5) sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia foi similar ao lote 2 (Figura 4) quanto aos polígonos de frequência relativa porém com nítida diferença quanto a porcentagem de germinação sendo superior a 75% para o lote 2 (Figura 4) e inferior a 64% para o lote 3 (Figura 5) em todas as temperaturas e substratos testados. No caso do lote 3 (Figura 5), assim como verificado para o lote 1 (Figura 3) e para o lote 2 (Figura 4), o melhor comportamento germinativo das sementes foi constatado pelos polígonos de frequência relativa da germinação em temperaturas constantes de 20°C e 25°C. Dentre estas duas temperaturas e os substratos areia e papel, a temperatura de 20°C no substrato papel se destacou para o lote 3 (Figura 5), de modo similar ao lote 1 (Figura 3); porém, diverso do lote 2 (Figura 4).

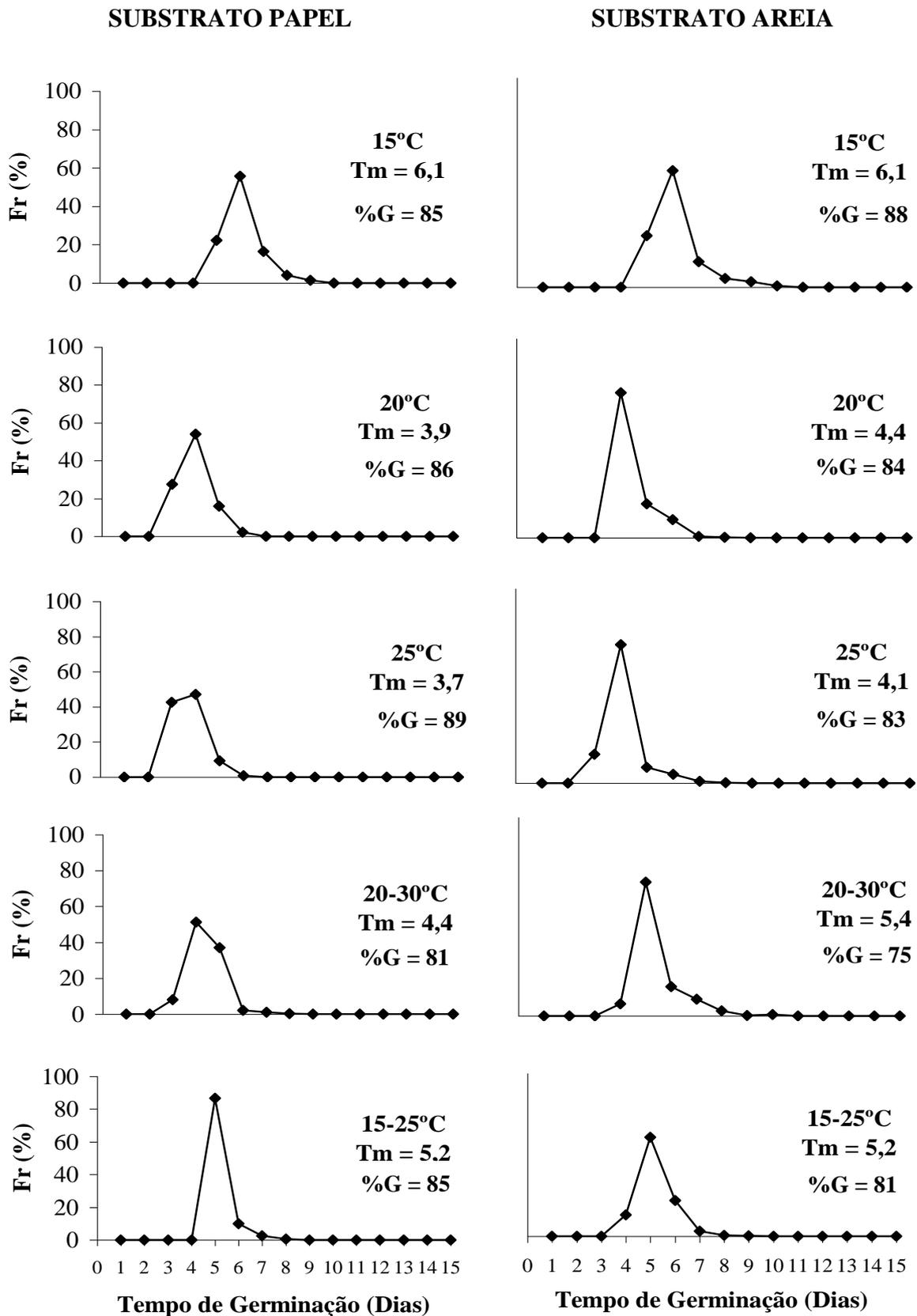
A distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira provenientes do lote 4 (Figura 6) sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia é mais distribuída ao longo do tempo, verificando-se o deslocamento do tempo médio para a direita, devido a redução na velocidade de germinação.

Dentre os lotes avaliados, o lote 4 foi o que apresentou menor porcentagem de germinação e maior tempo médio de germinação (Figuras 3, 4, 5 e 6). De modo similar aos demais lotes os polígonos de frequência relativa ilustram a lenta germinação das sementes do lote 4 a 15°C. Em temperaturas mais baixas, o metabolismo das sementes é reduzido e a germinação demanda mais tempo (AMARAL e PAULILO, 1992).

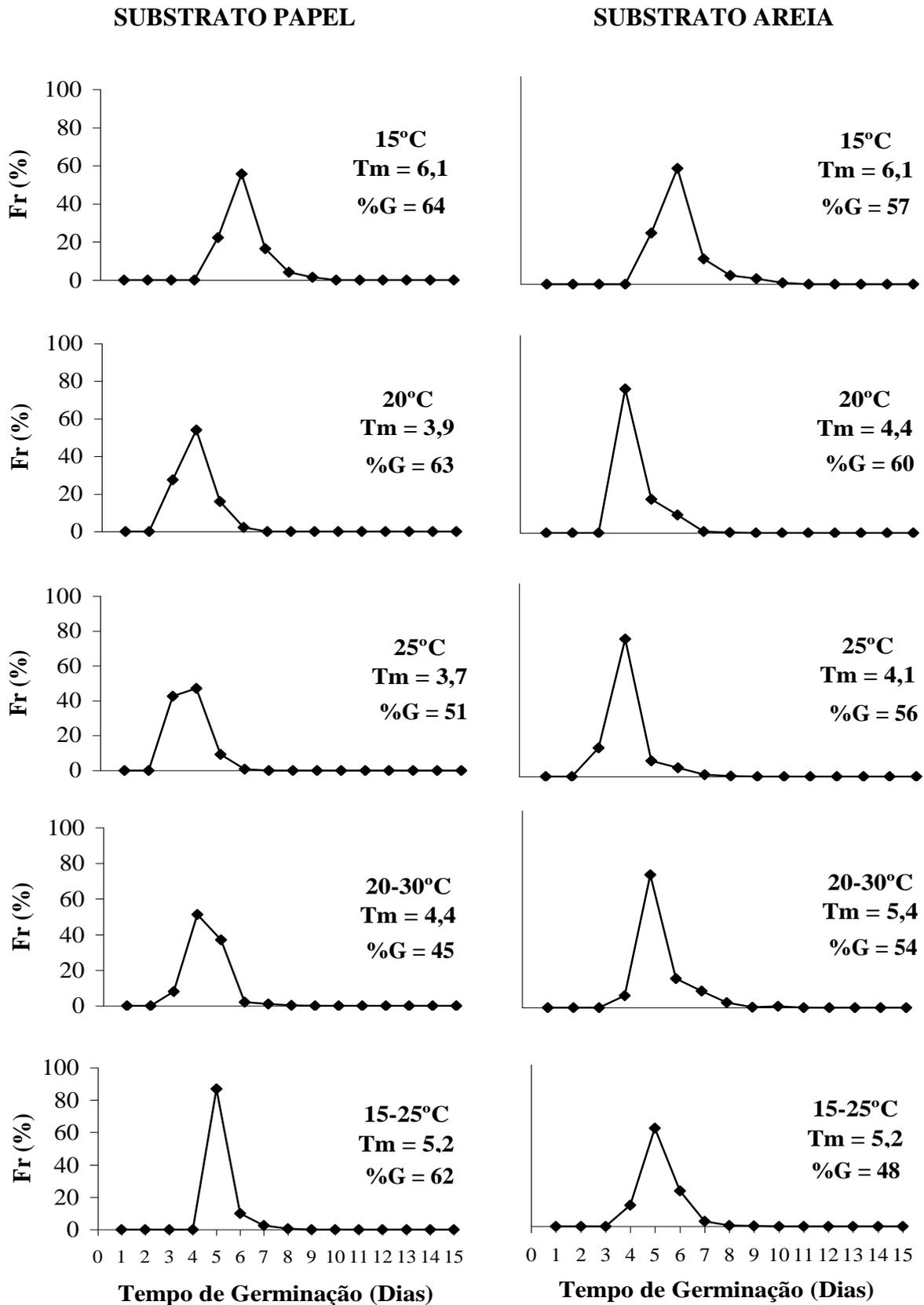
Os polígonos de frequência relativa da germinação das sementes de ervilha forrageira do lote 4 (Figura 6) ilustram comportamento diferente entre as temperaturas avaliadas para velocidade e total de germinação. A temperatura de 25°C apresenta melhor desempenho quanto a velocidade de germinação, porém a porcentagem de germinação é a mais baixa de todas as temperaturas e substratos estudados. As temperaturas de 15 e de 20°C apresentaram-se melhor quanto a porcentagem de germinação. Isso ocorre porque a temperatura ótima para a germinação total é diferente da ótima para velocidade de germinação das sementes sendo mais elevada para esta última (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).



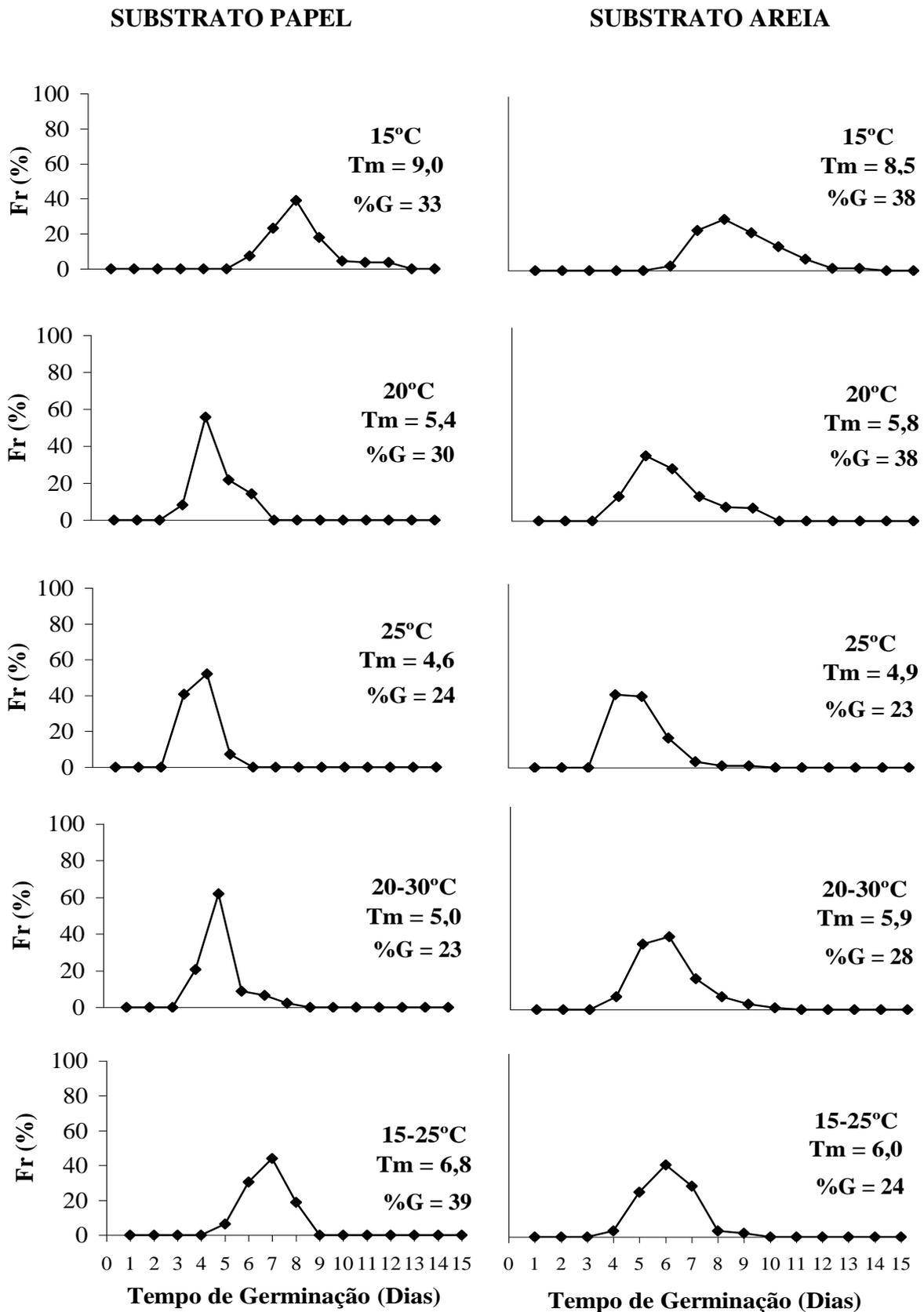
**Figura 3.** Distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira do lote 1 sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia (T<sub>m</sub>= tempo médio de germinação e %G = porcentagem de germinação).



**Figura 4.** Distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira do lote 2 sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia (T<sub>m</sub>= tempo médio de germinação e %G = porcentagem de germinação).



**Figura 5.** Distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira do lote 3 sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia (Tm= tempo médio de germinação e %G = porcentagem de germinação).



**Figura 6.** Distribuição da freqüência relativa de germinação de sementes de ervilha forrageira do lote 4 sob temperaturas constantes e alternadas, nos substratos papel e areia (Tm= tempo médio de germinação e %G = porcentagem de germinação).

## **6.1.2 Análises conjuntas**

O resumo da análise de variância dos dados de plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempo inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia, obtidas na análise conjunta dos experimentos conduzidos com diferentes temperaturas encontram-se na Tabela 10. Notou-se pelos resultados que houve interação significativa pelo teste de F, entre substratos e temperaturas para sementes mortas e tempos final e médio; entre lotes e temperaturas para plântulas anormais, sementes mortas e tempo médio. Também apresentou interação substratos, lotes e temperaturas para plântulas normais, tempo inicial, IVG e sincronia.

### **6.1.2.1 Efeito da temperatura em interação com o substrato e a qualidade da semente (Lote) no desempenho das plântulas normais, tempo inicial, IVG e sincronia da germinação**

Houve interação entre temperaturas, substratos e lotes para plântulas normais, tempo inicial, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia. As médias estão apresentadas na Tabela 11, onde verifica-se que a germinação do lote 1 não foi influenciada pela temperatura, independentemente do substrato utilizado. Este lote apresentou melhor desempenho nos experimentos isolados (Tabelas 8 e 9), enquanto que os demais apresentaram potenciais inferiores. Portanto, de acordo com os dados da análise conjunta (Tabela 11), a temperatura passou a exercer efeito significativo sobre a germinação, à medida que a qualidade dos lotes reduziu.

**Tabela 10.** Resumo das análises de variância dos dados de plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, tempos inicial, final e médio, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia, obtidas na análise conjunta dos experimentos conduzidos com diferentes temperaturas. Botucatu-SP, 2009.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios								
		Plântulas		Sementes		Tempos			IVG	Sincronia
		Normais	Anormais	Mortas	Dormentes	Inicial	Final	Médio		
Substrato (S)	1	135,06**	5,26 <sup>ns</sup>	1709,56**	752,56**	0,05 <sup>ns</sup>	42,03**	1,61**	55,29**	0,003 <sup>ns</sup>
Lote (L)	3	33540,02**	603,82**	12399,87**	2785,31**	10,31**	12,16**	16,76**	2015,71**	0,20**
S x L	3	23,12 <sup>ns</sup>	41,07 <sup>ns</sup>	378,24**	361,66**	0,61**	0,29 <sup>ns</sup>	0,33*	13,47**	0,07**
Temperatura (T)	4	360,6**	59,40*	711,16**	13,56 <sup>ns</sup>	24,20**	50,08**	39,82**	198,08**	0,13**
S x T	4	166,73**	10,44 <sup>ns</sup>	184,46**	25,40 <sup>ns</sup>	3,20**	4,17*	1,82**	5,01**	0,06**
L x T	12	56,72**	64,29**	204,95**	21,29 <sup>ns</sup>	0,66**	2,31 <sup>ns</sup>	1,29**	19,11**	0,06**
S x L x T	12	68,19**	9,18 <sup>ns</sup>	55,56 <sup>ns</sup>	19,31 <sup>ns</sup>	0,21*	0,56 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	6,03**	0,03*
Bloco (Temperatura)	15	23,36 <sup>ns</sup>	7,90 <sup>ns</sup>	70,03*	42,22*	0,10 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	0,27**	0,74 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Resíduo	105	16,08	17,11	36,81	19,58	0,11	1,3	0,11	0,89	0,01
CV (%)		6,08	43,06	37,49	53,35	7,55	15,36	6,24	6,93	24,46

\*, \*\*, <sup>ns</sup> Significativo a 5, 1% de probabilidade e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

Para o lote 2 a temperatura passou a interferir na germinação e para ambos os substratos, a temperatura alternada 20-30°C prejudicou a germinação (Tabela 11).

A faixa de temperatura dentro da qual as sementes apresentam máxima germinação é característica de cada espécie (BEWLEY e BLACK, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

A ervilha é originária do Oriente Médio, assim a cultura desenvolve-se e produz bem em regiões com temperatura entre 4 e 30°C sendo a temperatura de 18°C considerada ideal (COUTO, 1989; REIS, 1989); assim, são esperados melhor desempenho das sementes em condições de temperaturas amenas.

Na avaliação do potencial de germinação do lote 3 (Tabela 11), verificou-se que se utilizar o substrato papel, as temperaturas constantes de 15 e 20 e alternada de 15-25°C propiciam melhor desempenho. Quando o substrato foi a areia, os resultados obtidos com as temperaturas constantes de 15, 20 e 25°C, foram melhores sendo a temperatura alternada de 20-30° intermediária e não diferente estatisticamente das demais.

A germinação das sementes do lote de pior qualidade (Lote 4), foi a mais influenciada pela temperatura, sendo a temperatura alternada de 15-25°C e constante de 15°C as que possibilitaram melhor desempenho da germinação no substrato papel. No substrato areia, as melhores porcentagens de germinação foram constatadas nas temperaturas de 15 e 20°C.

Em relação a velocidade de germinação (Tabela 11), notou-se para o tempo inicial e IVG que a temperatura de 15°C para todos os lotes em ambos substratos foi a que apresentou pior desempenho com maior tempo para iniciar a germinação e menor IVG. Quanto ao tempo inicial para os lotes 1 e 2 no substrato papel, a temperatura alternada de 15-25°C também apresentou desempenho inferior as demais, não diferenciando da temperatura de 15°C. Tanto para o tempo inicial como para o IVG independente do substrato utilizado destaca-se no geral o melhor desempenho das temperaturas constantes de 20 e de 25°C, sendo que para o tempo inicial destaca-se também a temperatura de 20-30°C.

O melhor desempenho das sementes na temperatura de 25°C para as variáveis que avaliaram velocidade de germinação pode ser atribuída ao fato de que em temperatura mais elevada a velocidade de absorção de água e das reações químicas é maior, e as sementes germinam mais rapidamente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A sincronia da germinação (Tabela 11) foi influenciada pelas temperaturas principalmente para o substrato papel, pois para o substrato areia em todos os lotes com exceção do lote 3 a temperatura não exerceu influência significativa sobre a sincronia da germinação. No substrato papel para os lotes 1 e 2 a germinação das sementes foi mais sincronizada na temperatura

alternada de 15-25°C, ou seja, a distribuição da germinação no tempo foi mais regular que os outros tratamentos (BORGES et al. 2007).

Nos lotes de qualidade inferior (Lotes 3 e 4), no substrato papel e no Lote 3 também no substrato areia, diferentemente dos lotes de melhor qualidade (Lotes 1 e 2), a maior sincronia da germinação aconteceu nas temperaturas constantes de 20 e de 25°C e na alternada de 20-30°C.

#### **6.1.2.2 Efeito da temperatura em interação com o substrato, sobre a incidência de sementes mortas e tempos final e médio de germinação**

A interação entre temperaturas e substratos sobre as sementes mortas e os tempos final e médio encontram-se na Tabela 12. Para a porcentagem de sementes mortas, pode-se notar que no substrato papel, a temperatura de 20-30°C não diferiu estatisticamente apenas quando comparado a temperatura de 25°C, proporcionando maior porcentagem de sementes mortas quando comparado as demais. Notou-se também que na temperatura de 15°C obteve-se porcentagem de sementes mortas não diferente estatisticamente quando comparado a temperatura de 15-25°C, proporcionando, neste caso, menor porcentagem de sementes mortas quando comparado as demais. No substrato areia, as temperaturas de 15 e 20°C apresentaram menores porcentagens de sementes mortas em comparação as demais temperaturas avaliadas, as quais não diferiram entre si.

A disponibilidade de oxigênio pode estar relacionada às maiores porcentagens de sementes mortas (ZUCARELI et al., 2009), assim em temperaturas mais altas a disponibilidade de oxigênio se reduz aumentando a porcentagem de sementes mortas.

Com relação ao tempo final (Tabela 12) verificou-se que independente do substrato, o maior tempo final de germinação foi apresentado na temperatura de 15°C. Os melhores resultados com menores tempos finais de germinação, para o substrato papel, foram apresentados pelas temperaturas 20, 25 e 20-30°C e para o substrato areia pelas temperaturas de 20 e 25°C.

O tempo médio também apresentou interação entre temperatura e substrato, pelas médias pode-se observar que nos substratos papel e areia a temperatura de 25°C apresenta o menor tempo médio e a temperatura de 15°C apresentou maior tempo médio de germinação de sementes de ervilha forrageira (Tabela 12).

O fato de a menor temperatura avaliada em ambos os substratos estudados apresentar o maior tempo final e médio acontece, pois, em temperaturas mais baixas, o metabolismo é reduzido e a semente pode germinar em período mais longo (AMARAL e PAULILO, 1992).

**Tabela 11.** Desdobramento da interação entre temperaturas, substratos e lotes para as plântulas normais, tempo inicial, índice de velocidade de germinação (IVG) e sincronia, obtidas na análise conjunta dos experimentos conduzidos com diferentes temperaturas. Botucatu-SP, 2009<sup>1</sup>.

Variáveis	Temperatura	1		2		3		4	
		Papel	Areia	Papel	Areia	Papel	Areia	Papel	Areia
Plântulas Normais (%)	15°C	97,50 a	94,75 a	85,25 ab	87,50 a	64,00 a	57,25 a	33,25 ab	38,00 a
	20°C	95,50 a	94,25 a	86,00 ab	84,00 a	63,25 a	59,50 a	30,00 bc	37,75 a
	25°C	94,00 a	94,00 a	89,00 a	82,50 ab	51,25 b	55,75 a	24,00 c	23,25 b
	20-30°C	94,00 a	92,75 a	80,75 b	75,00 b	44,75 b	54,00 ab	23,00 c	27,75 b
	15-25°C	96,00 a	90,50 a	85,00 ab	80,50 ab	61,75 a	47,50 b	38,50 a	23,50 b
Tempo Inicial (dias)	15°C	5,00 a	5,25 a	5,00 a	5,00 a	6,00 a	5,50 a	7,25 a	6,50 a
	20°C	3,00 b	4,00 b	3,00 b	4,00 b	4,00 c	4,00 cd	4,50 c	4,75 b
	25°C	3,00 b	3,00 c	3,00 b	3,00 c	4,00 c	3,50 d	4,00 c	4,25 b
	20-30°C	3,00 b	4,00 b	3,00 b	4,00 b	4,00 c	4,75 b	4,25 c	4,50 b
	15-25°C	5,00 a	4,00 b	5,00 a	4,25 b	5,00 b	4,25 bc	5,25 b	4,50 b
IVG	15°C	16,75 c	15,34 d	14,29 e	14,73 b	8,32 d	8,37 c	3,71 b	4,57 b
	20°C	25,35 a	21,96 b	22,63 b	19,56 a	14,03 a	12,56 a	5,67 a	6,75 a
	25°C	25,08 a	25,16 a	24,94 a	20,84 a	12,08 b	13,20 a	5,23 ab	4,90 ab
	20-30°C	21,52 b	17,37 c	18,97 c	14,28 b	9,71 cd	10,33 b	4,65 ab	4,84 b
	15-25°C	18,55 c	17,98 c	16,55 d	15,83 b	10,82 bc	8,55 bc	5,79 a	3,96 b
Sincronia	15°C	0,39 b	0,52 a	0,40 b	0,39 a	0,24 c	0,34 b	0,29 b	0,22 a
	20°C	0,45 b	0,58 a	0,40 b	0,59 a	0,45 abc	0,40 ab	0,41 ab	0,24 a
	25°C	0,37 b	0,54 a	0,42 b	0,61 a	0,60 a	0,60 a	0,44 ab	0,39 a
	20-30°C	0,45 b	0,54 a	0,43 b	0,52 a	0,55 ab	0,48 ab	0,64 a	0,35 a
	15-25°C	0,75 a	0,57 a	0,79 a	0,50 a	0,36 bc	0,34 b	0,36 b	0,30 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 12.** Desdobramento da interação entre temperaturas e substratos para as sementes mortas e tempos final e médio, obtidas na análise conjunta dos experimentos conduzidos com diferentes temperaturas. Botucatu-SP, 2009<sup>1</sup>.

Variáveis	Temperatura	Papel	Areia
Sementes Mortas (%)	15°C	6,56 d	12,88 b
	20°C	12,56 bc	14,50 b
	25°C	16,94 ab	24,13 a
	20-30°C	19,25 a	22,31 a
	15-25°C	9,25 cd	23,44 a
Tempo Final (dias)	15°C	9,25 a	9,56 a
	20°C	5,88 c	7,00 c
	25°C	5,81 c	6,94 c
	20-30°C	6,00 c	8,13 b
	15-25°C	7,56 b	8,00 bc
Tempo Médio (dias)	15°C	7,23 a	6,95 a
	20°C	4,45 c	4,86 c
	25°C	4,13 d	4,29 d
	20-30°C	4,62 c	5,52 b
	15-25°C	5,74 b	5,55 b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 6.1.2.3 Efeito da temperatura em interação com a qualidade das sementes (Lote), sobre a incidência de plântulas anormais, sementes mortas e o tempo médio para germinação

Na Tabela 13 encontra-se os dados do desdobramento da interação entre temperaturas e lotes sobre plântulas anormais, sementes mortas e tempo médio onde visualiza-se que para as plântulas anormais, o lote 1 não apresentou diferença estatística entre as temperaturas avaliadas. Para o lote 2 e 3, a temperatura de 25°C apresentou menor porcentagem de plântulas anormais em relação a temperatura de 20-30 e 15°C, respectivamente, sendo as demais temperaturas não diferentes estatisticamente destas. Para o lote 4, as temperaturas de 15 e 20°C não diferiram entre si e apresentaram maior porcentagem de plântulas anormais em relação as outras temperaturas.

Para as sementes mortas, os lotes 1 e 2, não apresentaram diferença estatística entre as temperaturas avaliadas. O lote 3 apresentou menor porcentagem de sementes mortas à temperatura de 15°C em comparação as temperaturas de 25, 20-30 e 15-25°C as quais não diferiram entre si sendo que a temperatura de 20°C apresentou média intermediária e não diferente estatisticamente das demais. Para o lote 4, as temperaturas 15 e 20°C não diferiram entre si e

apresentaram menor porcentagem de sementes mortas em comparação as demais. Inversamente, as temperaturas de 25 e 20-30°C também não apresentaram diferença estatística entre si sendo as temperaturas que apresentaram as maiores porcentagens de sementes mortas em comparação às demais (Tabela 13). Vale ressaltar que todas as temperaturas avaliadas apresentaram mais de 24% de sementes mortas para o lote 4, destacando as temperaturas de 25 e 20-30°C com quase 50% de sementes mortas podendo ser um dos indícios de baixa qualidade do lote 4.

**Tabela 13.** Desdobramento da interação entre temperaturas e lotes para as plântulas anormais, sementes mortas e tempo médio, obtidas na análise conjunta dos experimentos conduzidos com diferentes temperaturas. Botucatu-SP, 2009<sup>1</sup>.

Variáveis	Temperatura (°C)	1	2	3	4
Plântulas anormais (%)	15°C	3,50 a	11,13 ab	12,88 a	17,88 a
	20°C	4,50 a	9,88 ab	7,38 ab	18,25 a
	25°C	4,50 a	7,25 b	6,50 b	12,00 b
	20-30°C	5,25 a	13,75 a	10,25 ab	8,25 b
	15-25°C	4,25 a	12,38 ab	10,37 ab	12,00 b
Sementes Mortas (%)	15°C	0,13 a	1,63 a	13,25 b	23,88 c
	20°C	0,38 a	2,50 a	21,38 ab	29,88 c
	25°C	1,38 a	4,00 a	28,88 a	47,88 a
	20-30°C	0,75 a	4,25 a	29,13 a	49,00 a
	15-25°C	1,25 a	3,00 a	21,75 a	39,38 b
Tempo Médio (dias)	15°C	6,09 a	6,07 a	7,42 a	8,78 a
	20°C	4,12 c	4,16 c	4,75 cd	5,61 c
	25°C	3,88 c	3,87 c	4,31 d	4,77 d
	20-30°C	4,95 b	4,87 b	5,02 c	5,44 c
	15-25°C	5,18 b	5,18 b	5,84 b	6,39 b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o tempo médio da germinação de sementes de ervilha forrageira também observou-se interação entre temperaturas e lotes, e pode-se verificar pelas médias apresentadas na Tabela 13 que os lotes 1 e 2 assim como para sementes mortas apresentaram o mesmo comportamento entre si, sendo que neste caso constatou-se diferenças entre as temperaturas. Na temperatura de 15°C foi obtido o maior tempo médio e as temperaturas de 20 e 25°C os menores, sendo estes últimos não diferentes entre si. Os lotes 3 e 4 apresentaram comportamentos semelhantes, também apresentando o maior tempo médio na temperatura de 15°C em relação as demais. Para o lote 3 o tempo médio de germinação na temperatura de 20°C não diferiu estatisticamente das temperaturas de 25 e 20-30°C apresentando os menores tempo médio. Já para o lote 4, o menor tempo médio foi observado na temperatura de 25°C.

Deve-se ressaltar e sempre levar em consideração que a variação de tamanho entre os lotes (Tabela 6) e a dormência (Tabelas 8 e 9) podem ter influenciado os resultados o que não acontece com a ervilha comum já que esta foi mais melhorada geneticamente em relação a ervilha forrageira.

Uma observação interessante é que as cultivares estudadas apresentam dentre as sementes classificadas como dormentes, as chamadas sementes duras. A quantidade dessas sementes duras é muito pequena mas todas as duas cultivares estudadas as apresentam.

Pode-se inferir, de acordo com as informações das Tabelas 8, 9 e 11 e Figuras 3, 4, 5 e 6 que de maneira geral a temperatura de 20°C se destacou em relação as demais e que o substrato papel apresentou melhor desempenho em relação ao substrato areia principalmente com relação a velocidade de germinação, além de ser um substrato que apresenta maiores facilidades de se trabalhar pois facilita a contagem e extração da plântulas, o descarte e o armazenamento do próprio substrato.

Podemos destacar também que a primeira contagem da germinação de ervilha forrageira poderá ser feita no 4º dia após a sementeira, pois a porcentagem final de germinação do lote de maior vigor, neste dia apresenta 50% + 1 do total de plântulas germinadas podendo ser utilizada como um indicativo de vigor, além de diminuir as fontes de contaminação, caso existam e facilitar a leitura final da germinação.

Já a leitura final da germinação poderá ser feita no 7º dia após a sementeira pois a partir deste dia estabiliza-se a germinação de plântulas de ervilha forrageira.

## **6.2 Metodologia para o teste de condutividade elétrica**

### **6.2.1 Caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira**

O resumo das análises de variância dos dados de caracterização da qualidade inicial dos lotes de ervilha forrageira utilizados no presente trabalho estão na Tabela 14 onde observou-se que todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa entre os lotes, com exceção dos tempos inicial e médio. As médias destes resultados dos testes encontram-se na Tabela 15.

Em relação aos dados de grau de inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira foi verificada variação de 14,0 a 14,6%. O grau de umidade das sementes é um dos fatores que afetam os resultados do teste de condutividade elétrica e a sua uniformização é indicada para minimizar seu efeito sobre os resultados do teste (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). Embora na literatura não tenham sido encontrados valores de teor de água de referência para

sementes de ervilha forrageira, os teores de água iniciais situaram-se dentro dos limites recomendados para a avaliação da condutividade elétrica de soja e feijão mungo, que estaria entre 10% e 17% (AOSA, 1983; LOEFFLER et al., 1988; HAMPTON et al., 1992; VIEIRA et al., 2002) e principalmente de ervilha que estaria entre 10% a 14% (ISTA, 2006).

Para os resultados de massa de 1000 sementes verificou-se que as sementes dos lotes 5, 6 e 14 foram as que apresentaram maior massa, seguido na ordem pelos lotes 13, 8, 9, 10, 7, 11 e 12. As sementes maiores e as de maior densidade são as que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, potencialmente, as mais vigorosas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

Os dados referentes ao teste de germinação indicaram a maior porcentagem de germinação para os lotes 5, 6 e 13 sendo que para os demais lotes (7, 8, 9, 10, 11, 12 e 14) os valores superaram 70% que é considerado o valor mínimo para a produção e comercialização de sementes de ervilha forrageira para o estado do Rio Grande do Sul (2000), lembrando que este é o único estado brasileiro que regulamenta normas para produção e comercialização de sementes de ervilha forrageira.

**Tabela 14.** Resumo das análises de variância dos dados de massa de mil sementes, plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, primeira contagem, emergência de plântulas em campo (EPC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempos inicial, final e médio e sincronia de dez lotes de sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios											
		Massa de mil sementes	Plântulas		Sementes		Primeira Contagem	EPC	IVE	Tempos			Sincronia
			Normais	Anormais	Mortas	Dormentes				Inicial	Final	Médio	
Blocos	3	0,19 <sup>ns</sup>	9,33 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	5,60 <sup>ns</sup>	5,87 <sup>ns</sup>	17,87 <sup>ns</sup>	5,47 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,36*	0,03 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
Lotes (L)	9	2069,87**	325,96**	38,93**	55,16**	55,73**	423,11**	213,60**	9,04**	0,13 <sup>ns</sup>	0,75**	0,04 <sup>ns</sup>	0,009**
Resíduo	27	1,72	5,93	3,17	5,82	3,64	9,57	12,50	0,41	0,10	0,08	0,05	0,0008
CV (%)		1,00	2,72	42,39	86,18	53,03	7,03	4,15	4,43	7,77	3,06	3,76	10,03

\*, \*\*, <sup>ns</sup> Significativo a 5, 1% de probabilidade e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

**Tabela 15.** Médias dos dados de grau de umidade, massa de mil sementes, plântulas normais e anormais, sementes mortas e dormentes, primeira contagem, emergência de plântulas em campo (EPC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempos inicial, final e médio e sincronia de dez lotes de sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009<sup>1</sup>

Lotes	Grau de umidade (%)	Massa de mil sementes (g)	Plântulas (%)		Sementes (%)		Primeira Contagem (%)	EPC (%)	IVE	Tempo Final	Sincronia
			Normais	Anormais	Mortas	Dormentes					
5	14,0	150,24 a	98 a	0 a	0 a	3 a	56 b	86 b	14,74 b	10 b	0,25 c
6	14,1	149,04 a	97 a	2 a	1 a	1 a	47 c	94 a	15,84 a	10 b	0,26 c
7	14,1	107,44 f	95 b	5 b	0 a	0 a	42 d	88 b	14,85 b	9 a	0,22 c
8	14,1	144,40 c	94 b	4 b	0 a	2 a	66 a	87 b	15,80 a	9 a	0,33 a
9	14,2	136,66 d	84 c	6 b	3 a	8 b	31 e	82 c	13,87 b	9 a	0,33 a
10	14,2	133,13 e	75 d	5 b	11 c	10 b	38 d	68 d	11,06 d	9 a	0,23 c
11	14,6	96,03 g	85 c	10 c	5 a	2 a	45 c	86 b	14,94 b	9 a	0,29 b
12	14,0	94,05 h	76 d	8 c	7 b	9 b	44 c	80 c	13,17 c	10 b	0,28 b
13	14,3	146,50 b	100 a	0 a	0 a	0 a	42 d	93 a	14,79 b	10 b	0,30 b
14	14,4	150,04 a	92 b	4 b	2 a	3 a	32 e	89 b	16,04 a	9 a	0,36 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

É importante que as amostras avaliadas tenham germinação semelhante ou compatível com os padrões estabelecidos para a comercialização, pois, um dos objetivos do teste de condutividade elétrica é identificar diferenças significativas na qualidade fisiológica de sementes de lotes comercializáveis, principalmente entre os que possuem poder germinativo semelhante (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999; TORRES e MARCOS FILHO, 2001).

Diferenças no comportamento de lotes com germinação semelhante estão associadas ao fato de que os primeiros sinais de deterioração ocorrem antes da perda da capacidade germinativa (DELOUCHE e BASKIN, 1973), que é um importante indicador de perda da viabilidade, porém, é o último parâmetro observado antes da morte da semente.

O teste de primeira contagem da germinação ordenou os lotes em cinco níveis de vigor, identificando o lote 8 como o de melhor qualidade e o lote 9 como o de pior qualidade.

Os resultados do teste de emergência de plântula apontaram os lotes 6 e 13 como os de melhor qualidade fisiológica e o lote 10 como o de pior qualidade. Em todos os lotes avaliados foram verificadas reduções na porcentagem média de plântulas normais emergidas por ocasião da avaliação 14 dias após a semeadura. Este fato deve-se às condições do ambiente que por não serem as mais adequadas para a germinação, propiciaram redução na germinação das sementes. Em condições de laboratório, além das sementes não terem obstáculos físicos e biológicos que possam prejudicar seu desenvolvimento, a temperatura e a umidade do ambiente são controladas para que sejam o mais próximo do que é considerado ideal para aquela espécie.

As avaliações do IVE indicaram quatro níveis de vigor, classificando os lotes 6, 8 e 14 com maior qualidade e o lote 10 com pior qualidade. O tempo final de emergência classificou os lotes somente em dois níveis de vigor, sendo os de melhor qualidade os lotes 7, 8, 9, 10, 11 e 14.

A maior sincronia de emergência obtida pelos lotes foi 0,36. Assim, a sincronia de todos os lotes pode ser considerada baixa, uma vez que este valor pode variar de 0 a 1. Considerando esta observação, pôde-se notar que as maiores sincronias de emergência dos lotes estudados foram obtidas pelos lotes 8, 9 e 14.

Os testes de vigor, como primeira contagem de germinação, EPC e IVE assim como o teste de germinação foram sensíveis ao avaliar a qualidade das sementes dos diferentes lotes estudados, porém houve variações na ordenação dos lotes quanto ao vigor. Assim, é importante se fazer uso de mais de um teste para determinar o vigor de lotes de sementes. Isso se deve à influência dos métodos adotados e do uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

### **6.2.2 Análise de correlação da emergência de plântulas em campo e os dados de condutividade elétrica**

Na Tabela 16 estão apresentados os coeficientes de correlação simples ( $r$ ) entre os dados obtidos nos testes de emergência de plântulas em campo, de avaliação da qualidade inicial e de condutividade elétrica de dez lotes de sementes de ervilha forrageira. Observa-se que os únicos testes de avaliação da qualidade inicial dos lotes de sementes de ervilha forrageira que apresentaram resultados correlacionados com a emergência de plântulas em campo, que foi usada como referência, foram a germinação e o IVE. Já os resultados da avaliação da condutividade elétrica das sementes os únicos que não apresentaram resultados correlacionados com a emergência de plântulas em campo foram obtidos utilizando a temperatura de 20°C, com 75mL de água nos períodos de 8 e 16 horas.

Os dados obtidos na condutividade elétrica apresentaram correlação negativa com a emergência de plântulas em campo, mostrando que aumentos nos valores de condutividade elétrica corresponderam à reduções na porcentagem de emergência; fato este que concorda com observações da literatura onde os aumentos nos dados de condutividade elétrica correspondem a maior lixiviação de solutos e portanto a diminuição na qualidade fisiológica das sementes (WOODSTOCK, 1973; MCDONALD e WILSON JUNIOR, 1979; POWELL, 1986; MARCOS FILHO et al., 1990).

Porém, deve-se sempre lembrar que para ser avaliado como eficiente, um teste de vigor deve proporcionar uma classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à da emergência das plântulas no campo e não somente apresentar alta correlação com o mesmo (MARCOS FILHO, 1999).

Para uma análise mais adequada da eficiência dos testes, também foram realizadas a comparação das médias e a análise de regressão dos lotes para cada parâmetro avaliado (Tabelas 18 e 19 e Figuras 7 e 8).

**Tabela 16.** Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes de emergência de plântulas em campo, de avaliação da qualidade inicial e de condutividade elétrica de dez lotes de sementes de ervilha forrageira. Botucatu-SP, 2009.

Testes de avaliação da qualidade inicial		Emergência de plântulas em campo	
Massa de mil sementes		0,28 <sup>ns</sup>	
Germinação		0,86 <sup>**</sup>	
Primeira contagem		0,22 <sup>ns</sup>	
IVE		0,94 <sup>**</sup>	
Tempo inicial		-0,25 <sup>ns</sup>	
Tempo final		0,34 <sup>ns</sup>	
Tempo médio		0,41 <sup>ns</sup>	
Sincronia		0,29 <sup>ns</sup>	
Condutividade elétrica		Emergência de plântulas em campo	
20°C	8h	75mL	-0,62 <sup>ns</sup>
		250mL	-0,79 <sup>**</sup>
	16h	75mL	-0,56 <sup>ns</sup>
		250mL	-0,84 <sup>**</sup>
	20h	75mL	-0,65 <sup>*</sup>
		250mL	-0,84 <sup>**</sup>
	24h	75mL	-0,78 <sup>**</sup>
		250mL	-0,85 <sup>**</sup>
	28h	75mL	-0,77 <sup>**</sup>
		250mL	-0,82 <sup>**</sup>
25°C	8h	75mL	-0,63 <sup>*</sup>
		250mL	-0,86 <sup>**</sup>
	16h	75mL	-0,69 <sup>*</sup>
		250mL	-0,87 <sup>**</sup>
	20h	75mL	-0,69 <sup>*</sup>
		250mL	-0,86 <sup>**</sup>
	24h	75mL	-0,71 <sup>*</sup>
		250mL	-0,86 <sup>**</sup>
	28h	75mL	-0,73 <sup>*</sup>
		250mL	-0,83 <sup>**</sup>

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>ns</sup> Significativo a 5, 1% de probabilidade e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

### 6.2.3 Classificação dos lotes pelo teste de condutividade elétrica

Na Tabela 17 encontram-se o resumo das análises de variância dos dados de condutividade elétrica (CE) de sementes de dez lotes de ervilha forrageira nas temperaturas de embebição de 20 e 25°C submetidas a dois volumes de água e cinco tempos de embebição. Percebe-

se pela tabela que houve interação significativa entre os tempos de embebição, lotes e volumes de água para as duas temperaturas de embebição estudadas.

**Tabela 17.** Resumo das análises de variância dos dados de condutividade elétrica (CE) de sementes de dez lotes ervilha forrageira nas temperaturas de embebição de 20 e 25°C submetidas a dois volumes de água e cinco tempos de embebição. Botucatu-SP, 2009.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios	
		CE	
		20°C	25°C
Lote	9	4955,32**	5407,36**
Volume	1	159533,54**	151283,66**
L x V	9	1932,62**	1502,22**
Bloco	3	40,27 <sup>ns</sup>	89,93 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	57	25,1	46,98
Tempo	4	4748,74**	4794,17**
T x L	36	150,36**	67,70**
T x V	4	1731,07**	909,36**
T x L x V	36	82,74**	19,80**
Resíduo (b)	240	6,81	5,32
CV a (%)		14,43	17,27
CV b (%)		7,51	5,81

\*, \*\*, <sup>ns</sup> Significativo a 5, 1% de probabilidade e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

As médias, as equações e os gráficos dos dados obtidos para condutividade elétrica, empregando-se o método de 50 sementes, embebidas em 75 e 250mL de água, a 20 e 25°C, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 18 e 19 e nas Figuras 7 e 8.

Examinando os resultados da condutividade elétrica em função do volume de água (Tabelas 18 e 19 e Figuras 7 e 8), verificou-se que para ambas as temperaturas de embebição (20 e 25°C) houve diluição da solução quando do aumento do volume de água, assim, com o uso do volume de 75mL foram obtidas leituras mais altas de condutividade elétrica em relação ao volume de 250mL, o que já é justificado, uma vez que a embebição em um volume maior de água implica maior diluição dos lixiviados (TAO, 1978 e LOEFFLER et al., 1988). Dependendo da espécie, número de sementes, tempo de embebição e interações, pode-se recomendar distintos volumes de água para o teste de CE, com indicação de 100 mL para sementes de milho (*Pennisetum americanum*) (GASPAR e NAKAGAWA, 2002a), 75mL para jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*); branquilho (*Sebastiania commersoniana*), ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica*) e amendoim (*Arachis hypogaea*) (MARQUES et al., 2002b ; SANTOS e PAULA, 2005; MELO,

2009 e VANZOLINI e NAKAGAWA, 2005), 25mL para sementes de brócolis (*Brassica oleracea*) (FESSEL et al., 2005).

Outra influência observada da quantidade de água sobre a condutividade elétrica das sementes foi a classificação dos lotes em níveis de vigor, podendo-se notar assim que para ambas as temperaturas de embebição, com o uso do volume de 75ml de água os lotes foram classificados em mais níveis de vigor, ou seja, este volume foi mais sensível para detectar diferenças de vigor do que o volume de 250 mL (Tabelas 18 e 19 e Figuras 7 e 8). Esta influência também foi observada por Tao (1978) e Loeffler et al. (1988).

É evidente o efeito significativo do tempo de embebição das sementes em relação à capacidade do teste de CE em distinguir as diferenças de qualidade entre os lotes. Embora o período, em geral, seja de 24 horas (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999), tem-se observado diferentes períodos para diferentes espécies como 36h para sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) (MARQUES et al., 2002a); 24h para sementes de brócolis (*Brassica oleracea*) e branquilho (*Sebastiania commersoniana*) (FESSEL et al., 2005; SANTOS e PAULA, 2005); 6h para sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum*) (SÁ, 1999); 3h para sementes de amendoim (*Arachis hypogaea*) (VANZOLINI e NAKAGAWA, 2005) e 2h para sementes de milho (*Pennisetum americanum*) (GASPAR e NAKAGAWA, 2002b).

Nas duas temperaturas estudadas, observou-se aumento na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes de todos os lotes, com o decorrer da embebição até o período de 28h; embora para alguns lotes e principalmente para o volume de 75 mL de água ajustaram-se equações quadráticas (Tabelas 18 e 19 e Figuras 7 e 8), o que se mostra coerente com as observações feitas por Loeffler et al. (1988) e Marcos Filho et al. (1990).

O aumento nos valores de condutividade elétrica com o tempo de embebição já foi reportado em várias situações. Marques et al. (2002a; 2002b), trabalhando com sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*), encontraram resultados semelhantes, em que houve aumento nos valores de condutividade elétrica com o tempo de embebição, independentemente da temperatura de incubação e da qualidade do lote de sementes.

**Tabela 18.** Médias dos dados de condutividade elétrica condutividade elétrica de sementes de dez lotes de ervilha forrageira nas temperaturas de embebição de 20 e 25°C submetidas a dois volumes de água e cinco tempos de embebição. Botucatu-SP, 2009<sup>1</sup>

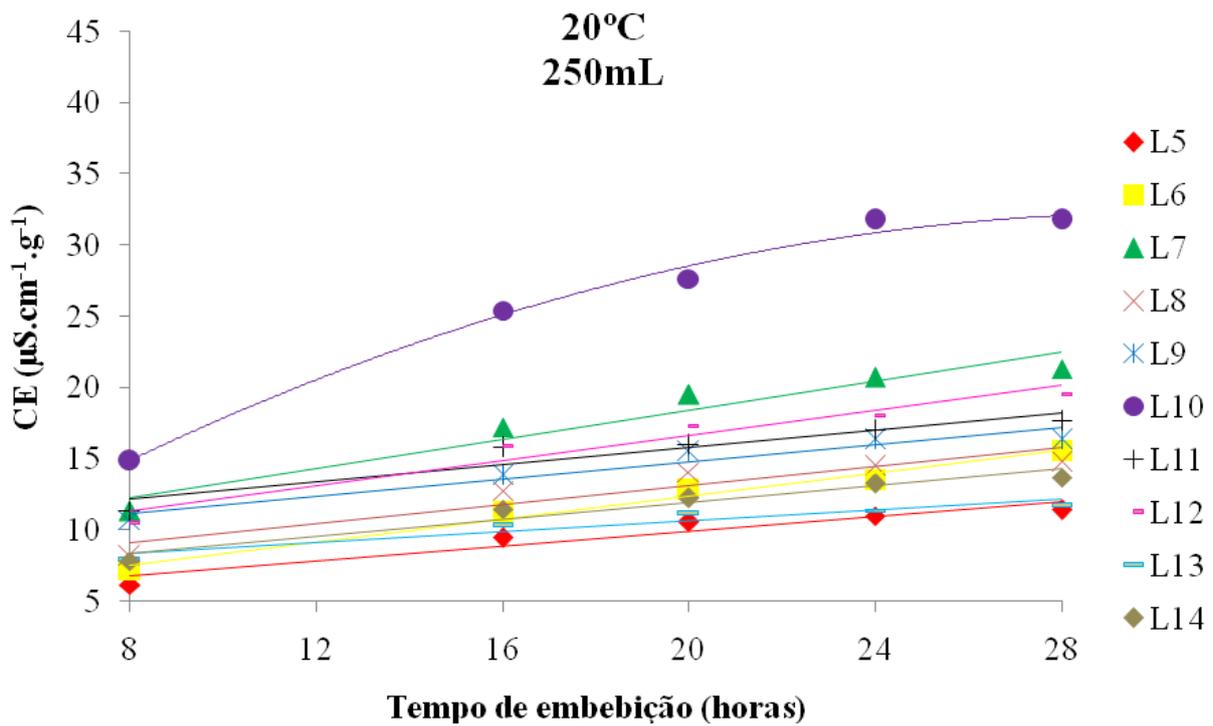
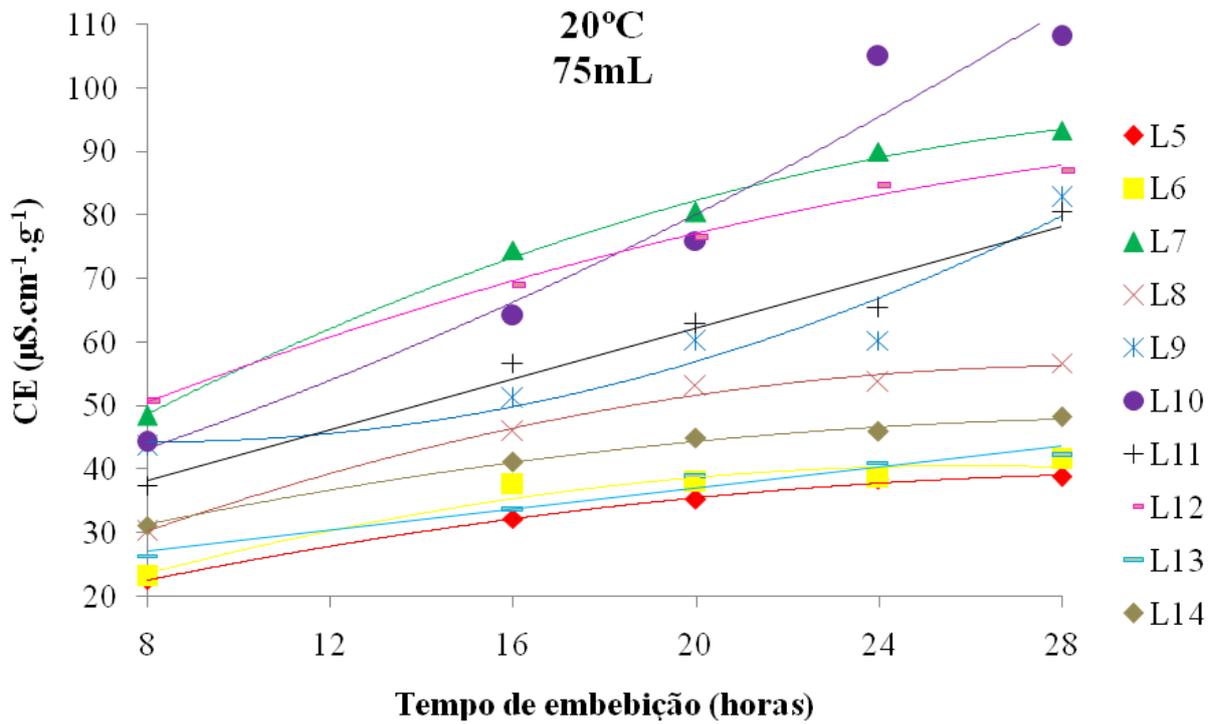
Temperatura de embebição (20°C)				Temperatura de embebição (25°C)					
Tempo de embebição	Lote	Volume de embebição (mL)		Tempo de Embebição	Lote	Volume de embebição (mL)			
		75	250			75	250		
8 horas	5	22,67 a B	6,15 a A	8 horas	5	24,68 a B	8,02 a A		
	6	23,19 a B	7,12 a A		6	31,46 b B	10,24 a A		
	7	48,52 e B	11,32 b A		7	53,73 e B	13,05 a A		
	8	30,24 b B	8,19 a A		8	29,70 b B	10,33 a A		
	9	43,74 d B	10,71 b A		9	52,94 e B	16,10 b A		
	10	44,35 d B	14,82 b A		10	54,75 e B	21,83 c A		
	11	37,50 c B	11,37 b A		11	47,11 d B	14,77 b A		
	12	50,82 e B	10,54 b A		12	49,59 d B	16,80 b A		
	13	26,45 a B	7,91 a A		13	30,18 b B	11,26 a A		
	14	31,26 b B	7,84 a A		14	38,35 c B	10,86 a A		
	16 horas	5	32,25 a B		9,48 a A	16 horas	5	35,18 a B	11,97 a A
		6	37,62 b B		11,23 a A		6	40,81 b B	15,49 a A
		7	74,52 h B		17,24 b A		7	69,35 e B	18,78 b A
		8	46,02 c B		12,78 a A		8	42,76 b B	15,59 a A
9		51,26 d B	13,84 b A	9	79,57 f B		23,75 c A		
10		64,17 f B	25,41 c A	10	77,04 f B		31,56 d A		
11		56,80 e B	15,81 b A	11	64,60 d B		21,64 c A		
12		69,08 g B	15,93 b A	12	65,57 d B		24,31 c A		
13		33,68 a B	10,34 a A	13	37,65 a B		15,28 a A		
14		41,15 b B	11,47 a A	14	52,60 c B		14,74 a A		
20 horas		5	35,26 a B	10,59 a A	20 horas		5	39,72 a B	12,97 a A
		6	38,01 a B	12,80 a A			6	44,49 b B	16,97 b A
		7	80,46 f B	19,50 b A			7	76,01 f B	20,02 b A
		8	53,12 c B	14,10 a A			8	49,77 c B	17,10 b A
	9	60,22 d B	15,50 b A	9		87,40 h B	26,08 c A		
	10	76,00 e B	27,68 c A	10		83,20 g B	34,34 d A		
	11	62,93 d B	16,00 b A	11		71,41 e B	23,81 c A		
	12	76,69 e B	17,33 b A	12		72,45 e B	26,57 c A		
	13	38,93 a B	11,12 a A	13		40,81 a B	16,71 b A		
	14	44,92 b B	12,28 a A	14		58,09 d B	16,04 b A		
	24 horas	5	38,43 a B	11,00 a A		24 horas	5	41,73 a B	12,94 a A
		6	38,64 a B	13,49 a A			6	47,16 b B	18,18 b A
		7	90,03 g B	20,72 b A			7	80,92 f B	21,24 c A
		8	53,71 c B	14,48 a A			8	52,49 c B	18,15 b A
9		60,31 d B	16,36 b A	9	94,33 g B		28,02 d A		
10		105,03 h B	31,78 c A	10	92,27 g B		38,71 e A		
11		65,45 e B	17,02 b A	11	72,94 e B		23,87 c A		
12		84,70 f B	18,09 b A	12	74,95 e B		28,41 d A		
13		41,09 a B	11,38 a A	13	46,16 b B		18,67 b A		
14		45,96 b B	13,29 a A	14	60,00 d B		16,79 b A		
28 horas		5	38,92 a B	11,41 a A	28 horas		5	42,07 a B	13,41 a A
		6	41,61 a B	15,54 b A			6	47,89 b B	19,11 b A
		7	93,35 f B	21,33 c A			7	84,90 f B	28,22 c A
		8	56,79 c B	14,80 b A			8	53,90 c B	19,64 b A
	9	82,84 d B	16,37 b A	9		99,49 g B	29,76 d A		
	10	108,15 g B	31,82 d A	10		101,66 g B	42,94 e A		
	11	80,65 d B	17,69 c A	11		77,53 e B	25,80 c A		
	12	87,09 e B	19,59 c A	12		75,32 e B	31,41 d A		
	13	42,19 a B	11,73 a A	13		47,69 b B	20,80 b A		
	14	48,27 b B	13,72 b A	14		62,56 d B	19,70 b A		

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada tempo, maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

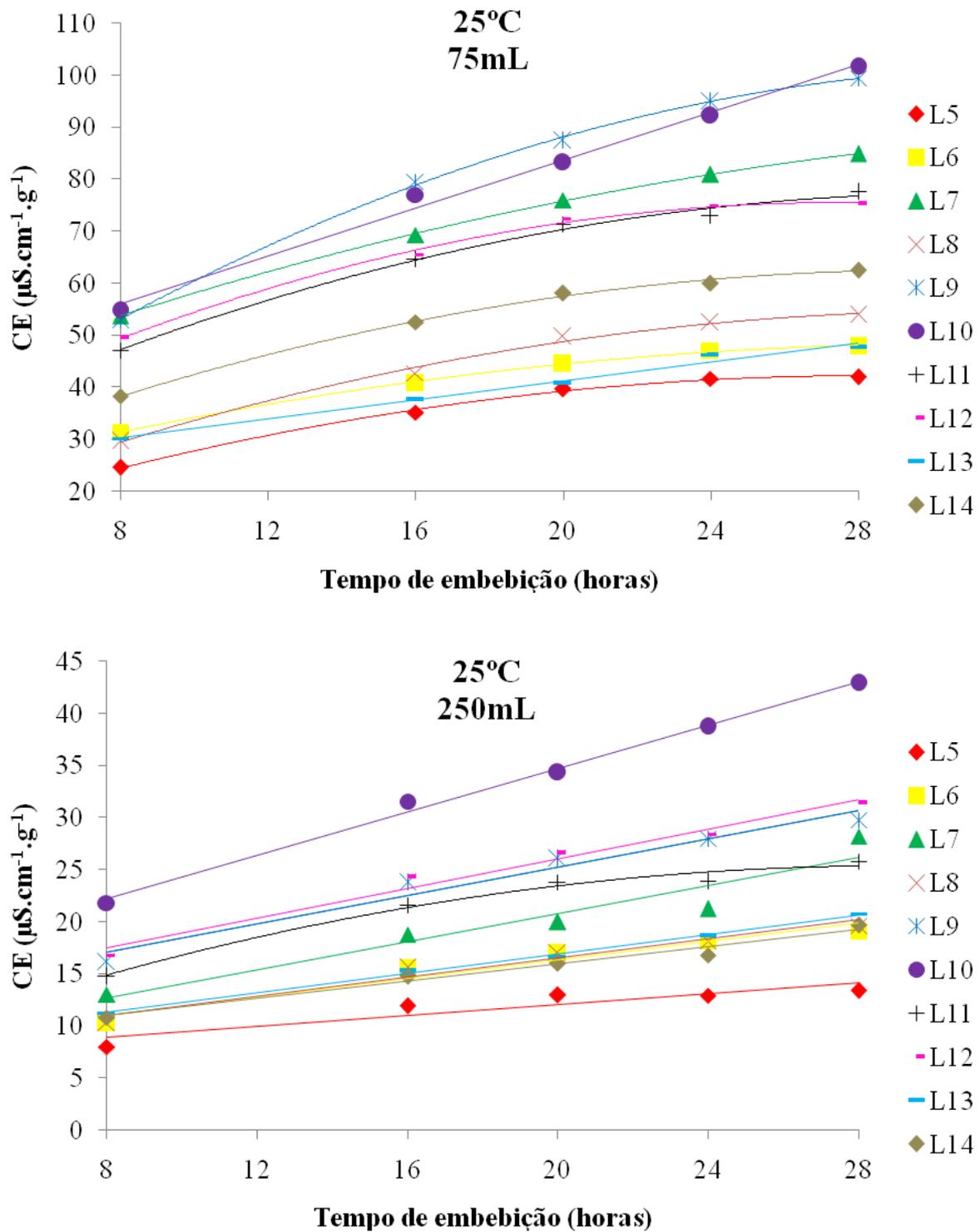
**Tabela 19.** Equações de regressão polinomial para os dados de condutividade elétrica de sementes de dez lotes de ervilha forrageira nas temperaturas de 20 e 25°C submetidas a dois volumes de água e cinco tempos de embebição. Botucatu-SP, 2009<sup>1</sup>

Temperatura de embebição	Volume de embebição	Lotes	Equações	R <sup>2</sup>
20°C	75mL	5	$y = 8,895 + 1,970x - 0,031x^2$	0,99**
		6	$y = 5,140 + 2,749x - 0,053x^2$	0,95**
		7	$y = 15,070 + 4,761x - 0,070x^2$	0,99**
		8	$y = 6,157 + 3,495x - 0,060x^2$	0,99**
		9	$y = 50,490 - 1,478x + 0,090x^2$	0,92**
		10	$y = 26,320 + 1,738x + 0,047x^2$	0,96**
		11	$y = 22,360 + 1,994x$	0,96**
	250mL	12	$y = 25,960 + 3,426x - 0,043x^2$	0,99**
		13	$y = 20,60 + 0,826x$	0,96**
		14	$y = 17,32 + 2,010x - 0,032x^2$	0,99*
		5	$y = 4,661 + 0,263x$	0,91**
		6	$y = 4,247 + 0,405x$	0,98**
		7	$y = 8,226 + 0,510x$	0,93**
		8	$y = 6,507 + 0,330x$	0,87**
25°C	75mL	9	$y = 8,820 + 0,298x$	0,93**
		10	$y = 0,138 + 2,119x - 0,034x^2$	0,99*
		11	$y = 9,711 + 0,305x$	0,90**
		12	$y = 7,859 + 0,439x$	0,95**
		13	$y = 6,842 + 0,190x$	0,91*
		14	$y = 6,057 + 0,294x$	0,94**
		250mL	5	$y = 7,843 + 2,430x - 0,042x^2$
	6		$y = 17,580 + 1,976x - 0,031x^2$	0,99**
	7		$y = 33,340 + 2,823x - 0,035x^2$	0,99**
	8		$y = 9,066 + 2,925x - 0,046x^2$	0,99**
	9		$y = 17,610 + 5,039x - 0,075x^2$	0,99**
	10		$y = 37,650 + 2,298x$	0,99**
	11		$y = 22,740 + 3,512x - 0,056x^2$	0,99**
	250mL	12	$y = 23,540 + 3,780x - 0,068x^2$	0,99**
13		$y = 23,030 + 0,909x$	0,99**	
14		$y = 17,650 + 2,987x - 0,049x^2$	0,99**	
5		$y = 6,805 + 0,263x$	0,84**	
6		$y = 7,498 + 0,442x$	0,95**	
7		$y = 7,280 + 0,676x$	0,91**	
8		$y = 7,399 + 0,456x$	0,96**	
250mL	9	$y = 11,680 + 0,680x$	0,96**	
	10	$y = 13,950 + 1,037x$	0,99*	
	11	$y = 5,353 + 1,381x - 0,023x^2$	0,98*	
	12	$y = 11,860 + 0,709x$	0,98**	
	13	$y = 7,549 + 0,468x$	0,99**	
	14	$y = 7,679 + 0,413x$	0,97**	

\*, \*\* Significativo a 5, 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.



**Figura 7.** Condutividade elétrica de 10 lotes de sementes de ervilha forrageira submetidos às temperaturas de embebição de 20°C embebidos nos volumes de 75 e 250mL por cinco períodos de embebição. Botucatu-SP, 2009.



**Figura 8.** Condutividade elétrica de 10 lotes de sementes de ervilha forrageira submetidos às temperaturas de embebição de 25°C embebidos nos volumes de 75 e 250mL por cinco períodos de embebição. Botucatu-SP, 2009.

Pode-se observar também, nas Figuras 7 e 8 que, de maneira geral, com o aumento do tempo de embebição, houve uma melhor separação dos lotes, ou seja, a separação dos lotes ficou mais evidente. Na temperatura de 20°C, no volume de 75mL (Figura 7), houve melhor discriminação dos lotes a partir de 24 horas de embebição, com o distanciamento das curvas de condutividade elétrica dos lotes, apesar de haver correlação com a emergência em campo a partir de 20 horas de embebição (Tabela 16). No volume de 250mL a melhor discriminação dos lotes com base no distanciamento das curvas foi observada a partir de 20 horas de embebição, apesar de haver correlação com a emergência em campo a partir de 8 horas (Tabela 16). Na temperatura de 25°C, em ambos volumes estudados (Figura 8), observou-se aumento da condutividade elétrica à medida que se prolonga o tempo de embebição, e isso permite maior diferenciação entre os lotes, apesar de haver correlação com a emergência em campo a partir de 8 horas de embebição (Tabela 16).

Com as condições de 20 e 25°C, principalmente no volume de 250 mL, o teste de condutividade elétrica foi eficiente na identificação da superioridade do lote 5 e inferioridade do lote 10 (Figuras 7 e 8), confirmando os resultados do teste de germinação (Tabela 15), o qual apresentou correlação com o teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 16).

O período de 24 horas de embebição foi eficiente em identificar de modo mais acentuado que períodos inferiores, as diferenças de vigor entre os lotes, além de apresentar fácil adequação à rotina dos laboratórios de análise.

Foi constatada maior lixiviação de exsudatos e condutividade elétrica nas temperatura de 25°C que a 20°C (Tabelas 18 e 19 e Figuras 7 e 8), provavelmente devido à diminuição da viscosidade da solução e maior mobilidade de íons na temperatura mais alta (LOEFFLER, 1981). Estes resultados divergem dos relatados por Fessel et al., (2005) para sementes de brócolis (*Brassica oleracea*) sobre lixiviação maior de exsudatos a 20°C que a 25°C, embora deva-se levar em consideração que espécies diferentes podem responder de modo diverso aos tratamentos.

Nas condições de clima predominantemente tropical de nosso país, a utilização de 25°C no teste de condutividade elétrica diminui as possibilidades de interferência da temperatura ambiente nos resultados.

Pode-se inferir, de acordo com as informações das Tabelas 17, 18 e 19 e Figuras 7 e 8 que o volume de água, o tempo e a temperatura de embebição influenciaram os valores de condutividade elétrica e a adoção de subamostras de 50 sementes, 250 mL de água para a embebição a 25°C por 24 horas, possibilitam a melhor discriminação dos lotes em níveis de vigor.

Deve-se ressaltar, porém que a quantidade de água que melhor discrimina os lotes em níveis de vigor é uma quantidade considerada alta já que considerando as repetições, a

quantidade de água será de 1L por amostra, podendo-se pensar para trabalhos futuros tentar estabelecer menores volumes já que hoje em dia a economia de água é um fator fundamental a ser adotado.

## **7 CONCLUSÕES**

O teste de germinação para sementes de ervilha forrageira deve ser conduzido na temperatura constante de 20°C, em substrato rolo de papel com primeira contagem e contagem final ao 4º e 7º dia, respectivamente.

O teste de condutividade elétrica utilizando 50 sementes embebidas em 250 mL de água, na temperatura de 25°C por 24 horas é promissor para a diferenciação de lotes de sementes de ervilha forrageira.

## 8 REFERÊNCIAS

ABDUL-BAKI, A. A. Biochemical aspects of seed vigor. **Horticultural Science**, v. 5, n. 6, p. 765, 1980.

AHRENS, D. C.; EL TASSA, S. O. M. Avaliações do beneficiamento de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 27-31, 1999.

AHRENS, D. C.; KRZYZANOWSKI, E. C. Efeito do beneficiamento de sementes de tremoço azul sobre as qualidades física, fisiológica e sanitária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 242-248, 1998.

ALMEIDA, M. S. et al. Characterization of two novel defense peptides from pea (*Pisum sativum*) seeds. **Arch. Biochemistry and Biophysics**, San Diego, v. 378, p. 278-286, 2000.

AMARAL, L. I. V.; PAULILO, M. T. F. Efeito da luz, temperatura, regulador de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudim. **Insula**, Florianópolis, n. 21, p. 59-86, 1992.

ANDRADE, A. C. S. et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 609-615, 2000.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 249-256, jun. 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 93 p. (Contribution, 32).

BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. **Seed Science Research**, v. 14, n. 2, p. 93-107, 2004.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum, 1994. 445p.

BICCA, E. M.; BAUDET, L.; ZIMMER, G. J. Efeito do beneficiamento em mesa de gravidade sobre a qualidade de sementes de arroz. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: EMBRAPA; UFPeI; CESM, 1996. p. 69.

BLIXT, S. Pisum. In: FRANKEL, O. H.; BENNETT, E. (Eds.). **Genetic resources in plants: their exploration and conservation**. Oxford: Blackweel, 1970. p. 321-326.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília: Abrates, 1993. p. 83-135.

BORGES, K. C. de F. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 1008-1010, jul. 2007. Nota científica. Suplemento 2.

BRAND, T. S. et al. Field peas (*Pisum sativum*) as protein source in diets of growing-finishing pigs. **Journal of Applied Animal Research**, Janakpuri, v. 8, p. 159- 164, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.

BROWN, R. F.; MAYER, D. G. A critical analysis of Maguire's germination rate index. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 10, n. 2, p. 101-110, 1986.

BUITRAGO, L. C. et al. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 99-104, 1991.

CALEGARI, A.; POLA, J. N. **Ervilha forrageira IAPAR 83**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2009. 5 p. 1 Folder.

CARNEIRO, J. W. P.; GUEDES, T. A. Influência do contato das sementes de Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni), no substrato, avaliada pela função de Weibull. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 65-72, 1992.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-30.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASTELLANE, P. D.; NICOLOSI, W. M.; HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV; FUNEP, 1990. 261 p.

CLAY, S. Notes on the inheritance of quantitative characters in a cross between two varieties of garden pea (*Pisum sativum* L.) **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Dundee, v. 13, n. 3, p. 149-189, 1935.

COIMBRA, R. A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos visando a otimização dos resultados. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Plantio direto na palha em São Paulo**. Campinas, 2002. 21 p.

COSTA, V. S. O. **Perdas de qualidade em sementes de caupi beneficiadas em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade**. 1997. 24 p. Monografia (Graduação em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1997.

COUTO, F. A. D. A. Aspectos históricos e econômicos da cultura da ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 5-7, 1989.

CRUZ SUAREZ, L. E. et al. Assessment of differently processed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica* sp.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 196, p. 87-104, 2001.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 1, p. 427-52, 1973.

EGLEY, G. H. et al. Role of peroxidase in the development of water impermeable seed coat in *Sida spinosa* L. **Planta**, Berlim, v. 157, n. 3, p. 224-232, 1983.

FESSEL, S. A.; SILVA, L. J. R. da; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 35-41, 2005.

FIELDS, P. G.; XIE, Y. S.; HOU, X. Repellent effect of pea *Pisum sativum* fractions against stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 37, p. 359-370, 2001.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coords.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FRANÇA, E. A. de; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Avaliação da germinação de sementes de batata-de-purga amarela em dois substratos e cinco condições ambientais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 232-236, mar./abr. 2002.

GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 70-76, 2002a.

GASPAR, C. M., NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 82-89, 2002b.

GEORGE, R. A. T. **Produccion de semillas de plantas hortícolas**. Madri: Mundi-Prensa, 1989. 330 p.

GIANLUPPI, V. **Influência do peso de 1000 sementes na qualidade fisiológica de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. 1988. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal Pelotas, Pelotas, 1988.

GIORDANO L. de B.; PEREIRA, A. S. A ervilha na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 65, 1989.

GIORDANO, L. de B. Cultivares de ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 22-25, 1989a.

GIORDANO, L. de B. Manejo e tratos culturais da ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 26-27, 1989b.

GODOY, O. P.; CUNHA, J. M. Vigor e rendimento de plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) originadas de sementes de diferentes densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 65-71, 1978.

GOMES, S. M. S.; BRUNO, R. L. Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 47-50, 1992.

GRITTON, E. T. Field pea. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (Ed.). **Hybridization of crop plants**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 347-356.

GRITTON, E. T. Pea breeding. In: BASSETT, M. J. (Ed.). **Breeding vegetable crops**. Westport: AVI, 1986. p. 283-319.

GROSJEAN, F. Combining peas for animal feed. In: HEBBLETHEWHITE, P. D.; HEATH, M. L.; DAWKINS, T. C. K. **The pea crop: a basis for improvement**. London: Butterworths, 1986. p. 453-462.

HAMPTON, J. G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 30, n. 1, p. 1-10, 2002.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUAUMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 677-686, 1992.

HARE, M. C.; PARRY, D. W.; BAKER, M. D. The relationship between wheat seed weight, infection by *Fusarium culmorum* or *Microdochium nivale*, germination and seedling disease. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 105, n. 9, p. 859-866, 1999.

HEICHEL, G. H. Legumes as a source of nitrogen in conservation tillage systems. In: POWER, J. F. **The role of legumes in conservation tillage systems**. Ankeny: Soil Conservation Society of America, 1987. p. 29-35.

HEYDECKER, W. Vigor. In: ROBERTS, E. H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 209-252.

HOFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Informativo sementes**. 1998. 2 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/especies/germinacaoambiental.html>>. Acesso em: 21 nov. 1999.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. **International rules for seed testing**. Zurich, 2006.

KHVOSTOVA, V. V. **Genetics and breeding of peas**. Washington: USDA, 1983. 293p.

LOEFFLER, T. M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. 1981. 181 f. Thesis (Master of Science)-University of Kentucky, Lexington, 1981.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARBACH, I.; MAYER, A. M. Changes in catechol oxidase and permeability to water in seed coats of *Pisum elatius* during seed development and maturation. **Plant Physiology**, Kutztown, v. 56, n. 1, p. 93-96, 1975.

MARCOS FILHO, J. et al. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-20.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. da **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba:FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. da L. C Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. N. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, EMBRAPA, 2009. p. 185-246.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 1, p. 271-278, 2002a.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 1, p. 254-262, 2002b.

MARTINS, G. N. et al. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p.12-17, 2005.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989. 270 p.

MCDONALD Jr, M. B.; WILSON, D. O. Jr. An assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal Seed Technology**, Lansing, v. 4, p. 1-11, 1979.

MCDONALD, M. B.; COPELAND, L. O. **Principles of seed science and technology**. 2nd ed. Minneapolis: Burgess, 1985. 321 p.

MELO, P. R. B. de **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.)**. 2009. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MENEZES, J. E. Produção de sementes de ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 67-71, 1989.

MONDO, V. H. V. et al. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan(Fabaceae) **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85, 1994.

NAKAGAWA, J. **Fisiologia e qualidade das sementes de adubos verdes e plantas de cobertura**. 2007. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/ciro/sementes.doc>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2000.

NOVEMBRE, A. D. L. C. **Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslindadas mecanicamente**. 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, H. A.; SANTOS, A. M. dos. Competição entre cultivares e linhagens de ervilha (*Pisum sativum* L.) no município de Pelotas - Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 88, p. 293-5, 1973.

PEREIRA, A. S. Ervilha: uma fonte de nutrientes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 8, p. 52-54, 1989.

PERRY, D. A. Report of the vigour test committee 1977-1980. **Seed Science and Techonolgy**, Zürich, v. 9, n. 1, p. 115-128, 1981.

PETERSON, J. R.; COOPER, P. G. Some considerations of water in germination test. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 5, n. 2, p. 329-340, 1979.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura; Agiplan, 1985. 289 p.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v. 10, n. 2, p. 81-100, 1986.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 728 p.

REIS, N. V. B. dos. O clima e a cultura da ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 8-9, 1989.

REIS, N. V. B. dos; OLIVEIRA, C. A. da S. e GIORDANO, L. de B. Graus-dia e época de plantio para produção de grãos secos de ervilha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, p. 12-14, 1989.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produção Vegetal. **Normas e padrões de produção de sementes e mudas para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2000. 156 p.

ROSSETTO, C. A. V. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 97-105, 1997.

SÁ, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 13-19, 1999.

SANCHEZ, E. A.; MOSQUERA, T. Establecimiento de una metodología para la inducción de regenerantes de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Santa Isabel. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 24, n. 1, p. 17-27, 2006.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

SANTOS, C. M. et al. Qualidade de sementes do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), em função do tamanho e do local de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 144-151, 2001.

SANTOS, S. R. G. dos; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith e Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail.) Smith &

Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

SCHINZEL, R. L. **Qualidade física e fisiológica de sementes de trigo beneficiadas na máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade**. 1983. 145 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1983.

SILVA, G. M. da; MAIA, M. de S.; MORAES, C. O. C. Influência do peso da semente sobre a germinação e o vigor de cevadilha vacariana (*Bromus auleticus* Trinius). **Revista Brasileira de Agrociência**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 123-126, jan./mar. 2007. Nota técnica.

SILVA, L. M. de M.; RODRIGUES, T. de J. D.; AGUIAR, I. B. de. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.

SILVA-FILHO, P. M. **Desempenho de plantas e sementes de soja classificadas por tamanho e densidade**. 1994. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1994.

SIMON, E. W.; RAJA-HARUN, R. M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 23, p. 1076-1085, 1972.

SNOAD, B.; ARTHUR, A. E. Genetical studies of quantitative characters in peas. I.A. seven-parent diallel cross of cultivars. **Euphytica**, Dordrecht, v. 22, n. 7, p. 327-337, 1973.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos da genética**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SOARES, J. B. de L. União de esforços promove a cultura no país. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 158, p. 3, 1989.

SOUSA, M. O. et al. de. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* Linn.) Gaerth.- Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 110-119, 2000.

SPINA, A. A. T.; CARVALHO, N. M. Testes de vigor para selecionar lotes de amendoim antes do beneficiamento. **Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v. 1, n. 1, p. 10, 1986.

TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal Seed Technology**, Lansing, v. 3, n. 1, p. 10-8, 1978.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; WHITE, G. M. Seed production and technology. In: WILCOX, J. R. (Ed.). **Soybeans: improvements, production and uses**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p. 295-353.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de ervilha, de lentilha e de grão-de-bico no Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2001. 56 p. (Documentos, 28).

TOMM, G. O. et al. **Ervilha BRS forrageira**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2002a. 14 p. (EMBRAPA Trigo. Documentos Online, 18). Disponível em: <[http://www.cnpt.EMBRAPA.br/biblio/p\\_do18.htm](http://www.cnpt.EMBRAPA.br/biblio/p_do18.htm)>. Acesso em: 8 ago. 2009.

TOMM, G. O. et al. **Ervilha BRS forrageira: uma nova alternativa para cobertura de solo**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo; Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2002b. 4 p. Folder.

TOMM, G. O. et al. **Leguminosas de grãos como alternativas de inverno**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1999. 7 p. (Comunicado técnico online, 9). Disponível em: <<http://www.cnpt.EMBRAPA/biblio/p-co09.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2009.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 108-112, 2001.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p.151-158, 2005.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K.; CARNEIRO, N. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. BOMBACACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 170-174, 1999.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, Veracruz, México. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 35, p. 85-96, 1987.

VIEIRA, R. D. ; KRZYZANOWSKI, F. C. . Teste de Condutividade Elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa: UFV, 2001. 206 p.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

VOSS, M. et al. **Ervilha forrageira como adubo verde para trigo: resultados preliminares**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2004. 5 p. (Comunicado técnico online, 139). Disponível em: <[http://www.cnpt.EMBRAPA.br/biblio/co/p\\_co139.htm](http://www.cnpt.EMBRAPA.br/biblio/co/p_co139.htm)>. Acesso em: 8 ago. 2009.

WERKER, E.; MARBACH, I.; MAYER, A.M. Relation between the anatomy of the testa, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. **Annals of Botany**, London, v. 43, p. 765-771, 1979.

WIRYAWAN, K. G.; DINGLE, J. G. Recent research of improving the quality of grain legumes for chicken growth. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 76, p. 185-193, 1999.

WOODSTOCK, L. M. Physiological and biochemical of seed vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 1, p. 127-157, 1973.

ZUCARELI, V. et al . Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 106-114, 2009.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)