



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS



CÍNTIA LUIZA MASCARENHAS DE SOUZA

GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE
Physalis angulata L. (Solanaceae) **SOB CONDIÇÕES DE**
ESTRESSES ABIÓTICOS

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2009

CÍNTIA LUIZA MASCARENHAS DE SOUZA

**GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE
Physalis angulata L. (Solanaceae) SOB CONDIÇÕES DE
ESTRESSES ABIÓTICOS**

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2009

CÍNTIA LUIZA MASCARENHAS DE SOUZA

GERMINABILIDADE DE SEMENTES DE
Physalis angulata L. **(Solanaceae) SOB CONDIÇÕES DE**
ESTRESSES ABIÓTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador (a): Prof(a). Dr(a). Claudinéia Regina Pelacani
Co-orientador: Prof. Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. (a). Dr (a) .

Prof. (a). Dr (a).

Profa. Dra. Orientadora Claudinéia Regina Pelacani
Orientadora e Presidente da Banca

A minha mãe, Adelaide, por ter me ensinado o significado da expressão amor incondicional

Ofereço

Ao meu noivo, José, a quem amo incondicionalmente
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, força maior, que pouco entendo e muito respeito, e esteve sempre presente na minha vida.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais por ter me possibilitado galgar mais um degrau nessa conquista profissional que é tão árdua.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa concedida, e ao projeto Bioinova que me possibilitaram a dedicação exclusiva a esse trabalho.

A minha querida orientadora, Claudinéia Pelacani, por seus ensinamentos e sua paciência, mas principalmente pela amizade e dedicação.

Ao meu co-orientador Lenaldo Muniz, professor de longa data, pelo seu auxílio nos experimentos e palavras de incentivo nos momentos mais delicados.

Ao coordenador do programa José Raniere Ferreira pelo trabalho incansável.

A minha mãe Adelaide Mascarenhas, mulher de aço e de flores, melhor exemplo que eu poderia ter e me moldou a sua imagem e semelhança.

A meu pai Luis Alberto (*in memorian*) por que a saudade se faz tão presente em meu coração e as palavras tão claras em minha mente.

A meu noivo e companheiro José Dias pelo amor e dedicação que me deu e dará forças para prosseguir sempre.

Aos meus irmãos Flávia e Luis, porque mais que os laços de sangue nos une o amor.

A minha sobrinha Lis e meu sobrinho-afilhado (o qual ainda não sabemos o sexo ou o nome) que me mostraram como pessoas ainda tão pequenas suscitam amores tão profundos.

Aos meus avós Anita e Miguel (*in memorian*) exemplos de vida.

A minha tia Tânia Sousa pelo exemplo a ser seguido.

A minha sogra Sandra por estar sempre torcendo por mim.

A Manuela Souza, por provar que existe amizade à primeira vista e com quero ainda dividir muitas histórias.

A Milene Fonseca, por me mostrar que amizades verdadeiras podem perdurar muitos anos e pelas ilustrações desse trabalho.

A Marília Lordêlo, por ser um exemplo de pessoa, estudante, pesquisadora e agora professora.

A Cimille Antunes, que mesmo na distância se faz presente e de quem sinto muita saudade.

A Cristiane Brito, amiga querida, por tentar sempre me ajudar e por ter me apresentado a legítima geléia de Physalis.

As amigas Nayra e Ivana, que contribuíram decisivamente para a finalização desse trabalho.

Aos meus colegas de curso, Amanda, Andréia, Germano e Antônio Carlos pelas palavras de incentivo.

Ao amigo Antônio Carlos pelas fotos apresentadas aqui.

A professora Lia Miranda por ser sempre tão prestativa.

Aos companheiros do LAGER Paloma, Renatinha, Renata Conduru, Deni, Isys, Mara, Hugo, Jonaicon e Ana Rita, com quem dividi muitas risadas e lágrimas e muito me ajudaram.

Aos companheiros do Horto Danilo, Sheila, Cristina, Vânia, Tecla, Priscila, Mara e Janilza pelo apoio sempre.

A Ingrid e Geisa um agradecimento especial pelas aventuras vividas em São Paulo.

Ao Sr. Zilson, que chegou ao horto para acrescentar.

Aos funcionários do horto, especialmente de campo, pelo auxílio nos momentos de necessidade.

A Renata pela ajuda e disponibilidade em um momento difícil.

A todas e tantas pessoas, que não pude citar aqui mais que merecem um agradecimento pela contribuição a esse trabalho.

Ratifico o agradecimento a todas as mulheres aqui citadas. Vocês são de aço. Vocês são de flores.

“(...)Observar a metamorfose das flores em frutos era satisfação sem preço. A natureza costurada de regras consumava diante de nossos olhos o ditado bíblico, de que debaixo do céu há um tempo para cada coisa. (...)De aço e de flores. O aprimorado da vida ainda insiste em nascer dos contrários. As mulheres sabem mais sobre isso. Elas experimentam na carne o destino de serem como Deus, em pequenas partes. Geram o mundo; embalam os destinos e entrelaçam num mesmo tecido as cores da fragilidade e da força. Elas são de aço. Elas são de flores.”

Pdr. Fábio de Melo, Mulheres de aço e de flores.

RESUMO

Muitas espécies vegetais possuem aplicação na indústria de medicamentos, cosméticos, alimentos, dentre outras. Entretanto, as condições ambientais sob as quais essas espécies crescem, a tolerância às flutuações, influenciam no seu desenvolvimento desde a fase inicial. O comportamento fisiológico das sementes deve ser estudado para que se possa entender melhor os mecanismos de retomada de germinação das sementes e a qualidade fisiológica sob condições ambientais adversas, e assim estabelecer protocolos de otimização do processo germinativo. A espécie *Physalis angulata* L. pertence a família Solanaceae e mostra-se promissora em estudos voltados à bioprospecção, principalmente pela produção de fitormônios conhecidos como fisalinas. Objetivou-se caracterizar os perfis fisiológico e morfológico de sementes de *Physalis angulata* L. submetidas a estresses abióticos. Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Germinação e Campo Experimental da Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana- BA. Foram realizados experimentos onde as sementes foram submetidas à diferentes temperaturas e potenciais osmóticos (polietilenoglicol 6000). Através dos *screenings* térmico e osmótico foi possível identificar o ponto de *priming* e estabelecer um protocolo de osmocondicionamento para a espécie. Para tanto, nos ensaios de germinação em laboratório e para cada tratamento foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes, colocadas em placas de petri e umedecidas com água destilada ou solução de PEG 6000. Para os ensaios em campo foram utilizados 4 repetições de 40 vasos (50 cm de altura e 12,5 cm de raio) com sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas. Observou-se a resposta germinativa e de crescimento de sementes osmocondicionadas quando submetidas a estresses. Para sementes de diferentes idades verificou-se que as mais velhas apresentaram melhor germinabilidade quando osmocondicionadas. Conclui-se que *Physalis angulata* é uma espécie que tolera altas temperaturas e restrições hídricas mais severas, mais não a combinação destes e que o osmocondicionamento se mostrou efetivo em sementes mais antigas.

Palavras-Chave: Fisiologia. Germinação. *Priming*. Temperatura. Estresse hídrico.

ABSTRACT

Many plant species have properties that can be applied in the pharmaceutical industry, cosmetics, food, among others. However, the environmental conditions under which these species grow, their resistance and tolerance to fluctuations influence on their development. The physiological behavior of the seeds should be studied so that we can better understand the physiology and mechanisms of recovery of seed germination under adverse environmental conditions, thereby establishing protocols for optimizing the germination process. The species *Physalis angulata* L. belongs to the Solanaceae family and shows promise in studies focused on bioprospecting, especially the production of plant hormones known as physalins. This paper describes the physiological and morphological profiles of seeds of *Physalis angulata* L. subjected to abiotic stresses. The tests were developed in the Laboratory of Experimental Germination and of the Experimental Forest Garden at the Universidade Estadual de Feira de Santana-BA. Experiments were carried out where the seeds were subjected to different temperatures and osmotic potential (Polyethyleneglycol 6000). Through the heat and osmotic screening could identify the point of priming and establish a protocol of priming for the species. For both the tests of germination in the laboratory and for each treatment were used 4 replicates of 25 seeds in petri dishes and moistened with distilled water or PEG 6000. For the field tests were used 4 replicates of 40 vases (50 cm high and 12.5 cm radius) with seeds primed and not primed. Thus, we observed the response of germination of primed seeds these when subjected to stresses, including comparing seeds of different ages. We conclude that *Physalis angulata* is a species that tolerates high temperatures and more severe water stress and that priming was effective in older seeds and seedlings from these.

Keywords: Physiology. Germination. Priming. Temperature. Water stress.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1	Recursos Vegetais.....	4
2.2	Caracterização da Espécie.....	5
2.3	Fatores que interferem na germinação.....	8
2.4	Aspectos morfológicos.....	9
2.5	Estresses abióticos (térmico e hídrico) e osmocondicionamento.....	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1	Material vegetal.....	12
3.2	Avaliação morfológica.....	13
3.2.1	Morfologia da semente.....	13
3.2.1a	Características externas.....	13
3.2.1b	Características internas.....	13
3.2.2	Morfologia do desenvolvimento pós-seminal.....	13
3.3	Efeito da temperatura sobre a germinação.....	14
3.4	Efeito da restrição hídrica na germinação.....	15
3.5	Efeito da combinação de fatores estressantes (temperatura e restrição hídrica) na germinação de sementes de <i>P. angulata</i>	15
3.6	Ajuste metodológico para posterior osmocondicionamento.....	16
3.7	Tolerância cruzada: sementes osmocondicionadas x restrição hídrica ou variação térmica.....	16
3.8	Osmocondicionamento em sementes de <i>P. angulata</i> de diferentes idades.....	17
3.9	Análise estatística.....	18

4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1	Morfometria, morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal	18
4.2	Efeito da temperatura sobre a germinação.....	22
4.3	Efeito da restrição hídrica sobre a germinação.....	25
4.4	Ajuste metodológico para posterior osmocondicionamento.....	27
4.5	Efeito da combinação de fatores estressantes (temperatura e restrição hídrica) e da tolerância cruzada na germinação de sementes de <i>P. angulata</i>	29
4.6	Efeito do osmocondicionamento em sementes de <i>P. angulata</i> de diferentes idades.....	33
5.	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	ANEXOS.....	47

Lista de Tabelas

Tabela 1: Tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a diferentes temperaturas.....	24
Tabela 2: Tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a duas diferentes temperaturas.....	24
Tabela 3: Parte aérea (PA) e radícula (R) de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a duas diferentes temperaturas.....	25
Tabela 4: Tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a diferentes potenciais osmóticos.....	27
Tabela 5: Germinabilidade (G), Tempo médio (Tm), Velocidade média (Vm) e Índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a diferentes potenciais e temperaturas.....	27
Tabela 6: Germinabilidade (G), tempo médio (Tm), velocidade média (Vm), índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a solução de PEG com potencial -1,2 MPa variando-se número de dias de exposição.....	30
Tabela 7: Germinabilidade (G), tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) submetidas a diferentes temperaturas e potenciais osmóticos.....	32
Tabela 8: Germinabilidade (G), tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes osmocondicionadas (O) e não osmocondicionadas (NO) de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) de diferentes lotes.....	34
Tabela 9: Porcentagem de emergência de sementes osmocondicionadas (O) e não osmocondicionadas (NO) de <i>Physalis angulata</i> L. (Solanaceae) de diferentes lotes. Estufa climatizada, Horto Florestal, UEFS, Feira de Santana, Bahia, Brasil.....	38

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Planta de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) na fase reprodutiva (A) e detalhes dos ramos com flores (B) e frutos (C). *Por Antônio Carlos Bastos de Magalhães*.....7
- Figura 2:** Comprimento (A), Largura (B) e espessura (C) das sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições de 25 sementes.....20
- Figura 3:** Sementes e plântulas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). Semente seca (A), Semente germinada (B), Plântula com dois cotilédones e um eófilo (C), Plântula com cotilédones, eófilos e metáfilos (D). **Hi** (hilo), **Rp** (raiz primária), **Eb** (embrião), **En** (endosperma), **Ct** (cotilédone), **Hp** (hipocótilo), **Rs** (raiz secundária), **Ef** (eófilo), **Mt** (metáfilo) **Ca** (caule). *Por Milene Fonseca de Oliveira*.....21
- Figura 4:** Germinabilidade de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em diferentes temperaturas. Feira de Santana, Bahia, Brasil.....24
- Figura 5:** Germinabilidade de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em diferentes potenciais osmóticos. Feira de Santana, Bahia, Brasil.....26
- Figura 6:** Curva de embebição e sementes germinadas de sementes não osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) recém-coletadas. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.....36
- Figura 7:** Curva de embebição e sementes germinadas de sementes osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) recém-coletadas. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.....36
- Figura 8:** Curva de embebição e sementes germinadas de sementes não osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) com dois anos pós coleta. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.....37
- Figura 9:** Curva de embebição e sementes germinadas de sementes osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) com dois anos pós coleta. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.....37

1. INTRODUÇÃO

As plantas dificilmente crescem em ambientes ideais podendo ser expostas a estresses ambientais que modificam a sua morfologia e taxa de crescimento (BUXTON & FALES, 1994). Dentre estes destacam-se os estresses hídrico e térmico, como dois de maior ocorrência e impacto. A capacidade de aclimatação e/ou adaptação a essas flutuações varia para cada espécie e pode significar a sua sobrevivência ou não em determinados ambientes (TAIZ & ZAIGER, 2009). Embora a germinação esteja diretamente relacionada com a constituição genética da espécie, a forma como essa se expressa pode ser modificada pelas pressões e variações ambientais (SANTOS *et al.*, 1992). Dentre os diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo, a disponibilidade de água é um dos mais importantes, uma vez que limita o início do processo germinativo das sementes e as demais etapas do metabolismo. A capacidade de absorção de água pelas sementes durante a germinação depende de vários fatores e dentre eles as características de cada espécie, a área de contato entre a semente e o substrato, a idade da semente, o teor de umidade e a temperatura (ROCHA, 1996).

As variações de temperatura também podem afetar a velocidade, a porcentagem e a uniformidade da germinação, de forma diretamente proporcional ao afastamento da temperatura conhecida como ótima para a espécie. Ou seja, quanto mais distante da temperatura ótima, maior o estresse causado às sementes. Em níveis críticos, isso pode causar injúrias a essa estrutura, inclusive alterando as atividades metabólicas inerentes ao processo de germinação, altamente dependentes de sistemas enzimáticos específicos (MARCOS FILHO, 2005).

Assim, a “fisiologia do estresse” analisa esses fenômenos para que se possa entender a respostas desses espécimes frente a determinadas situações, ou até mesmo utilizar esse conhecimento como base para o melhoramento dos mesmos. Entretanto, nas últimas décadas, a aplicação de estresses visando a melhoria dos aspectos germinativos vem sendo utilizado, referindo-se ao termo *priming* ou envigoramento, ou até mesmo condicionamento fisiológico (HEYDECKER & COOLBEAR, 1977; HAIGH, 1988; ROBERTS & ELLIS, 1989; MARCOS FILHO, 2005), neste trabalho utilizou-se a terminologia

osmocondicionamento. Este método pode levar a uma maior uniformização do processo germinativo e obtenção de plantas mais vigorosas, podendo otimizar a produção de mudas em larga escala.

O desenvolvimento de protocolos de germinação para cada espécie faz-se necessário e isso só é possível com o conhecimento a respeito das exigências de cada uma (DANIEL *et al.*, 1988). A fim de suprir esta necessidade, as pesquisas sobre os mecanismos de germinação e conservação de sementes de valor econômico e potencial agrônômico ou biotecnológico, devem ser consideradas prioritárias. Desta forma, o estudo do comportamento germinativo das sementes deve ser realizado para que se possa entender melhor a qualidade fisiológica e os mecanismos de germinação das sementes sob condições ambientais adversas.

A imposição de estresse osmótico as sementes pode induzir tolerância a outros tipos de estresses em espécies cultivadas, incluindo tolerância à seca e a sais (SAVINO *et al.*, 1979;; BURGASS & POWELL, 1984; BRUGGINK & VAN DER TORN, 1995; CAYUELA *et al.*, 1996; CADMAN *et al.*, 2006). Esse parece ser um fenômeno evolutivo natural de adaptação a condições adversas. Nesse enfoque, percebe-se a importância das pesquisas relacionadas a estresses em sementes, como componente essencial e inicial de tolerância às condições adversas ao longo do ciclo de vida natural da maioria das espécies vegetais.

Estudos com *Physalis angulata* L. (Solanaceae) podem ser de grande importância, principalmente por que os resultados tendem a atender vários setores da sociedade, já que esta possui tanto interesse econômico quanto medicinal. Apesar da existência de trabalhos científicos relacionados à espécie, tais informações não são suficientes para traçar um perfil fisiológico da mesma, pois esses trabalhos se referem em sua maioria à extração de fisalinas e sua utilização. O conhecimento a respeito dessas condições é a base para estudos cada vez mais detalhados acerca dessas plantas, as quais podem ser uma ferramenta útil no combate a várias doenças. Além de ser uma alternativa de plantio e fonte de renda para pequenos produtores

O objetivo principal deste trabalho foi analisar o comportamento germinativo e de *P. angulata* frente a situações de restrições hídrica e variação térmica. Para atender a este objetivo buscou-se: descrever morfologicamente o processo de germinação de plântulas de *P. angulata* analisando o efeito de diferentes temperaturas e potenciais osmóticos na germinação de sementes, e

avaliando a cinética da germinação das sementes quando submetidas a estresses abióticos. Objetivou-se, ainda, estabelecer protocolos de envigoração de sementes de *P. angulata* por meio de aplicação de osmocondicionamento, avaliando o efeito do osmocondicionamento na germinação de sementes de diferentes idades e na emergência de plântulas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Recursos Vegetais

Mundialmente, muitos estudos têm sido realizados em espécies vegetais que possuem potencial medicinal. A extração de princípios ativos para a produção de medicamentos tem se tornado uma constante nos últimos anos. Entretanto, a utilização dos vegetais *in natura* ou mesmo em infusões como atenuante de sintomas, ou até cura, de várias doenças é muito mais antiga. De acordo com Maciel *et al.* (2002) “o uso de plantas no tratamento e na cura de enfermidades é tão antigo quanto a espécie humana” “O conhecimento sobre plantas medicinais simboliza muitas vezes o único recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos”.

Muitos dos compostos produzidos pelos vegetais são utilizados pelo homem com diversas finalidades, mais principalmente para uso medicinal. Ainda, segundo Maciel *et al.* (2002), as pesquisas com plantas medicinais envolvem a medicina popular (etnobotânica), a química orgânica e fitoquímica, farmacologia, química orgânica sintética e química medicinal. A interação dessas áreas compreende os caminhos para a descoberta de novos medicamentos.

Entende-se, então, que a descoberta de novos fármacos, além do tratamento às doença, influencia também as comunidades que cultivam as plantas medicinais. Estas saem das casas passam às farmácias tornando-se de interesse econômico.

Incluída neste grupo de plantas encontra-se a *P. angulata*. Ribeiro *et al.* (2002) afirmam que os extratos e frações dessa espécie, são promissores para o isolamento de substâncias antineoplásicas. Dentre outras aplicações terapêuticas, também é utilizada com anti-séptico, razão pela qual algumas pesquisas foram desenvolvidas aplicando-a no combate a infecções causadas por *Staphylococcus aureus* R. (DRUMMOND *et al.*, 2005), além da ação antimicrobiana (LOPES *et al.*, 2005). Segundo Tomassini *et al.* (2000) observa-se uma grande diversificação estrutural de derivados em alguns gêneros da família Solanaceae, cabendo a *Withania* e *Physalis* a maior produção de vitanolídeos e fisalinas respectivamente. Quanto às fisalinas, ainda segundo os mesmos autores, que são moléculas complexas e a atividade antitumoral e antineoplásica dessas substâncias têm sido

motivo de várias especulações e pesquisas. Estas são ainda apontadas como fitormônios com ação imunossupressora e anti-leishmania comprovadas (SOARES *et al.*, 2003; SOARES *et al.*, 2006).

Physalis angulata também possui importância na alimentação, assim como outras espécies da mesma família, como o caso do tomate, do pimentão e da pimenta. Apesar de ser bastante comum no Norte e Nordeste do Brasil, seu fruto é considerado uma iguaria exótica no Sul e Sudeste e é comercializado por, em média, nove reais cada cem gramas. Por ser uma planta rústica de alto poder germinativo além da sua valorização no mercado *P. angulata* está se tornando uma boa saída para os pequenos produtores rurais, especialmente de regiões onde as temperaturas são altas (MOSCHETO, 2007).

2.2 Caracterização da espécie

Physalis angulata é conhecida como camapu, mullaca ou juá-de-capote. Pertence à família Solanaceae A. L. Jussieu, que é uma das maiores dentre as Angiospermas. Esta família com 150 gêneros e cerca de 3.000 espécies tem a América do Sul como um dos centros de diversidade e endemismo (HUNZIKER, 2001; SOUZA & LORENZI, 2005). Com distribuição tropical e subtropical, são 110 espécies, ocorrendo principalmente na Ásia, Europa e Estados Unidos. No Brasil podem ser encontradas 11 espécies (SENDTER 1846, D'ARCY *et al.* 2005 *apud* SOARES, 2007), distribuídas por todo o país com ênfase para a Amazônia e Nordeste (6 espécies).

Do ponto de vista medicinal a espécie (Figura 1A) é utilizada popularmente como anticoagulante, diurético, antiinflamatório, dentre outros. Entretanto, já existem pesquisas de cunho científico que apontam esta espécie como potencialmente anticarcinogênica. (RIBEIRO *et al.*, 2002).

No que diz respeito a seu hábito, trata-se de uma planta herbácea, ereta (Figura 1C), medindo até um metro de altura, sendo anual e reproduz-se por semente. (VASCONCELOS, 1998). As folhas são pubescentes, alternas, e a forma varia de ovada a ovada lanceolada ou amplamente ovalada a estreita elíptica (GONEM *et al.* 2000; SILVA & AGRA, 2005). As flores são solitárias (Figura 1B) ou em cimeiras, cálice soldado até a metade e permanece nos frutos,

a corola é gamopétala amarelada (1/4 do interior do tubo marrom), anteras azuladas ou violetas, dorsifixas (GONEM *et al.* 2000; SILVA & AGRA, 2005).

Possui um ciclo relativamente curto, produzindo a maior quantidade de frutos (do tipo baga com cálice crescente) em média aos 90 dias após a semeadura (FREITAS, 2004). Os frutos são delicados, pequenos e redondos, com coloração amarelo- alaranjado quando maduros, envolvidos por sépalas em forma de balão (Figura 1C). Com sabor doce, levemente ácido, é consumido ao natural e usado na preparação de doces, geléias, sorvetes, bombons e em molhos de saladas e carnes (MOSCHETO, 2007). *P. angulata* é cultivada para o consumo dos seus frutos, que contem alto teor de vitaminas, fósforo e ferro.



Figura 1: Planta de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) na fase reprodutiva (A) e detalhes dos ramos com flores (B) e frutos (C). Por Antônio Carlos Bastos de Magalhães.

2.3 Fatores que interferem na germinação

As sementes, enquanto estruturas de dispersão, representam o ponto de interseção entre duas gerações. No que diz respeito à planta mãe, elas são a garantia da perpetuação da espécie e muita energia é utilizada durante seu desenvolvimento. Por isso, cada espécie tem características ecofisiológicas próprias, germinando apenas em condições favoráveis, que diferem de espécie para espécie, de temperatura, luminosidade, substrato, potenciais osmóticos, dentre outros. Assim, entende-se que os fatores ambientais têm participação essencial durante o processo germinativo de uma semente. Entender e conhecer as condições ideais para a germinação/crescimento de uma determinada espécie depende de pesquisas relacionadas a fatores bióticos e abióticos que podem afetá-la, tais como água, luz, temperatura, e agentes patogênicos (POPINIGIS, 1985; BRASIL, 1992; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Bryant (1989) afirma que, na semente quiescente os processos metabólicos normais são reprimidos devido à falta de água, sendo a embebição das sementes a retomada desses processos. Essa capacidade de reiniciar o metabolismo indica que os componentes essenciais para mantê-lo (por exemplo, enzimas e sistemas de membranas) devem resistir ao processo de dessecação, que ocorre durante a maturação da semente (sementes ortodoxas). Existem indícios claros de que uma semente madura, seca e quiescente contém um conjunto de sistemas necessários para a retomada imediata da atividade metabólica (BRYANT, 1989). Dentre esses processos estão: mobilização de reservas, ativação e síntese-de-novo de algumas enzimas, e início e aumento da síntese de DNA e RNA, disponibilizando às sementes os precursores utilizados na divisão celular e síntese de macromoléculas.

Analisando o fator temperatura, observa-se que a maioria dos vegetais possui um amplo espectro no qual conseguem germinar. Dentro desse espectro, caracteriza-se como ótima aquela na qual a mais alta porcentagem de germinação é obtida dentro do menor espaço de tempo (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Seriam consideradas, ainda, a mínima e a máxima, respectivamente como a mais baixa e a mais alta temperatura onde a germinação ocorre. Esses extremos, incluindo a temperatura ótima, representam as temperaturas cardeais para a germinação. Conhecer, portanto, essas faixas de

temperatura pode ser considerada característica diagnóstica da espécie que se quer estudar. A influência desse fator reside no fato de que esta afeta a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação e está relacionada com os processos bioquímicos (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

2.4 Aspectos morfológicos

A fisiologia vegetal é uma das áreas da botânica que tem por característica estudar os fenômenos vitais que concernem às plantas. Desde os processos de germinação e fotossíntese, até o desenvolvimento das mesmas, passando por análises dos fatores, bióticos ou abióticos, que possam influenciar esses processos. Através do estudo da morfologia de sementes e plântulas é possível analisar o ciclo vegetativo da espécie e também obter informações sobre germinação, armazenamento, viabilidade, dentre outros fatores (REGO *et al.*, 2007).

As características morfológicas de uma espécie são importantes para sua identificação botânica. A capacidade de reconhecimento das plântulas e dos estádios juvenis num determinado ecossistema pode ter um grande valor nos estudos ecológico e de sucessão (REGO *et al.*, 2007).

Segundo Barroso (1999), é imprescindível conhecer a estrutura das sementes, pois, a partir dela pode-se obter dados importantes a respeito da germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura. Vários autores, a exemplo de Esau (1986), tem ressaltado a validade de estudos conjuntos da morfologia interna e externa das sementes, afirmando que uma é tão importante quanto a outra. A morfologia interna e externa assim como a observação das plântulas, fornece subsídios para interpretação de testes de germinação e realização de trabalhos científicos (ARAÚJO & MATOS, 1991). Caracteres morfológicos tais como, a natureza e a espessura do tegumento, estrutura da semente, endosperma, cotilédones, estado de desenvolvimento do embrião são fatores que interferem diretamente no processo germinativo (REGO, 2007).

A germinação é um processo que envolve inúmeras reações químicas, principalmente, de translocação de compostos orgânicos que culminam com o

desenvolvimento do eixo embrionário. O desenvolvimento do embrião, assim como o desenvolvimento inicial da plântula, se dá de forma heterotrófica, pois nesse ponto são utilizadas reservas prévias existentes nos cotilédones e, em alguns casos, estruturas anexas. O processo ontogenético da germinação varia de espécie para espécie, e o conhecimento das etapas desde a embebição até a formação da plântula pode ser de grande auxílio na identificação de uma espécie e na explicação de testes de germinação.

2.5 Estresses abióticos (térmico e hídrico) e osmocondicionamento

Trabalhos têm sido desenvolvidos com *P. angulata* na tentativa de entender como esta espécie se comporta frente a determinados estresses. Souza *et al.* (2007) e Souza & Amorim (2009) avaliando a resposta de mudas de *P. angulata* sob estresses salino e hídrico, respectivamente, concluíram que esta espécie é pouco tolerante ao estresse por sais mas apresenta estratégias relevantes para utilizar a água disponível no solo quando submetidas ao estresse hídrico. Informações sobre o processo germinativo dessa espécie, submetida ou não a estresses, ainda são escassas.

Entre os fatores ambientais que influenciam a germinação, a temperatura e a água, juntamente com o oxigênio são os de maior impacto (MARCOS FILHO, 2005). A falta ou o excesso de algum desses fatores caracterizam-se como estresses ambientais que, a depender da intensidade leva a morte da semente ou da planta germinada. De acordo com Giaveno & Oliveira (2003) o estresse pode ser definido como uma pressão excessiva de algum fator adverso que apresenta a tendência de inibir o funcionamento normal dos sistemas. No caso das sementes estes estresses, quando não levam a morte, alteram a velocidade, o tempo e a uniformidade da germinação. Entretanto, os desvios em relação a essas variáveis dependem tanto do grau do estresse quanto da resistência da espécie a estes.

A aplicação de estresses em espécies vegetais tem sido utilizada como pré-tratamento visando à melhoria da qualidade de sementes e estabelecimento de plântulas e plantas de espécies cultivadas, referindo-se ao termo *priming*, envigoramento ou condicionamento biológico (HEYDECKER & COOLBEAR, 1977; HAIGH, 1988; ROBERTS & ELLIS, 1989; MARCOS FILHO, 2005). Esta

técnica consiste em pré-embeber as sementes em água ou em uma solução osmótica por determinado período, até essas entrarem em equilíbrio com o potencial osmótico da solução. Para tanto, utilizam-se diferentes compostos tais como: diversos sais, manitol, sorbitol, glicerol, polietilenoglicol (PEG), entre outros. Porém, nenhum desses, atende completamente as exigências para o osmocondicionamento. Os sais podem causar toxicidade e penetrar as sementes influenciando a germinação, os açúcares tem sido constante causa de ataque de microorganismos às sementes (SANTOS *et al.*, 2008).

O Polietilenoglicol (PEG), fórmula geral $\text{HOCH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$, tem sido um dos compostos mais utilizados, devido ao seu alto peso molecular, acima de 4000, sendo encontrado nas versões 4000, 6000, 8000, 12000 (MARCOS FILHO, 2005) que impede a entrada desse soluto nas sementes. Entretanto, a restrição a utilização desse composto se baseia no fato de que sua concentração é inversamente proporcional a solubilidade do oxigênio na solução (MARCOS FILHO, 2005), ou seja, quanto mais concentrado menor a quantidade de oxigênio disponível as sementes. Para evitar que isso aconteça, sistemas de aeração artificial têm sido utilizados para incorporação do oxigênio a solução de *priming*, quando esta é preparada com PEG.

Quando da utilização dessas soluções as sementes absorvem água até um nível que permite a ativação de eventos metabólicos essenciais à germinação, sem, contudo, emitir a raiz primária (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Quando semeadas, a emergência das plântulas deverá ser rápida, uniforme e em maior porcentagem. Há grande variação em termos de resposta ao osmocondicionamento entre as espécies, variedades e mesmo entre os lotes de sementes de uma mesma variedade (BROCKLEHURST & DEARMAN, 1983; LIMA, 2008).

O modelo de embebição proposto por Bewley & Black (1994) demonstra que esse processo inicia-se com a captação de água pelas sementes e culmina com a protrusão da raiz primária seguindo um padrão trifásico (BRADFORD & NONOGAKI, 2007). A fase I é representada por uma rápida absorção de água, dirigida pelo potencial mátrico (ψ_m) da semente seca. Segundo Pereira (2007) ao final dessa fase sementes endospermicas, como é o caso de *P. angulata*, atingem um grau de umidade de 25 a 30%. A fase II é caracterizada por um período de platô, onde as sementes não mais absorvem água e é conhecida como um

intervalo para preparação metabólica. Nessa fase o metabolismo é reativado para que haja o crescimento do embrião e finalização da germinação. Esta se dá com a protrusão da raiz primária, que caracteriza a fase III da curva de embebição, onde pode ser observado um novo incremento de água pela semente.

Até a fase II as sementes ainda são tolerantes a dessecação, podendo o processo ser estagnado e reiniciado posteriormente quando houver reidratação. Entretanto a partir da protrusão radicular haverá perda de viabilidade se o fornecimento de água for interrompido (TAYLOR, 1997; CASTRO *et al.*, 2004). Daí a importância em se conhecer não só o potencial hídrico onde não mais ocorra a germinação (ponto de *priming*), mais também quantos dias as sementes deverão estar submetidas a essa solução. Se não houver fornecimento de água o suficiente as sementes poderão não finalizar a fase II, entretanto se acontecer o contrario o processo pode alcançar a fase III e os benefícios do osmocondicionamento serão perdidos (MARCOS FILHO, 2005).

O osmocondicionamento tem sido utilizado, em diferentes espécies, visando aprimorar o desempenho de lotes de sementes e o estabelecimento de plantas, especialmente em condições ambientais adversas (NASCIMENTO, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Os frutos de *P. angulata* foram coletados manualmente em setembro de 2007 no Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana de plantas cultivadas em casa de vegetação. As sementes foram retiradas sob água corrente até a separação completa da polpa. Estas foram colocadas para secar sobre papel filtro em temperatura ambiente (condições de laboratório) e foram armazenadas, nas mesmas condições, em recipiente de vidro contendo sílica, que era trocada cada vez que esta se mostrava hidratada, até o momento dos ensaios.

As sementes foram previamente caracterizadas quanto ao teor de água e tamanho. Para o grau de umidade, foram avaliadas 4 amostras de 50 sementes,

utilizando-se o método estufa a 60°C até obtenção do peso constante, sendo as variações medidas a cada dois dias.

Para a desinfestação, em todos os experimentos, as sementes foram submersas em hipoclorito de sódio 0,5% por 10 minutos e lavadas em água destilada.

3.2 Avaliação Morfológica

3.2.1 Morfologia da Semente

Foram observadas e esquematizadas, com auxílio de microscópio estereoscópio e descritas as características externas e internas das sementes:

a) Características Externas

Para as análises morfométricas foram retiradas 100 sementes (4 repetições de 25) aleatoriamente, medindo-se o comprimento (medida do ápice à base), a largura e a espessura (região mediana) de cada uma com o auxílio de paquímetro digital (Calipter Within 300 mm) e microscópio estereoscópio (SP Labor).

Dimensões (altura, largura e espessura em mm), coloração e textura do tegumento, forma das sementes, posição do hilo e da micrópila.

b) Características Internas

Através de cortes transversais e longitudinais, feitos com auxílio de lâminas de aço, foram analisadas a forma, cor e posição dos cotilédones e do eixo embrionário e do endosperma.

3.2.2 Morfologia do desenvolvimento pós-seminal

O processo germinativo foi observado, desde o início da embebição até a emissão dos cotilédones, com observações realizadas a cada hora e ilustrações nas seguintes etapas: sementes embebidas, protrusão da raiz primária,

alongamento do hipocótilo, lançamento dos cotilédones. As ilustrações foram feitas à mão livre e apresentadas na forma de prancha sobre papel e em grafite.

As sementes foram colocadas em germinador (câmara de germinação Tecnal e Eletrolab) regulados para temperatura ótima previamente estabelecida. Foram utilizadas placas de petri (6 X 6 cm) contendo duas folhas de papel filtro (4 repetições de 20 sementes) e umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do substrato) (BRASIL, 1992) até a emissão dos cotilédones.

Concomitantemente, outro grupo foi semeado em vasos de 2,5 Kg (2 REPETIÇÕES de 20), nos quais as análises eram diárias, desde o aparecimento dos cotilédones até a emissão dos metáfilos. Avaliou-se os dias após a semeadura (D.A.S) necessários para que as mudas atingissem cada uma das etapas.

As descrições das características internas e externas de plantas e sementes estão de acordo com Barroso (1999), Ferri *et al.* (1981), Castellani *et al.* (2008), Mourão *et al.* (2007).

3.3 Efeito da temperatura sobre a germinação

Para avaliar o efeito da temperatura na germinação da espécie foram testadas temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C. As sementes foram colocadas para germinar em placas de petri (6 X 6 cm), umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato (2 folhas de papel germitest) e mantidas em germinador com fotoperíodo de 12 horas, durante 15 dias. Determinou-se a T°C onde ocorre a redução da germinação em cerca de 50% (temperatura média), a temperatura ótima de germinação da espécie e a temperatura de germinação nula (0%).

Nas avaliações foram consideradas germinadas as sementes que protruíram a raiz primária, sendo estas contadas e posteriormente descartadas. Os parâmetros avaliados foram: germinabilidade (%), índice de velocidade da germinação (IVG,) tempo médio da germinação (Tm), velocidade média da germinação (Vm).

Para a indicação da temperatura ótima realizou-se outro experimento comparando as duas melhores temperaturas do experimento anterior. As sementes germinadas foram mantidas para a avaliação das plântulas (medidas da

radícula, da parte aérea e anormalidade), 5 dias após a germinação, com auxílio de paquímetro digital.

3.4 Efeito da restrição hídrica na germinação

Para avaliar o efeito da restrição hídrica na germinação das sementes de *P. angulata* testou-se soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) em diferentes potenciais osmóticos (screening osmótico): 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2; -1,4; -1,6; -1,8; -2,0 MPa, preparadas de acordo com Villela *et al.* (1991). Foram definidos o potencial hídrico (Ψ) de osmocondicionamento, onde ocorre o impedimento da germinação (0%), o potencial de estresse onde ocorre a redução da germinação em 50% e o potencial ótimo para a germinação.

Os experimentos foram conduzidos em placas de petri, contendo as sementes umedecidas com 3 ml da solução teste. Realizaram-se trocas a cada dois dias para manutenção do potencial da solução e a prevenção do aparecimento de patógenos. Estas permaneceram em germinador ajustado a temperatura previamente otimizada para a espécie e fotoperíodo de 12 horas, por um período de 15 dias.

Nas avaliações considerou-se germinadas as sementes que protruíram raiz primária sendo estas contadas e posteriormente descartadas. Além da germinabilidade foram avaliados V_m , T_m e IVG.

3.5 Efeito da combinação de fatores estressantes (temperatura e restrição hídrica) na germinação de sementes de *P. angulata*

Para avaliação do efeito de estresses simultâneos na germinação de sementes de *P. angulata* foram testadas diferentes combinações de potenciais hídricos e temperaturas. Os ensaios combinaram: temperatura média com os potenciais osmóticos mínimo, médio e máximo de germinação e potencial osmótico médio com temperatura mínima, média e ótima de germinação. Os experimentos foram conduzidos em placas de petri, contendo as sementes umedecidas com a solução.

As sementes permaneceram em germinador ajustado às temperaturas citadas com fotoperíodo de 12 horas, por um período de dias 10 dias. As avaliações procederam como já descrito no item 3.4.

3.6 Ajuste metodológico para posterior osmocondicionamento

Após a definição do potencial hídrico (Ψ) de osmocondicionamento foi necessário realizar ajuste metodológico do tempo de exposição das sementes à solução de PEG 6000 para que houvesse osmocondicionamento. As sementes, pesadas inicialmente, foram submersas em meio líquido de PEG 6000 em tubos de ensaio acoplados a um sistema oxigenação artificial (bomba de aquário). O tempo de exposição das sementes na solução osmótica variou em: 2, 4, 6, 8, ou 10 dias. Após a retirada da solução uma parte das sementes foi dessecada em condições de temperatura ambiente para obtenção do peso inicial (sementes seca) e posteriormente colocadas para germinar. A outra parcela foi colocada imediatamente em placa de petri com água destilada (sementes frescas).

Para este experimento foram utilizadas duas repetições de 25 sementes para cada tratamento, já que este se caracterizou apenas como um ajuste metodológico, motivo pelo qual este tópico não consta nas análises estatísticas. As avaliações procederam como já descrito no item 3.4.

3.7 Tolerância cruzada: Sementes osmocondicionadas X restrição hídrica ou variação térmica

Após a definição do potencial hídrico e ajustes metodológicos necessários, sementes de *P. angulata* foram osmocondicionadas e posteriormente submetidas à testes de germinação. Estes testes foram conduzidos em temperaturas e potenciais restritivos (0% e 50% de germinação). Os experimentos foram conduzidos em placas de petri, contendo as sementes osmocondicionadas umedecidas com a solução teste ou água destilada. As sementes permaneceram em germinador ajustado as temperaturas citadas e fotoperíodo de 12 horas, por um período de 10 dias. As avaliações procederam como já descrito no item 3.4.

3.8 Osmocondicionamento em sementes de *P. angulata* de diferentes idades

Dois lotes de *P. angulata*, um recém coletado (Horto Florestal / janeiro de 2009) e outro com dois anos pós colheita (Horto Florestal / dezembro de 2006) foram comparados quanto efeito do osmocondicionamento na germinabilidade das sementes. Para este ensaio foram realizados testes de germinação no qual 100 sementes osmocondicionadas (4 repetições de 25 sementes) dos dois lotes foram colocadas em germinador na temperatura previamente otimizada, com fotoperíodo de 12h, umedecidas com água destilada por 10 dias. As avaliações procederam como já descrito no item 3.4.

Simultaneamente foram realizados experimentos para avaliar o padrão de embebição de sementes desses dois lotes osmocondicionadas e não osmocondicionadas. As sementes (4 repetições de 50 para cada tratamento) foram pesadas inicialmente para caracterização do seu peso fresco e depois incubadas em câmara de germinação na temperatura ótima. Foram realizadas pesagens, inicialmente a cada hora e depois por um período de 3 em 3hrs durante 5 dias, sendo contadas as semente germinadas, que eram mantidas nas placas.

Para avaliar se sementes de *P. angulata* respondiam ao osmocondicionamento em condições de campo foi montado um experimento para análise da porcentagem de emergência para lotes de idades diferentes em estufa climatizada. Para tanto foram utilizados um lote recém coletado (Horto Florestal / janeiro de 2009) e outro um ano pós coleta (Horto Florestal / setembro de 2007). As sementes foram semeadas em vasos com 50 cm de altura e 20 cm de diâmetro (volume 15,7 dm³) contendo terra vegetal e complementada com superfosfato (na proporção de 90g por vaso). O delineamento foi em blocos casualizados, sendo utilizados 4 blocos com 40 vasos cada, totalizando 160 vasos por lote. Em cada vaso foram utilizadas 5 sementes. A avaliação da porcentagem de emergência foi realizada após 30 dias da semeadura.

Os tratos culturais adotados foram irrigações diárias e retirada das plantas consideradas invasoras.

3.9 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Os valores de porcentagem de germinação obtidos foram transformados em arco seno $(x/100)^{1/2}$, analisados mediante ANOVA e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade exceto para os experimentos 3.5 e 3.7 utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e para os experimento 3.3 e 3.4 onde os dados de porcentagem germinação foram analisados por regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Morfometria, morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal

As sementes de *P. angulata* pesaram em média 0,025g (50 sementes) e apresentaram 7% de teor de água. São elipsóides e comprimidas, castanho alaranjadas quando completamente maduras e esbranquiçadas quando ainda imaturas (inviáveis). Apresentam em média 1,55 mm de comprimento, 1,26 mm de largura e 0,43 mm de espessura. Mais de 50% das sementes apresentaram comprimento entre 1,41 e 1,60 mm, e a faixa de variação da espessura se mostrou muito pequena, sendo mantida entre 0,34 à 0,51mm (Figura 2).

Devido ao tamanho diminuto muitas de suas características são visíveis apenas com o auxílio de microscópio estereoscópio. Assim como em *Solanum pseudoquina* A.St-Hil (tomatinho), *Solanum lycocarpum* A.St-Hil (lobeira) e *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (gravitinha) (CASTELLANI *et al.*, 2008), o hilo localiza-se em uma suave depressão na região mediano-marginal da semente, ao lado da micrópila (Figura 3B). O tegumento é glabro e reticulado na semente seca, sendo que após a embebição apresenta-se parcialmente liso e então a testa permite a visualização do embrião.

Quanto à forma e posição do embrião ele é dicotiledonar, cilíndrico, axial e contínuo linear e encontra-se encaixado no endosperma. Este é esbranquiçado na semente seca ou semitransparente de consistência gelatinosa quando embebida. Este apresenta-se hialino e é considerado curvo conforme Barroso

(1999). Entretanto, concordando com estudos realizados por Castellani *et al.* (2008) com espécies de *Solanum*, o embrião pode ser caracterizado como circinado (Figura 3B), em secções transversais o eixo embrionário é visto uma vez e os cotilédones duas.

As sementes secas de *P. angulata* ficam completamente túrgidas uma hora após contato com a água. Cerca de 12 horas decorridos o início do experimento já é possível a visualização do embrião através do tegumento. A protrusão radicular, para o lote recém-coletado, inicia-se com 40 horas e o aparecimento dos primeiros pêlos na radícula com 52 horas. 78 horas após serem colocadas em água as primeiras sementes germinadas já apresentam cotilédones parcialmente verdes visto através do tegumento, sugerindo presença de clorofila, e com 80 horas os cotilédones e também o hipocótilo já estão completamente verdes. A liberação dos cotilédones ocorreu 100 horas após o início do experimento.

Utilizando classificação de Miquel (1987) *apud* Mourão *et al.* (2007) as plântulas da espécie são do tipo “epígeo-foliácea” (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones foliáceos). Quando semeadas em campo a emergência dos cotilédones ovados se dá em média aos 5 dias. As margens dos cotilédones são inteiras (Figura 3C), e estes permanecem na planta adulta. O primeiro eófilo, cordato ou cordiforme de margem inteira, pode ser visto no oitavo dia, sendo que no décimo dia já está completamente expandido, em consonância com o início do surgimento do segundo eófilo (alternos) (Figura 3D). Aos 13 e 15 dias começam a surgir os primeiro e segundo metáfilos (alternos), elípticos de margem leve – dentada (Figura 1D).

O estudo morfológico das espécies vem sendo realizado visando as mais diversas finalidades. Desde a identificação taxonômica, que mesmo com o advento da biologia molecular ainda se mantém, até como base para análises e interpretação de testes em laboratório (OLIVEIRA & PEREIRA, 1984; AMARO *et al.*, 2006; ABENSUR *et al.*, 2007). Para *P. angulata* essa análise se mostrou essencial, pois tornou possível o seu reconhecimento em campo ainda em seus estágios de desenvolvimento iniciais. Além de distingui-la das demais espécies invasoras e também a caracterização de plântulas normais, permitindo a adoção de critérios de normalidade e anormalidade.

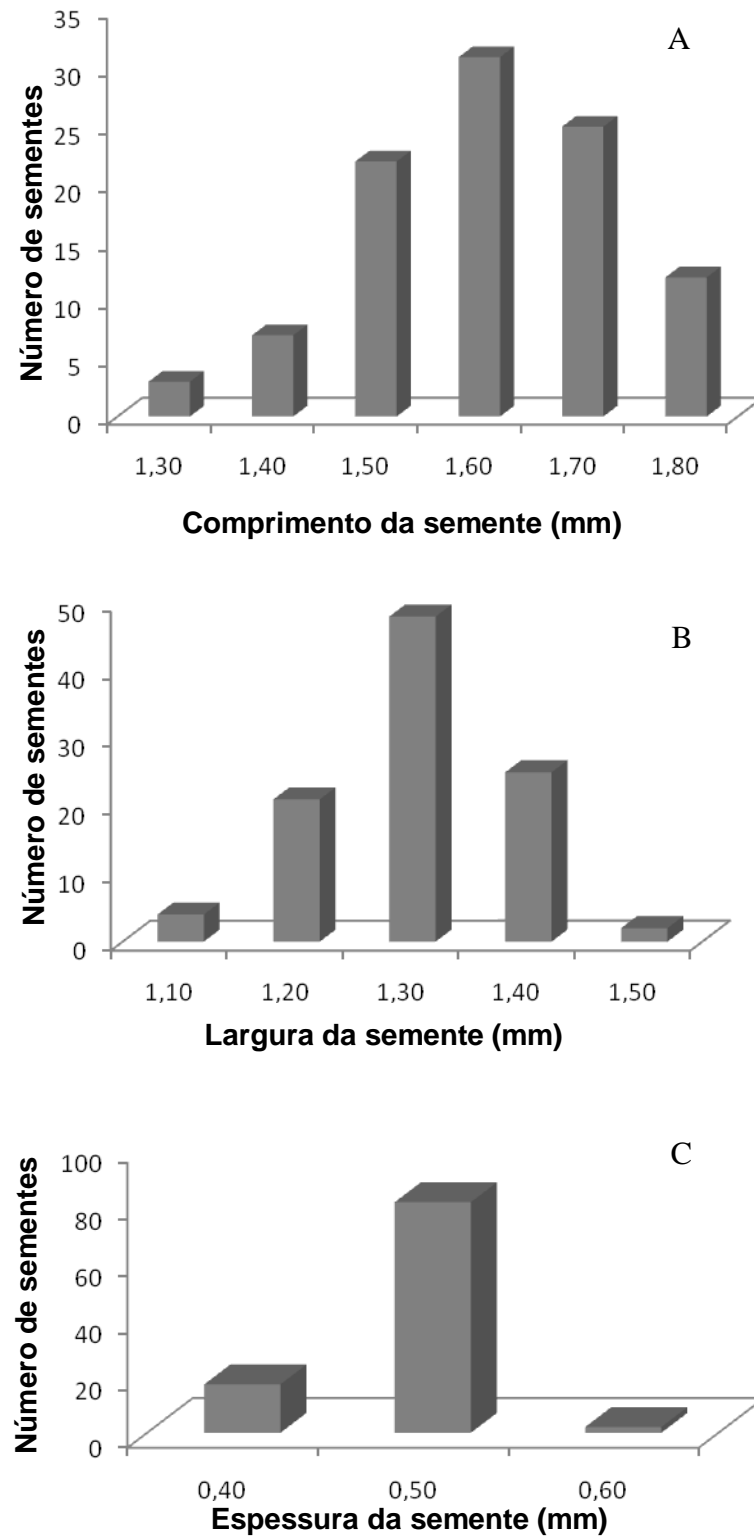


Figura 2: Comprimento (A), Largura (B) e espessura (C) das sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições de 25 sementes.

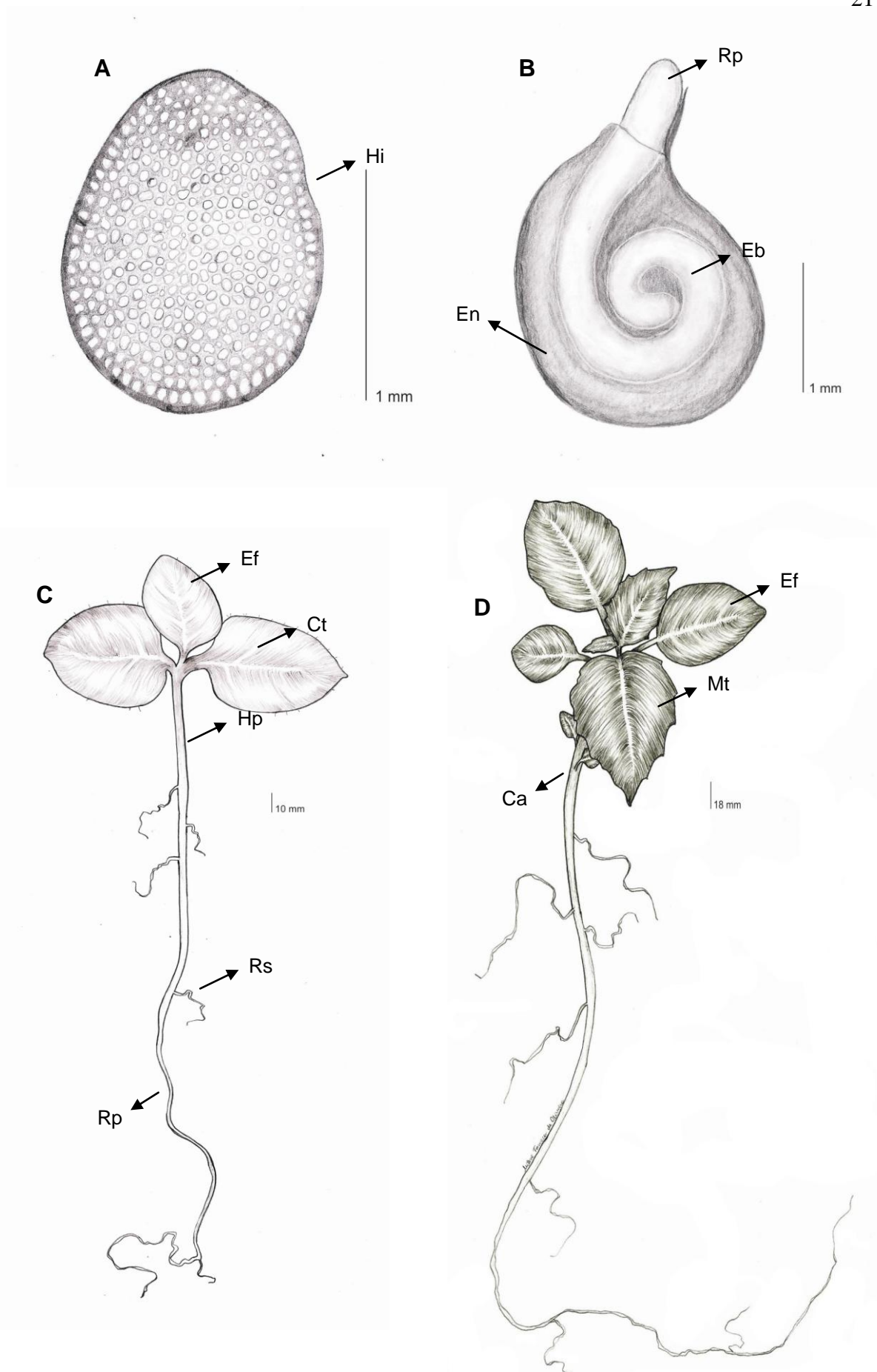


Figura 3: Sementes e plântulas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). Semente seca (A), Semente germinada (B), Plântula com dois cotilédones e um eófilo (C), Plântula com cotilédones, eófilos e metáfilos (D). **Hi** (hilo), **Rp** (raiz primária), **Eb** (embrião), **En** (endosperma), **Ct** (cotilédone), **Hp** (hipocótilo), **Rs** (raiz secundária), **Ef** (eófilo), **Mt** (metáfilo), **Ca** (caule). Por Milene Fonseca de Oliveira.

4.2 Efeito da temperatura sobre a germinação

Tendo sido testadas diferentes temperaturas para a germinação de *P. angulata*, foi possível determinar as temperaturas ótima (35°C), média (30°C) e nula (20°C) de germinação da espécie. Os dados de germinabilidade demonstraram uma tendência linear positiva, havendo um aumento desse parâmetro a medida que se aumentou a temperatura (Figura 4).

Para *P. angulata* não houve germinação a 20°C sendo esta considerada a temperatura de germinação nula (Tabela 1). Assim 25°C foi considerada a temperatura mínima de germinação. Baixas temperaturas podem reduzir a atividade metabólica havendo diminuição do número e da velocidade de sementes germinadas, assim como o aumento do tempo necessário para que o processo ocorra (LARCHER, 2000).

As temperaturas máxima e mínima, chamadas temperatura cardeais, são pontos críticos onde acima e abaixo destas não há germinação (MAYER & POJAKOFF-MAYBER, 1989; MARCOS FILHO, 2005). Inseridas nesse espectro encontram-se as temperaturas ótima e média de germinação. Para *P. angulata* esta última foi 30°C, que alcançou 53% de germinação, um número muito próximo do esperado (50%) (Tabela 1).

Lopes & Pereira (2005) obtiveram 0% de germinação a 20°C em testes com rolo de papel para sementes de *Solanum sessiliflorum* Dunal (cubiu), entretanto, sobre papel essa porcentagem aumentou para 48%. A melhor temperatura observada por esses autores foi alternada 20-30°C com maior porcentagem de germinação e IVG. Já para sementes de *Capsicum anuum* L. (pimentão), Posse *et al.* (2001) concluíram que as temperaturas constantes de 20, 25 e 30°C foram as melhores para a germinação dessa espécie.

Segundo Borges e Rena (1993) a temperatura adequada para a germinação de espécies tropicais situa-se entre 20 e 30°C, entretanto Larcher (2000) amplia essa faixa para 35°C. Apesar de no primeiro experimento realizado a temperatura de 40°C ter mostrado uma maior germinabilidade para sementes de *P. angulata*, a de 35°C se mostrou melhor com relação a outros parâmetros analisados (T_m , V_m) (tabela 1) e para o vigor das plântulas (Tabela 3). Uma

maior V_m , e conseqüente menor T_m , implicam em menor risco de estabelecimento da cultura.

Como a temperatura ideal de germinação deve variar dentro da faixa ideal para emergência e estabelecimento das plântulas (RAMOS *et al.*, 2006), o experimento para investigação da temperatura ótima foi repetido para análise das plântulas. Nesse não houve diferença estatística para nenhum dos parâmetros de germinação avaliados (Tabela 2). Apesar da alta germinabilidade a 40°C, esta temperatura influencia de forma negativa a formação das plântulas da espécie, sendo a porcentagem de plântulas anormais de 16,5% à 40°C e apenas 4,5% à 35°C, 3 vezes menor nesta. A análise do comprimento da parte aérea demonstrou que não houve diferença estatística entre as plântulas germinadas nestas temperaturas, entretanto o comprimento da radícula se mostrou 3 vezes maior a 35°C, diferindo estatisticamente da temperatura de 40°C (Tabela 3). Araújo *et al.* (1998) afirma que os efeitos deletérios das altas temperaturas em plantas estão relacionados a inúmeras alterações bioquímicas e metabólicas como a redução da atividade fotossintética no cloroplasto e da fosforilação oxidativa nas mitocôndrias.

Para Miranda & Ferraz (1999) a formação de plântulas normais é um critério de avaliação essencial para determinação da temperatura ótima de uma espécie. Rosseto *et al.* (2009) trabalhando com sementes de angelim-saia (*Parkia pendula* Willd.) obtiveram resultados semelhantes aos do presente trabalho, havendo germinação para as sementes da espécie em todas as temperaturas testadas (15 a 40°C) e a formação de plântulas normais somente a 25, 30 e 35°C, sendo que a 40°C a germinação alcançou 90% e o número de plântulas normais foi zero.

Por ser 40°C uma temperatura acima do esperado, mesmo para espécies tropicais (BORGES & RENA, 1993; LARCHER, 2000), e pelos resultados apresentados nesse trabalho, determinou-se 35°C como temperatura ótima para a espécie (Figura 4). Torres (1997) trabalhando com tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mill.) também apontou a temperatura de 35°C como ótima para a germinação.

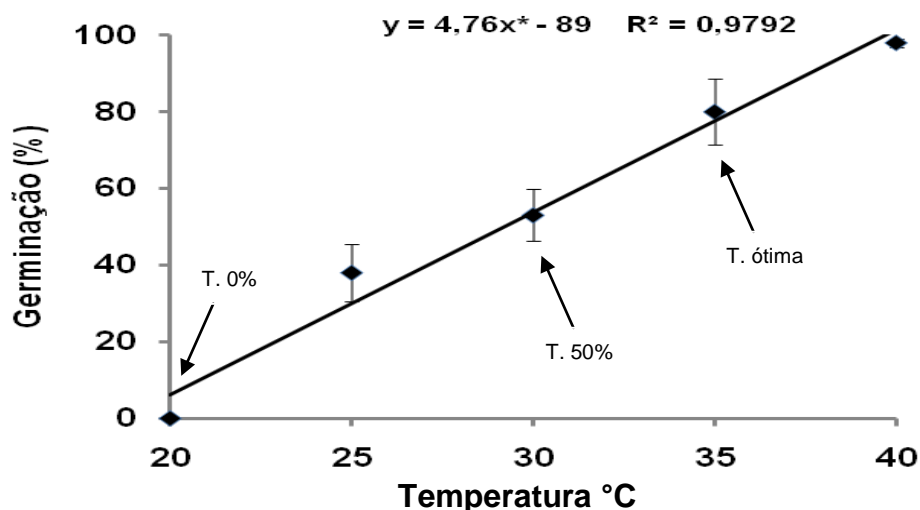


Figura 4: Germinabilidade de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em diferentes temperaturas. Feira de Santana, Bahia,

Tabela 1: Tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) submetidas a diferentes temperaturas. n= número de sementes germinadas.

ΔT	n	Vm(dias ⁻¹)	Tm(dias)	IVG
20°C	0	---	---	---
25°C	38	0,22b	4,52b	2,30c
30°C	53	0,31a	3,29a	4,13cb
35°C	80	0,33a	3,07a	6,47a
40°C	98	0,20b	4,97b	5,27ba

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

Tabela 2: Tempo médio (Tm), velocidade média (Vm), índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) submetidas a duas diferentes temperaturas

ΔT	G ^{ns}	Tm ^{ns}	Vm ^{ns}	IVG ^{ns}
35°C	100	3,3	0,30	8,1
40°C	98	3,1	0,32	8,1

^{ns} Não significativo

Tabela 3: Comprimento da parte aérea (PA) e radícula (R) de plântulas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) submetidas a duas diferentes temperaturas.

ΔT	PA (cm) ^{ns}	R (cm)*
35°C	0,64	3,53
40°C	0,64	1,25

*Significativo a 0,05 de probabilidade

^{ns} Não significativo

4.3 Efeito da restrição hídrica sobre a germinação

Os dados de germinabilidade obtidos demonstram uma tendência quadrática negativa, havendo um decréscimo da porcentagem de germinação à medida que o potencial se tornou mais negativo (Figura 5). Entretanto ocorreu uma discreta melhora à -0,2 MPa (97%) em relação ao controle (95%), demonstrando que uma restrição hídrica sutil pode estimular a germinação.

Um aumento do percentual germinativo pode acontecer quando há uma pequena redução do potencial osmótico. Essa redução leva a uma embebição mais lenta, havendo diminuição dos danos causados, como desorganização das membranas e lixiviação dos componentes intracelulares (BEWLEY & BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005; SILVA *et al.*, 2006). Comportamento semelhante também foi encontrado por Silva *et al.* (2006), trabalhando com sementes de soja, verificaram um aumento da germinação das sementes quando submetidas a soluções de PEG 6000 nos potenciais de -0,2 à -0,4 com relação ao controle.

Dos diferentes potenciais osmóticos testados houve germinação apenas até -1,0 MPa (25%), sendo que à partir de -0,8 MPa a redução da porcentagem de germinação foi mais acentuada, chegando a 42% nesse potencial. Observou-se também o aumento significativo do tempo necessário para que o processo ocorresse (Tabela 4). Para sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) também se verificou que o potencial osmótico de -0,8MPa provocou uma redução em torno de 50% na porcentagem de germinação, quando comparada com os valores médios obtidos para a da testemunha (TORRES *et al.* 1999)

A diminuição da germinação de sementes sob restrição hídrica está relacionada a diminuição das atividades enzimáticas (BEWLEY & BLACK, 1994,

ÁVILA *et al.*, 2007; MACHADO NETO *et al.*, 2006). Essa condição leva a um menor desenvolvimento meristemático e conseqüentemente a um atraso na protrusão da raiz primária (FALLERI, 1994; SILVA *et al.*, 2006). Outra causa possível é a diminuição da energia disponível, requerida para o processo, já que há uma diminuição da atividade respiratória nas sementes (MAYER & PLJAKOFF-MAYBER, 1989). Torres (1998), avaliando sementes de tomate submetidas a estresse observou que houve redução da germinação e comprimento das plântulas na medida em que se diminuiu o potencial hídrico.

A partir do potencial -1,2 MPa, não houve germinação (Tabela 4), sendo esse considerado o potencial de osmocondicionamento para *P. angulata*, ou ponto de *priming*. Sementes de pimentão tem sido osmocondicionadas com potenciais que variam de -0,5 à -1,5 MPa. (POSSE *et al.*, 2001). Segundo Rosa *et al.* (2005) a capacidade das sementes de algumas espécies geminarem sob estresse hídrico confere vantagens ecológicas, entretanto, essa capacidade varia entre as espécies indo das mais sensíveis as mais resistentes. Foi possível identificar os potenciais de máxima (-0,2 MPa), nula (-1,2 MPa) e média germinação (-0,8 MPa) (Figura 5). Para sementes de tanchagen (*Plantago ovata* Forsk.) o potencial de -0,2 MPa restringiu a germinação em 37% com relação ao controle, não ocorrendo germinação à partir de -0,6 MPa (SOUSA *et al.*, 2008).

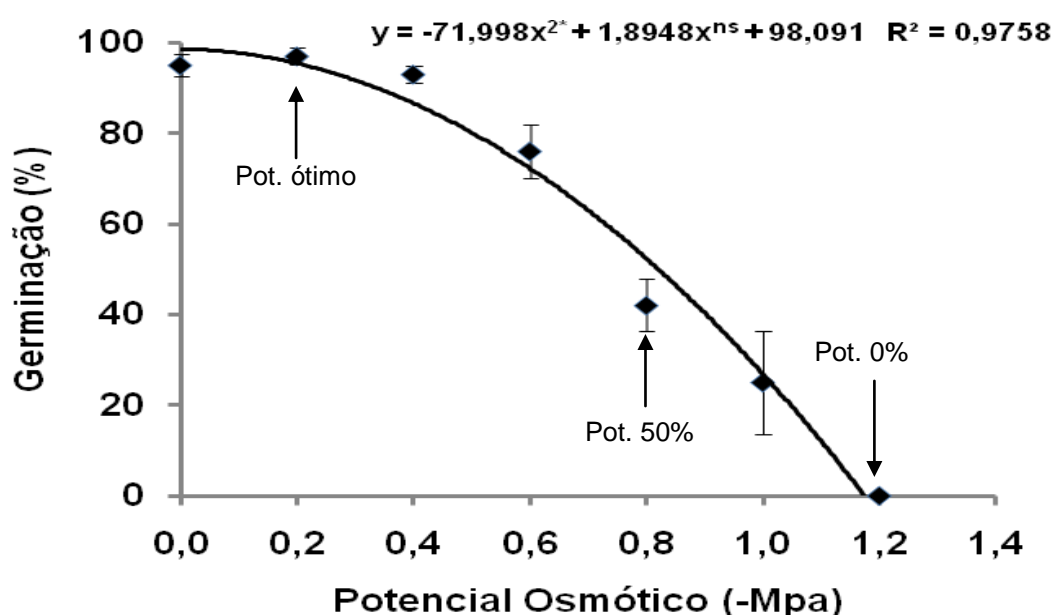


Figura 5: Germinabilidade de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em diferentes potenciais osmóticos. Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Tabela 4: Tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) submetidas a diferentes potenciais osmóticos. n= número de sementes germinadas.

y (-Mpa)	n	Vm(dias ⁻¹)	Tm(dias)	IVG
0	95	0,24b	4,14ab	6,18a
-0,2	97	0,25ba	3,97a	6,38a
-0,4	93	0,28a	3,56a	6,83a
-0,6	76	0,25ba	3,95a	5,11b
-0,8	42	0,17c	5,79c	7,21a
-1	25	0,08d	12,24c	0,58c
-1,2	0	---	---	---

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

4.4 Ajuste metodológico para posterior osmocondicionamento

Após determinação do potencial de osmocondicionamento para *P. angulata*, foram realizados experimentos para ajuste do número de dias necessários de exposição à solução e procedimento pós-condicionamento (secagem ou não das sementes). Os resultados constam na tabela 5.

Tabela 5: Germinabilidade (G), tempo médio (Tm), velocidade média (Vm), índice de velocidade da germinação (IVG) de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) submetidas a solução de PEG com potencial -1,2 MPa variando-se número de dias de exposição.

Tratamento	G (%)	Tm (dias)	Vm (dias ⁻¹)	IVG
2d frescas	95	2.522	0.397	3.958
2d secas	90	2.556	0.391	3.708
4d frescas	75	2.482	0.406	3.210
4d secas	60	2.583	0.391	2.500
6d frescas	45	2.250	0.445	2.083
6d secas	60	1.957	0.519	3.583
8d frescas	75	2.875	0.348	2.708
8d secas	85	2.590	0.386	3.458
10d frescas	70	3.267	0.306	2.187
10d secas	95	2.528	0.396	3.917

Apesar dos tratamentos 2 dias fresca e 10 dias seca demonstrarem os melhores resultados quanto aos parâmetros avaliados optou-se por utilizar nesse trabalho, 2 dias para o osmocondicionamento das sementes da espécie. Essa decisão foi baseada na diminuição do tempo de espera necessário e possíveis complicações decorrentes de uma exposição mais prolongada à solução de PEG 6000, como ataque de microorganismos durante o procedimento.

Para obter condições favoráveis ao osmocondicionamento de uma espécie é importante definir: temperatura, concentração da solução, duração do tratamento, método e período de secagem pós-condicionamento (FRETT *et al.*, 1991; SANTOS *et al.*, 2008). Estes são fatores que variam de acordo com as características de cada espécie.

A metodologia adotada para o osmocondicionamento pode variar mesmo dentro da espécie, a depender das características fisiológicas do lote. Sementes de pimentão osmocondicionadas à -1,1 MPa durante oito dias não responderam satisfatoriamente ao tratamento, havendo redução na germinabilidade e no índice de velocidade de germinação (ROVERI-JOSÉ *et al.*, 2000). Entretanto, Posse *et al.* (2001) observaram que sementes da mesma espécie tiveram o desempenho melhorado quando submetidas ao potencial de -0,5 MPa por 21 dias à 20°C mas quando colocadas à 25°C, nenhum dos potenciais testados foi capaz de aumentar significativamente a germinação.

Frett *et al.* (1991) testou diferentes soluções (PEG 8000, 10 diferentes sais, e água do mar sintética, todos a -0,8 MPa), para osmocondicionamento em sementes de tomate e de aspargo (*Asparagus officinalis* L.). Estes autores observaram que o osmocondicionamento não demonstrou efeito para germinabilidade de tomate, ao contrário do aspargo, mas diminuiu o tempo de germinação para as duas espécies. No entanto, Rosseto *et al.* (2002) constatou que sementes de tomate osmocondicionadas à -1,0 MPa com PEG 6000, demonstraram maior porcentagem de germinação. Lima (2007), observando o comportamento de sementes de mandaru (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf) em soluções de PEG 6000 concluiu que o tratamento que aumentou a germinabilidade em 57,3% (-0,5 MPa por dois dias) não foi o mesmo que aumentou o IVG (água por quatro dias). Estes resultados demonstram que o osmocondicionamento pode influenciar de forma diferente o comportamento

germinativo da mesma espécie a depender da qualidade fisiológica do lote, ou até dentro do mesmo lote.

Santos *et al.* (2008) afirmam que um dos aspectos mais controvertidos do osmocondicionamento é a secagem das sementes pós tratamento, sendo inicialmente indicada pelo precursor da técnica (HEYDECKER *et al.*, 1977), e posteriormente criticado por outros autores. Para *P. angulata* a adoção desse procedimento se mostra válida apenas se o osmocondicionamento for mantido por 10 dias (Tabela 5). Esta secagem é desejável se houver necessidade de armazenamento das sementes.

Santos & Menezes (2000) observaram diminuição na porcentagem de germinação e no crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) condicionadas e secadas. O mesmo não foi observado por Trigo & Trigo (1999) com sementes de cebola (*Allium cepa* L.), que não apresentaram redução na germinação. Balbinot & Lopes (2006) também concluíram que a secagem de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) após o osmocondicionamento não afetou a sua germinação.

4.5 Efeito da combinação de fatores estressantes (temperatura e restrição hídrica) e da tolerância cruzada na germinação

Para sementes *P. angulata* as combinações de temperaturas e potenciais osmóticos restritivos (Tabela 6) provocaram redução na germinabilidade, sendo que três das combinações resultaram em 0% de germinação (30°C/-1,2 MPa, 20°C/controle, 20°C/-0,8 MPa). A maior germinabilidade das sementes não ultrapassou os 55%, sendo essa o resultado da combinação da temperatura média (30°C) com o potencial ótimo (-0,2 MPa). O fato das sementes não terem germinado à 20°C sugere que mesmo havendo disponibilidade da água para que ocorresse o processo germinativo este não ocorre se a temperatura do meio se afastar muito da ótima para a espécie.

Não houve diferença significativa para o tempo médio entre os tratamentos avaliados. A combinação da temperatura média (30°C) com o potencial médio (-0,8 MPa) reduziu significativamente a germinabilidade, a Vm e o IVG quando comparados aos outros tratamentos, demonstrando que a restrição

provocada pelos dois fatores, simultaneamente, afeta significativamente o processo germinativo das sementes de *P. angulata*.

A combinação da temperatura ótima (35°C) com o potencial médio (-0,8 MPa) resultou em diminuição significativa da germinabilidade quando comparada com a combinação da temperatura média (30°C) com o potencial ótimo (-0,2 MPa). Verificou-se também que a Vm e o IVG foram significativamente reduzidos (Tabela 6). Esses resultados sugerem uma maior influência da solução osmótica nas sementes em detrimento da temperatura.

Silveira *et al.* (2009) afirmam que no campo as plantas são frequentemente expostas a uma combinação de diferentes estresses abióticos, as quais afetam severamente o desempenho vegetal. Em sementes, a restrição hídrica afeta diretamente o processo germinativo já que esse está inteiramente relacionado à disponibilidade de água. A associação da restrição hídrica a temperaturas sub ou supra ótimas levam a respostas extremas diminuindo a velocidade e porcentagem de germinação e por vezes inibindo a mesma.

Tabela 6: Germinabilidade (G), tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) submetidas a diferentes potenciais e temperaturas.

Tratamentos °C / -MPa	G(%)	Tm(dias) ^{ns}	Vm(dias ⁻¹)	IVG
35 + 0,0	53a	3,31	0,30a	4,08a
35 + 0,8	39b	5,73	0,18c	1,74b
30 + 0,0	38b	4,30	0,23b	2,29b
30 + 0,2	55a	4,18	0,24b	3,35a
30 + 0,8	5c	4,94	0,05d	0,03c
30 + 1,2	---	---	---	---
20 + 0,0	---	---	---	---
20 + 0,8	---	---	---	---

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo

A tolerância a estresses abióticos é uma característica complexa, que envolve as tolerâncias à seca, temperaturas extremas, salinidade ou limitação de nutrientes minerais. Análises envolvendo múltiplos e simultâneos fatores de estresse são ainda mais complexas. A combinação de alguns estresses, como a seca e o calor, podem desencadear nos vegetais a ativação de

mecanismos regulatórios que atuam na manutenção da homeostase iônica e osmótica, a qual é determinante para o estabelecimento da tolerância (RIBEIRO *et al.*, 2008). Para a espécie catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), também foi observado que a combinação de elevadas temperaturas com a restrição hídrica afetou a germinação, sugerindo que a mesma não tolera condições tão adversas e para mulungu (*Erythrina velutina* Willd.), apesar de a espécie estar em um ambiente com pouca disponibilidade hídrica e altas temperaturas (calor) na maior parte do ano, foi verificada a intolerância das sementes ao estresse combinado em temperaturas mais altas associadas a potenciais mais negativos (RIBEIRO *et al.*, 2008).

Esforços consideráveis têm sido dispensados para a compreensão da base molecular de resistência a estresses ambientais, e tem sido revelado que plantas reagem a variações térmicas e a restrição hídrica por alterações nas taxas metabólicas e por expressão de genes específicos. Suárez *et al.* (2009) estudando o aumento da tolerância a múltiplos estresses abióticos em alfafa (*Medicago sativa* L.) transgênica pelo acúmulo de trealose concluíram que essas plantas exibiram uma escala significativa de aumento à seca, congelamento, sais e calor.

A técnica do condicionamento osmótico em sementes possibilita maior porcentagem de germinação especialmente sob condições adversas (JELLER & PEREZ, 2003). Em nível molecular, as plantas se adaptam ao estresse abiótico pela expressão de genes diferentes. Seus produtos incluem codificação de proteínas de estresse, tais como LEA (late embryogenesis abundant) e proteínas HSP (heat-shock proteins) (BARTELS & SUNKAR, 2005).

Quando as sementes de *P. angulata* foram osmocondicionadas e posteriormente submetidas a estresse (térmico ou hídrico) observou-se que não houve diferença significativa para nenhum dos parâmetros avaliados em função da aplicação da técnica (Tabela 7). Sementes embebidas em água destilada e submetidas a temperatura ótima (35°C), o osmocondicionamento não aumentou a germinabilidade, mas afetou de forma positiva as variáveis T_m, V_m e IVG quando comparado as sementes não osmocondicionadas.

Sementes submetidas ao potencial médio (-0,8 MPa) ou temperatura média (30°C) apresentaram redução da germinabilidade em comparação ao controle independente do osmocondicionamento. O T_m e a V_m foram afetados

negativamente pela restrição hídrica do meio (-0,8 MPa) havendo um aumento significativo dos fatores com relação aos demais tratamentos, independente da temperatura (exceto a 20°C).

Em condições mais estressantes para as sementes de *P. angulata*, temperatura (20°C) e potencial (-1,2 MPa), onde a germinação observada foi nula, também não responderam ao osmocondicionamento. Esses resultados sugerem que em ambientes em que ao menos um dos fatores esteja atuando de forma extrema no processo germinativo das sementes este promove a inibição completa da germinação das sementes mesmo que os outros fatores não sejam limitantes para a espécie.

Para sementes osmocondicionadas de Cássia-do-nordeste (*Cassia excelsa* Schrad.) o osmocondicionamento com PEG 6000 se mostrou efetivo em aumentar germinabilidade e vigor das sementes submetidas a temperaturas subótima e supra-ótima e também a restrição hídrica (JELLER & PEREZ, 2003). Nascimento & Lima (2008) também concluíram que sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.) osmocondicionadas, com PEG 6000 e KNO₃, e submetidas a baixas temperaturas apresentam germinação favorecida em relação ao controle.

Tabela 7: Germinabilidade (G), tempo médio (Tm), velocidade média (Vm) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes osmocondicionadas (O) e não osmocondicionadas (NO) de *Physalis angulata*L. (Solanaceae) submetidas a diferentes temperaturas e potenciais osmóticos.

Tratamentos °C / -MPa	G (%)	Tm (dias)	Vm (dias ⁻¹)	IVG
20°C + 0,0 O	1c	2a	0,03e	0,03d
20°C + 0,0 NO	---	---	---	---
30°C + 0,0 O	34b	5,13b	0,19b	1,68c
30°C + 0,0 NO	30b	5,89b	0,17c	1,28c
35°C + 0,0 O	53a	3,50a	0,29a	3,85a
35°C + 0,0 NO	47a	5,20b	0,21b	2,75b
35°C + 0,8 O	20b	8,17c	0,12d	0,69d
35°C + 0,8 NO	18b	8,57c	0,12d	0,54d
35°C + 1,2 O	---	---	---	---
35°C + 1,2 NO	---	---	---	---

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

4.6 Efeito do osmocondicionamento em sementes de *P. angulata* de diferentes idades

Os testes germinativos comparando lotes de sementes de períodos diferentes, um recém-coletado e outro com dois anos pós-coleta, demonstraram que sementes mais antigas de *P. angulata* respondem ao osmocondicionamento, ao contrário das recém-coletadas (Tabela 8). Para o lote recém-coletado, não houve diferença estatística para a germinabilidade entre sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas, entretanto, o Tm, a Vm e o IVG foram negativamente afetados pelo osmocondicionamento. Esses resultados indicam que sementes recém-coletadas respondem de forma inversa ao que é esperado para o osmocondicionamento, havendo redução do vigor. No lote de sementes de dois anos o único parâmetro não afetado pelo osmocondicionamento foi a Vm. Todos os outros (G, Tm e IVG) foram afetados positivamente, indicando que a aplicação da técnica foi eficiente para sementes mais antigas.

A eficiência do condicionamento depende também da qualidade inicial da semente, sendo que lotes com alta qualidade fisiológica não respondem ao *priming* (ROSSETO *et al.*, 2002). Roveri-José *et al.* (2000) concluíram que o condicionamento osmótico reverteu os efeitos do envelhecimento em sementes de pimentão armazenadas por cinco anos em câmara fria e seca e por dois anos em latas herméticas a temperatura ambiente.

No processo germinativo, enquanto sementes de alto vigor ativam o metabolismo mais rapidamente, as de baixo vigor apresentam nível metabólico mais lento. O osmocondicionamento proporciona o ajuste necessário para que as sementes menos vigorosas alcancem níveis metabólicos mais próximos ao das sementes mais vigorosas (SANTOS *et al.*, 2008). Sementes envelhecidas são mais sensíveis aos danos de embebição como lixiviação de compostos intracelulares, pois suas paredes encontram-se mais enfraquecidas (MARCOS FILHO, 2005).

Um dos sintomas do declínio do vigor é redução da velocidade e, frequentemente, aumento do tempo necessário a germinação das sementes, além da própria germinabilidade. Na Tabela 8 observa-se diferença significativa para o

T_m entre os tratamentos, sendo menor nas sementes recém-coletadas não osmocondicionadas e maior nas sementes de dois anos não osmocondicionadas. As sementes tendem a perder o vigor quanto mais extenso o período de armazenamento e o condicionamento osmótico pode aumentar esse vigor sendo, por isso, também conhecido como “envigoramento”. Apesar de não ter se igualado as sementes recém-coletadas o lote de dois anos osmocondicionado se mostrou significativamente melhor com relação ao IVG em comparação ao não osmocondicionado.

Tabela 8: Germinabilidade (G), Tempo médio (T_m), Velocidade média (V_m) e Índice de velocidade da germinação (IVG) de sementes osmocondicionadas (O) e não osmocondicionadas (NO) de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) de diferentes lotes.

Idade das sementes / Tratamentos	G(%)	T _m (dias)	V _m (dias ⁻¹)	IVG
Recém -coletado O	98a	4,55b	0,22b	6,52b
Recém -coletado NO	100a	3,30a	0,30a	8,15a
2 anos O	87b	6,1c	0,16c	3,74c
2 anos NO	71c	7,2d	0,14c	2,70d

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

Marcos Filho (2005) descreveu os benefícios à porcentagem e a velocidade de germinação das sementes osmocondicionadas como um possível “revigoramento” das sementes, como resultado da reversão dos efeitos de deterioração.

As curvas de embebição comprovaram os resultados obtidos com os testes de germinação demonstrando que sementes recém-coletadas mantiveram praticamente o mesmo padrão tanto para as osmocondicionadas quanto para as não osmocondicionadas (Figuras 6 e 7). Entretanto para o lote de dois anos houve um adiantamento de 12 horas para o início da protrusão radicular entre a parcela osmocondicionada e o controle (Figuras 8 e 9).

Para se definir as condições mais adequadas para o osmocondicionamento das sementes é necessário conhecer o padrão de embebição da espécie (PEREIRA, 2007). Para todos os lotes e todos os tratamentos as sementes alcançaram a fase II uma hora após o início do experimento. Isso pode ser

explicado pelo tamanho diminuto das sementes, o que faz com que estas embebam rapidamente. Também pelo fato de que a fase I, por ser puramente mecânica, não é afetada pela condição das sementes (sementes mortas ou com baixo vigor passam por essa fase). Entretanto, para o lote recém-coletado a fase II se estendeu por aproximadamente 65 horas, quando se iniciou a fase III (Figuras 6 e 7). Para as sementes com dois anos osmocondicionadas a fase II se estendeu por 80 horas (Figura 9), enquanto para as não osmocondicionadas chegou a 92 horas (Figura 8). Essa diferença corrobora os resultados da Tabela 8, indicando que as sementes mais antigas são menos vigorosas e também que o osmocondicionamento agiu de forma a aumentar o vigor destas sementes.

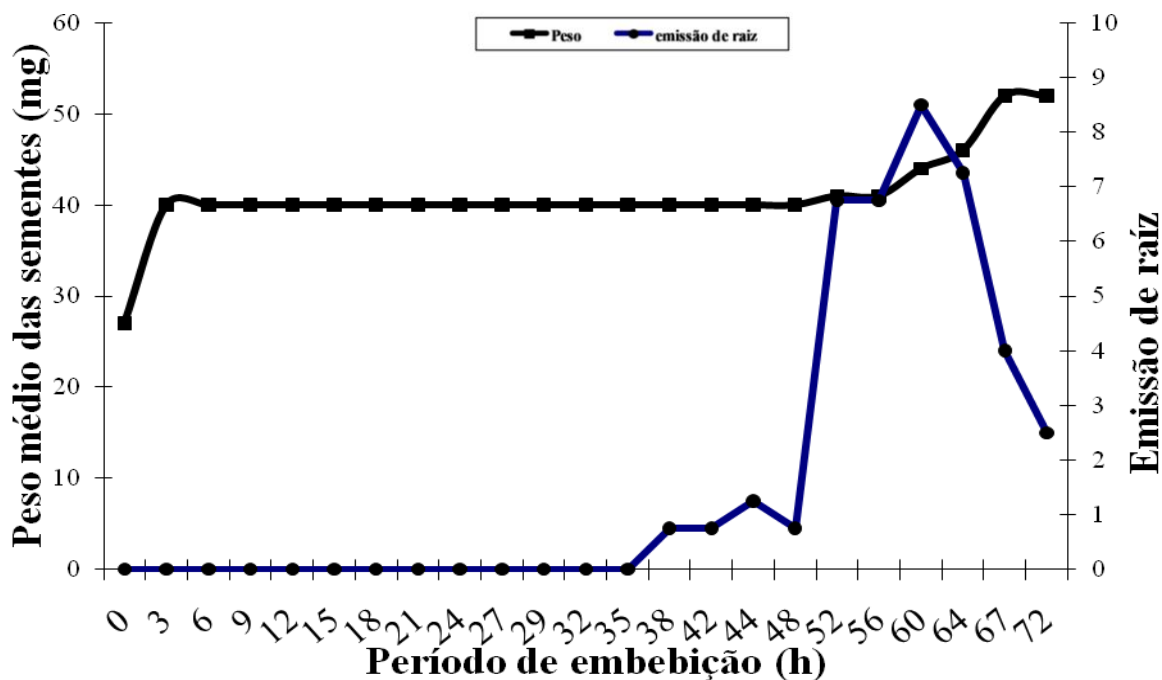


Figura 6: Curva de embebição e sementes germinadas de sementes não osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) recém-coletadas. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.

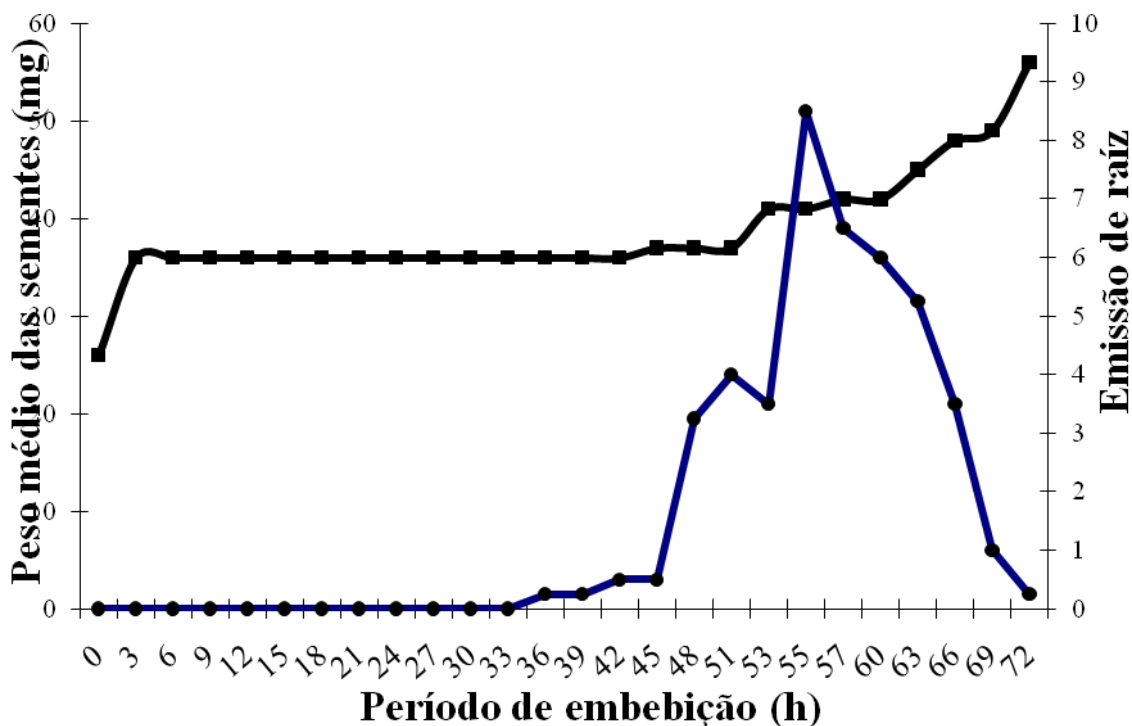


Figura 7: Curva de embebição e sementes germinadas de sementes osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) recém-coletadas. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.

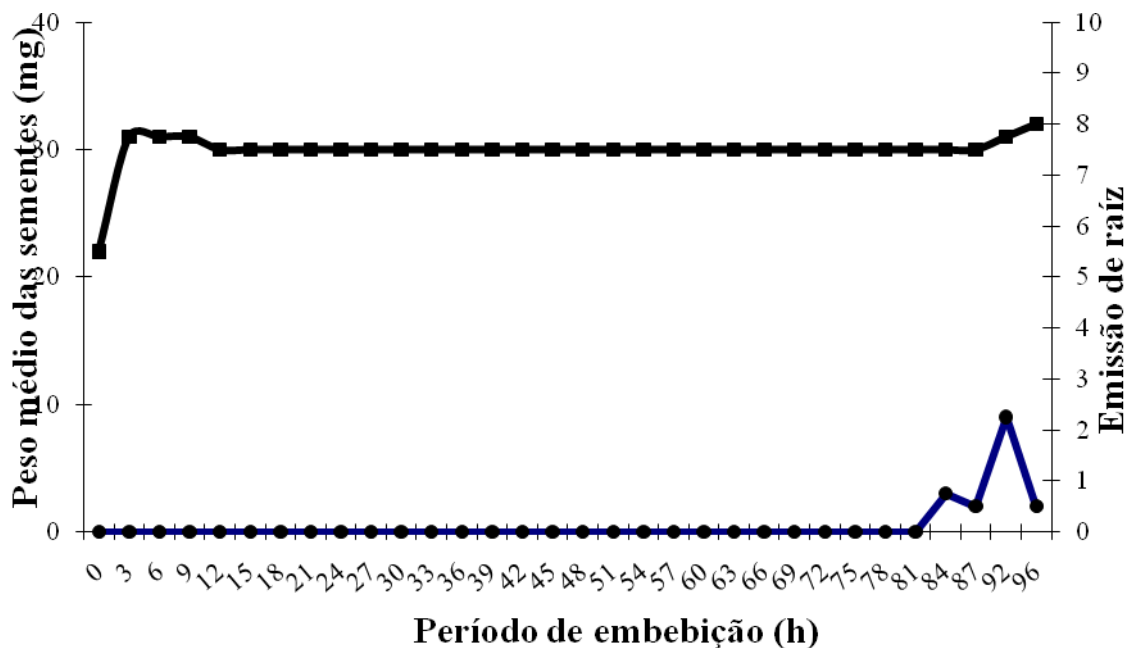


Figura 8: Curva de embebição e sementes germinadas de sementes não osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) com dois anos pós coleta. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.

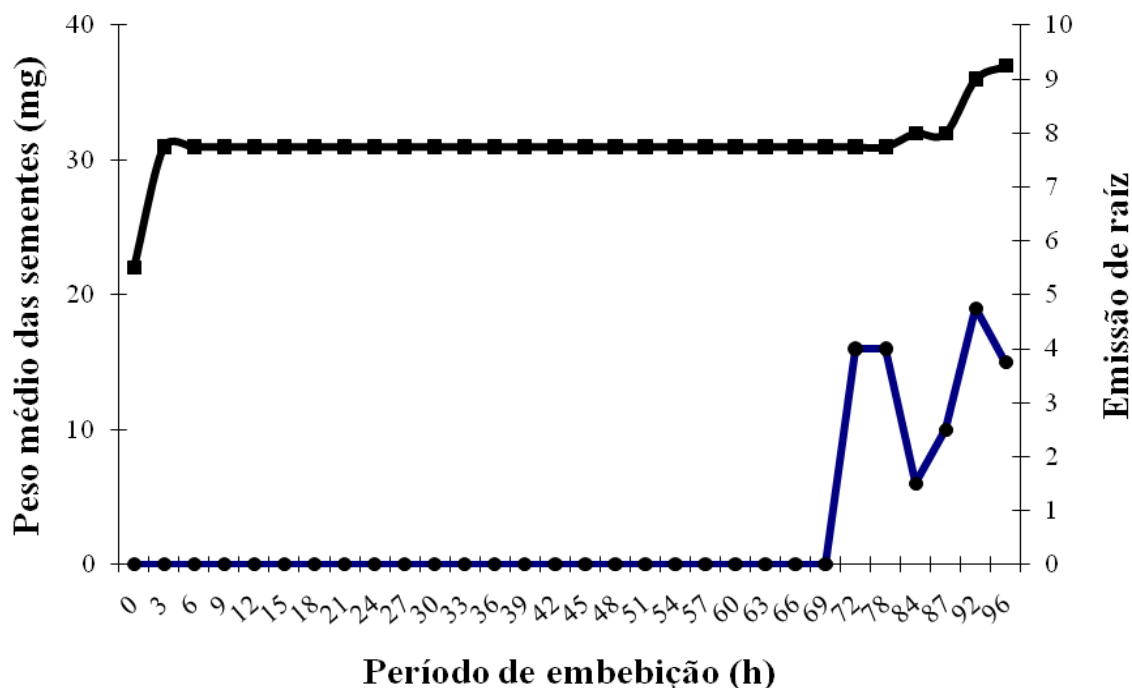


Figura 9: Curva de embebição e sementes germinadas de sementes osmocondicionadas de *Physalis angulata* L (Solanaceae) com dois anos pós coleta. Feira de Santana, Bahia, Brasil. Média de 4 repetições.

A comparação de dois lotes para a análise de emergência em campo corroborou os dados encontrados em laboratório. O lote de sementes recém coletado não demonstrou diferença significativa quando submetidos ao osmocondicionamento. Já o lote de sementes com um ano de armazenamento resultou em mais de 50% de incremento emergência para as sementes osmocondicionadas quando comparadas ao controle (Tabela 9). Os resultados demonstraram que o lote armazenado por 1 ano e osmocondicionado se igualou ao lote de sementes recém-coletadas.

Pereira (2007) também observou que sementes de cenoura condicionadas com PEG 6000 à -1,2 MPa por 4 dias resultaram em 70% de emergência, 50% a mais que a testemunha. Sementes de *P. angulata* osmocondicionadas apresentaram maior vigor, com maior porcentagem de emergência em campo, sendo essa diferença significativa para um lote armazenado por um ano.

O período compreendido entre a semeadura e a emergência das plântulas representa uma das fases críticas do ciclo de vida das plantas, sendo desejáveis tratamentos que induzam as sementes a uma emergência mais rápida e uniforme (ROSSETO *et al.*, 2002). Uma das grandes vantagens para o uso do osmocondicionamento esta relacionada à sincronização da germinação e obtenção de mudas vigorosas em menor período de tempo (SANTOS, 2008).

Sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função destas apresentarem maior capacidade de transformação de reservar dos tecidos de armazenamento para incremento pelo eixo embrionário (SANTOS & MENEZES, 2000).

Tabela 9: Porcentagem de emergência de sementes osmocondicionadas (O) e não osmocondicionadas (NO) de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) de diferentes lotes. Estufa climatizada, Horto Florestal, UEFS, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Lote / Tratamento	Osmocondicionada	Não Osmocondicionada
Lote Recém-Coletado	79,25 Aa	74,5 Aa
Lote 1 Ano	74 Aa	20,5 Bb

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si.

5. CONCLUSÕES

- A resposta de germinação de sementes de *P. angulata* espécie em diferentes temperaturas, especialmente nas mais altas, e até em potenciais osmóticos que imprimiram uma restrição mais severa nesse processo reflete a elevada tolerância da mesma a condições restritivas.
- A combinação de alguns estresses abióticos pode influenciar negativamente na resposta de germinação das sementes de *P. angulata*.
- O osmocondicionamento de sementes de sementes de *P. angulata* deve ser feito a -1,2 MPa durante dois dias.
- O osmocondicionamento não foi efetivo para lotes de sementes recém-coletadas de *P. angulata*.
- Sementes mais velhas e armazenadas de *P. angulata* respondem melhor ao osmocondicionamento em virtude do envigoreamento, tanto em laboratório quanto em campo.
- Estudos de armazenamento e conservação em sementes de *P. angulata*, aliados ao osmocondicionamento, devem ser investigados no sentido de aplicar esta técnica bem como influenciar o metabolismo e a produção de compostos ativos.

6.0 REFERÊNCIAS

- ABENSUR, F. O. *et al* Tecnologia de sementes e morfologia da germinação de *Jacaranda copaia* D. Don (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p.60-62, 2007.
- AMARO, M. S. *et al*. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de janaguma (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. – Apocynaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n°1, p. 63-71, 2006.
- ARAÚJO, J. L. S.; PINHEIRO M. M.; RUMJANEK, N. G. **Proteínas de choque térmico e tolerância a altas temperaturas em plantas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, nov. 1998. 27p. (Embrapa-CNPAB.Documentos, 80).
- ARAÚJO, S.S.; MATOS, V. P. Morfologia de sementes e de plântulas de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.3, p. 217-223, set./dez. 1991.
- ÁVILA, M. R. *et al*. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.98-106, 2007.
- BALBINOT, E.; LOPES H. M.; Efeito do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n.1, p. 01-08, 2006.
- BARROSO, G. M. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledoneas**. Vicosa, MG: Ed. UFV, 1999. 443p.
- BARTELS, D. & SUNKAR, R. Drought and salt tolerance in plants. **Crit. Rev. Plant Science**. 24:23–58. 2005.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M.; **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BORGES, E. E. E.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993, 350p.
- BRADFORD, K.; NONOGAKI, H. **Seed development, dormancy and germination**. V. 27. Blackwell publishing ltd, 2007. 367p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.102, n.3, p.577-584, 1983.

BRUGGINK, G. T.; VAN DER TOORN, P. Induction of desiccation tolerance in germinated seeds. **Seed Science. Res.** 5: 1-4, 1995.

BRYANT, J. A. **Fisiologia da semente**. São Paulo: EPU, 86 p. Temas de Biologia, 31. 1989.

BURGAS, R.W.; POWELL, A. A. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. **Ann. Bot.** 53: 753-757, 1984.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. P. 155-199. 1994

CADMAN, C. S. C. *et al.* Gene expression profiles of Arabidopsis Cvi seeds during cycling through dormant and non-dormant states indicate a common underlying dormancy control mechanism. **Plant Journal**. (In Press), 2006.

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

CASTELLANI, E. D. *et al.* Morfologia de frutos e sementes de espécies do gênero *Solanum* L. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 30,n/1, p.102-113, 2008.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. In: FERREIRA, A. G. & BORGUETTI, F. (Org.) **Germinação: do básico ao aplicado**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 323.

CAYUELA, E. *et al.* Priming of seeds with NaCl induces physiological changes in tomato plants grown under salt stress. **Physiology Plant**. 96: 231-236, 1996.

DANIEL, O.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; REIS, G. G. Germinação de sementes e sobrevivência inicial de plântulas de *Astronium concinnum* Schott (gonçalo-alves) em condições naturais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.12, n.2, p.196-208, 1988.

DRUMMOND, D.; SANTOS, E. P.; TOMASSINI, T. C. B. Atividade anti-séptica de formulações contendo extrato etanólico de frutos de *Physalis angulata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.82, p.75-77,2005.

ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1986. 293p.

FALLERI, F. Effect of water stress germination in six provenances of pinus pinaster Ait. **Seed Science and technology**, v. 22, p. 591-599,1994.

FERRI, M. G.; MENEZES, N. L.; MONTEIRO, W. R. **Glossário Ilustrado de Botânica**. São Paulo: Nobel, 1981. 197p.

FREITAS, T. A. **Influência do substrato e da luminosidade na germinação, crescimento e caracterização físico-química do fruto de camapu (*Physalis***

angulata L.). 87 f. Dissertação de mestrado em botânica. UEFS. Feira de Santana, 2004.

FRETT, J. J.; PILL, W. G.; MORNEAU, D. C. A comparison of priming agents for tomato and asparagus seeds. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 9, p. 1158-1158, 1991

GIAVENO, C. D. ; OLIVEIRA, R F . **Estresse ambiental**: Conceitos gerais. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2003 (publicação eletrônica). Disponível em <<http://www.sbfv.org.br/materialdidatico/download/Estresse1ricardo.pdf>>. Acesso em 20 de setembro 2009.

GONEM, O.; YILDIRIM, A.; UYUGUR, F. N.; A New Record for the Flora of Turkey *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Turk Journal Botanic**. Nota Científica. Vol. 24. P.299-301. 2000

HAIGH, A.M. Why do tomato seed prime? **PhD thesis**. Macquarie University, Sydney, 1988.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. **Seed Science Technology**., 5: 353–425, 1977.

HUNZIKER, A. T. **The genera of Solanaceae**. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. 2001.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de Cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.9, p. 1025-1034, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LIMA, Ana Eliza da Silva. **Condicionamento osmótico de sementes de *Brachiaria brizantha***. 2007. V 1. 24 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

LIMA, Liana Baptista de Lima. **Avaliação do potencial fisiológico e métodos de condicionamento, secagem e armazenamento de sementes de pepino**. 2008. V 1. 93 f. Tese (doutorado em fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

LOPES, D.C.D.X.P. *et al.* Atividade anti-séptica de formulações contendo extrato etanólico de frutos de *Physalis angulata* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Vol.86, N° 2, 75-77, 2005.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n°2, p. 146-150, 2005.

MACHADO NETO, N. B. *et al.* Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.142-148, 2006.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A.C.; VEIGA JÚNIOR, V. F. Plantas Medicinais: A Necessidade de Estudos Multidisciplinares. **Química Nova**, Vol. 25, No. 3, 429-438, 2002.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia das Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 12, 495p, 2005.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: Pergamon Press, 1989. 270p.

MIRANDA, P. R. M.; FERRAZ, I. D. K. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia de *Maquira sclerofila* (Ducke) C.C. Berg. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p.303-307,1999.

MOSCHETO, A. B. **Novidade no pomar**. Edição 236 - jun/05. Disponível em: <revistagloborural.globo.com/componentes/article/edg_article_print/1,3916,972755-1641-1,00.html>. Acesso em: 24 de out. de 2007.

MOURÃO, K. S. M.; DOMINGUES, L.; MARZINEK, J. Morfologia de plântulas juvenis de espécies invasoras. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 261-268, 2007.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico em sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n.2, p. 106-109, 1998.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, L. B. Condicionamento de sementes de berinjela visando a germinação sob temperaturas baixas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 224-227, 2008.

OLIVEIRA, E. C.; PEREIRA, T. S. Myrtaceae: morfologia da germinação de algumas espécies. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1984,Porto Alegre. **Anais**: SBB, p. 501-520.

PEREIRA, Marcio Dias. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.)**. 2007.1v.70f Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de viçosa, Minas Gerais.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

POSSE, S. C. P.; *et al.* Efeitos do condicionamento osmótico e da hidratação na germinação de sementes de pimentão (*Capiscum annuum* L.) submetidas a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 123-127, 2001.

RAMOS, M. B. P., VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma*

pyramidale (Cav. ex Lam.) Urban (pau-de balsa). **Acta Amazonica**, V. 36(1), p. 103-106, 2006.

REGO S. S. *et al.* Caracterização morfológica do fruto, semente e germinação de *Duranta vestita* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 474-476, jul. 2007.

RIBEIRO I. M. *et al.* *Physalis angulata* L. antineoplastic activity, in vitro, evaluation from its stems and fruit capsules. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 12(Supl): 21-22. 2002

RIBEIRO, R. C. *et al.* Resposta germinativa de sementes de espécies ocorrentes na caatinga sob efeito de estresse combinado (seca x calor). In: XXI CONGRESSO PANAMERICANO DE SEMENTES E RODADA DE NEGÓCIOS. **Anais** Cartagena. 2008.

ROBERTS, E.H.; ELLIS, R.H. Water and seed survival. **Annals of Botany** 63: 39–52, 1989.

ROCHA, G. R. **Efeito da temperatura e do potencial hídrico na germinação de sementes de doze cultivares de Feijão- Mungo- Verde [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]**. Jaboticabal-SP. Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP- para graduação em Agronomia, 1996.

ROSA L. S., *et al* Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da sementes e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p. 306-314, 2005.

ROSSETO, C. A. V.; LIMA, T. M.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de tomate submetidas ao osmocondicionamento. **Horticultura brasileira**. V. 20, n. 4, p. 630-634, 2002.

ROSSETO, J. *et al.* Germinação de sementes de *Parkia pendula* (willd.) Benth. Ex walp. (Fabaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, viçosa-MG, v.33, n.1, p. 47-55, 2009.

ROVERI-JOSÉ, S. C. B.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M. Efeito da temperatura e do período de condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.176-184,2000.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n.2, p.253-258, 2000.

SANTOS, M. C. A. *et al.* Condicionamento osmótico de sementes: revisão de literatura. **Revista Caatinga**. Mossoró. V.21, n.2, p. 01-06. 2008.

SANTOS, V. L. M. *et al.* Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p. 189-194, 1992.

SAVINO G. *et al.* **Effects of pre-soaking upon seed vigor and viability during storage.** *Seed Science & Technology* 7, 57-64, 1979.

SENDTER, O. Solanaceae *in* : Martius **Flora Brasiliensis**. Vol. 10, 1846, p. 6-200. Disponível em: <<http://florabrasiliensis.cria.org.br/fviewer>>. Acesso em: 16 de Fev. de 2008.

SILVA, J. B. da; RODRIGUES, T. J. D.; VIEIRA, R. D. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Ciência Rural**, v. 36, n.5, 2006.

SILVA, K. N.; AGRA, M. F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Vol.15(4). p. 344-351. 2005.

SILVEIRA, J. A. G. *et al.* Mecanismos de proteção oxidativa sob condições de estresses abióticos combinados do semi-árido. *In*: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2009, Fortaleza. **Livro de palestras**, SPH: comunicação visual, 2009, 83-88.

SOARES, M. B. P. **Desenvolvimento de Fitoterápico Tópico à Base De Fisalinas Isoladas de Physalis Angulata L. para o Tratamento de Leishmaniose Cutânea.** (Edital CT-Biotecnologia/CT-Saúde/ MCT/CNPq/MS/SCTIE/DECIT-BIOINOVA nº 20/2007). Projeto de pesquisa. Trabalho sem publicação.

SOARES MBP *et al.* Inhibition of macrophage activation and lipopolysaccharide-induced death by seco-steroids purified from *Physalis angulata* L. **Europ J Pharmacol** 459: 107-112. 2003.

SOARES, M.B.P., *et al.* Physalins B, F e G, seco-steroids purified from *Physalis angulata* L., inhybity lymphocyte function and allogeneic transplant rejection. **International Immunopharmacology**. 6: 408-414p, 2006.

SOUSA, M. P. *et al.* Estresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Palntaginaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.33-38, 2008.

SOUZA, N. K. R.; ALCÂNTARA JÚNIOR, J. P.; AMORIM, S. M. C. Efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L. (solanaceae). **Rev. Acad.**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 379-384, 2007.

SOUZA, N. K. R.; AMORIM, S. M. C. Crescimento e desenvolvimento de *Physalis angulata* Lineu submetida ao déficit hídrico. **Rev. Acad.**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 65-72, 2009

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005, 640 p.

SUÁREZ, R.; CALDERÓN, C.; ITURRIAGA, G. Enhanced tolerance to multiple abiotic stresses in transgenic alfalfa accumulating trehalose. **Crop Science**, v.49, p. 1791-1799, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Versão traduzida. 4 ed. Porto Alegre: 719 p, 2009.

TAYLOR, A.C. Seed storage, germination and quality. The physiological of vegetable crops. New York, 1997, p. 1-36.

TOMASSINI, T. C. B. *et al.* Gênero *Physalis* - uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova** vol.23 n.1. São Paulo Jan./Feb. 2000.

TORRES, S. B. avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate pelo teste de estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.5, 1998.

TORRES, S. B.; VIEIRA, E. L.; MARCOS-FILHO, J. Efeitos do estresse hídrico na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista brasileira de sementes**, vol. 21, nº 2, p.59-63, 1999.

TORRES, W. Germination de semillas de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.) a diferentes temperatura. **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 17, p 16-19, 1997.

TRIGO, M. F. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico de sementes de cebola: I. Efeitos sobre a germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

VASCONCELOS, A. G. **Potencial biotecnológico de *Physalis angulata* L.**: uma planta medicinal. 122f. Dissertação de mestrado em ciências biológicas. UFRJ. Rio de Janeiro, 1998.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e ta temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.26, n. 11/12, p.1957-1968, nov./dez. 1991.

ANEXOS

Tabelas da Análise de Variância Screening térmico:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Germinabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	16019.698020	4004.924505	57.533	0.0000
erro	15	1044.167675	69.611178		
Total corrigido	19	17063.865695			
CV (%) =	17.85				
Média geral:	46.7495000	Número de observações:		20	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Tempo médio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	60.572550	15.143137	98.766	0.0000
erro	15	2.299850	0.153323		
Total corrigido	19	62.872400			
CV (%) =	12.35				
Média geral:	3.1700000	Número de observações:		20	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Velocidade média

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	0.270870	0.067718	90.290	0.0000
erro	15	0.011250	0.000750		
Total corrigido	19	0.282120			
CV (%) =	12.92				
Média geral:	0.2120000	Número de observações:		20	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Índice de Velocidade de germinação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	103.809650	25.952413	25.518	0.0000
erro	15	15.255125	1.017008		
Total corrigido	19	119.064775			
CV (%) =	27.76				
Média geral:	3.6325000	Número de observações:		20	

Tabelas da Análise de Variância comparação 35 e 40°C:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Germinabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	8.000000	8.000000	3.000	0.1340
erro	6	16.000000	2.666667		
Total corrigido	7	24.000000			
CV (%) =	1.65				
Média geral:	99.0000000	Número de observações:	8		

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Tempo médio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.078804	0.078804	0.936	0.3708
erro	6	0.505369	0.084228		
Total corrigido	7	0.584173			
CV (%) =	9.07				
Média geral:	3.2007500	Número de observações:	8		

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Velocidade média

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.000528	0.000528	0.771	0.4138
erro	6	0.004112	0.000685		
Total corrigido	7	0.004640			
CV (%) =	8.33				
Média geral:	0.3143750	Número de observações:	8		

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Índice de Velocidade de germinação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.032896	0.032896	0.103	0.7593
erro	6	1.918415	0.319736		
Total corrigido	7	1.951311			
CV (%) =	6.99				
Média geral:	8.0931250	Número de observações:	8		

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Parte aérea

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	-2.168404345E-0019	-2.16840434E-0019	-0.000	0.9976
erro	6	0.007950	0.001325		
Total corrigido	7	0.007950			
CV (%) =	5.67				
Média geral:	0.6425000	Número de observações:		8	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Raiz

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	10.396800	10.396800	127.738	0.0000
erro	6	0.488350	0.081392		
Total corrigido	7	10.885150			
CV (%) =	11.92				
Média geral:	2.3925000	Número de observações:		8	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Plântula anormal

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.088200	0.088200	3.125	0.1275
erro	6	0.169350	0.028225		
Total corrigido	7	0.257550			
CV (%) =	58.44				
Média geral:	0.2875000	Número de observações:		8	

Tabelas da Análise de Variância Screening hídrico:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Germinabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	23240.958297	3320.136900	48.042	0.0000
erro	24	1658.611625	69.108818		
Total corrigido	31	24899.569922			
CV (%) =	16.24				
Média geral:	51.1765625	Número de observações:		32	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Tempo médio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	343.712889	49.101841	91.894	0.0000
erro	24	12.823928	0.534330		
Total corrigido	31	356.536817			
CV (%) =	14.49				
Média geral:	5.0442063	Número de observações:		32	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Velocidade média

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	0.272223	0.038889	161.434	0.0000
erro	24	0.005782	0.000241		
Total corrigido	31	0.278005			
CV (%) =	8.63				
Média geral:	0.1798250	Número de observações:		32	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Índice de Velocidade de germinação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	229.984503	32.854929	104.580	0.0000
erro	24	7.539822	0.314159		
Total corrigido	31	237.524325			
CV (%) =	11.63				
Média geral:	4.8205813	Número de observações:		32	

Tabelas da Análise de Variância estresse combinado:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Germinabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	13709.701897	1958.528842	43.365	0.0000
erro	24	1083.936175	45.164007		
Total corrigido	31	14793.638072			
CV (%) =	29.93				
Média geral:	22.4509375	Número de observações:		32	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Tempo médio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	164.247485	23.463926	5.716	0.0006
erro	24	98.519119	4.104963		
Total corrigido	31	262.766604			
CV (%) =	72.19				
Média geral:	2.8065000	Número de observações:		32	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Velocidade média

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	0.445894	0.063699	120.888	0.0000
erro	24	0.012646	0.000527		
Total corrigido	31	0.458540			
CV (%) =	18.32				
Média geral:	0.1252813	Número de observações:		32	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Índice de Velocidade de germinação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POT	7	78.575125	11.225018	35.391	0.0000
erro	24	7.612142	0.317173		
Total corrigido	31	86.187267			
CV (%) =	39.23				
Média geral:	1.4356563	Número de observações:		32	

Tabelas da Análise de Variância tolerância cruzada:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Germinabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	9	12685.227400	1409.469711	25.876	0.0000
erro	30	1634.121750	54.470725		
Total corrigido	39	14319.349150			
CV (%) =	34.93				
Média geral:	21.1275000	Número de observações:		40	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Tempo médio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	9	386.546833	42.949648	18.226	0.0000
erro	30	70.697031	2.356568		
Total corrigido	39	457.243863			
CV (%) =	39.91				
Média geral:	3.8466500	Número de observações:		40	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Velocidade média

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	9	0.378555	0.042062	49.873	0.0000
erro	30	0.025301	0.000843		
Total corrigido	39	0.403856			
CV (%) =	25.56				
Média geral:	0.1136000	Número de observações:		40	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Índice de Velocidade de germinação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	9	63.714356	7.079373	15.877	0.0000
erro	30	13.377072	0.445902		
Total corrigido	39	77.091428			
CV (%) =	61.64				
Média geral:	1.0833000	Número de observações:		40	

Tabelas da Análise de Variância comparação de dois lotes laboratório:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Germinabilidade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	2601.854875	867.284958	45.998	0.0000
erro	12	226.257700	18.854808		
Total corrigido	15	2828.112575			
CV (%) =	5.77				
Média geral:	75.2012500	Número de observações:		16	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Tempo médio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT_erro	3	35.278073	11.759358	45.845	0.0000
	12	3.078027	0.256502		
Total corrigido	15	38.356100			
CV (%) =	9.57				
Média geral:	5.2905000	Número de observações:		16	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Velocidade média

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT_erro	3	0.065467	0.021822	41.578	0.0000
	12	0.006298	0.000525		
Total corrigido	15	0.071765			
CV (%) =	11.02				
Média geral:	0.2079375	Número de observações:		16	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA Índice de Velocidade de germinação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT_erro	3	75.369089	25.123030	108.439	0.0000
	12	2.780134	0.231678		
Total corrigido	15	78.149224			
CV (%) =	9.11				
Média geral:	5.2815000	Número de observações:		16	

Tabela da Análise de Variância comparação de dois lotes campo:

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA emergência:

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT_erro	3	9280.187500	3093.395833	58.297	0.0000
	12	636.750000	53.062500		
Total corrigido	15	9916.937500			
CV (%) =	11.74				
Média geral:	62.0625000	Número de observações:		16	