



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

Klebernilson de Oliveira Lima

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR SOBRE A
DURAÇÃO DAS FASES DO DESENVOLVIMENTO
FISIOLÓGICO DA SEMENTE DE MAMONA**

Sumé-Paraíba-Brasil
2015

Klebernilson de Oliveira Lima

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR SOBRE A DURAÇÃO DAS FASES DO DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO DA SEMENTE DE MAMONA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao **Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia** na área de Ciências Agrárias, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de **Tecnólogo em Agroecologia**.

Orientadora: Dra. Carina Seixas Maia Dornelas

Coorientador: Dr. Liv Soares Severino

Sumé-Paraíba-Brasil
2015

L732i Lima, Klebernilson de Oliveira.

Influência da temperatura do ar sobre a duração das fases do desenvolvimento fisiológico da semente de mamona. / Klebernilson de Oliveira Lima. - Sumé - PB: [s.n], 2015.

42 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carina Seixas Maia Dornelas; Dr^a. Liv Soares Severino.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

1. Agricultura. 2. Mamona - Cultivo. 3. Fisiologia - Semente. I. Título.

CDU: 633.85 (043.3)

KLEBERNILSON DE OLIVEIRA LIMA

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR SOBRE A DURAÇÃO DAS
FASES DO DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO DA SEMENTE DE
MAMONA

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia, na área de Ciências Agrárias, pela Universidade Federal de Campina Grande, Campus Sumé – CDSA, sob a orientação da Profa. Dra. Carina Seixas Maia Dornelas.

Aprovada em 26 / 03 / 2015

Banca Examinadora

Carina Seixas Maia Dornelas (10,0)

Profa. Dra. Carina Seixas Maia Dornelas
Orientadora

Aleksandra Vieira de Lacerda (10,0)

Dra. Aleksandra Vieira de Lacerda
Examinadora

Ranyábio Cavalcante de Macêdo (10,0)

Msc. Ranyábio Cavalcante de Macêdo
Examinadora

Nota Final: 10,0 (dez)

Sumé, 2015

Dedico este trabalho,

Aos meus pais **Luzia Lima e Lívio Lima;**
A Minha Filha **Maria Luíza;**
A Minha Irmã **Iêda Lima;**
A minha noiva **Ana Cláudia;**
Ao amigo e orientador **Liv Severino.**

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por ter me dado saúde, paz e força para superar as dificuldades e obstáculos da vida;

Aos meus pais **Luzia Lima e Livio Lima** pelo exemplo, amor e incentivos constantes;

A minha irmã Dra. **Iêda Lima**, pela confiança e incentivo durante todos os anos da minha graduação, além de me dar a honra de ser uma das revisoras deste trabalho.

Aos meus queridos irmãos/tios **Leidson, Ilce e Iris** por sempre acreditarem no meu potencial e nunca medirem esforços para me ajudar;

A minha noiva e futura esposa **Ana Cláudia**, pelo apoio, incentivo, amizade, carinho, amor, pelas noites acordadas, por me aguentar nas minhas fritações, por me ajudar nas coletas...;

A Minha filha **Maria Luíza**, peço desculpas pela ausência e quero que saiba que é tudo por você e sempre para você;

Aos meus irmãos mais novos **Lívia, André e Vivi**, pelo companheirismo e apoio de sempre;

Aos meus irmãos **Iara, Levi, Laércio, Lucas, Leúdo e Ilma** pelas palavras de incentivo durante essa trajetória;

Ao meu irmão **Lúcio Lima** (in memoriam) pelo exemplo de inteligência que foste;

A Minha cunhada querida **Analú**, pelo incentivo ao meu estágio na Embrapa, e a minha sogra Prof.^a Dra. **Aparecida Monteiro** pela revisão ortográfica desta Monografia.

À **Universidade Federal de Campina Grande**, que, pública e gratuitamente, me ofereceu oportunidade de concretizar este sonho. A essa instituição devo minha vida acadêmica e meu crescimento intelectual, cultural e político.

Ao **Dr. Liv Soares Severino**, pelos ensinamentos, ajuda, amizade, exemplos de humildade, profissional e chefe, com quem tive a oportunidade de conviver durante a realização deste trabalho sob sua orientação na Embrapa Algodão.

À Dra. **Carina Maia Seixas Dornelas**, pela amizade e paciência na orientação e pelo incentivo durante todo o período da graduação, momento em que

tive a oportunidade de ser seu orientando durante dois anos em projetos de extensão;

Ao **CNPq** pela concessão da bolsa de Iniciação Científica na EMBRAPA ALGODÃO;

Aos professores **Hugo Morais, Ana Cristina, Valdonilson, Zilderlânia, Paulo Dias, Luiz Antônio, Fabiano Custódio, George Ribeiro, Maria Leide, Carla, Ilza, Romilson, Wladimir, João Leite e Ana Mary**, do curso de Tecnologia em Agroecologia, que contribuíram brilhantemente para a minha formação profissional. Em especial aos meus professores e amigos (as) **Renato Isídoro, Alecksandra Lacerda e Adriana Meira** pela amizade, ensino e incentivo constante durante a minha formação acadêmica;

Ao meu sobrinho/primo/irmão **Alysson Lima**, por ter me incentivado a ingressar no curso de Agroecologia e pelos inúmeros compartilhamentos de conhecimento prático e por nunca medir esforços para me ajudar;

Ao amigo **Ranyfábio Cavalcante**, por ter aceitado o convite para participar desta banca examinadora;

Aos técnicos e colegas de trabalho na Embrapa Algodão: **Bruna, Suelly, Joza, Amaro, Carlos, Fabíola e Angelina**;

À **Pró Reitoria de Pesquisa e Extensão** da UFCG, pela concessão da bolsa PROBEX (2011/2013)

A todos os meus colegas da turma 2015.1, em especial aos meus amigos **Valdir Padilha, Muribi Lima e Nívea Dias** pelas várias noites de estudo, trabalhos em grupo e pela amizade construída durante esses anos.

Ao Ex-Diretor do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Prof. **Márcio Caniello**, pelo apoio e incentivo da minha participação na RIO+20.

Ao Excelentíssimo Reitor da UFCG, **Prof. Edilson Amorim**, agradeço pelo total apoio e incentivo a minha participação como representante da UFCG/EMBRAPA na Reunião Anual da AAIC em Atenas/Grécia;

Ao Excelentíssimo Vice-reitor da UFCG, **Prof. Vicemário Simões**, agradeço pelo apoio a minha participação no VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia em Porto Alegre - RS;

Nesta hora de encerramento de uma etapa muito especial, em que a alegria pelo fim se junta ao cansaço, torna-se difícil lembrar todos que participaram comigo desta jornada mas agradeço a todos que colaboraram para mais esta conquista.

Meus sinceros agradecimentos!

"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim."

Chico Xavier

RESUMO

Precocidade de produção é um fator chave para a produção agrônômica porque um período de cultivo mais curto reduz os riscos e custos de produção. A redução, em qualquer das fases de desenvolvimento, contribui para um período de cultivo mais curto. Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da temperatura do ar sobre as duas fases iniciais do desenvolvimento fisiológico da semente de *Ricinus communis* L., mais conhecida por mamona. A antese foi definida como o momento de abertura da quinta flor feminina; a data foi registrada e um fruto foi recolhido três vezes por semana, até que os frutos atingissem a sua maturação visual. Imediatamente após a colheita dos frutos, as sementes foram extraídas manualmente, pesadas, medidas (comprimento, largura e altura) e transferidas para uma estufa durante 48 h, a 80°C. Após a secagem, as sementes foram pesadas. Os dados foram utilizados para calcular o volume das sementes e o seu teor de água. Os cálculos foram feitos para detectar e rejeitar as sementes abortadas e sementes que cresceram antes ou depois da maioria das sementes da mesma idade. No presente estudo foram testados três tratamentos de temperaturas: a 26, a 30 e a 34°C. Foram coletadas 1.730 sementes, mas algumas delas foram excluídas pelos seguintes motivos: por aborto, por crescimento tardio ou adiantado, e por erros de processamento na coleta. Considerou-se o ponto de 80% de teor de água, como limiar da fase de divisão celular e o teor de água de 22%, como o ponto de maturidade fisiológica. A fase de acumulação de reservas levou 17 dias, a 26°C, 14 dias a 30°C e 13 dias a 34°C. A duração da fase de acumulação de reservas foi de 19 dias a 26°C, 18 dias a 30°C e 13 dias a 34°C. O peso final das sementes também foi influenciado pelas diferentes temperaturas. As plantas submetidas a 34°C produziram sementes consideravelmente mais leves (pesando em média cerca de 150 mg), enquanto que aquelas que foram produzidas a 26 e a 30°C alcançaram em média 280 mg, ou seja, um volume superior àquelas submetidas a 34°C. Por outro lado, as plantas submetidas a 34°C foram visualmente afetadas pela temperatura, com um reduzido número de frutos no cacho, menor área foliar e folhas amareladas. Por esta razão, é questionável se a redução do peso das sementes foi um efeito direto da temperatura ou uma consequência da capacidade reduzida de produção de energia da própria planta, seja ela de fator fisiológico ou genético. Sementes de mamona se mostraram muito sensíveis à temperatura do ar, e a maturação das sementes pode ser atrasada consideravelmente até mesmo por uma temperatura que não afetaria o crescimento geral da planta. Estudos mais aprofundados sobre estes fenômenos se fazem necessários, com o intuito de determinar as temperaturas cardinais desta cultura industrial.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L, Maturidade Fisiológica, Oleaginosas.

ABSTRACT

Earliness is a key factor for agricultural production because a shorter growing season reduces the risks and costs of production. The reduction, of any phase of development, contributes to a shorter growing period. The objective of this study was to evaluate the influence of air temperature on the two initial stages of physiological development of the seeds of *Ricinus communis* L, better known as castor. Anthesis was defined as the time of opening of the fifth female flower; the date was recorded and the fruit was harvested three times a week until fruits reach their visual maturation. Immediately after harvest, seeds were manually extracted, weighed, measured (length, width and height) and transferred to an oven for 48 h at 80°C. After drying, the seeds were weighed. These data were used to calculate the volume of seed and its moisture content. Calculations were performed to detect and discard aborted seeds and seeds that grown before or after most of the seeds of the same age. The present study tested three temperature treatments: the 26, 30 and 34°C. 1.730 seeds were collected, but some of them were excluded for the following reasons: for abortion, for late or early growth, and processing errors in the collection. We considered the point of 80% water content, was the threshold of cell division phase and the 22% water content, such as the physiological maturation. The reserve accumulation phase took 17 days at 26°C 14 days at 30°C and 13 days at 34°C. The duration of the reserve accumulation phase was 19 days at 26°C 18 days at 30°C and 13 days at 34°C. The final weight of the seeds was also influenced by different temperatures. The plants exposed to 34°C yielded considerably lighter seed (mean weight 150 mg) while those which were produced at 26 to 30 ° C and reached on average 280 mg, namely, a larger volume to those subjected to 34 ° C. On the other hand, plants subjected to 34 ° C was visually affected by temperature, with a reduced number of the bunch fruits, leaf area and less yellowing leaves. For this reason, it is questionable whether the reduction in the weight of the seeds was a direct effect of temperature or a consequence of the reduced capacity of the plant's own energy production, be it physiological or genetic factor. Castor beans were very sensitive to air temperature, and seed maturation may be considerably delayed even by a temperature which would not affect the overall growth of the plant. Further study of these phenomena are needed in order to determine the cardinal temperatures of this industrial culture.

Keywords: *Ricinus communis* L, Physiological Maturity, oilseed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Vitrine <i>Ricinus communis</i> L. da Embrapa Algodão em Campina Grande/PB	3
Figura 2	Produção de mamona dos maiores produtores mundiais entre 2010 e 2013	5
Figura 3	Visita Técnica a experimentos com Mamona na região do MAPITOBA. a) Fazenda Parnaíba em Tasso Fragoso/MA. b) Fazenda Laranjeiras em Balsas/MA.	6
Figura 4	Fases de desenvolvimento da semente de mamona	8
Figura 5	Câmaras de crescimento “Fitotrons”.	11
Figura 6	Localização do experimento. a) mapa do Brasil com destaque para o estado da Paraíba b) Mapa da Paraíba com destaque para o município de Campina Grande	11
Figura 7	Momento de marcação da Antese.	12
Figura 8	Sistema de ventilação e aquecimento na parte interna do Fitotron.	12
Figura 9	Frutos coletados prontos para análises.	13
Figura 10	a) Medição com paquímetro. b) Pesagem da semente em balança de precisão	13
Figura 11	Frutos de <i>Ricinus communis</i> L em fase de dessecação.	14
Figura 12	a) Datalogger Hobo / b) Termohigrógrafo e Termómetro de Máxima e Mínima.	15
Figura 13	Critério de eliminação de sementes abortadas	16
Figura 14	Critério de eliminação de sementes adiantadas ou tardias.	17
Figura 15	Teor de água (%) de sementes de mamona crescendo sob três temperaturas	19
Figura 16	Peso seco de sementes de mamona crescendo sob três temperaturas do ar em câmara de crescimento.	21
Figura 17	Volume da semente de mamona crescendo sob três temperaturas em função do tempo após a polinização.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Duração das fases de multiplicação e expansão celular e da fase de enchimento de sementes de mamona crescendo sob 3 temperaturas	20
-----------------	--	----

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivo	2
3. Revisão de Literatura	3
3.1 A Mamona	3
3.2 O Desenvolvimento da Semente	6
3.1 A Temperatura	8
3.1.1 Graus-dia	10
4. Material e Métodos	11
4.1 Local do experimento	11
4.2 Marcação do Racemo	12
4.3 Coleta de frutos e análise das sementes	13
5. Resultados e Discussões	18
6. Conclusão	23
7. Referências Bibliográficas	24

1. Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa que apresenta potencial de relevante importância econômica e social, com várias aplicações industriais, sendo encontrada em estado asselvajado em várias regiões do Brasil. Suas sementes, depois de industrializadas, dão origem à torta e ao óleo de mamona que, entre as diversas utilidades, é empregado na indústria de plástico, siderurgia, saboaria, perfumaria, curtume, tintas e vernizes, além de ser excelente óleo lubrificante para motores de alta rotação e combustível de motores a diesel (SEVERINO, 2013).

O peso de uma semente é definido pela taxa de crescimento multiplicada pelo período de enchimento. Há confirmação robusta de que o acúmulo de reservas ocorre de forma linear durante a fase de enchimento da semente e, por isso, o processo pode ser estudado como o resultado desses dois fatores. Em geral, as condições ambientais exercem maior influência sobre o período de enchimento da semente, enquanto a taxa de crescimento é mais influenciada pela genética da planta (EGLI, 1998; ROTUNDO e WESTGATE, 2010).

A temperatura é o fator ambiental com maior influência sobre o crescimento da semente. De acordo com Egli (1998), a disponibilidade de oxigênio para a semente também pode influenciar a taxa de crescimento, mas este fator depende, primordialmente, da permeabilidade das estruturas morfológicas do fruto e, dificilmente, pode ser manipulada. Outros fatores como umidade relativa, déficit de vapor, nutrição, luz e disponibilidade de água têm grande influência sobre o número de sementes que a planta é capaz de produzir e sobre o tamanho da semente que é definido na fase de divisão e multiplicação celular, mas eles têm pouco impacto sobre a taxa de crescimento e o período de enchimento.

A definição precisa do relacionamento entre temperatura e enchimento da semente tem aplicação direta no manejo da cultura da mamona. Por exemplo, o período que antecede a colheita, na maioria das regiões produtoras, ocorre na época de temperaturas mais baixas. Os produtores precisam decidir entre deixar a cultura por mais tempo no campo, para aumentar a maturação das sementes ou dessecar a lavoura, e antecipar a colheita para reduzir custos e reduzir riscos climáticos e de pragas. Atualmente, os produtores não dispõem de qualquer informação sobre o quanto a produtividade pode aumentar a cada semana levando-

se em conta a quantidade de sementes imaturas e a temperatura do ar. Ressalta-se que, nesta fase de maturação, os recursos de manejo têm impacto muito pequeno sobre o acúmulo de reservas na semente e, conseqüentemente, sobre a produtividade da lavoura.

O zoneamento de risco climático da mamona também não dispõe de informações técnicas seguras para incluir a temperatura como um fator de grande impacto sobre a formação da produtividade, na fase de enchimento das sementes. Os resultados deste estudo darão uma grande contribuição ao zoneamento climático porque há evidências robustas de que a produtividade da mamoneira é bastante impactada pelas baixas temperaturas observadas no período de enchimento da semente (KITTOCK e WILLIAMS, 1967; MOSHKIN, 1986; SEVERINO e AULD, 2013; FALASCA et al., 2012).

A redução da produtividade causada por temperaturas altas também é outro fator que precisa ser melhor estudado. Há suspeitas de que picos de temperatura possam causar redução da produtividade, mas não há estudos que comprovem esta hipótese ou que identifiquem qual a temperatura máxima que a planta tolera e, principalmente, quais os processos que limitam sua produtividade nestas condições. Não só o enchimento da semente, mas diversos processos também podem ser sensíveis ao estresse térmico. Se o crescimento da semente for identificado como um importante fator limitante, será mais fácil direcionar o melhoramento genético e os estudos em fisiologia vegetal para este processo específico e obter ganhos mais rápidos na tolerância ao calor.

2. Objetivo

O objetivo da pesquisa foi avaliar a influência da temperatura do ar sobre o desenvolvimento fisiológico da semente da mamona nas suas fases iniciais (divisão/multiplicação celular e enchimento), considerando três tipos de tratamento térmico.

3. Revisão de Literatura

3.1 A Mamona

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa da família Euphorbiaceae, originária do leste do continente Africano, provavelmente da Etiópia. (SEVERINO. et al., 2006). (Figura 1)

Figura 1 - Vitrine *Ricinus communis* L. da Embrapa Algodão em Campina Grande/PB



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2013.

Em relação à sua fisiologia e morfologia, a mamoneira apresenta-se bastante complexa. É uma planta C3 que possui metabolismo fotossintético reduzido em relação a uma planta C4, apresentando elevadas taxas de fotorrespiração. Seu porte varia de 0,8 m a mais de 7 m de altura, com ramificações caulinares do tipo simpodial, raízes fistulosas e vários tipos de expressão da sexualidade. Em geral, apresenta as flores masculinas na parte inferior e as femininas na parte superior do racemo floral, caracterizando-a com planta monoica, com polinização do tipo anemófila (AZEVEDO et al, 1997; BELTRÃO; SILVA, 1999).

De acordo com (MOSKIN, 1986), a biologia floral da mamoneira possui diversos tipos de expressão da sexualidade: fêmea estável (flores femininas em todos os racemos), fêmea instável (racemo central pistilado e os demais, parciais ou totalmente monoicos), plantas com tendência para fêmea (apresentam um pequeno número de flores masculinas, no máximo 10, na parte basal da inflorescência), plantas com poucas flores masculinas ocorrendo em todas as quatro partes do racemo, plantas só com flores masculinas e plantas monoicas (normais).

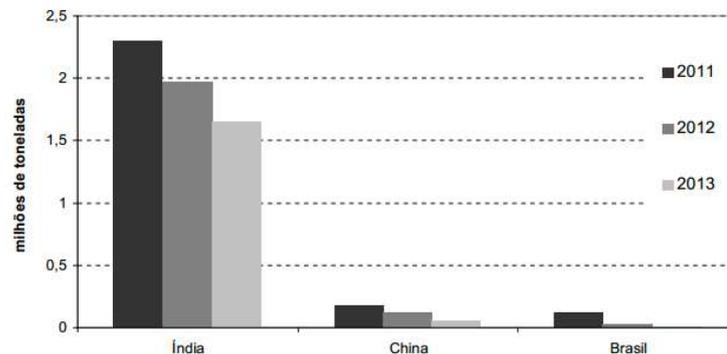
Existem, ainda, plantas hermafroditas e, em alguns casos, ocorre reversão sexual que se deve a vários fatores, tais como manejo da cultura, ambiente e genética da planta. Os frutos da mamoneira são cápsulas do tipo tricoca, muito variáveis em relação ao tamanho, coloração e presença ou não de espinhos, sendo compostas de três lojas, cada uma com um óvulo que, quando fecundado, produz uma semente, originando então, três sementes por fruto. A semente é constituída de tegumento, rafe, micrópila, carúncula, endosperma, cotilédones e eixo embrionário. Há uma grande variação em relação a cor, forma, tamanho, peso, proporção do tegumento, presença ou ausência de carúncula e maior ou menor aderência do tegumento ao endosperma da semente (MAZZANI, 1983).

A casca dura e quebradiça constitui o tegumento da semente de mamona, que é composto ainda por uma película interna fina, que envolve o endosperma branco e rico em óleo (RIBEIRO FILHO, 1966). Segundo Moshkin (1986), o peso de 100 sementes varia de 10 a 100g, ou seja, 0,1 a 1g por semente. O comprimento varia de 0,8 a 3 cm; a largura, de 0,6 a 1,5 cm; e a espessura, de 0,4 a 1 cm.

A semente de mamona contém entre 40% a 60% de óleo, seu principal componente. Com aproximadamente 90% de ácido ricinoleico, o óleo de mamona é uma fonte praticamente pura desse ácido graxo, fato considerado raro e que, devido à presença de grupos hidroxílicos e à posição da dupla ligação na cadeia, torna o óleo único na natureza, solúvel em álcool. O óleo extraído de suas sementes é o principal produto em importância econômica da mamoneira, possuindo inúmeras aplicações na indústria. Dentre essas aplicações, pode-se destacar o uso medicinal e cosmético, na construção civil, na indústria automobilística, em revestimento de poltronas e paredes de aviões, pois não queima com facilidade nem libera gases tóxicos. É também usado na fabricação de plástico biodegradável, fibra ótica, tintas, vidros à prova de balas, lubrificantes e até próteses ósseas que são feitas de resina de mamona, material mais leve que a platina e que não apresenta problemas de rejeição, entre outros. Também é empregado como aditivo do querosene, em tanques de aviões e foguetes espaciais, pois impede o congelamento de combustíveis a baixíssimas temperaturas, além de ser usado na produção do biodiesel, fonte alternativa de combustível menos poluente que os derivados de petróleo, elaborado à base da extração de óleos vegetais. (BELTRÃO et al., 2001).

Por ser uma planta tropical rústica, a mamoneira encontra-se disseminada em diversas partes do mundo, sendo a Índia o maior produtor mundial, com mais de 1,6 milhões de toneladas em 2013, colocando-se bem acima da produção chinesa de 60 mil toneladas e da produção brasileira que despencou, após mais um ano de seca, atingindo pouco menos de 20 mil toneladas (FAO, 2013) (Figura 2).

Figura 2 - Produção de mamona dos maiores produtores mundiais entre 2010 e 2012



Fonte: FAO (2013)

A mamona é uma planta de clima tropical, por isso, prefere locais com a temperatura do ar variando entre 20 e 30°C, precipitações pluviais (chuvas) de pelo menos 500 mm, insolação elevada e baixa umidade relativa do ar, durante a maior parte do seu ciclo. Ela prefere solos de textura média, não muito argilosos, planos ou de relevo suave ondulado, sem perigo de encharcamento ou inundação. (BELTRÃO et al, 2003) (Figura 3).

O Brasil, nas décadas de 70 e 80, foi um dos maiores produtores desta cultura, chegando a colocar no mercado interno e externo, anualmente, cerca de 200 mil toneladas, com produtividades variando entre 800 a 1200 kg/ha de sementes, que representavam mais de 60% do total mundial (HELMAN, 1984).

Figura 3 – Visita Técnica a experimentos com Mamona na região do MAPITOBA. a) Fazenda Parnaíba em Tasso Fragoso/MA. b) Fazenda Laranjeiras em Balsas/MA.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2014.

3.2 O Desenvolvimento da Semente

O nome semente vem do Latim *seminilla*, que é o diminutivo de sêmen, parte responsável pela perpetuação das espermatófitas. O termo semente é utilizado para designar um óvulo maduro (DAMIÃO FILHO e MÔRO, 2001). O processo de formação da semente consiste em uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, procurando identificar o ponto de maturidade e estabelecer bases para a determinação segura do momento da colheita (MARCOS FILHO, 2005).

A partir do momento da antese das flores, o conhecimento do processo de maturação das sementes é fundamental, quando se procura obter um material de melhor qualidade e esse estudo sempre deve ser considerado nos programas de produção de sementes, seja para melhoramento, conservação ou produção de mudas (IOSSI et al. 2007).

Segundo Dias (2001), o acompanhamento do desenvolvimento das sementes é feito com base em modificações como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação e vigor. Vários trabalhos realizados com maturação de sementes, de diversas espécies, apontam o ponto de máximo conteúdo de matéria seca como sendo o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram maturidade fisiológica, (NAKAGAWA, et al. 2005).

A partir da fertilização, o óvulo fecundado sofre uma série de modificações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, que culminam com a formação da semente madura, compreendendo este conjunto de transformações o processo de maturação

das sementes. Seu estudo detalhado fornece informações sobre o comportamento das espécies no tocante à sua produção, o que possibilita prever e estabelecer a época mais adequada para a colheita (GEMAQUE, DAVIDE e FARIA, 2002).

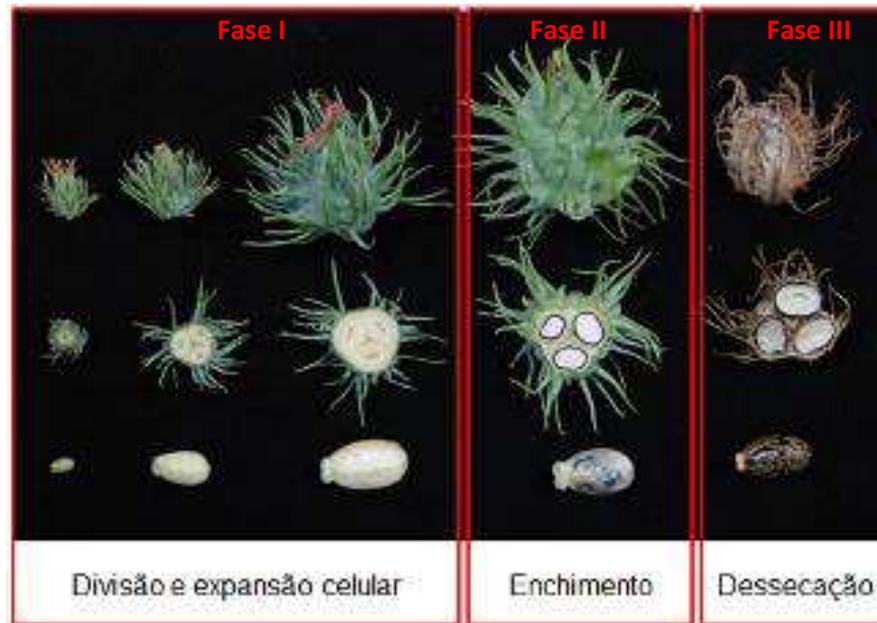
O ponto de maturidade fisiológica pode variar em função da espécie e do local, havendo, portanto, a necessidade de estabelecimento de parâmetros denominados de índices de maturação, que permitam a definição da época adequada de colheita. O acompanhamento do desenvolvimento das sementes é feito com base nas modificações que ocorrem em algumas características físicas e fisiológicas, como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca acumulada, germinação e vigor (SILVEIRA et al. 2002).

As fases do desenvolvimento da semente são classificadas em estágio vegetativo e estágio reprodutivo (FEHR e CAVINESS, 1977). O estado reprodutivo é caracterizado pelo ponto de maturidade fisiológica, que é o de máximo acúmulo de matéria seca na semente e pela variação do teor de água entre 50% e 60% (HOWELL e CARTER, 1959).

O desenvolvimento da semente pode ser dividido em três fases. A fase I é caracterizada pelo crescimento inicial, devido à divisão celular e ao aumento rápido do peso fresco da semente. Na fase II ocorre o acúmulo de material de reserva na semente. O teor de água diminui enquanto a matéria seca substitui a células. Finalmente, a fase III compreende a dessecação ou a desidratação das sementes, em função do declínio rápido do teor de água e da diminuição do peso fresco (Figura 4). Ocorre, então, a redução gradual no metabolismo da semente e o embrião passa para um estado quiescente (BEWLEY e BLACK, 1985).

De acordo com Egli (1998), na produção vegetal, a água desempenha papel fundamental, de maneira que sua deficiência ou excesso afetam de forma decisiva o desenvolvimento das plantas. A sequência de modificações no teor de água da semente é um parâmetro relativamente eficiente para caracterizar o desenvolvimento da semente, empregado, com frequência, na determinação da maturidade fisiológica.

Figura 4 – Fases de desenvolvimento da semente de mamona



Fonte: Adaptação feita pelo autor em imagem captada por Liv Severino, 2014.

A concentração de água é muito alta durante a fase I e declina até que a maturidade fisiológica da semente seja atingida (EGLI, 1998).

Segundo Adams e Rinne (1981), a desidratação controla o processo de maturação das sementes. As alterações no conteúdo de água, à medida que ocorre a desidratação, podem causar alterações no metabolismo das sementes (ROSEMBERG e RINNE, 1986), ou seja, a maturação das sementes, basicamente, consiste em uma série de alterações físicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, verificadas a partir da fecundação do óvulo, encerrando-se quando a semente, ao atingir a máxima massa de matéria seca, se desliga fisiologicamente da planta e atinge a maturidade.

3.1 A Temperatura

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas. Os elementos meteorológicos afetam não só os processos metabólicos das plantas, diretamente relacionados à produção vegetal, como também as mais diversas atividades no campo.

De acordo com Peter (1990) e Fageria (1992), citados por Hoogenboom (2000), ao redor de 80% da variabilidade da produção agrícola, no mundo, se deve à variabilidade das condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo, especialmente para as culturas de sequeiro, já que os agricultores não podem exercer nenhum controle sobre esses fenômenos naturais.

Para as espécies de interesse agrícola, a interação com o clima é fundamental na determinação da capacidade de adaptação a um determinado local ou ecossistema, bem como a manifestação de fases fenológicas, produção e rendimento de grãos finais (BRAGA, 1995 ; LIU, 2007).

Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima tem ligação direta com outras práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação e a colheita (PEREIRA et al., 2002).

A temperatura também afeta uma série de outros processos nas plantas, como a respiração, a transpiração, o repouso vegetativo, a duração das fases fenológicas das culturas, a indução ao florescimento, o conteúdo de óleo em grãos, a taxa de germinação de sementes, etc. (PEREIRA et al., 2002; MAVI e TUPPER, 2004). Isso faz com que a temperatura seja a principal variável meteorológica a ser considerada nos zoneamentos agroclimáticos, juntamente com a chuva (CAMARGO et al., 1974, 1977).

DA MARIO e PASCALE (1971), dizem que a temperatura do ar é o elemento climático mais importante para o desenvolvimento dos vegetais, sendo responsável, em grande parte, pela distribuição geográfica das comunidades botânicas naturais e pelos cultivos agrícolas. A ação positiva desse elemento bioclimático no desenvolvimento se mede mediante a acumulação diária de temperaturas a partir de um temperatura basal no qual o crescimento para, variável em cada espécie vegetal, este procedimento que tem recebido distintas denominações: soma de temperaturas, de unidades térmicas, de unidades de calor, tempo térmico ou de graus-dia, sinônimos que indicam a acumulação residual diária, a partir de uma temperatura base, somatória que se realiza para o ciclo total ou para os subperíodos que o integram. ALLEN (1976), comenta que a somatória de graus-dia pode ser utilizada para se prever períodos de desenvolvimento de plantas e suas pragas.

3.1.1 Graus-dia

O conceito de graus-dia, normalmente assume que há uma relação linear entre a taxa de desenvolvimento da planta e a temperatura média, dentro de limites definidos pelas temperaturas máxima e mínima (Warrington & Kanemasu, 1983)

O crescimento de um organismo depende de diversos fatores, porém os dois fatores mais impactantes desse processo são o tempo e a temperatura. Os seres humanos, assim como outros mamíferos, mantêm a temperatura corporal constante e, assim, a importância da temperatura não é tão direta. Em contraste, a maioria das plantas e insetos, entre outros organismos, não conseguem manter temperatura corporal constante, ou seja, a temperatura corporal de um inseto, irá variar de acordo com a temperatura do ambiente (IOWA, 2006). É necessário então dispor de alguma forma de estimar o crescimento de tais organismos. Isso pode ser obtido por meio do cálculo da soma térmica, também denominada graus-dia que, em última instância, mede o “tempo fisiológico” de crescimento dos organismos, combinando o tempo e a temperatura ambiente. Graus-dia acumulados representam o número de graus, acima de uma determinada temperatura de que o organismo necessita para o seu desenvolvimento (IOWA, 2006).

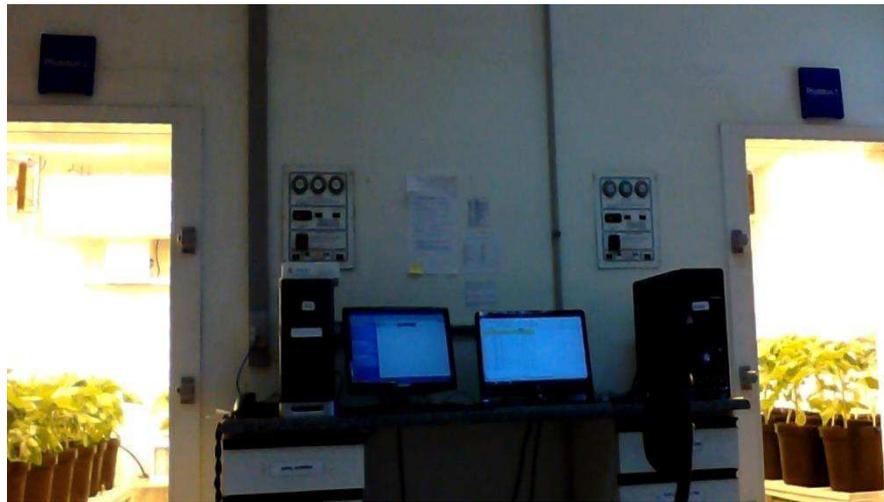
O cálculo dos graus-dia leva em conta que cada organismo apresenta crescimento dentro de um determinado intervalo de temperaturas (temperatura mínima e temperatura máxima de crescimento). A temperatura mínima, abaixo da qual nenhum desenvolvimento ocorre, chama-se temperatura base inferior de crescimento (T_b). A temperatura máxima de crescimento do organismo chama-se temperatura base superior de crescimento (T_{sup}). O crescimento do organismo ocorre positivamente, correlacionado com o aumento da temperatura até a temperatura T_{sup} . Estes valores limiares (T_b e T_{sup}) são determinados experimentalmente e variam de espécie para espécie. Varia também, de espécie para espécie, o valor da constante térmica (K) do organismo, que nada mais é do que a quantidade de graus-dia acumulados necessários para que o organismo passe de uma fase a outra. Para se calcular a quantidade de graus-dia acumulados, escolhe-se uma data inicial relacionada a um determinado evento biológico.

4. Material e Métodos

4.1 Local do experimento

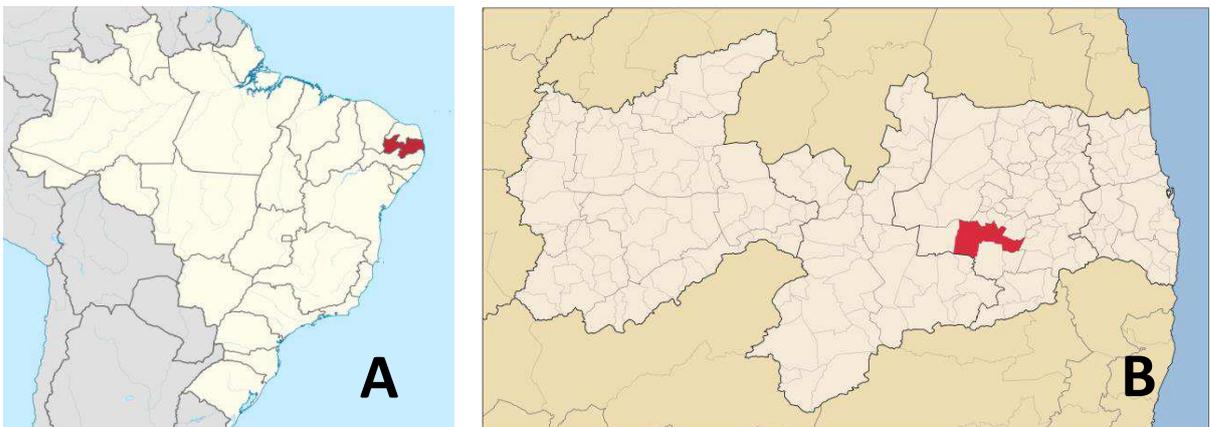
Este Trabalho foi realizado nos anos de Agosto de 2013 à Dezembro de 2014, conduzido em câmaras de crescimento “Fitotrons”(Figura 5), localizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão) em Campina Grande/PB – Brasil. (Figuras 6)

Figura 5: Câmaras de crescimento “Fitotrons”.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2013.

Figura 6: Localização do experimento. a) mapa do Brasil com destaque para o estado da Paraíba b) Mapa da Paraíba com destaque para o município de Campina Grande

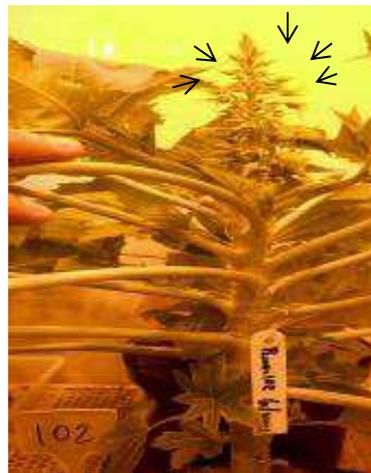


Fonte: Wikipédia, 2014

4.2 Marcação do Racemo

Define-se a antese como o momento em que a quinta flor feminina do primeiro racemo está se abrindo. Nesse momento, o racemo recebe uma plaqueta de identificação contendo o número de identificação da planta/ordem do racemo (ex.: 101/1, 101/2) e a data da marcação. Essa plaqueta é fixada no eixo do racemo para evitar confusão com outros cachos. (Figura 7)

Figura 7: Momento de marcação da Antese.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2014.

Em seguida, foi realizado a medição dos frutos com um paquímetro e aqueles que forem maiores que 15 mm foram eliminados. A partir do terceiro dia após a marcação, todas as flores que forem surgindo são eliminadas para evitar a mistura de frutos novos e velhos. Para garantir a polinização anemófila, utiliza-se um ventilador oscilante dentro de cada câmara (Figura 8).

Figura 8: Sistema de ventilação e aquecimento na parte interna do Fitotron.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2013.

4.3 Coleta de frutos e análise das sementes

A coleta de frutos para análise foi realizada três vezes por semana. Retirando-se um fruto de cada cacho. Os frutos foram acondicionados em sacos plásticos com a devida identificação. (Figura 9)

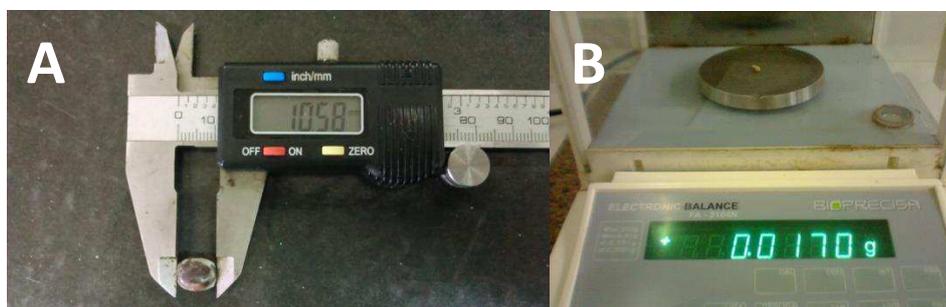
Figura 9: Frutos coletados prontos para análises.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2014.

As sementes foram extraídas manualmente com a ajuda de um estilete, imediatamente pesadas em uma balança de alta precisão (0,0001g) e medidas (comprimento, largura e altura) com o paquímetro. (Figura 10)

Figura 10: a) Medição com paquímetro. b) Pesagem da semente em balança de precisão



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2014.

Em seguida, as sementes foram acondicionadas em envelopes de papel, devidamente numerado, dispostas em uma estufa a 80°C, por 48 horas e pesadas novamente.

As coletas das sementes seguiram até que os frutos atingissem a maturação visual ou que a semente atingisse um teor de umidade abaixo de 10%.(Severino, 2013) (Figura 11)

Figura 11: Frutos de *Ricinus communis* L em fase de dessecação.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2014.

4.4 Análise dos Dados

A evolução da fase de expansão é acompanhada pelo volume e teor de umidade. Com base no comprimento (C), largura (L) e altura (A), calcula-se o volume (V) da semente pela fórmula $V = 4.19 C \times L \times A$. Os dados de volume da semente são analisados por regressão linear segmentada (modelo de platô). O primeiro segmento representa a fase de expansão e o segundo, as fases de enchimento e dessecação. A taxa de expansão foi calculada para cada temperatura como o volume final da semente dividido pelo tempo (dias) necessário para finalizar a fase de expansão.

Embora a temperatura da câmara de crescimento seja programada, para análise do experimento foram também consideradas as temperaturas registradas por um datalogger e um termohigrógrafo em diferentes pontos da câmara (Figura 12). Do higrógrafo, considera-se a média das temperaturas máxima e mínima de cada dia. Picos de temperatura alta ou baixa que não tenham se mantido por longo período ou que sejam aparentemente atípicas foram desconsideradas na análise. Para calcular os graus-dias, utilizou-se uma temperatura base de 15°C. A

temperatura no datalogger é registrada a cada 20 minutos e considera-se a média da temperatura ao longo do dia. Para cada semente calculou-se quantos graus-dias foram acumulados entre a data de marcação e o dia anterior ao da coleta.

Figura 12: a) Datalogger Hobo / b) Termohigrógrafo e Termómetro de Máxima e Mínima.



Fonte: Imagem captada pelo autor, 2014.

Os dados coletados foram avaliados pelas análises descritas a seguir, para eliminar as sementes abortadas e aquelas que cresceram muito antes ou depois da média da maioria das sementes do mesmo cacho.

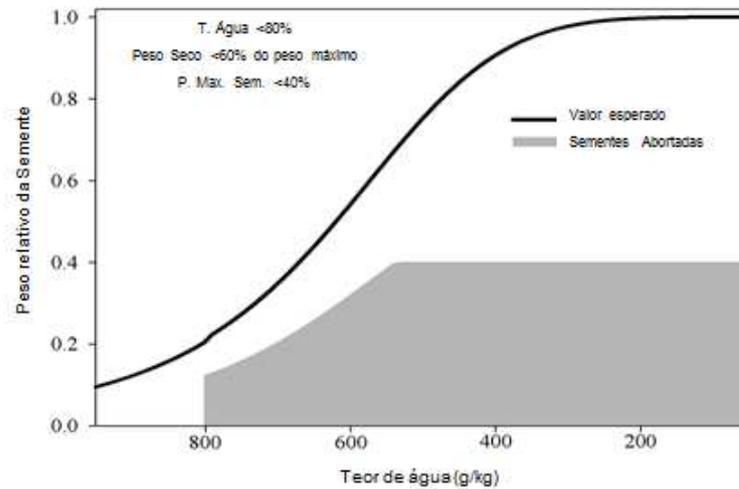
Uma semente é considerada abortada quando atende simultaneamente a três condições: (Figura 13).

1) O teor de água é menor que 80% (este critério assegura que a semente já tinha saído da fase I quando foi colhida;

2) O peso seco da semente é menor que 60% do valor estimado para uma semente com o mesmo teor de umidade (este critério elimina a semente que parou de crescer numa fase anterior);

3) A semente tem menos de 40% do peso máximo da semente (a semente não aborta depois de acumular mais de 40% do peso máximo).

Figura 13: Critério de eliminação de sementes abortadas



Fonte: Severino e Auld, 2014.

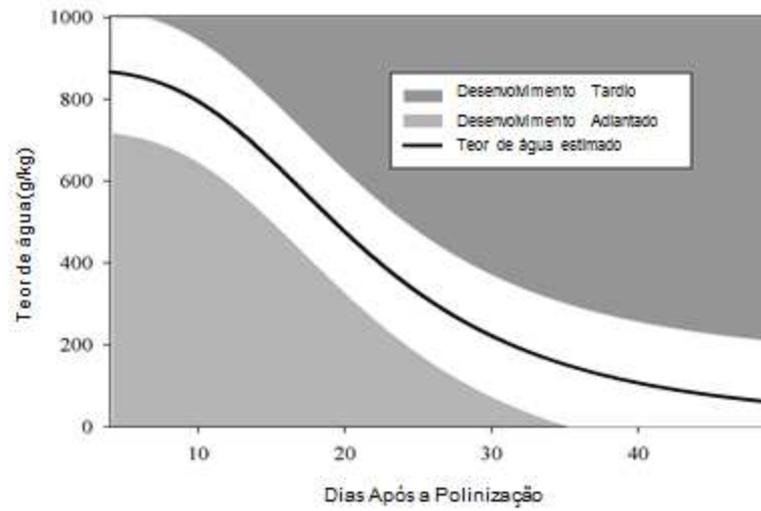
Utilizando o programa computacional *SigmaPlot 12.5*, foi calculada uma equação logística com três parâmetros onde são utilizados os dados de peso seco e umidade de cada planta.

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

Com base no resultado dessa equação, os valores dos parâmetros “a”, “b” e “x0” foram importados para o *Microsoft Excel*, onde se fez os cálculos e análises para definir as sementes abortadas. Depois de serem eliminadas algumas sementes, os cálculos foram repetidos desde o início até que não se encontrasse mais nenhuma semente abortada.

Para eliminação de sementes adiantadas ou tardias, a análise foi feita com base no tempo térmico (graus-dia) e no teor de umidade. Utilizou-se como critério que o teor de umidade não pode estar 20 pontos percentuais acima ou abaixo do valor estimado para a maioria das sementes da mesma planta.(Figura 14)

Figura 14: Critério de eliminação de sementes adiantadas ou tardias.



Fonte: Severino e Auld, 2014.

5. Resultados e Discussões

O estudo da temperatura na duração do período de multiplicação celular e no enchimento da semente tem sido bastante discutido. Segundo Rodrigues (2000), a ocorrência de baixas temperaturas retarda o desenvolvimento e aumenta o período de crescimento da semente, enquanto altas temperaturas provocam uma redução no período de crescimento das mesmas.

Neste experimento, foram colhidas 1730 sementes de mamona, das quais 4,56% foram excluídas como sementes abortadas, 4,74% foram excluídas como tardias ou adiantadas e 2,66% foram excluídas por algum erro de digitação ou medição. Estudos anteriores descobriram que as sementes abortadas não afetam o crescimento das sementes regulares (SEVERINO E AULD, 2013). Após as exclusões, restaram 1.569 sementes (72,4% do total) com dados válidos para as análises definitivas. (Tabela 1)

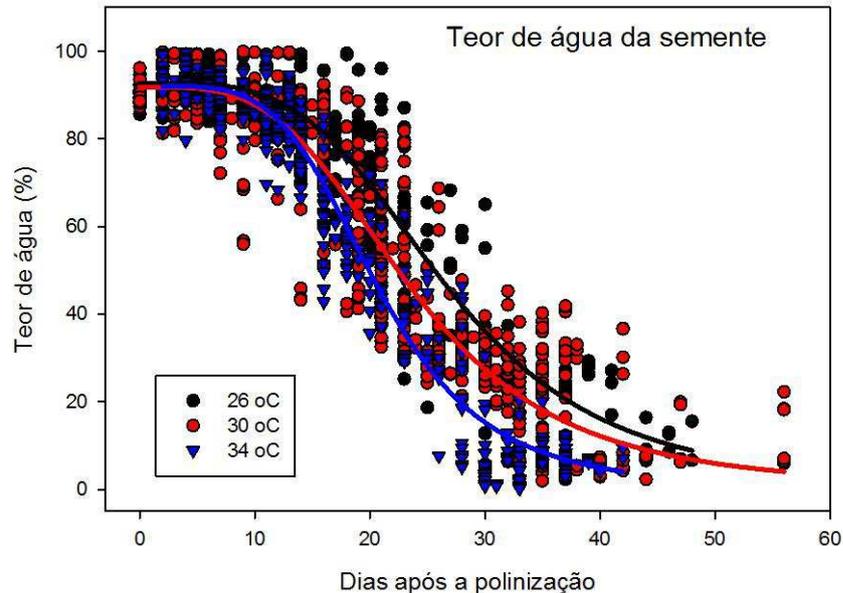
Ao considerar a temperatura do ar para estudar o crescimento das sementes, deve ser entendido que a temperatura real da semente pode ser consideravelmente diferente do ambiente circundante (SEVERINO E AULD, 2014). CHANDRASEKARAN E LIU (2013), ao caracterizar mudanças no enchimento de grãos e teores de ácidos graxos no desenvolvimento de sementes de mamona, utilizou os dados de teor de água, peso seco e volume para caracterizar o desenvolvimento fisiológico da semente.

Em sementes, a natureza e a forma de ligação da água afetam o estado fisiológico das células (Vertucci & Farrant, 1995). Uma análise do comportamento da semente sob o ponto de vista termodinâmico exige o conhecimento das propriedades da água, cujas alterações discretas que ocorrem num potencial químico específico denominam-se mudanças de fase.

Numa semente, a análise das propriedades da água, conforme suas propriedades termodinâmicas, pode representar e caracterizar fases distintas (Vertucci, 1990). Sendo assim, neste experimento, utilizou-se o teor de água para acompanhar o andamento do crescimento das sementes para a maturidade (Severino e Auld, 2013) e todos os dados analisados foram influenciados pela temperatura do ar.

Nesse sentido, de acordo com a Figura 15, verifica-se que a redução do teor de água (abaixo de 80%) demonstra que a semente encerrou a fase de multiplicação celular e iniciou a fase de enchimento.

Figura 15 - Teor de água (%) de sementes de mamona crescendo sob três temperaturas em câmaras de crescimento



Fonte: Dados da Pesquisa

Sofield et al. (1997) e Rodrigues (2000) constataram que o aumento da temperatura causou redução no período de enchimento da semente de trigo (*Triticum aestivum* L.). Yoshida e Hara (1977) observaram que a duração da fase de enchimento de arroz japonês (*Oryza sativa* L.) foi de 18 dias com uma temperatura média do ar de 28°C, em comparação com 43 dias em que a temperatura do ar foi de 16°C.

Quando a semente de mamona foi submetida à 26°C, demorou 17 dias na fase de multiplicação celular e 19 dias na fase de enchimento. Sob a temperatura de 30°C, todas as fases foram mais curtas, sendo de 14 dias na fase de multiplicação celular e 18 dias na fase de enchimento. Sob a temperatura de 34°C, a duração da fase de multiplicação celular reduziu-se para 13 dias e a fase de enchimento reduziu-se também para 13 dias, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 1. Duração das fases de multiplicação e expansão celular e da fase de enchimento de sementes de mamona crescendo sob 3 temperaturas em câmaras de crescimento.

Temperatura	Duração da fase de multiplicação e expansão celular	Duração da fase de enchimento
26 °C	17 dias	19 dias
30 °C	14 dias	18 dias
34 °C	13 dias	13 dias

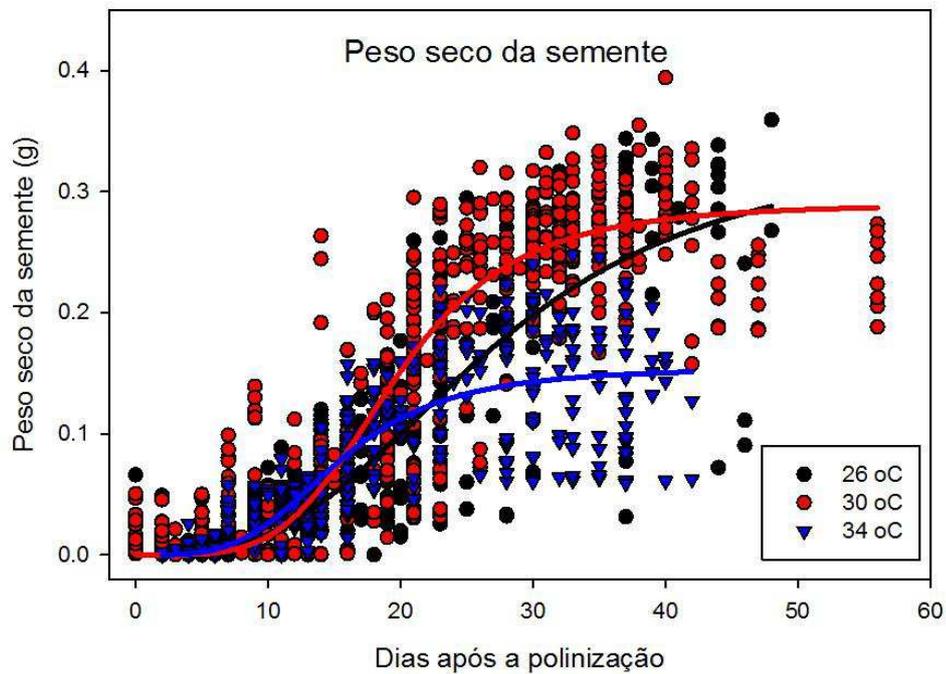
Fonte: Dados da Pesquisa

Carvalho & Nakagawa (1983) explicam que o acúmulo de matéria seca em uma semente em formação ocorre de maneira lenta. Em seguida, começa uma fase de rápido e constante acúmulo de matéria seca, até que um ponto máximo é atingido. Para Popinigis (1977), esse ponto máximo de matéria seca coincide com aquele em que a semente atinge a máxima germinação.

Podemos observar, na Figura 16, que o peso seco da semente foi muito influenciado pela temperatura do ar, tanto na taxa de crescimento quanto no peso final da semente. Sob a temperatura de 26°C, o peso seco cresceu lentamente, como já foi observado pelos dados de teor de água. Sob a temperatura de 30°C, o peso seco aumentou rapidamente e estabilizou-se em torno de 0.28 g. Na temperatura mais alta, o peso seco ficou notadamente mais baixo que nas demais temperaturas.

O crescimento do peso seco foi mais rápido que nas temperaturas mais baixas, porém o peso das sementes se estabilizou entre 0.15 g, o que é pouco mais que a metade das sementes nas temperaturas mais baixas. Aude et al., 1994 afirmam que uma temperatura elevada, em curto período de enchimento da semente, resulta em baixo peso da semente na maturidade fisiológica.

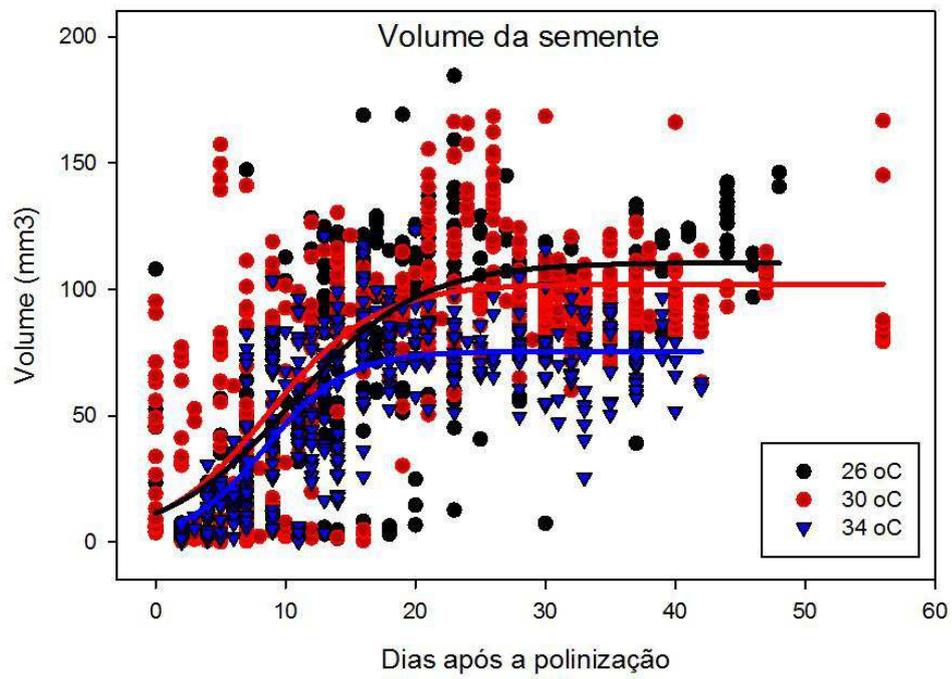
Figura 16 - Peso seco de sementes de mamona crescendo sob três temperaturas do ar em câmara de crescimento.



Fonte: Dados da Pesquisa

Observou-se na Figura 17, que o volume da semente comportou-se de forma similar ao crescimento em peso seco, com a diferença que o crescimento em volume ocorreu logo no início do crescimento da semente e, depois de 20 dias após a polinização, há pouca mudança no volume. A temperatura mais alta também causou uma redução no tamanho da semente que, ao invés de se expandir até cerca de 100 mm^3 , limitou-se ao volume de 70 mm^3 .

Figura 17 - Volume da semente de mamona crescendo sob três temperaturas em função do tempo após a polinização.



Fonte: Dados da Pesquisa

6. Conclusão

As plantas submetidas a 34°C produziram sementes consideravelmente mais leves (cerca de 150 mg), enquanto houve uma pequena diferença nas sementes produzidas a 26 e 30°C (cerca de 280 mg). As plantas submetidas a 34°C foram visualmente afetadas pela temperatura, com um reduzido número de frutos no cacho, menor área foliar e folhas amareladas. Por essa razão, é questionável se a redução do peso das sementes foi um efeito direto da temperatura ou uma consequência das características fisiológicas e genéticas da planta.

Sementes de mamona mostraram-se muito sensíveis à temperatura do ar e a taxa de maturação das sementes pode ser atrasada consideravelmente até mesmo por uma temperatura que não afetaria o crescimento geral da planta. Não só o enchimento da semente, mas diversos processos também podem ser sensíveis ao estresse térmico. Portanto, estudos mais aprofundados sobre esses fenômenos se fazem necessários para a determinação das temperaturas cardiais.

7. Referências Bibliográficas

ADAMS, C. A. & RINNE, R.W. **Seed maturation in soybeans (*Glycine max* L. Merr.) is dependent of seed mass and the parent plant, yet is necessary for production of viable seeds.** Journal of Experimental Botany 32: 1981.

ALLEN", J.C. , **A modified sine wave method for calculating degree days.** Environ. Entomol. 5(3) : 388-396. 1976.

AMIRI-HOGAN, H.; FOTOKIAN, F.; JAVIDFAR, F.; ALIZADEH, B. **Genetic analysis of grain yield, days to flowering and maturity in oilseed rape (*Brassica napus* L.)** using diallel crosses. International Journal of Plant Production. v. 3, n.2, p. 19-26, 2009

AUDE, M. I. S.; MARCHESAN, E.; MAIRESSE, L. A. S.; BISOGNIN, D. A.; CIMAR, R. J.; ZANINI, W. **Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grãos de trigo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 29, n. 10, p. 1533-1539, out. 1994.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. de M.; MOREIRA, J. de A. N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil.** Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1997. 52 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular técnica, 25).

BACALTCHUK, B. **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2000. p. 120-169. (Série Culturas – Trigo).

BARBOSA, J.M., GARCIA, S.R.S., SILVA, T.S. et al. **Efeito da periodicidade de colheita sobre a maturação de sementes de *Tabebuia avellanadae* Lorentz ex. Griseb.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, 1989, Atibaia, Anais ... Atibaia: Secretaria do Meio Ambiente, 1991, p. 42.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. **Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância de seu cultivo no Brasil.** Fibras e Óleos, Campina Grande, n. 31, p. 7, 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2001. p. 37-61.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum, 1985. 367 p.

BRAGA, H.J. Previsão agrícola: **uma nova abordagem-uso de scanner aerotransportável e redes neurais.** 1995. 197f. Tese (Doutorado - Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; PEDRO JR., M.J.; et al. **Aptidão climática de culturas agrícolas:** In: São Paulo – Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, SA-SP, 1974, V.1, p.109-149.

CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. F. da; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. A.; SOARES, J. J. **O cultivo da mamona no Semi-Árido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão**, 2004. 20p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 77

CARVALHO, N.M. **Maturação de sementes de algodão. (*Gossypium hirsutum* L.)**. Jaboticabal: Universidade de São Paulo, 1972. 40 Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de medicina Veterinária e Agronomia da Universidade de São Paulo.

CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 429p.

CARVALHO, N.M., SOUZA FILHO, J.F., GRAZIANO, T.T. **Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul)**. Rev. Bras. Sem., Brasília, v.2, n.2, p.23- 28, 1980.

CHANDRASEKARAN U., LIU A. **Seed filling and fatty acid changes in developing seeds of castor bean (*Ricinus communis* L.)**, China: Laboratory of Tropical Plant Resource Science, 2013

CONAB. **Estimativa de área plantada – safras 2013/2014** - Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_12_19_19_15_03_mamon_anovembro2014.pdf; Acesso: 24/12/2014.

DA MARIO, E.A . & PASCALE, A.J. **Estimation de sumas de temperaturas efectivas normales para estudios agroclimáticos**. Rev. Fac. Agr. Vet. Univ. Buenos Aires 19(3): 109-124. 1971.

DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa de espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 101 p.

DE FINA, A.L.; RAVELO, A.C. **Climatologia y fenologia agricolas**. Buenos Aires: EUDEBA, 1973. 281 p

EGLI, D.B. **Seed Biology and the Yield of Grains**. CAB International, New York, 1998.

EHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State

Falasca, S.L.; Ulberich, A.C.; Ulberich, E. **Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.)**. Industrial Crops and Products 40, 185-191, 2012.

FAO. 2013. **FAOSTAT - Statistical database** (Disponível em faostat.fao.org); Acesso em 12/10/2014.

GEMAQUE, R.C.R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J.M.R. **Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (mart.) standl.)**. Cerne, v.8, n.2, p. 84-91, 2002.

HOOGENBOO, GERRIT, **Agricultural and Forest Meteorology** 103 137–157 **Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its**

applications; Department of Biological and Agricultural Engineering, the University of Georgia, Griffin, GA, USA, ; 2000

HOWELL, R.W.; CARTER, J.L. **Physiological factors affecting composition of soybeans. I. Correlation of temperature during certain portions of the pod filling stage with oil percentage in mature beans.** Agronomy Journal, Madison, v. 45, p. 526-528, 1953.

IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F. V.; BARBOSA, J. C. **Maturação fisiológica de sementes de Phoenix roebelenii O'Brien.** Revista Brasileira de Sementes, v. 29, n. 1, p.147-154, 2007.

IPCC. Climate change 2001: working group II: **Impacts, adaptations and vulnerability.** Disponível em: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/005.html. Acesso em: Nov. 2013.

KITTOCK, D.L.; WILLIAMS, J.H. **Castorbean production as related to length of growing season. I. Effect of date of plant desiccation.** Agronomy Journal 59, 438-440, 1967.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p

LIMA, C. R.; BRUNO, R. L.; SILVA, K. R. G.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P. **Maturação fisiológica de frutos e sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz.** Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 2 p. 234 - 240, 2012.

LIU, W.T.H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Campo Grande: Uniderp, 2007. 908p. Cap.12: Previsão de safra agrícola.

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

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

MARROCOS, S.T.P; MEDEIROS, A.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; LUCENA, R.R.M. **Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira.** Revista Brasileira de Sementes, v. 33, n. 2, p.272-278, 2011.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B. **Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L.** Ciência Florestal, v. 21, n. 4, p. 619- 627, 2011.

MAVI, H.S.; TUPPER, G.J. **Agrometeorology – Principles and application of climate studies in agriculture.** New York: Food Products Press. 2004. 364p

MAYER, A.M.; POLJAKOFF MAYBER, A. **The germination of seeds.** New York: Pergamon Press, McMillan, 1975. 236p.

MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas, Tártago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas.** Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de investigaciones Agropecuarias, 1983. p. 277-360.

- McINTYRE, G.I. **The role of water in the regulation of plant development.** *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.65, n.7, p.1287-1298, 1987.
- MEDEIROS, M. A.; GRANGEIRO, L. C.; TORRES, S. B.; FREITAS, A. V. **Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.).** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, p. 017-024, 2010.
- MENDONÇA, F. **Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias.** *Terra Livre*. São Paulo, v. 1, n. 20. p.205-221. 2003.
- MOSHKIN VA (ed.) **Castor.** Amerind, New Delhi, 1986.
- MUNIER-JOLAIN, N.; LARMURE, A.; SALON, C. **Determinism of carbon and nitrogen reserve accumulation in legume seeds.** *Comptes Rendus Biologies* 331, 780–787, 2008.
- NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas.** In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, p. 1-24.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZUCARELI, C. **Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de mucuna-preta.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 1, p.45-53, 2005.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia – fundamentos e aplicações práticas.** Guaíba: Ed. Agropecuária. 2002. 478p
- PESSOA, R. C.; MATSUMOTO, S. N.; MORAIS, O. M.; VALE, R. S.; LIMA, J. M. **Germinação e maturidade fisiológica de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth relacionadas a estádios de frutificação e conservação pós-colheita.** *Revista Árvore*, v.34, n.4, p.617-625, 2010.
- PETR, J. **Weather and yield.** Amsterdam: Elsevier. 1991. 288p.
- RAGAGNIN, L. I. M., DIAS, L. L. **Maturação fisiológica de sementes de *Tabebuia chrysotricha*.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, 1987, Gramado/RS, Anais... Gramado, 1987.
- RAGAGNIN, L. I. M., DIAS, L. L. **Maturação fisiológica de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.,** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda, Anais ...Olinda, 1986. p.70.
- RAGAGNIN, L. I. M., MELLO, S. C. **Maturação fisiológica de sementes de guajuvira (*Patagonula americana*).** In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1988, Nova Prata. Anais... Nova Prata, 1988.
- RAGAGNIN, L. I. M., MELLO, S. C. **Maturação fisiológica de sementes de guajuvira (*Patagonula americana*).** In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1988, Nova Prata. Anais... Nova Prata, 1988. p. 599-605.
- RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da Mamoneira.** Viçosa, UFV, 1966. 75 p.
- RODRIGUES, O. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: CUNHA, G. R.;

ROSEMBERG, L. A. & RINNE, R. W, Moisture loss as a prerequisite for seedling growth in soybean seeds (*Glycine max* L. Merr.). **Journal of Experimental Botany** **37**. 1986.

ROSSETTI, L.A. **Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 9, 377-385, 2001. SENTELHAS, P.C.; PIZA JR., C.T.; ALFONSI, R.R.; KAVATI, R.; SOARES, N.B

ROTUNDO, J.L.; WESTGATE, M.E. **Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean**. Crop Science 50, 676-684, 2010.

SEVERINO, L. S ; AULD, D. L. **Study on the effect of air temperature on seed development and determination of the base temperature for seed growth in castor (*Ricinus communis* L.)**. AJCS 8(2):290-295 (2014)

SEVERINO, L.S.; AULD, D.L. **A framework for the study of the growth and development of castor plant**. Industrial Crops and Products 46, 25-38, 2013.

SEVERINO, L.S.; AULD, D.L. **Determining the base temperature and the effect of air temperature on castor seed growth**. 2006

SEVERINO, L.S.; AULD, D.L. **Seed abortion and the individual weight of castor seed (*Ricinus communis* L.)**. Industrial Crops and Products 49, 890-896, 2013.

SEVERINO, L.S.; AULD, D.L. **Seed yield and yield components of castor influenced by irrigation**. Industrial Crops and Products 49, 52-60, 2013b.

SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **Mamona: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 248 p. il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas)

SIGMAPLOT. For Windows, version 12.5. Systat Software, 2012.

SILVEIRA, M. A. M.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. **Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.)**. Revista Brasileira de Sementes, v. 24, n. 2, p.31-37, 2002.