



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA CENTRO DE
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ANGELINA KELLY OLIVEIRA SILVA

**VARIABILIDADE NA TAXA DE CRESCIMENTO E NO PERÍODO DE
ENCHIMENTO DE SEMENTES ENTRE DIFERENTES GENÓTIPOS DE
MAMONA (*Ricinus communis*)**

Campina Grande – PB

Junho 2015

Angelina Kelly Oliveira Silva

**VARIABILIDADE NA TAXA DE CRESCIMENTO E NO PERÍODO DE
ENCHIMENTO DE SEMENTES ENTRE DIFERENTES GENÓTIPOS DE
MAMONA (*Ricinus communis*)**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências biológicas da Universidade Estadual da Paraíba como pré-requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Liv Soares Severino

Co-orientador: Prof. Msc. José Cavalcanti Silva

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586v Silva, Angelina Kelly Oliveira.

Variabilidade na taxa de crescimento e no período de enchimento de sementes entre diferentes genótipos de Mamona (*Ricinus communis*) [manuscrito] / Angelina Kelly Oliveira Silva. - 2015.

30 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.

"Orientação: Prof. Dr. Liv Soares Severino, Embrapa Algodão".

1. *Ricinus communis*. 2. Variabilidade genética. 3. Enchimento da semente. 4. Mamona. I. Título.

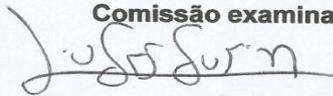
21. ed. CDD 633.85

Angelina Kelly Oliveira Silva

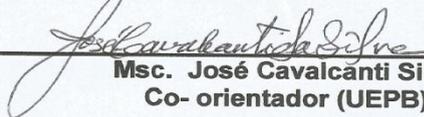
**VARIABILIDADE NA TAXA DE CRESCIMENTO E NO PERÍODO DE
ENCHIMENTO DE SEMENTES ENTRE DIFERENTES GENÓTIPOS DE
MAMONA (*RICINUS COMMUNIS*)**

Aprovada em 17, 06, 2015

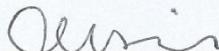
Comissão examinadora



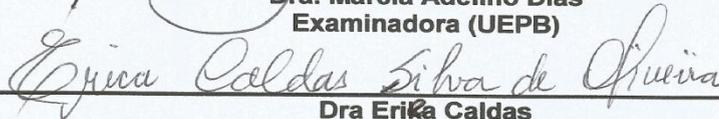
**Dr. Liv Soares Severino
Orientador (EMBRAPA ALGODÃO)**



**Msc. José Cavalcanti Silva
Co-orientador (UEPB)**



**Dra. Marcia Adelino Dias
Examinadora (UEPB)**



**Dra. Erika Caldas
Examinadora (UEPB)**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente á Deus, por me permitir tamanha realização pessoal e profissional. Aos meus filhos **Ana Flora e Rafael** , que motivam mais minha existência.
Ao meu marido **Rodrigo D'Andrea** e minha mãe **Altamira de Oliveira Pinto**, o apoio e incentivo foi essencial para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho foi especialmente singular. No meio da trajetória de minha graduação, Deus me presenteou com dois filhos lindos, e com eles todo o trabalho e dedicação que exige a maternidade. Sem a ajuda e companhia de pessoas especiais não conseguiria finalizá-lo.

Começo agradecendo á minha mãe Altamira, minhas tias Aldenise, Admilde, minha avó Anunciada e todos que estiveram ao meu lado nos momentos que careciam. Vocês foram super importantes.

Ao meu marido Rodrigo D'Andrea, e minha sogra Emília que também compreenderam a importância da conclusão de minha graduação não só como aluna, mas como cidadã, mãe e esposa. Muito obrigado.

Aos meus filhos, Ana Flora e Rafael, que nas horas difíceis eram bálsamo para minha alma. Amo absolutamente.

A coordenação do curso ciências biológicas, que sempre foram muito atenciosos perante minhas dúvidas e me ajudaram como podiam nas horas em que mais precisei. Prof. José Cavalcanti, Prof^a Dr^a Érica Caldas; Prof^a Dr^a. Márcia Adelino, Prof^a Dr^a Simone Santos, vocês sempre serão meus exemplos e inspiração na profissão e na vida. Muito obrigado.

Ao meu orientador Dr. Liv Soares Severino, pela colaboração brilhante para conclusão deste trabalho. Meu muito obrigado.

A Embrapa algodão e todos os colaboradores que sempre se apresentaram muito receptivos aos estagiários ali empregados. Meus agradecimentos.

E, por fim, á Deus, o Santo Daime, minha religação com o Deus interior, Meu mestre Raimundo Irineu Serra, exemplo de grande homem, ser humano, e guia na Terra. Que nas horas de introspecção sempre me vejo nos seus ensinamentos e palavras. Gratidão.

VARIABILIDADE NA TAXA DE CRESCIMENTO E NO PERÍODO DE ENCHIMENTO DE SEMENTES ENTRE DIFERENTES GENÓTIPOS DE MAMONA (*Ricinus communis*)

RESUMO

A mamona é uma oleaginosa comumente cultivada em regiões onde a escassez de chuva é frequente. Ter um ciclo curto para que se atinja mais rápido a maturidade fisiológica é uma grande vantagem nestes ambientes. Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar se existe variabilidade entre genótipos no tempo que a semente leva para se desenvolver e atingir a maturidade fisiológica. Quatro genótipos foram analisados: BRS Energia, CNPA 2009-7, BRS Nordestina e BRS Paraguaçu. Quatro plantas de cada genótipo foram estudadas. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, em vasos de 10

L preenchidos com substrato vegetal (turfa), fertilizados com NPK e irrigados diariamente. O primeiro racemo foi marcado logo após a abertura das flores femininas, a data foi registrada e um fruto foi colhido três vezes por semana. Imediatamente após a colheita, as sementes foram extraídas manualmente, medidas e pesadas individualmente, secas a 80° em estufa por 48 horas e pesadas. Os dados obtidos foram utilizados para calcular o teor de água da semente. O teor de água foi analisado por regressão linear pelo modelo logístico, considerando-se que a Fase 2 (enchimento) iniciou-se quando o teor de água reduziu-se a menos de 80% e encerrou-se quando atingiu 22%. Foram detectadas diferenças entre os genótipos estudados. A Fase 1 (expansão e divisão celular) foi mais curta na BRS Energia (17 dias) enquanto nos outros genótipos durou de 20 a 21 dias. A semente atingiu a maturidade fisiológica aos 41 dias na BRS Energia, 45 dias na BRS Nordestina, 46 dias na CNPA

2009-7 e 47 dias na BRS Paraguaçu. Houve pouca variação na duração da Fase 2 (entre 24 e 26 dias). O volume da semente atingiu 132 mm³ na BRS Energia, 101 mm³ na CNPA 2009-7, 195 mm³ na BRS Nordestina e 237 mm³ na BRS Paraguaçu. O peso seco quando a semente atingiu a maturidade fisiológica foi de 374 mg na BRS Energia, 307 mg na CNPA 2009-7, 625 mm na BRS Nordestina e 709 mg na BRS Paraguaçu. Embora a duração da fase de crescimento tenha sido semelhante entre os genótipos, houve grande diferença na taxa de crescimento: 13.1 mm/dia na BRS Energia, 10.2 mg/dia na CNPA 2009-7, 22.6 mg/dia na BRS Nordestina e 23.3 mg/dia na BRS

Paraguaçu. Conclui-se que há variabilidade entre os genótipos nas características de enchimento da semente e as principais diferenças foram observadas na Fase de expansão e divisão celular e na taxa de crescimento durante a Fase 2.

Palavras-chave: *Ricinus communis*. Variabilidade genética. Enchimento de sementes

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Vasos de 10L dispostos em delineamento inteiramente casualizado..
.....16
- Figura 2: Fases de desenvolvimento** de uma semente de mamona até seu estado de maturação.17
- Figura 3:** Racemo primário e racemo quando se iniciou a coleta de dados.....18

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Peso seco vs. teor de água em cada genótipo.	21
Gráfico 2: Umidade vs. idade em dias das plantas.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fase 1 – Expansão e divisão celular.	23
Tabela 2. Maturidade fisiológica.	23
Tabela 3. Volume das sementes.	24
Tabela 4. Massa de matéria seca.	24
Tabela 5. Taxa de crescimento.	24

LISTA DE ABREVIações

BAG- Banco Ativo de Germoplasma

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MAPA - Ministério de agricultura, pecuária e abastecimento

PNPB - Programa nacional de produção e uso de biodiesel

MME - Ministério de minas e energia

SUMÁRIO

1- Introdução.	12
2- Referencial teórico	15
3- Material e métodos.	17
3.1- Genótipos utilizados.	18
3.2- Sementes analisadas.	18
3.3- Análises estatísticas.	18
4- Resultados e discussão.	19
5- Conclusões.	25
Referências bibliográficas.	28

1- Introdução

As sementes têm como principal função garantir a permanência e sobrevivência das espécies vegetais. São dotadas de mecanismos fisiológicos que resistem ao armazenamento e estresses ambientais. Marcos Filho (2005) afirma que a habilidade da semente tolerar a dessecação e sobreviver ao ser armazenada possibilitou uma ampla distribuição geográfica de espécies cultivadas.

Egli (1998) destacou que dos 22 alimentos mais importantes de origem animal e vegetal, 10 correspondem a culturas produtoras de grãos (sementes). Estudos na área de genética e ciências agrárias possibilitaram o melhoramento de espécies vegetais para a produção em larga escala e contribuição para o agronegócio. Marcos Filho (2005) afirma ainda que, os melhoristas se concentram nas sementes, que cumprem papel significativo tanto na obtenção como na difusão das características incorporadas a novos cultivares.

Um estudo voltado para conhecimento da semente de uma planta repercute no desenvolvimento total do cultivar. Para a análise da fisiologia de uma planta através da semente é preciso um destaque a algumas características. O desenvolvimento da semente desde a fertilização do óvulo até a maturidade fisiológica pode ser dividido em três fases. Egli (1998) caracteriza estas fases. A Fase I compreende a divisão e expansão celular, a Fase II compreende a fase de acúmulo de reservas sejam elas de proteínas ou de carboidratos e o aumento da matéria seca e a Fase III na qual não há mais transferência de matéria seca e consiste na dessecação.

A mamona (*Ricinus communis*) é uma oleaginosa dicotiledônea da família Euforbiácea. Sua tolerância à escassez de água a torna presente em variadas regiões de climas que apresentam períodos de seca rigorosos. Os

primeiros registros da planta foram encontrados no leste da África, Egito e Etiópia, regiões de climas tropicais e sub-tropicais (Moshkin, 1986). Atualmente sua distribuição geográfica é ampla sendo encontrada em quase todos os continentes devido a sua alta capacidade de adaptação.

A mamona é cultivada comercialmente com objetivo de produzir o óleo de rícino, o qual é muito utilizado na indústria por causa da presença do ácido ricinoleico. São presentes na bioquímica da planta: carboidratos, proteínas e ácidos graxos. Os ácidos graxos encontrados são variados sendo que o ácido ricinoleico está presente em maior teor (cerca de 90%) dentre outros em menor teor como oléico, palmítico, esteárico, linoléico e linolênico (CHANDRASEKARAN,2013). O ácido ricinoleico, componente principal e mais abundante no óleo de mamona é amplamente utilizado na produção de materiais como nylon, cosméticos, lubrificantes, plásticos, na indústria farmacêutica e biodiesel (CHANDRASEKARAN, 2013).

As sementes originam-se a partir dos óvulos após a fertilização. Podem ser encontradas em variadas cores, formas, tamanho e peso. A presença de uma estrutura chamada carúncula é uma peculiaridade da família Euforbiácea. Suas sementes são classificadas como ortodoxas, que são aquelas que podem ser desidratadas e armazenadas em temperatura abaixo de zero, sem perder a capacidade de germinação. Considerando a semente como fonte para o estudo da planta desde sua fisiologia até o desenvolvimento, foi realizada uma pesquisa analisando a taxa de crescimento e período de enchimento em diferentes genótipos a fim de selecionar as que obtiveram melhor desempenho no que diz respeito ao tempo de enchimento da semente visando uma otimização no tempo de colheita.

O crescimento e o enchimento das sementes são dois fatores importantes para a determinação do tempo que a planta necessita para atingir sua maturidade fisiológica. Um genótipo que tenha a característica de rápido enchimento da semente possibilita a antecipação da colheita em algumas semanas. A precocidade de colheita é uma característica muito valorizada no melhoramento genético da mamoneira (Anjani, 2010; Severino et al., 2012).

Na fase de enchimento da semente ocorrem diferenciações morfológicas, celulares e metabólicas no endosperma do embrião que coincide com a rapidez no aumento de reservas bioquímicas na mesma semente (Chandrasekaran, 2013). O peso final de uma semente é definido pela taxa de crescimento multiplicada pelo período de enchimento. As condições ambientais exercem mais 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).

Diversas culturas agrícolas apresentam variabilidade genética nas características de crescimento da semente como soja, milho, girassol entre outras. Em geral, a taxa de crescimento varia um pouco por influência ambiental, mas quando os mesmos genótipos são comparados, a hierarquia entre eles é muito estável. Não há registro na literatura científica de investigação sobre a existência de variabilidade nas características de crescimento da semente de mamona (Severino e Auld, 2013).

Com base nos resultados obtidos em outras espécies vegetais, há expectativa de que também seja encontrada considerável variabilidade em mamona. Moshkin (1986, p. 54) comenta que as cultivares com sementes menores geralmente alcançam a maturação fisiológica mais rapidamente. No entanto, esta diferença pode ser causada por um período de enchimento mais curto e não necessariamente por uma taxa de crescimento mais alta.

A seguinte pesquisa visa um melhoramento no manejo de cultura de mamona, selecionando genótipos que atingem uma maturidade fisiológica em um menor tempo para a otimização da colheita. Se forem encontradas cultivares comerciais que sejam capazes de atingir a maturidade fisiológica em menor tempo, a aplicação de um manejo para acelerar a queda das folhas e perda de umidade dos frutos não impactaria a qualidade e o peso seco das sementes.

2- Referencial teórico

A mamona é vastamente cultivada no Brasil e no mundo. Ela é uma matéria-prima utilizada para diversos fins, principalmente o óleo de rícino que é usado na indústria química, até a torta de mamona que é um fertilizante orgânico de ótima qualidade.

Segundo (Candido et al., 2008) a principal região brasileira produtora de mamona é o Nordeste, com destaque para a Bahia, na microrregião de Irecê. Na safra de 2004/2005 o Nordeste alcançou a produção de 143,3 mil toneladas de mamona, o Brasil produziu 147,9 mil toneladas, ou seja, o Nordeste produziu aproximadamente 97% da safra nacional. A produção baiana para este período foi de 129 mil toneladas, o que significa 87% da produção nacional (AMORIM, 2005).

O cultivo de mamona tem aumentado atualmente. No período atual de crise econômica no qual o Brasil se encontra, a agricultura tem colaboração fundamental para aumentar o Produto Interno Bruto (PIB) no país. O ministério de agricultura, pecuária e abastecimento (M.A.P.A., 2016), indica que o valor bruto de mercado da mamona aumentou, dentre os produtos com o melhor desempenho no cultivo das lavouras, apesar do valor bruto da produção agropecuária (VBP) sofrer uma pequena queda em 2016 em relação a 2015. A mamona apresentou alta da produtividade em +19,8% em comparação com 2015, sendo inferior apenas ao índice de produtividade da maçã, que teve alta de + 33,5% .

O Governo Federal incentiva a atividade agrícola através da implantação de programas que beneficiam pequenos agricultores, e a agricultura familiar. Um desses programas é o Programa nacional de produção e uso do biodiesel (PNPB). A produção de biodiesel a partir de oleaginosas aumentou o cultivo de oleaginosas como mamona; dendê; coco entre outras que servem de matéria prima para o biodiesel.

Além dos benefícios ambientais, pela redução de emissão de carbono, a cadeia produtiva do biodiesel é considerada importante para a inclusão social, tendo em vista seu potencial de geração de empregos, em especial quando se consideram as especificidades da agricultura familiar (M.M.E. 2205, apud Bueno et al 2009).

O estudo de genótipos de mamona que apresentem maior precocidade na colheita beneficiaria produtores em pequena e larga escala a selecionarem melhores exemplares de mamona e obterem uma maior produtividade e uma otimização no período de colheita e plantio.

3- Material e métodos

Uma pesquisa de campo foi realizada com quatro diferentes genótipos de mamona durante onze meses (07/13 até 05/14). Os cultivares selecionados para a análise foram retirados do banco de germoplasma da Embrapa Algodão. A pesquisa consistiu em prospectar a existência de variabilidade na taxa de crescimento e no tempo de enchimento entre cultivares de mamonas plantadas no Brasil. Estas informações podem servir para embasar o melhoramento genético visando ao aumento da precocidade e o manejo cultural com vistas à antecipação da colheita.

O experimento foi conduzido em vasos de 10 litros que foram preenchidos com substrato vegetal ou turfa, os quais eram irrigados diariamente e adubados com NPK. Foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado e plantados em casa de vegetação como demonstrado na figura 1. Com cada genótipo estudado foram feitas quatro repetições.



Figura 1: Vasos de 10L dispostos em delineamento inteiramente casualizado.
Fonte: Angelina,2013.

2.1- Genótipos utilizados

Os genótipos estudados foram as seguintes variedades de mamona escolhidos no Banco de germoplasma da Embrapa Algodão:

- BRS-Energia;
- CNPA-2009-7;
- BRS-Paraguaçu;
- BRS-Nordestina.

Todos os genótipos foram plantados em 27 de Julho do ano de 2013 e feitos quatro repetições de cada genótipo em vasos diferentes. O desenvolvimento de cada planta era acompanhado diariamente, assim como a irrigação e adubação. A adubação foi feita no plantio e após trinta dias.

Após o lançamento do racemo primário, registrou-se como início da polinização a data em que pelo menos cinco flores estivessem abertas. Após esta data, um fruto foi colhido no racemo três vezes por semana (às segundas, quartas e sextas-feiras). No momento em que se registrou a data de polinização, foram eliminados frutos que eventualmente fossem maiores que 15 mm, pois estes estavam crescendo à frente dos demais frutos do cacho. Pela mesma razão, cinco dias após o início da polinização, foram eliminados os frutos que iniciaram o desenvolvimento para evitar que houvesse mistura de frutos iniciados em diferentes épocas. A coleta dos frutos continuou até que tivessem mudado de cor para marrom, que é o ponto de maturidade por observação externa.

Na figura 2, demonstra a diferenciação nos estágios de desenvolvimento da semente da mamona a olho nu, e como foi observada e analisada em laboratório.



Figura 2: Evolução de uma semente de mamona até seu estado de maturação. Fonte: Liv Soares Severino (2014)



Figura 3: racemo primário e florando para análise e colheita. Fonte: Angelina (2013)

Na figura 3, os racemos estão em fase inicial de desenvolvimento, onde após três posteriores a floração eram retirados os primeiros frutos para análise laboratorial. Imediatamente após a colheita, os frutos foram levados ao laboratório e as sementes extraídas manualmente com auxílio de estilete, pesadas, medidas quanto a comprimento, altura e largura, colocadas em estufas a 80° por 48 horas e pesados novamente. Nas plantas em que o racemo primário tinha poucos frutos, coletaram-se frutos também em um racemo secundário seguindo os mesmos procedimentos.

2.2 Sementes analisadas

Foram analisadas 2.445 sementes, todas avaliadas individualmente em laboratório. Todas as sementes foram pesadas em balança de precisão de quatro casas decimais e as medidas foram tomadas com paquímetro.

2.3 Análises estatísticas

O desenvolvimento da semente foi analisado por algumas variáveis. Foram analisadas as variáveis, teor de água, peso seco e o volume. A temperatura dentro da casa de vegetação foi registrada em higrógrafo, sendo esse um dos fatores

externos principais para o crescimento e desenvolvimento do embrião, (Carvalho,1980).

O teor de água da semente (Y) de cada genótipo foi plotado em um gráfico tendo o número de dias após a polinização (X) como variável independente. Será calculada uma equação de regressão utilizando o modelo logístico e uma

equação sigmoidal de três parâmetros, $y = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$ a qual representa adequadamente a curva de crescimento de sementes (Severino e Auld). Esta equação foi utilizada para estimar o tempo em que a semente atingiu 80% e 22% de umidade. Estes dois pontos marcam respectivamente o início (t_i) e o final (t_f) da fase de crescimento linear da semente. A duração da fase de divisão celular foi calculada com o intervalo entre a antese e t_i . O período de enchimento da semente foi calculado como $t_f - t_i$.

Para cálculo da taxa de crescimento da semente, foram estimados os tempos em que a semente atingiu 70% (t_{70}) e 37% (t_{37}) de umidade. Entre estes dois pontos, as sementes estão em plena fase de crescimento linear. Os dados de peso seco da semente (Y) foram plotados em função do teor de água (X) e uma nova equação de regressão linear sigmoidal calculada utilizando-se o modelo logístico. Esta equação foi utilizada para estimar o peso seco da semente nos tempos t_{70} e t_{37} , os quais são chamados respectivamente de p_{70} e p_{37} . A taxa de crescimento da semente calculada como o aumento no peso seco entre p_{70} e p_{37} e o tempo decorrido entre estes dois pontos.

Os dados obtidos foram produzidos a partir do programa de plotagem de gráficos Sigmaplot 12.5® que gerou a estatística e produziu os gráficos.

3- Resultados e discussão

Os dados obtidos ao final da coleta e análises estatísticas serviram para uma comparação entre os diferentes genótipos no que diz respeito às qualidades de enchimento das sementes e a taxa de crescimento nas variedades genóticas estudadas.

Alguns parâmetros identificam a maturidade fisiológica de uma semente e servem como guia para o estudo e pesquisa de sementes, são eles: o grau de umidade ou teor de água de uma semente; o tamanho da semente; a massa de matéria seca e o vigor da semente, (Marcus Filho, 2005).

A partir destas variáveis foi estruturada a pesquisa e os dados que serviram para calcular o teor de água e o peso de matéria seca das sementes. O teor de água foi analisado por regressão linear pelo modelo logístico, considerando-se que a Fase 2 (enchimento) iniciou-se quando o teor de água reduziu-se a menos de 80% e encerrou-se quando atingiu os 22%.

As equações estruturadas a partir das variáveis obtidas a partir da fonte estatística após a plotagem dos gráficos, sendo (X) o número de dias após a polinização foram as seguintes:

- BRS energia

$$\text{Teor de água} = \frac{91.1675}{1 + e^{-\left(\frac{x-29.8526}{3.4956}\right)}}$$

- CNPA 2009-7

$$\text{Teor de água} = \frac{92.6180}{1 + e^{-\left(\frac{x-33.2788}{3.4956}\right)}}$$

- BRS nordestina

$$\text{Teor de água} = \frac{90.7920}{1 + e^{-\left(\frac{x-33.6706}{4.1671}\right)}}$$

- BRS Paraguaçu

$$\text{Teor de água} = \frac{89.9152}{1 + e^{-\left(\frac{x-35.286}{4.0356}\right)}}$$

Foram coletadas cerca de 2400 sementes de mamona de quatro genótipos. Foi possível perceber a diferença entre os genótipos no tempo que as sementes necessitam para atingir a maturidade fisiológica.

O desenvolvimento da semente foi analisado pelo número de dias após a polinização. Foram analisadas as variáveis, teor de água, peso seco e o volume. Na fase de expansão e divisão celular, o teor de água nas sementes novas é de cerca de 80%, mas o volume da semente e o vigor se expandem e atingem o volume máximo antes que haja significativo acúmulo de reservas e o aumento da matéria seca. Na fase de crescimento linear o teor de água se reduz linearmente, enquanto o peso seco aumenta por causa do acúmulo de reservas da semente. A maturidade fisiológica é atingida quando a semente de mamona atinge 22% de umidade (VALLEJOS et al., 2011).

Foram detectadas diferenças entre os genótipos estudados:

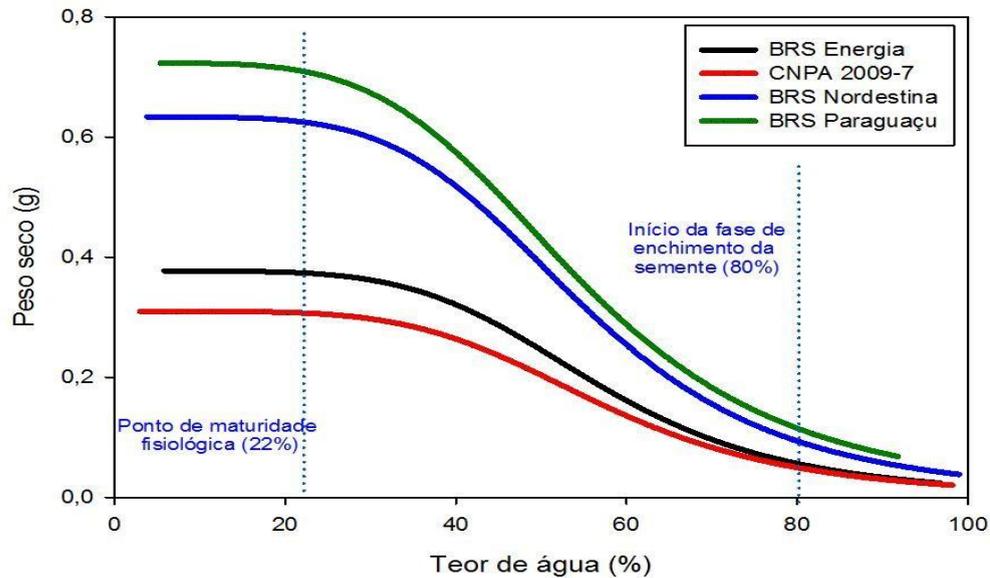


Gráfico 1: Peso seco vs. teor de água em cada genótipo.

Percebe-se nitidamente a relação oposta entre o teor de água e o peso das sementes da mamoneira (Gráfico 1). Quanto maior o teor de água menor o peso seco. Marcus Filho (2005, pg. 95) acrescenta que o valor do teor de água decresce durante o processo de maturação, embora permaneça relativamente elevado durante o período, pois a transferência de matéria seca da planta para semente deve ocorrer em meio líquido.

No Gráfico 2, demonstra-se a relação entre o teor de água e a idade da planta e se descreve como os genótipos diferenciam ao atingir a maturidade fisiológica. O genótipo BRS Energia apresenta precocidade na maturação das sementes, 41 dias, perante os outros cultivares, 45 dias na BRS Nordestina, 46 dias na CNPA 2009-7 e 47 dias na BRS Paraguaçu.

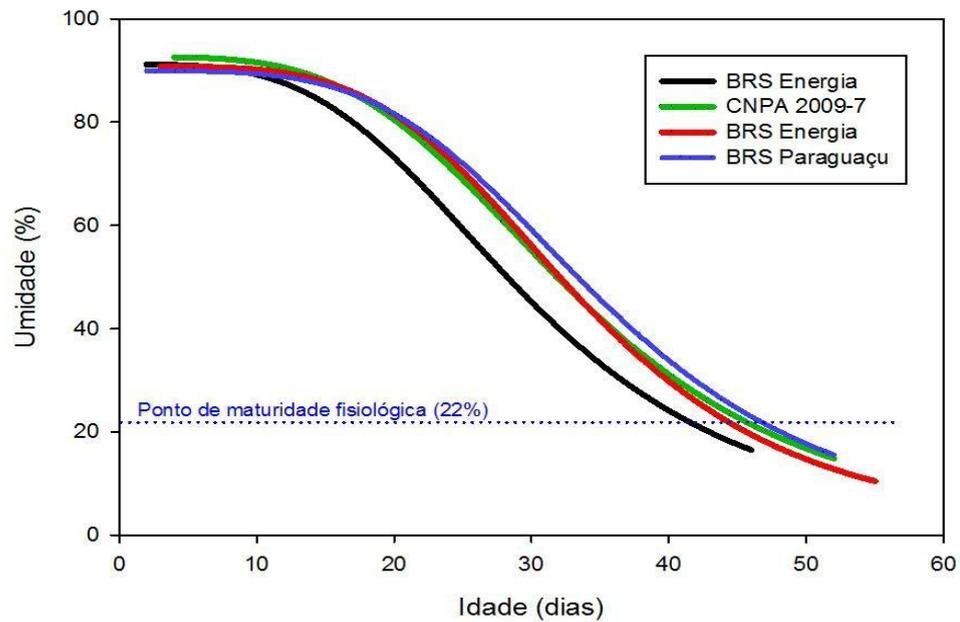


Gráfico 2: Umidade vs. idade em dias das plantas.

A diferenciação entre os genótipos quanto à fase de expansão célula (fase I); maturidade fisiológica das sementes; volume das sementes; massa de matéria seca e taxa de crescimento das sementes estão descritas nas tabelas abaixo:

TABELA 1. Fase 1 – expansão e divisão celular.

Genótipo	Duração (dias)
BRS Energia	17
CNPA 2009-7	20
BRS-Nordestina	21
BRS-Paraguaçu	21

TABELA 2. Maturidade fisiológica.

Genótipo	Duração (dias)
BRS Energia	41
CNPA 2009-7	46
BRS-Nordestina	45
BRS-Paraguaçu	47

TABELA 3. Volume das sementes.

Genótipo	mm ³
BRS Energia	132
CNPA 2009-7	101
BRS-Nordestina	195
BRS-Paraguaçu	237

TABELA 4. Massa de matéria seca

Genótipo	mg
BRS Energia	374
CNPA 2009-7	307
BRS-Nordestina	625
BRS-Paraguaçu	709

TABELA 5. Taxa de crescimento

Genótipo	mm/dia
BRS Energia	13.1
CNPA 2009-7	10.2
BRS-Nordestina	22.6
BRS-Paraguaçu	23.3

O volume (Tabela 3) e o peso seco obtém similaridades entre si, com a diferença que o crescimento em volume ocorre em poucos dias após a

polinização, enquanto o peso seco aumenta somente após o fim da Fase 1, ou seja, após cerca de 23 dias. As sementes mais pesadas são também aquelas com maior volume (BRS Nordestina e BRS Paraguaçu). As sementes de BRS Energia também possuem maior volume que os demais genótipos, os quais estão muito próximos.

Considerando-se a evolução do peso seco, há uma nítida separação entre as duas cultivares que possuem sementes maiores e mais pesadas, que são BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, das demais cultivares (Tabela 4). Há indícios de que o tamanho da semente esteja associado à precocidade de maturação. Os dois genótipos mais tardios são os dois que possuem sementes mais pesadas (BRS Nordestina e BRS Paraguaçu), enquanto os genótipos mais precoces (BRS Energia e CNPA 2009-7) são aqueles com a semente mais leve. Moshkin (1986, p. 54) comenta que as cultivares com sementes menores geralmente alcançam a maturação fisiológica mais rapidamente. No entanto, esta diferença pode ser causada por um período de enchimento mais curto e não necessariamente por uma taxa de crescimento mais alta. Anjani (2010) encontrou baixa correlação entre o peso da semente e o tempo para maturação (observando o fruto externamente).

Os dados da taxa de crescimento (Tabela 5) apresentaram diferença significativa nos diferentes genótipos. Porém os exemplares BRS nordestina e BRS Paraguaçu apresentaram uma fase vegetativa mais longa, \pm 60 dias, enquanto nas outras duas, BRS Energia e CNPA 2009-7 foram precoces perante as demais, \pm 30 dias apresentando crescimento mais rápido.

A taxa de crescimento apresenta diferença significativa entre os genótipos. O volume das sementes também influencia, sendo a BRS Paraguaçu e BRS Nordestina maior no tamanho e com maior volume de matéria seca e conseqüentemente maior acúmulo de reservas o que colabora com a divergência expressiva dos diferentes genótipos.

4- Conclusões

Entre os genótipos foram percebidas diferenças no desenvolvimento quanto as variáveis analisadas, mas a diferenças mais significativas foram na Fase I de divisão e expansão celular e enchimento da semente e na taxa de crescimento dos exemplares, comprovando a variabilidade entre os genótipos estudados na pesquisa.

ABSTRACT

Castor is an oilseed frequently cultivated where there is rainy shortage. It is an advantage for plants to have a short physiological maturity cycle in such regions. The aim of this work is evaluate if there is variability among genotypes as for physiological maturity time. Four genotypes were analysed: BRS Energia, CNPA 2009-7, BRS Nordestina, and BRS Paraguaçu. Four plants of each genotype were analysed. The plants were cultivated in pots with capacity for 10L in a greenhouse. The pots were filled with turf, and fertilized with NPK. The plants were daily irrigated. The first raceme was tagged after blooming of female flowers, and a fruit was picked 3 times per week. As early as possible after collect the seeds were manually extracted. Each seed was measured and weighed. The seeds were put in a drying oven during 2 days, and weighed (dry weigh). Seed water content and volume were calculated by this data. Seed moisture content was obtained by linear regression by logistic model. Seed filling initiated when moisture content was reduced to less than 80%, and stopped when it reached 22%. Differences were detected among genotypes. The phase 1 of BRS Energia (17 days) was shorter than phase 1 in other genotypes (20-21 days). BRS Energia reached physiological maturity in 41 days, BRS Nordestina (45 days), CNPA 2009-7 (46 days), and BRS Paraguaçu (47 days). Seed filling of all seeds lasted around 24-26 days. Seed volume reached 132 mm³ (BRS Energia), 101 mm³ (CNPA 2009-7), 195 mm³ (BRS Nordestina), and 237 mm³ (BRS Paraguaçu). Dry weigh when seed reached physiological maturity was 374 mg (BRS Energia), 307 mg (CNPA 2009-7), 625 mg (BRS Nordestina), and 709 mg (BRS Paraguaçu). Although the duration of growth phase has been similar among genotypes, there was a considerable difference as for growth rate: 13.1 mm/day (BRS Energia), 10.2 mm/day (CNPA 2009-7), 22.6 mm/day (BRS Nordestina), and 23.3 mm/day (BRS Paraguaçu). So there is variability among genotypes as for characteristics of seed filling. The main differences were verified in phase 1, and during growth rate in phase 2.

Key-words: *Ricinus communis*. Genetic variability. Seed filling.

.Referências bibliográficas

ANJANI, K. **Extra-early maturing germplasm for utilization in castor improvement**. Industrial Crops and Products 31, 139-144, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Informe Econômico da Política Agrícola. 2016. Ano 3, nº 2.

< http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Edicao%20n%C2%BA%2002-2016.pdf> Acessado em: 10 de julho de 2016.

BUENO, Osmar de Carvalho & ESPERANCINI, Maura Seiko Tsutsui, & TAKITANE, Izabel Cristina. Produção de biodiesel no Brasil: aspectos socioeconômicos e ambientais. Revista Ceres. Vol 56, nº4. 2009.

CANDIDO, Magno J. D. & BONFIM, Marco A. D. & SEVERINO, Liv S. & OLIVEIRA, Suelem Z. R. Utilização de Coprodutos da Mamona na Alimentação Animal. < http://www.neef.ufc.br/pal_coprod_mamona_alimen.pdf> Acessado em 10 de julho de 2016.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fundação Cargill, 1980. 326p.

CHANDRASEKARAN, U., LIU, A. **Seed filling and fatty acid changes in developing seeds of castor bean (*Ricinus communis* L.)**. Australian Journal of Crop Science. AJCS 7(11):1761-1765 (2013).

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

MARCUS FILHO, Julio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas/ Julio Marcus Filho** – Piracicaba: Fealq, 2005.

MOSHKIN, V.A. (ed.) Castor. Amerind, New Delhi, 198

SEVERINO, L.S.; AULD, D.L. **Determining the base temperature and the effect of air temperature on castor seed growth**. Australian Journal of Crop Science v. 8, p. 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.

KERMODE, A.R.; BEWLEY, J.D. **The role of maturation drying in the transition from seed development to germination**. *Journal of Experimental Botany* 36, 1906–1915, 1985.

SLUSZZ, T. e MACHADO, J.A.D. **Características das potenciais culturas de matéria-prima do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**. *ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL*, 6, 200, Campinas.
<<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script:> Acessado em 12 Julho de 2016.