

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – NÍVEL DOUTORADO**

**NEUSA FRANCISCA MICHELON HERZOG**

**FENOLOGIA REPRODUTIVA E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE  
*Jatropha curcas* L.**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – NÍVEL DOUTORADO**

**NEUSA FRANCISCA MICHELON HERZOG**

**FENOLOGIA REPRODUTIVA E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE  
*Jatropha curcas* L.**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Profª Drª Marlene de Matos Malavasi

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,  
Brasil)

H582	Herzog, Neusa Francisca Michelin Fenologia reprodutiva e produção de sementes de <i>Jatropha curcas</i> L. / Neusa Francisca Michelin Herzog. - Marechal Cândido Rondon, 2013. 87 p.  Orientadora: Prof. Dr. Marlene de Matos Malavasi  Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2013.  1. Pinhão manso - Sistemas de cultivo. 2. Pinhão manso - Produção de flores. 3. Pinhão manso - Produção de sementes. 4. <i>Jatropha curcas</i> L. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.  CDD 21.ed. 634.9285 CIP-NBR 12899
------	--

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - http://www.unioeste.br

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

Ata da reunião da Comissão Julgadora da defesa de Tese da Bióloga, **NEUSA FRANCISCA MICHELON HERZOG**. Aos oito dias do mês de novembro de 2012, às 13h30min, sob a presidência da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Tese da Bióloga NEUSA FRANCISCA MICHELON HERZOG, discente do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agronomia – Nível Doutorado com área de concentração em “**PRODUÇÃO VEGETAL**”, visando à obtenção do título de “**DOUTORA EM AGRONOMIA**”, constituída pelos membros: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Alves Fogaça (UNICENTRO), Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi, Pesq. Dr. Rubens Feys e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi (Orientadora).

Iniciados os trabalhos, a candidata apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Tese, intitulada: “**FENOLOGIA REPRODUTIVA E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Jatropha-curcas* L.**”.

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Alves Fogaça.....Aprovada  
Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira.....Aprovada  
Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi.....Aprovada  
Pesq. Dr. Rubens Fey.....Aprovada  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi (Orientadora).....Aprovada

Apurados os resultados, verificou-se que a candidata foi habilitada, fazendo jus, portanto, ao título de “**DOUTORA EM AGRONOMIA**”, área de concentração: “**PRODUÇÃO VEGETAL**”. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 08 de novembro de 2012.

\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Cristiane Alves Fogaça

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi (Co-Orientador)

\_\_\_\_\_  
Pesq. Dr. Rubens Fey

\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Marlene de Matos Malavasi (Orientadora)

Aos meus amores Alexandre e Diego, companheiros de sonhos e conquistas, e que são parte de mim.

A minha mãe Carolina Amélia *in memoriam*, exemplo-fonte de meu saber, integridade e caráter. Esta conquista é tão sua quanto minha. À amiga Vanda Herzog, pela ajuda incondicional sempre quando foi solicitada... na confecção dos saquinhos... na plenitude de seus 84 anos.

**Muito obrigada!**

## **AGRADECIMENTOS**

De maneira especial a minha orientadora, professora Doutora Marlene de Matos Malavasi, pela confiança em mim depositada na realização deste trabalho; também pela inestimável amizade, além de ser para mim um exemplo de profissional.

Ao professor Dr. Ubirajara Contro Malavasi, pela atenção, pelo cuidado e ajuda em todos os momentos.

A todos os colegas e amigos do curso de doutorado, pelo apoio, companheirismo e amizade.

De forma especial, ao amigo Jucenei Fernando Frandoloso pela concessão do espaço na realização do experimento. Da mesma forma agradeço Valdemir Aleixo e Vânia Márcia Abucarma, pelo grande companheirismo; que sempre vou lembrar os dias em que trabalhamos juntos, os almoços no "Sítio do meio".

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela cooperação e estímulo. Em fim, a todos que, de alguma forma se sentirem envolvidos nas atividades deste trabalho.

**Deus lhes pague!!!**

## FENOLOGIA REPRODUTIVA E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Jatropha curcas* L.

### RESUMO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) pertencente à família *Euphorbiaceae*, é nativo das Américas, apresenta-se disseminado nas regiões tropicais e subtropicais do globo e amplamente distribuído nos continentes Asiático e Africano. Esta espécie tem as sementes como principal forma de dispersão. De modo geral, sabe-se que o material reprodutivo (sementes e frutos) é bastante influenciado pelas características das plantas genitoras, pelas condições climáticas do local em que atua sobre o desenvolvimento, que compreende desde a polinização, maturidade fisiológica da semente, ao sucesso do plantio. Dada a sua importância, esta pesquisa objetivou caracterizar a produção de flores e frutos da espécie, em cultivo consorciado e monocultivo, determinar a produção, a qualidade física e fisiológica das sementes de *Jatropha curcas* L., no município de Pato Bragado no Oeste do Paraná. O período das avaliações compreendeu 13 meses, tendo início em dezembro de 2010. O experimento à campo, foi realizado em áreas de cultivo consorciado com *tifton* e sistema de monocultivo. Semanalmente, a emissão de botões florais e abortamento de flores e frutos, foram anotados, computando os frutos formados, abortados e quantificando as sementes desenvolvidas. Em frutos, avaliou-se o número de lóculos com sementes formadas. Mensurou-se nas sementes: massa em gramas; comprimento e largura em centímetros. Os testes de qualidade em sementes foram: germinação em areia, índice de velocidade de germinação e teste de tetrazólio. Para a análise estatística, realizou-se análise de variância pelo programa Sisvar, no caso de diferença estatística entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A monocultura favoreceu a produtividade. Foram observados quatro períodos de florescimento, sendo que o mais expressivo ocorreu no período de agosto a novembro. Houve tendência a concentrar maior número de flores femininas à medida que as árvores ficaram mais velhas. As sementes mais vigorosas, foram produzidas no período de agosto a novembro.

**Palavras-chave:** sistemas de cultivo; produção de flores; produção de sementes; qualidade fisiológica de sementes.

## PHENOLOGY REPRODUCTIVE AND PRODUCTION SEED *Jatropha curcas* L.

### ABSTRACT

Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) belonging to the *Euphorbiaceae* family from Americas has been disseminated in tropical and sub-tropical regions in the globe and also largely distributed in Asiatic and African continents. This specie has its seeds as the main way of spreading itself. Generally the reproductive material (seeds and fruit) is strongly influenced by the genitor plants, by the local climatic conditions that act on the development that comprises since the pollination process, the physiological maturity of the seed, to the plantation success. Due to its importance, this research aimed to characterize the flower and fruit production of the specie in an intercropped and monocultivation system, as well as to determine the production, the physical quality of the *Jatropha curcas* L. seeds, in Pato Bragado city in West of Paraná state. The study assessment period took 13 months and started in December 2010. The field experiment was set in areas of intercropped with Tifton and in a monocultivation system. The emission of floral buds and the flower and fruit abortion were weekly registered computing the formed fruit and quantifying the developed seeds. The number of locules was evaluated with formed seeds in fruitage, and some aspects related to the seeds were measured such as: the weight in grams, the length and the width in centimeters. The quality tests in the seeds were: germination in sand, germination speed index and tetrazolium test. The variance was analyzed by the Sisvar program, and the statistic difference between the average were compared by the Tukey test of 5% of error probability. The monocultivation favored the productivity. Four periods of flourishing were observed and the most expressive one occurred during the August to November period. The tendency to concentrate a bigger number of female flowers was noticed since the trees got older, and the most vigorous seed were produced during August to November period.

**Key-words:** Cultivation systems; flowers production; seeds production; seeds physiological quality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Pato Bragado. ....	28
Figura 2. Médias mensais de temperatura máxima, mínima (°C) e índice pluviométrico (mm), no município de Pato Bragado, relativo período experimental de dezembro de 2010 a fevereiro de 2012. ....	29
Figura 3. Média mensal de umidade relativa do ar UR (%), máxima e mínima município de Pato Bragado, relativo período experimental. ....	29
Figura 4. Frequência das árvores que emitiram flores, na caracterização da produção de <i>Jatropha curcas</i> L. em condições de campo, cultivo consorciado, no período de Janeiro/2011 a fevereiro/2012, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	36
Figura 5. Frequência média do percentual de flores que foram emitidas, e dessas quantas abortaram, na caracterização da produção de pinhão-manso solo consórcio, no período de dezembro/2010 a fevereiro/2012, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	43
Figura 6. Frequência média do percentual de flores que formaram frutos, e dessas quantas abortaram, na caracterização da produção de pinhão-manso em condições de consórcio, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	46
Figura 7. Frequência das árvores que emitiram flores, na caracterização da produção de <i>Jatropha curcas</i> L. em condições de campo em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	54
Figura 8. Frequência média do percentual de inflorescências que formaram e dessas quantas abortaram flores, na caracterização da produção de pinhão-manso em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	57
Figura 9. Frequência média do percentual de inflorescências que formaram e dessas quantas abortaram flores, na caracterização da produção de pinhão-manso em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados médios do número de flores masculinas, flores femininas e relação de flores masculinas para cada flor feminina, na caracterização da produtividade de pinhão-manso em condições de campo consorciado, no município de Pato Bragado – Paraná.....	37
Tabela 2. Produção de sementes por árvore de <i>Jatropha curcas</i> L. cultivadas em área consorciada com tifton, no município de Pato Bragado – Paraná..	39
Tabela 3. Produção média de sementes desenvolvidas nos frutos de pinhão-manso, em plantio consorciado, no município de Pato Bragado – Paraná .....	41
Tabela 4. Comprimento de semente, (CS), Largura de semente (LS), Peso médio de semente (PMS), na caracterização da produção de <i>Jatropha curcas</i> L. em condições de consórcio, no município de Pato Bragado - Paraná. ..	47
Tabela 5. Dados médios de grau de umidade das sementes, obtidos durante o período experimental, em solo de cultivo consorciado.....	49
Tabela 6. Porcentagem de germinação de sementes de <i>Jatropha curcas</i> L. colhidas em cultivo consorciado com tifton, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	50
Tabela 7. Índice de velocidade de germinação (IVG), na caracterização de <i>Jatropha curcas</i> L. em consórcio, no município de Pato Bragado - Paraná.....	51
Tabela 8. Resultado em porcentagem, dano detectados pelo teste de tetrazólio, obtido em função do período produtivo de sementes em Pinhão-manso, sistema de consórcio.....	52
Tabela 9. Produção de flores masculinas, femininas e relação entre flor masculina para flor feminina presentes nas inflorescências de pinhão-manso, no município de Pato Bragado - Paraná .....	55
Tabela 10. Produção média de sementes de <i>Jatropha curcas</i> L. em sistema de monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	56
Tabela 11. Produção média de sementes, desenvolvidas nos frutos de pinhão-manso, em plantio consorciado, no município de Pato Bragado – Paraná.....	58

Tabela 12. Comprimento de semente, (CS), Largura de semente (LS), Peso médio de semente (PMS), na caracterização da produção de <i>Jatropha curcas</i> L. em condições de monocultivo no município de Pato Bragado – Paraná .....	61
Tabela 13. Dados médios de teor de água das sementes, obtidos durante o período experimental, em solos monocultivo. ....	62
Tabela 14. Percentual de germinação (% G), na caracterização de <i>Jatropha curcas</i> em condições de monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná. .....	63
Tabela 15. Índice de velocidade de germinação (IVG), na caracterização de <i>Jatropha curcas</i> em condições de campo, em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná. ....	64
Tabela 16. Resultado em porcentagem do teste de tetrazólio, obtido em função do período produtivo de sementes em Pinhão-manso, sistema monocultivo. .....	65

## ANEXOS

Anexo 1 - Croqui de campo da área consorciada .....	83
Anexo 2 - Croqui de campo da área em monocultivo.....	84
Anexo 3 - Modelo 01 Registro da dinâmica de florescimento.....	84
Anexo 4 - Modelo 02 de Registro da dinâmica de florescimento.....	84
Anexo 5 - Modelo 03 de Registro da dinâmica de abscisão e produção de frutos. ...	85
Anexo 6 - Modelo 04 de Registro da produtividade das inflorescências .....	85
Anexo 7 - Etiquetas utilizadas para identificação das inflorescências dentro de cada época de florada.....	86
Anexo 8 – Cultura de Pinhão-manso durante o inverno, sob temperatura de -1,5°C, ocorrido no mês de julho de 2011, no município de Pato Bragado - Paraná.....	86
Anexo 9 - Sintoma de ataque de <i>oidium</i> sp na cultura de Pinhão-manso, Pato Bragado, PR.....	87

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Origem e descrição botânica de <i>Jatropha curcas</i> L. ....	15
2.2 Importância Econômica .....	16
2.3 Métodos de Cultivo .....	17
2.3.1 Cultivo Consorciado .....	17
2.3.2 Sistema de Monocultivo .....	20
2.4 Condições Edafoclimáticas .....	21
2.5 Nutrientes no Solo .....	23
2.6 Ciclo Produtivo do Pinhão-manso .....	24
2.7 Potencial Fisiológico de Sementes.....	25
2.7.1 Teste de Germinação .....	26
2.7.2 Teste de Tetrazólio .....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
3.1 Caracterização da Área Experimental .....	28
3.2 Sistemas de Plantio Avaliados .....	30
3.2.1 Plantio Consorciado com Tifton.....	30
3.2.2 Plantio Monocultivo .....	30
3.3 Tratos culturais desenvolvidos nos cultivos consorciado e monocultivo .....	30
3.3.1 Avaliações relacionadas a fenologia reprodutiva .....	31
3.3.2 Registro da produção de inflorescência, flores e frutos.....	31
3.3.3 Caracterização da colheita .....	32
3.4 Análises estatísticas .....	33
3.5. Qualidade Física e Fisiológica das Sementes.....	33
3.5.1 Determinação do teor de água .....	33
3.5.2 Teste de germinação.....	34
3.5.3 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	34
3.5.4 Teste de tetrazólio .....	34
3.5.5 Análises Estatísticas .....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
4.1 Cultivo consorciado com tifton.....	36
4.1.1 Sistema reprodutivo da planta.....	36

4.1.2 Comportamento Floral.....	37
4.1.3 Abortamento das flores .....	43
4.1.4 Qualidade Física das Sementes.....	47
4.1.5 Teor de água das sementes.....	49
4.1.6 Qualidade Fisiológica das Sementes .....	50
4.1.6.1 Teste de Germinação .....	50
4.1.7 Vigor em sementes .....	51
4.1.7.1 Índice de velocidade de germinação .....	51
4.1.7.2 Teste de Tetrazólio.....	52
4.2 Sistema de Monocultivo .....	54
4.2.1 Qualidade física das sementes .....	60
4.2.2 Teor de Água das Sementes.....	62
4.2.3 Qualidade Fisiológica das Sementes .....	63
4.2.3.1 Teste de Germinação .....	63
4.2.4 Vigor em Sementes .....	64
4.2.4.1 Índice de Velocidade de Germinação.....	64
4.2.4.2 Teste de Tetrazólio.....	65
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>67</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), uma oleaginosa, nativa da América do Sul, é atualmente pesquisada em quase todo o mundo. A sua importância é devido a grande adaptação as diferentes condições ambientais. Embora seja uma planta conhecida e cultivada no continente americano, desde a época pré-colombiana, encontra-se disseminada em todas as regiões tropicais e até em áreas de climas temperados, encontra-se em processo de domesticação (TARUNE et al, 2007), pois, apenas nas últimas três décadas, esta espécie passou a ser investigada agronomicamente (SATURNINO et. al., 2005).

Segundo Arruda et al. (2004) e Cáceres et. al., (2007), esta espécie se encontra entre as mais promissoras fontes de grãos oleaginosos, por apresentar alto teor de óleo de 33 a 38% (NUNES et al., 2007), facilidade de manejo, o que torna o seu cultivo bastante atraente e, especialmente, recomendado para integrar programas de produção de óleos vegetais e programas sociais.

Diante da busca por sistemas sustentáveis, somada à gradual redução de reservas de petróleo, alternativas produtivas vem sendo estudadas, e *J. curcas* está entre as espécies de maior produção por área, além de não concorrer pela demanda de alimentos, como ocorre com a maioria das culturas oleaginosas (FRIGO et al. 2008).

No Brasil, com o advento do Programa Brasileiro de Biodiesel e o surgimento de grande demanda por óleos vegetais, o pinhão-manso tem sido divulgado como uma alternativa para fornecimento de matéria-prima (BELTRÃO, 2012).

A cultura do pinhão-manso é tida como uma cultura socialmente correta, pois agrega a mão-de-obra familiar, fixando o homem ao campo. No Paraná, a agricultura familiar representa 85% dos estabelecimentos rurais. Nesse grupo de produtores, grande parte é dependente de sementes de grandes culturas como o milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.), o alto custo para aquisição deste insumo, representa uma redução crescente de renda dessas famílias. Além disso, as sementes híbridas somente atingem o máximo de produtividade quando são controlados por uma série de fatores, tais como, correção do solo, adição de fertilizantes químicos no momento do plantio, controle de pragas com inseticidas, entre outros. Devido ao alto custo desses insumos, muitas vezes, essas recomendações não são atendidas, e em conseqüência, a produtividade torna-se

pouco representativa.

Embora alguns pesquisadores optem pela multiplicação de plantas de pinhão-mansão por meio de estacas, a semente continua sendo a principal forma de propagação.

O cultivo do pinhão-mansão tem a vantagem de ser uma planta perene, que ao atingir o quarto ano de exploração, atinge produção plena, podendo estender-se por até 40 anos (BELTRÃO, 2006). Além da sua rusticidade, o agricultor tem a seu favor a resistência a longas estiagens, resistência a pragas e doenças, a fácil adaptação às condições edafoclimáticas bem variáveis (ARAÚJO et al., 2007).

Considerando que o padrão fenológico de populações vegetais fornece informações sobre ritmos de crescimento, de produtividade, produção de frutos e qualidade fisiológica das sementes. Este trabalho objetivou caracterizar a produção de flores, frutos e sementes. Adicionalmente, determinar a qualidade física e fisiológica das sementes da espécie em plantio consorciado e monocultivo no oeste do Paraná.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e descrição botânica de *Jatropha curcas* L.

A descrição botânica de *Jatropha* L. inclui cerca de 180 espécies, distribuída pela América tropical, Ásia e África. A espécie pinhão-manso, no entanto, é classificada com a sinonímia botânica no reino *Plantae*, Divisão *Embryophyta*, Classe *Spermatoprida*, Ordem *Malpighiales*, Família *Euphorbiaceae*, Gênero *Jatropha*, e espécie *Jatropha curca* (BODIESELBR, 2010; SATURNINO et al., 2005; AJALA, 2010). Popularmente conhecida como pinhão-manso, pinhão do paraguai, purgueira e pinha de purga dentre outros (CARVALHO et al., 2012; ARRUDA et al., 2004). Contudo, a partir de 17/01/2008 no Registro Nacional de Cultivares, número 22707, consta apenas o nome comum de pinhão-manso.

Uma árvore de pinhão-manso é descrita por Alves (2008), como um arbusto de crescimento rápido, cuja altura normal pode atingir até três metros, porém, em condições especiais, pode alcançar até cinco metros. O diâmetro do tronco de uma planta adulta é de aproximadamente 20 centímetros. As raízes são fortes, curtas e pouco ramificadas. O caule é liso e de lenho mole, com medula bem desenvolvida, mas, pouco resistente. O floema apresenta longos canais que se estendem até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que escorre com abundância quando ocorre qualquer ferimento. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes, produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas.

Os frutos apresentam maturação desordenada, e as sementes atingem a maturidade fisiológica correspondente ao epicarpo na transição da coloração amarela para marrom-escura. Os frutos quando secos, evoluem para coloração marrom escura à preta e, em fase de deiscência, o mesocarpo seco e sementes de coloração preta, com presença de muitas estrias (NUNES et al., 2008; DRANSKI et al., 2010).

## 2.2 Importância Econômica

O pinhão-mansão tem muitas utilidades, desde a utilização como espécie oleaginosa para extração de óleos para produção de biodiesel como também o seu subproduto, a torta resultante do processo de extração do óleo da semente, que é aproveitado como fertilizante natural (MELO, 2007). O óleo destina-se ainda para fabricação de sabão, vernizes e óleo hidráulico. Outros órgãos da planta ainda são utilizados para fins medicinais como no tratamento de cicatrizes, limpeza e clareamento dental, e apresenta também, propriedades inseticidas e antibióticas (GUBITZ et al., 1999).

Adicionalmente, esta cultura possibilita a recuperação de áreas degradadas, promovendo a integração com outras culturas, possibilitando a produção de óleo como suprimento de energia, contribuindo com o desenvolvimento rural, permitindo o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio, além de melhorias ambientais, como a formação de um microclima (SATO et al., 2009).

O pinhão-mansão contribui ainda, com a conservação do solo, pois a queda das folhas cobre o solo, em uma camada de matéria seca, reduzindo, desta forma a erosão e a perda de água por evaporação, enriquecendo o solo com matéria orgânica (ARRUDA et al., 2004).

Esta espécie produz por até 40 anos em colheita parcelada, possibilitando a fixação da mão-de-obra no campo, adapta-se a terrenos com declive limitante às culturas anuais e não se presta à alimentação, devido aos princípios tóxicos presentes na planta (CASTRO et al., 2008). Segundo relatos de Joker e Jopsen, (2003), foram encontradas algumas procedências capazes de produzir sementes comestíveis no México, uma variedade não-tóxica, são consumidas após a torração.

As sementes desta espécie encontram-se entre as oleaginosas mais promissoras do Brasil, por possuir alto teor de óleo, fácil cultivo e variações pouco significativas de acidez do óleo, que ainda “possuem melhor estabilidade à oxidação que a soja e a palma e boa viscosidade se comparado à mamona” (TAPANES et al., 2007).

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) começa a estimular, fortemente, a integração de agricultores familiares à oferta de biocombustíveis, com a pretensão de contribuir com o fortalecimento da geração de renda, investindo em modalidades produtivas que evitem a monocultura e permitam

o uso de áreas até então pouco atrativas (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007).

Em 2008, a Associação Brasileira de Produtores de pinhão-mansó (ABPPM) obteve o registro da espécie, porém sem o registro de variedade, o que causa restrições no crédito público, forçando, assim, os produtores, a experimentar sementes e técnicas agrícolas e órgãos públicos a conhecer e compreender melhor o pinhão-mansó (GOMES et al., 2009). Segundo a ABPPM, em 2009, a área plantada no país atingiu 40 mil hectares.

Castro et al. (2008), afirmaram que há demanda por pesquisas referente ao pinhão-mansó, pois os dados de produtividade ainda são incipientes e faltam informações científicas sobre seu comportamento nas diferentes regiões em que está sendo cultivado. Apesar da grande rusticidade e avanço das pesquisas com o pinhão-mansó, existem alguns aspectos agrônômicos que necessitam de maior investigação.

## **2.3 Métodos de Cultivo**

### **2.3.1 Cultivo Consorciado**

O consórcio de culturas é um sistema de cultivo tradicional nos países em desenvolvimento. Consiste no plantio simultâneo ou não de duas ou mais espécies vegetais numa mesma área. Este sistema de cultivo é empregado, sobretudo, pelos pequenos produtores e os de subsistência com poucos recursos financeiros. De modo geral, o sistema é interessante por vários motivos, como uso intensivo da terra, produção em diferentes épocas do ano, proteção do solo contra a erosão, melhor controle de plantas daninhas que o monocultivo. Além disso, pode possibilitar a redução da incidência de pragas e doenças nas culturas consorciadas, proporcionando, com frequência, maior lucro e diversificação de sua fonte de renda (ALBUQUERQUE, 2006).

Por outro lado, Falesi et al (1976) reportam que é possível aumentar a fertilidade do solo, no caso de pastagens cultivadas, desde que sejam satisfatoriamente manejadas por intermédio da cultura destinada a pastagem.

Alguns pesquisadores, entre outros, (BUDOWSKI, 1984; DE LAS SALAS e FASSBENDER, 1984, VALERI, 2003), relatam que a diversidade de combinações entre espécies, proporciona ao agricultor e ao ambiente, vantagens e desvantagens,

tanto biológicas quanto econômicas e sociais.

Castro et al. (2008), analisaram seis acessos de pinhão-manso consorciado com a cultura de girassol (*Helianthus annuus* L.) e milho verde (*Zea mays* L.). Com base nos resultados, concluiu que o consórcio promoveu a restrição do crescimento de ramos laterais, exibindo nítidas diferenças de ramificação que refletiram na arquitetura e, conseqüentemente, na produtividade dos acessos.

Segundo Avelar et al. (2007), o consórcio de pinhão-manso com feijão carioquinha nas entre linhas mostrou produção considerável de grãos, no primeiro ano. O mesmo autor concluiu que pode ser uma alternativa promissora também para a cultura do pinhão manso em substituição ao girassol. A utilização de leguminosas perenes na adubação verde do pinhão manso se justifica devido à não competição pela exposição ao sol, por servir como cobertura permanente do solo, aportando matéria orgânica e nitrogênio por meio da fixação biológica, reciclando nutrientes, mantendo a umidade entorno das plantas e reduzindo a demanda por mão-de-obra em capinas. O aumento da biodiversidade com culturas de cobertura, também, beneficia a polinização do pinhão manso, que é entomófila.

Pitombeira et al. (2006), apresentam a mamoneira (*Ricinus communis* L) como uma cultura tradicionalmente cultivada em consórcio. Estudos realizados com cultivares BRS 149 (Nordestina) e BRS 188 (Paraguaçu) em plantio consorciado com o caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) e o sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) mostraram que embora o consórcio tenha reduzido a produtividade da mamona assim como das culturas consorciadas, obteve vantagens, pois os sistemas consorciados apresentaram maior eficiência que os isolados. Os valores do uso de eficiência da terra (UET) aumentaram de 1,08 a 1,45.

O consórcio das cultivares de mamona Nordestina e Paraguaçu com a cultura do sorgo apresentou menores vantagens (8 e 25 %) do que com a cultura do feijão caupi (30 e 45%).

Azevedo et al. (1998) também obtiveram resultados menos expressivos para o consórcio sorgo mais mamona em confronto com a associação da mamona com o milho e o caupi.

Rezende (1986), trabalhando com caupi isolado e consorciado com milho, sorgo e gergelim, nas mesmas condições do experimento, obtiveram rendimentos maiores para o caupi isolado, quando comparado com os tratamentos consorciados.

Schiavo et al. (2004), avaliando o consórcio de *Eucalyptus camaldulensis*

Dehn com *Acacia mangium* Willd, espécie arbórea, que apresenta rusticidade e capacidade de estabelecer simbiose com rizóbio, constataram que o crescimento do eucalipto foi favorecido, entre outros fatores, pelo consórcio com a leguminosa arbórea. Nesse sentido, Santiago et al. (2009), consorciando *Eucalyptus grandis* com *Sesbania virgata* (Cav.) Pers, em condições controladas, comprovaram, em todos os tratamentos, a transferência de N das plantas de sesbânia para o eucalipto.

Vezzani et al. (2001), avaliaram o crescimento em altura e diâmetro de *E. saligna* (Smith) , aos 45 meses, em plantios puros e consorciados com *Acacia mearnsii* (Wild.), no espaçamento de 4,0 x 1,5 m, não constataram diferenças entre os sistemas de plantio. De modo contrário, Parrota (1999), em monocultivos e plantios consorciados de *Casuarina equestifolia*, *Eucalyptus robusta* e *Leucaena leucocephala*, aos 8,5 anos de idade, verificou que a produtividade total de biomassa da parte aérea no consórcio do eucalipto com qualquer uma das outras espécies foi quase duas vezes maior que no seu monocultivo. Também, Baliero et al. (2004), observaram no consórcio de *E. grandis* L. com guachapele (*Pseudosamanea guachapele* L.), que as árvores de eucalipto apresentaram diâmetro 29% maiores no plantio consorciado, com relação ao monocultivo, aos 7 anos. No entanto, Jesus e Dias (1988), na mesma espécie, observaram que a produtividade em  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  de *E. urophylla* Blake, aos sete anos, foi menor no consórcio com *Leucaena leucocephala* Lam.

Segundo Marques et al. (2012), no consórcio de cacauzeiros híbridos sob dossel de seringueiras decadentes (adultos) em determinada densidade populacional, o que favoreceu o desenvolvimento dos cacauzeiros, dada a maior penetração de luz. Os autores ressaltaram a superioridade dos seringueiras, consorciados, sobre vantagens, geradas pelos cultivos solteiros, além dos cacauzeiros terem as condições gerais de cultivo melhoradas, também gerou garantia de oportunidades de emprego e renda, devido ao maior uso de mão-de-obra necessária nas diferentes fases de desenvolvimento e com conseqüente fixação do homem no campo, proporcionando melhorias nas condições gerais de vida à comunidade local. Ambientalmente, explorando o potencial de sequestro de carbono atmosférico das duas culturas, tem registros de que as seringueiras retiram quantidades de  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) idênticas às essências florestais, inserindo-se perfeitamente dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Experimentalmente, Soratto et al. (2012), observaram que o plantio

consorciado do café (*Coffea arabica* L.) com plantas arbóreas tem se mostrado benéfico, tanto promovendo benefício ao desenvolvimento da cultura bem como barreira na redução na incidência de ventos e na temperatura máxima do ar, como econômico, pois, permite ao agricultor uma renda adicional proveniente da segunda cultura. Baseado em estudos de consórcio de café com a noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) explorando a possibilidade do sistema consorciado em relação as vantagens econômicas sobre o cultivo solteiro.

Pezzapane (2007), consorciou a cultura de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) cultivados a pleno sol e consorciados com bananeira (*Musa* sp AAB) 'Prata Anã', com objetivo de atenuação dos valores médios da radiação solar global. Verificou uma redução média de 48% na velocidade do vento e redução na temperatura máxima no cultivo consorciado quando comparado ao de pleno sol.

### **2.3.2 Sistema de Monocultivo**

O monocultivo ou cultivo solteiro, é caracterizado pela prática de cultivo de uma ou duas culturas anuais, na ausência de rotação de outras culturas; substituindo a cobertura vegetal original, geralmente de várias espécies de plantas, por uma cultura única.

Silva et al. (2011), consideram que essa prática procurou a domesticação de espécies e o desenvolvimento de práticas de produção agrícola e de processamento e armazenamento de alimentos vieram, claramente, no sentido de gerar maior segurança alimentar, um termo hoje resgatado no campo das políticas públicas que visam mais do que erradicar a fome. Essa prática agrícola teve início, na Europa, no período pós-guerra e objetivou desenvolver sistemas agrícolas "do limpo", resultando na erradicação da vegetação nativa para implementação da agricultura.

Segundo Marouelli (2003), segue um padrão tecnológico eficiente, que torna capaz de disponibilizar alimento a nível mundial, com qualidade e preços acessíveis. A monocultura é altamente especializada e heterogênea, gera grande desemprego em algumas regiões que chegam até mesmo a perderem suas características culturais.

O plantio monocultivo abrange ainda a agricultura de precisão (AP). Para Knob (2006), é uma prática agrícola na qual se utiliza tecnologia de informação, baseada no princípio da variabilidade do solo e clima. Agricultura de Precisão é toda

prática de interferência a fim de estabelecer condições ideais às espécies, cultivadas na agricultura, sejam elas químicas, físicas ou biológicas, utilizando-se da geoestatística, que é a análise de dados de amostras georreferenciadas. A agricultura de precisão tem por objetivo a redução dos custos de produção, a diminuição da contaminação da natureza pelos defensivos, utilizados e, logicamente, o aumento da produtividade.

Essas práticas agrícolas que incluem o sistema de monocultivo resultam na alta produtividade e, por outro lado, tem sido danosas a nível social e ambiental. Segundo Guarnieri e Jannuzzi (1992), entre os principais impactos ambientais do monocultivo, cabem mencionar os efeitos no solo, rios e águas subterrâneas em decorrência do uso de agrotóxicos, compactação do solo devido ao uso intensivo de máquinas agrícolas, erosão do solo, impacto social, pois exclui grande parte da população rural, emissões de poluentes pela prática corrente de queimar, a exemplo da cana-de-açúcar antes da colheita, empobrecimento da diversidade biológica (vegetal e animal) devido à eliminação de todos os seres vivos que, de uma forma ou de outra, estão associados à expansão agrícola.

#### **2.4 Condições Edafoclimáticas**

Segundo relatos de Fisch et al. (2000), os levantamentos fenológicos fornecem informações sobre padrões de florescimento e de frutificação de uma espécie que é a base para se compreender, tanto o processo, quanto o sucesso reprodutivo.

A avaliação do comportamento fenológico propicia o conhecimento e a definição das épocas em que ocorrem as diversas fases do período vegetativo das plantas, o que pode auxiliar na escolha das práticas culturais indicando, a periodicidade da frutificação, a melhor época de colheita e de plantio para cada espécie (BERGAMASCHI, 2008).

O conhecimento da dinâmica fenológica é, portanto, indispensável para a elaboração de estratégias de conservação e manejo de espécies (FALCÃO et al., 2003). Com base nestes conhecimentos, os agricultores elaboram calendário agrônômico que serve como uma importante ferramenta de rotina para o desenvolvimento dos trabalhos no campo.

Para Larcher (2004), o conhecimento da fenologia é baseado nas

observações de estádios de desenvolvimento visíveis, observáveis em uma determinada espécie, descritas como as fenofases, exemplo, a germinação das sementes, desenvolvimento das folhas, floração, formação dos frutos e senescência das folhas.

A temperatura tem o efeito de alterar o crescimento, determinar a formação de gemas vegetativas e florais, por participar na absorção de água pelo sistema radicular da planta, resultando em alterações nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo (FIGLIOLIA et al., 1993, BEWLEY; BLACK, 1994;). A temperatura também atua sobre o processo germinativo e o desenvolvimento das plantas com influência significativa em relação as demais condições ambientais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Dentro de uma região, cada espécie possui uma temperatura adequada para sua germinação e desenvolvimento da vegetação local. Segundo Borges e Rena (1993), e considerando a maioria das espécies tropicais, a temperatura ótima situa-se entre 20°C e 30°C.

Um grau mínimo de calor é necessário para a indução da gema floral, e uma temperatura necessariamente acima, ativa a formação das gemas vegetativas (MATTHEWS et al., 1963).

Para Krugman et al. (1974), em frutíferas de clima temperado, acondicionada a baixas temperaturas, pode resultar em duplo efeito: na quebra das gemas florais existentes ou ativando o desenvolvimento dos brotos vegetativos que estavam em repouso. Na região sul do Brasil, baixas temperaturas esporadicamente costumam ocorrer no início do outono ou fim da primavera. Esses eventos fora de época, habitualmente, causam o abortamento das gemas vegetativas, reprodutivas e flores em desenvolvimento, causando irreparáveis perdas para o agricultor.

Marcos Filho (2005) admite que, apesar dos efeitos da temperatura ser relativamente pouco conhecidos, seja pela sua complexidade sobre as causas das variações, ou pelas mudanças ambientais específicas do local (pela ação antrópica), ou ainda pelas variações nos fatores que ocorrem de ano para ano, a atuação da temperatura é incontestável e mostra-se como responsável por uma parte dessas variações.

Mendes et al. (2009), explanaram que, em determinadas regiões de maior altitude, o ar torna-se mais rarefeito e a temperatura tende a ser mais baixa, isso ocorre por que as moléculas de ar, em baixa concentração, não conseguem

armazenar calor e umidade. Dentro de certos limites essas variações beneficiam sementes em desenvolvimento. Durante o dia, o sol libera luz e calor tão necessários para o processo da fotossíntese e de forma geral o metabolismo da planta. Quando o sol se põe, a temperatura tende a baixar, fazendo com que as sementes respirem menos, acumulando energia que será armazenada na forma de carboidrato. Essa alternância de temperatura contribui para o "enchimento" do grão.

A radiação solar é um importante componente ambiental que, além de fornecer energia luminosa para a fotossíntese, também fornece sinais ambientais para uma gama de processos fisiológicos. Nesse contexto, além da intensidade da radiação, a duração e a qualidade do espectro luminoso são determinantes de respostas morfológicas e fenotípicas marcantes em soja, tais como estatura da planta, indução ao florescimento e ontogenia (THOMAS,1994).

## **2.5 Nutrientes no Solo**

O efeito da adubação em uma cultura já é bastante conhecido. Para (EPSTEIN; BLOOM, 2006; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), a disponibilidade de nutrientes no solo é fator determinante na produção de sementes com adequada qualidade fisiológica, seja os naturalmente encontrados ou a adubação mineral em que o nitrogênio tem papel importante, pois os seus efeitos variam com as condições ambientais e o estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre a aplicação do fertilizante.

Estudos realizados com pinhão-mansão, cultivados em solos com suprimento de nutrientes minerais, efetuados por Morais (2006), resultaram em contínuo e vigoroso crescimento vegetativo proporcional ao aumento nas doses de nutrientes aplicadas.

De acordo com Laviola e Santos (2008), em análise de folhas e frutos do pinhão-mansão de planta em desenvolvimento, encontraram como resultado de análise em laboratório, que o nutriente mais requerido pelas folhas é o nitrogênio, seguido pelo cálcio, já para a produção dos frutos foi o nitrogênio seguido pelo potássio. Os mesmos autores mencionam que a colheita dos frutos de pinhão-mansão extrai elevada quantidade de nutrientes do solo; se estes não forem adequadamente repostos pela adubação, poderá ocorrer empobrecimento do solo ao longo dos anos de cultivo.

Os plantios, existentes no Brasil, ainda não têm dimensão ou maturação suficiente para avaliar adequadamente a produtividade e custos de produção; as estimativas iniciais têm indicado que a renda bruta por hectare é muito baixa. Não existem lavouras bem estabelecidas, com pelo menos 5 anos, onde se possa confirmar sua produtividade e rentabilidade (SEVERINO et al., 2006).

Quando plantado no princípio da estação chuvosa, o pinhão-manso inicia a produção de frutos já no primeiro ano de cultivo, embora atinja o seu clímax produtivo a partir do quarto ano, com capacidade produtiva potencial por mais de 40 anos. De acordo com informações mais atuais, a planta produz, em média, 100, 500, 2.000 e 4.000 g planta<sup>-1</sup> de sementes no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos de cultivo, respectivamente (TOMINAGA et al., 2007).

Laviola e Santos (2008) salientam que dependendo do espaçamento entre as árvores, a produtividade pode passar dos 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Com essa produtividade, é possível produzir mais de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de óleo.

## **2.6 Ciclo Produtivo do Pinhão-manso**

Segundo Saturnino, (2005) o ciclo produtivo do pinhão-manso se completa em dois anos, período em que podem ser identificadas as seguintes fases: vegetação e formação das gemas foliares; indução e maturação das gemas florais; floração; formação dos frutos e maturação.

Na fase reprodutiva do pinhão-manso pode apresentar várias floradas, sendo uma principal, seguida de outras, cujo número depende das condições climáticas e da variabilidade genética. Em razão disso, a maturação torna-se desuniforme (EMBRAPA, 2009).

A espécie apresenta floração descontínua, com frutos na mesma inflorescência de idades diferentes, níveis de deiscência ainda não totalmente estudados (SATURNINO et al., 2005).

Laviola e Dias (2008), afirmaram que apesar da ausência de cultivares melhorados e falta de informações sobre a produção em diferentes regiões, a espécie tem sido implementada e investigada em várias regiões do Brasil.

Segundo Amorim et al. (2009), para essas espécies, que ainda estão em fase de domesticação, o entendimento de sua fenologia contribuiria no estabelecimento de práticas de gestão para aumentar a produtividade.

## 2.7 Potencial Fisiológico de Sementes

O potencial fisiológico de sementes, determinado pela germinação e vigor, é diretamente responsável pelo desempenho das sementes em campo, podendo até refletir-se na produtividade de diversas espécies de importância econômica (RODO, 2002).

A avaliação da qualidade fisiológica é um parâmetro importante a ser considerado em um programa de produção de sementes, e, atualmente, testes que fornecem resultados em período de tempo relativamente curto são os mais demandados para agilizar as tomadas de decisão nas diferentes etapas do processo produtivo, especialmente na fase de pós-colheita (BHERING et al., 2005; HORING et al., 2008).

O vigor das sementes é reflexo de um conjunto de atributos que determinam seu desempenho, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho em ampla diversidade de ambiente. Dada sua importância, vários métodos têm sido propostos, visando a avaliação do potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 1999).

Os testes de vigor utilizados rotineiramente em laboratório têm como finalidade, na análise de sementes, determinar o valor que um lote de sementes tem para fins de semeadura (FIGLIOLA et. al., 1993).

Marcos Filho (1999), considerou que um teste de vigor deve apresentar base teórica, ser de fácil execução, fornecer respostas rápidas, ser reproduzível, oferecendo a possibilidade de comparação entre resultados obtidos entre diferentes analistas e laboratórios.

Nesse sentido, Marcos Filho (2005), complementou que testes adicionais ao teste de germinação, procuram identificar diferenças significativas entre o potencial de vigor de lotes que apresentam germinação semelhante, fornecendo informações adicionais.

O vigor das sementes é o reflexo de um conjunto de características que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a condições diferentes de ambiente no campo. Em função de sua importância, vários métodos têm sido desenvolvidos, visando a avaliação segura da qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 1999).

Neunfeld (2012), salientou que analisar com precisão resultados de vigor entre lotes de sementes de *Jatropha curcas* L., ainda é uma tarefa difícil, considerando que não há um teste padronizado e indicado para a espécie. Nessa busca, vários são os testes que compõem a análise das sementes, como é o caso do teste de germinação. A condução deste teste segue as instruções contidas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

### 2.7.1 Teste de Germinação

A germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (IPEF, 1998).

Sementes que tenham um bom desempenho são classificadas como vigorosas e as de baixo desempenho são chamadas de sementes de baixo vigor (ISTA, 1981).

A Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) definiu o vigor das sementes como sendo aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições ambientais. O número de sementes germinadas, a qualidade das plântulas geradas e o índice de velocidade que a germinação ocorre são conceitos muito antigos de vigor.

### 2.7.2 Teste de Tetrázólio

O teste de germinação é muito importante, porém, em algumas espécies, demanda um prolongado tempo, que pode ocorrer em semanas ou meses em espécies que apresentam dormência (MARCOS FILHO, 2005). Por outro lado, o teste de tetrázólio não diferencia sementes dormentes e não dormentes.

Considerando que a maioria das espécies florestais exige longo período para germinar, até um ano com sementes de *Bertholletia excelsa* Vell. (castanha-do-pará) ou seis meses com sementes de *Joahnesia princeps* Vell. (boleira), o auxílio de no desenvolvimento de testes rápidos e eficientes, tem grande valor para a avaliação da viabilidade de sementes é necessário (PIÑA-RODRIGUES e SANTOS, 1988).

O teste de tetrázólio é um método rápido, que estima a viabilidade das

sementes, com base na alteração da coloração dos tecidos vivos em presença de uma solução de sal de tetrazólio; essa alteração, na coloração, reflete a atividade de sistemas enzimáticos específicos, intimamente relacionados com a viabilidade das sementes (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987).

O teste está baseado na atividade de enzimas do grupo das desidrogenases, particularmente a desidrogenase do ácido málico, envolvidas na atividade respiratória das sementes, que catalisam a redução dos íons do sal de tetrazólio (cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio) nos tecidos vivos. Íons de hidrogênio são transferidos para o sal de tetrazólio, que atua como um receptor desse elemento. O tetrazólio, que é um sal incolor e difusível é, então, reduzido a um composto não difusível de cor vermelha, conhecido por trifenilformazan, o que indica que as desidrogenases estão ativas, e, conseqüentemente, que há atividade respiratória nas mitocôndrias e, portanto, há viabilidade de célula e tecido (DELOUCHE et al., 1976).

Segundo França Neto et al., (1999), esse teste consiste em determinar a presença, localização e natureza das alterações nos tecidos das sementes por meio da coloração e permite separar as sementes reconhecidamente viáveis e não viáveis e as demais em classes, com base nos níveis de coloração, permitindo, assim, registrar em uma ficha o nível da viabilidade e a identificação da causa das lesões, detectadas em cada semente. Desta forma, Marcos Filho, Cícero e Silva, (1987), complementam, que possibilita separar lotes de semente com vigor semelhante.

Segundo Oliveira et al. (2009), o teste de tetrazólio apresentou resultados confiáveis e comprovados nas avaliações da qualidade de sementes de soja (FRANÇA NETO et al., 1998), milho (DIAS; BARROS, 1999), amendoim (BITTENCOURT; VIEIRA, et al., 1999), *Jatropha curcas* L. (HORING et al. 2008; SANTOS, et al., 2008; NEUNFELD, 2012).

Assim, a metodologia para o teste de tetrazólio vem sendo estudada para diversas espécies florestais, como pau-pereira (*Platyceamus regnellii*) por Davide et al. (1995); pau-santo (*Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart) Malavasi et al. (1997); e OLIVEIRA (2001) sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Tauber – *Caesalpinoideae*), entre outros.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da Área Experimental

O estudo fenológico e produtivo do pinhão-mansó, foram conduzidos na Estação Experimental de Pato Bragado-PR, no período de dezembro 2010 a fevereiro de 2012. A área experimental pertence ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* Marechal Cândido Rondon – PR, segundo as coordenadas geográficas de 24°37'35" S e 54°13'29" W, e altitude de 288 metros, conforme indicado na figura 1.

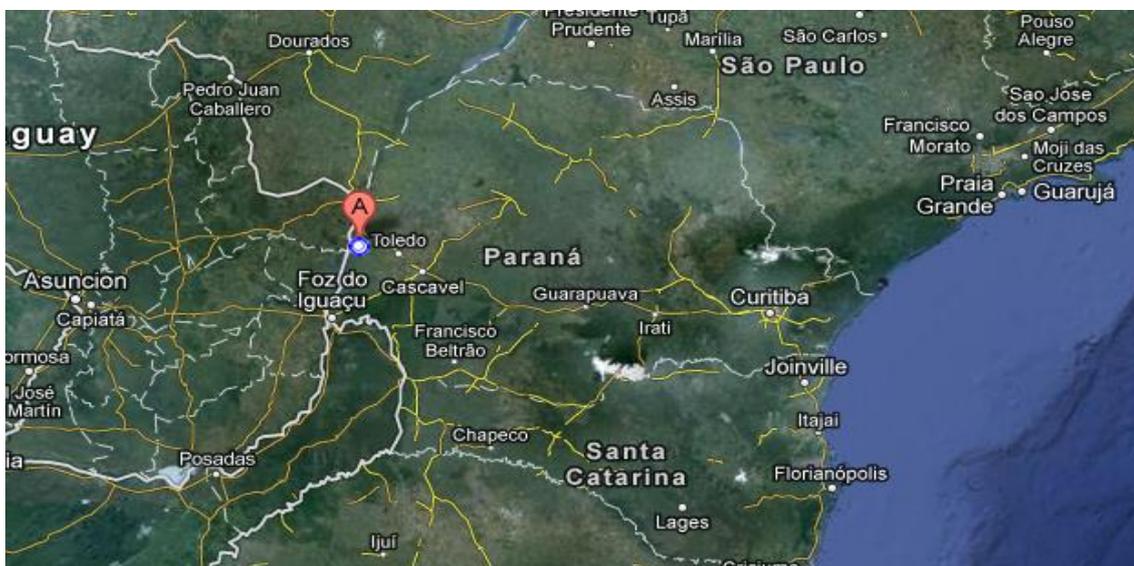


Figura 1. Localização do município de Pato Bragado.

Fonte: Google Earth

A área apresenta relevo de superfície plana, utilizada, anteriormente, para a formação de pomar de plantas frutíferas e cultivo de grãos. Os registros dos plantios antecedentes são de milho (*Zea mays* L.) durante a safra de 2007-2008 e trigo (*Triticum aestivum* L.) na safra de inverno de 2008, em sistema de plantio direto.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (PVd), de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento, realizou-se a caracterização físico-química do solo da área experimental, retirando-se três amostras simples nas profundidades de 20 e 40 centímetros, havendo recomendações para a correção da acidez. Realizou-se procedimentos de calagem e uma segunda análise química foi realizada, apontando resultados satisfatórios.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, denomina-se de Subtropical Úmido Mesotérmico com verões quentes, com tendência à concentração de chuvas e invernos com geadas pouco frequentes, precipitação média anual de 1.500mm. Os dados climáticos, durante o período de execução do experimento, foram disponibilizados pelo SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) e estão apresentados nas Figuras 2 e 3.

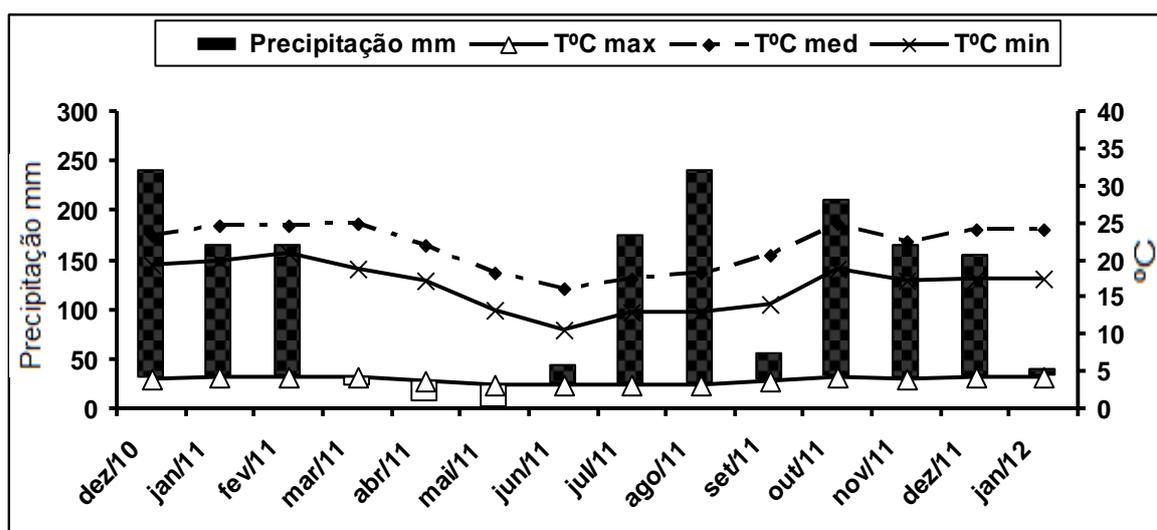


Figura 2. Médias mensais de temperatura máxima, mínima (°C) e índice pluviométrico (mm), no município de Pato Bragado, relativo período experimental de dezembro de 2010 a fevereiro de 2012.

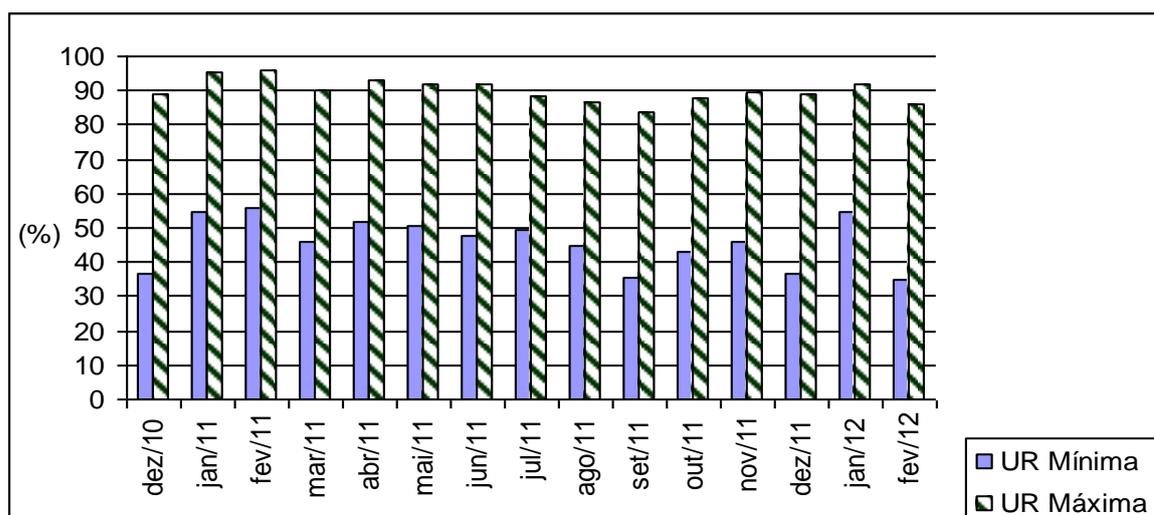


Figura 3. Média mensal de umidade relativa do ar UR (%), máxima e mínima município de Pato Bragado, relativo período experimental.

Fonte: SIMEPAR - Sistema Meteorológico do Paraná.

## **3.2 Sistemas de Plantio Avaliados**

### **3.2.1 Plantio Consorciado com Tifton**

No momento das avaliações, o pomar já estava formado. A formação das mudas da área experimental foram utilizadas sementes de pinhão-manso recém colhidas, obtidas em árvores matrizes, em cultivo comercial, provenientes do município de Pedro Juan Caballero, Paraguai, na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), safra 2007.

O espaçamento correspondeu a distância de três metros entre linhas e dois entre plantas, resultando na densidade populacional de 1666 árvores por hectare, conforme distribuição das plantas, que estão amostradas no croqui de campo (anexo 1). O início das avaliações de identificação das árvores, inflorescências e contagens de botões dos florais deu-se em janeiro 2011. Neste período as árvores se mostravam produtivas, o que correspondeu aos valores médios de diâmetro de coleto medindo 9,93 centímetros e altura com 2,02 metros.

### **3.2.2 Plantio Monocultivo**

As sementes, utilizadas para a formação do monocultivo tiveram origem em área comercial, atualmente desativada, situada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, safra de 2008. O plantio das mudas, a campo, ocorreu em outubro de 2009.

O espaçamento correspondeu à distância de três metros entre linhas e dois entre plantas, resultando na densidade populacional de 1666 árvores por hectare, a distribuição das plantas estão amostradas no croqui de campo, no anexo 2. O início das avaliações, foi em janeiro 2011, quando as árvores estavam produtivas o que correspondeu aos valores médios de diâmetro da base de 9,79 centímetros e altura de 1,70 metros.

## **3.3 Tratos culturais desenvolvidos nos cultivos consorciado e monocultivo**

Para o controle de plantas invasoras, os tratos culturais envolveram roçadas periódicas nas entre linhas, capina no raio de 60 centímetros em volta da planta.

No início do florescimento, outubro de 2010, as plantas receberam adubação de cobertura. Cada planta foi circulada com uma mistura de nitrogênio (na forma de ureia) e potássio (cloreto de potássio, KCl), na dose de 40 quilogramas por hectare. As aplicações foram feitas mantendo distância de 50 cm da base da árvore.

Para o controle de ataque de fungo, em maio de 2011, aplicou-se Priorextra®, (princípio ativo 10 % Cyproconazole) no período que ocorreu emissão das inflorescências. O fungicida foi aplicado com auxílio de bomba costal, e as pulverizações ocorreram na dose de 300 mililitros por hectare.

### **3.3.1 Avaliações relacionadas a fenologia reprodutiva**

A dinâmica da produção de flores e frutos, foi realizada, identificando as árvores localizadas na área central do bloco.

Fixaram-se etiquetas enumeradas em cada planta, em ordem crescente.

### **3.3.2 Registro da produção de inflorescência, flores e frutos**

A medida em que as inflorescências surgiram, também foram enumeradas, da mesma forma já descrita.

Aguardou-se a ocorrência da transição de botões florais para flores, o que decorreu em aproximadamente 15 dias.

Em ficha, previamente elaborada (Anexo 03) objetivou-se registrar a dinâmica do florescimento, contendo a data da avaliação, área de cultivo, número de botões florais, número de flores femininas e relação de flores masculinas x flores femininas presente em cada inflorescência.

Uma segunda ficha (Anexo 04) foi elaborada para o acompanhamento das flores femininas, contidas em cada inflorescência, de acordo com a evolução para abortamento ou desenvolvimento de fruto, registrou-se na mesma.

Decorridos sete dias, observou-se e registrou-se a evolução para abscisão do fruto ou evolução para fruto colhido, empregando a ficha, conforme anexo 05.

Os frutos colhidos foram levados para o laboratório, em seguida abertos e Registrou-se o número de sementes por fruto, em balança analítica ( $\pm 0,0001g$ ), registrou-se a massa das sementes pertencente aos frutos, registrando em tabela, conforme anexo 06.

Nas duas primeiras floradas, toda a produção foi avaliada. A partir da terceira, a produção foi muito grande e apenas avaliou-se uma amostra de 100 inflorescências. Porém, acompanhou-se todo o número de inflorescências, emitidas, e abortadas em cada árvore.

As floradas foram identificadas, marcando as inflorescências, ligando à etiqueta as inflorescências com fio de algodão com base na coloração. A coloração Branca pertenceu ao período de Jan-Mar/11; Verde - Abr-jun/11; Vermelho - Ago-nov/11; Azul Nov-fev/12, para rastrear os frutos no momento da colheita, quando os últimos frutos de um período poderiam ser confundidos com os primeiros frutos do outro, conforme contido (Anexo 03).

### **3.3.3 Caracterização da colheita**

A colheita foi realizada de forma seletiva, colhendo apenas os frutos em fase inicial de maturação quando apresentavam coloração do epicarpo amarela, laranja ou marrom, definido por Dranski et al. (2010), como estágio de maturação 3,4,5 e 6.

No momento da colheita, os frutos foram colhidos ainda nas árvores e armazenados em sacos de papel (Largura 43 mm; Comprimento 240 mm; Altura 74 mm). Os sacos continham em uma das faces, registro do local, número da árvore e da inflorescência correspondente, seguindo para uma sacola com identificação: Área consorciada ou área de monocultivo.

No laboratório, os frutos foram dispostos sobre bancadas, em camada única, evitando a sobreposição. A fim de retirar e uniformizar o excesso de umidade, sendo que a temperatura do local foi monitorada, mantendo estável a 22 °C, por pelo menos cinco dias.

O beneficiamento foi realizado de forma manual. Os frutos foram abertos, registrou-se o número de sementes por fruto, como já descrito anteriormente.

Em seguida, as sementes foram depositadas em bandeja identificada de acordo com o cultivo correspondente: Consorciado ou Monocultivo em cada período produtivo.

A medida que as sementes foram beneficiadas e secas, permaneceram estocadas em sacos de papel. No final, quando não havia mais frutos no campo, todas as sementes foram misturadas em um saco plástico com capacidade de 25 quilogramas, imprimido grande quantidade de ar no interior do saco. Após fechado,

foi vigorosamente agitado. Então ao acaso, retirou-se as amostras para a realização das análises.

### **3.4 Análises estatísticas**

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, para o cultivo consorciado, constituído por quatro floradas, formado por 10 repetições com quatro árvores por repetição. O monocultivo constitui por quatro floradas, 5 repetições composto por quatro árvores por repetição.

### **3.5. Qualidade Física e Fisiológica das Sementes**

Para a caracterização física das sementes, foram mensurados os parâmetros de comprimento, largura e massa das sementes.

- a) Comprimento: As medidas foram realizadas com ajuda de um paquímetro digital de precisão de 0,01 milímetros. Considerou-se o comprimento como a distância entre os extremos da semente. A escala de valores foi expressa em milímetros (mm);
- b) Largura: o valor foi obtido com ajuda do paquímetro digital, com precisão de 0,01 milímetros. Avaliou-se a parte medial da semente. o resultado obtido foi expresso em milímetros (mm).
- c) Massa da semente: para a obtenção da massa das sementes, a mensuração foi realizada individualmente, com auxílio de balança com precisão de 0,0001 gramas. Os resultados obtidos foram expressos em gramas (g).

#### **3.5.1 Determinação do teor de água**

Foi determinado o teor de água por meio do método gravimétrico, pela diferença de massa. Foi determinado a partir de quatro amostras de 5 gramas cada. As sementes foram acondicionadas em recipientes metálicos, pesadas e colocadas em estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas. Decorrido o tempo, procedeu-se nova pesagem das amostras. O cálculo foi realizado, conforme Brasil (2009).

### 3.5.2 Teste de germinação

Para cada tratamento, o teste de germinação foi realizado, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes. Em bandeja contendo areia umedecida e previamente autoclavada a 120 °C, durante 20 minutos, as sementes foram semeadas entre areia. O processo de germinação se desenvolveu em câmeras de germinação do tipo BOD, sem luz e temperatura de 30 °C. O substrato foi regado, com reposições diárias de água. Para a avaliação da germinação das sementes, diariamente realizou-se contagens, registrando o número de plântulas germinadas, até decorrer o período de 15 dias, momento em que cessou a germinação.

Considerou-se semente germinada quando a plântula emergiu e os cotilédones ultrapassavam a superfície do substrato, conforme Horing (2008).

### 3.5.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

A análise de vigor, pelo índice de velocidade de germinação (IVG), foi calculada segundo a metodologia recomendada por Maguire (1962).

$$IVG = (G_1 / N_1) + (G_2 / N_2) + \dots + (G_n / N_n), \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

$G_1$  = número de sementes germinadas na primeira contagem;

$N_1$  = número de dias decorridos até a primeira contagem;

$G_2$  = número de sementes germinadas na segunda contagem;

$N_2$  = número de dias decorridos até a segunda contagem;

$n$  = número de dias da semeadura da primeira até a última contagem.

### 3.5.4 Teste de tetrazólio

Para diferenciar sementes viáveis e inviáveis de pinhão-manso, detectar níveis de ataque de insetos, deformidades, causados pelos baixos índices pluviométricos durante o período de formação da semente, utilizou-se o teste de tetrazólio, adaptado de França Neto et al (1998) e descrito por Horing (2007).

Inicialmente, extraiu-se o albúmen, com auxílio de uma morsa, o tegumento

foi quebrado. Para cada tratamento (floração), foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, submetidas a embebição, em papel germitest, umedecido na proporção de 2,5 vezes sua massa, acondicionado em germinador por 16 horas, em temperatura constante de 25 +/-2°C.

Decorrido o tempo de embebição, os albúmens foram colocados em béquer de 100 ml, adicionou-se 50 ml da solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio, em concentração de 0,1%, permanecendo por quatro horas, em câmara de germinação sem luz, na temperatura de 40 °C, conforme Horing (2008).

Após esse período, quando os albumens já estavam coloridos, foram lavados em água corrente de forma abundante. Depois, foram retornados ao béquer e mantidos submersos em água destilada em ambiente refrigerado, até o momento da avaliação, onde os albúmens foram seccionados em cortes longitudinais e analisados individualmente. Foram observados os danos internos e externos, a sua localização e extensão, dando-se ênfase a cor, presença de fraturas e lesões, localizadas em regiões vitais (cotilédones e eixo embrionário), com auxílio de lupa 4 vezes de aumento.

Para essa caracterização, foi elaborado um esquema de representação de sementes intactas, com danos leves e sementes com danos severos ou seja, inviáveis, com base na diferenciação da coloração dos tecidos, de acordo com os critérios estabelecidos para o teste de tetrazólio por Delouche et al. (1968) e França Neto (1999): vermelho brilhante ou rosa (tecido vivo e vigoroso); vermelho-carmim forte (tecido em deterioração) e branco-leitoso, (tecido morto).

Após a avaliação, determinou-se a porcentagem das sementes classificadas em cada nível de viabilidade e computaram-se as não viáveis.

### **3.5.5 Análises Estatísticas**

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, constituído por quatro floradas e quatro repetições de 25 sementes cada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cultivo consorciado com tifton

#### 4.1.1 Sistema reprodutivo da planta

O ciclo produtivo do pinhão-manso é bastante variável. No período que envolveu experimento, foram observadas quatro fases reprodutivas. A época das floradas ocorreram nas datas de janeiro a março de 2011, a segunda iniciou em abril indo até meados de junho, a terceira, e mais intensa, teve início em agosto culminando em novembro, a quarta e última florada ocorreu no período de novembro a fevereiro de 2012. Entre as árvores selecionadas para avaliação da produtividade, nem todas emitiram inflorescências, flores e, conseqüentemente, frutos e sementes.

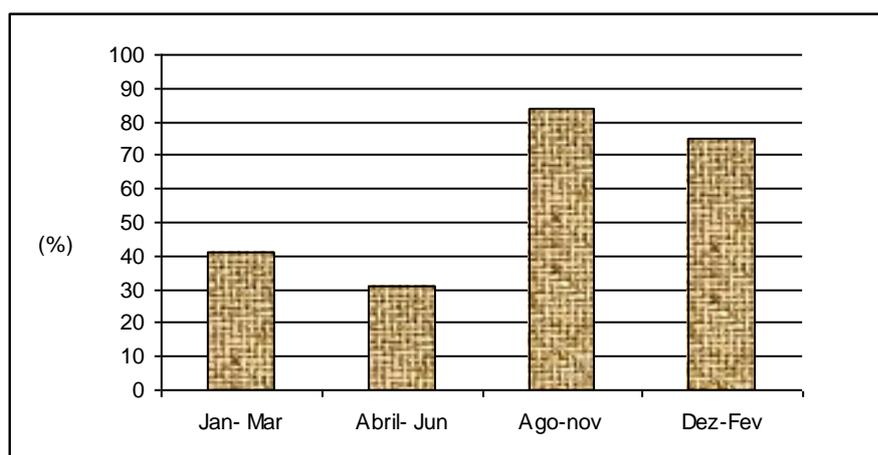


Figura 4. Frequência das árvores que emitiram flores, na caracterização da produção de *Jatropha curcas* L. em condições de campo, cultivo consorciado, no período de Janeiro/2011 a fevereiro/2012, no município de Pato Bragado - Paraná.

No início da coleta de dados, as árvores apresentavam três anos de idade. Algumas matrizes que compunham a área experimental, não foram produtivas em todos os períodos de avaliação. Pesquisadores, como Santos et al. (2004); e Moraes, et al. (2010), atribuíram a causa dessas variações, à heterogeneidade genética das sementes, utilizadas na formação das mudas, das variações climáticas na época da formação das gemas florais, a fatores relacionados com a nutrição do solo e o estágio de desenvolvimento da planta.

#### 4.1.2 Comportamento Floral

A abertura dos botões florais começou sempre nas primeiras horas da manhã, iniciando e culminado sempre com o desabrochar das flores masculinas. As flores femininas abriram somente após duas a três flores masculinas já estarem abertas e com grânulos de pólen visualmente exposto. Durante o período que inclui todas as avaliações não foram observadas flores hermafroditas. As inflorescências foram desuniformes quanto ao número de flores.

Tabela 1. Resultados médios do número de flores masculinas, flores femininas e relação de flores masculinas para cada flor feminina, na caracterização da produtividade de pinhão-manso em condições de campo consorciado, no município de Pato Bragado – Paraná

Período de avaliação	Produção de flores <sup>(1)</sup>		
	Flores masculinas	Flores femininas	Rel masc./fem.
Jan - Mar/11	79,68 <sup>b</sup>	2,85 <sup>b</sup>	29,71 <sup>a</sup>
Abr - jun/11	83,78 <sup>ab</sup>	3,03 <sup>ab</sup>	29,83 <sup>a</sup>
Ago - Nov/11	98,32 <sup>a</sup>	3,83 <sup>a</sup>	26,71 <sup>b</sup>
Nov - Fev/12	89,77 <sup>ab</sup>	3,36 <sup>ab</sup>	28,12 <sup>ab</sup>
CV	52,32	56,66	28,59
$\bar{x}$	87,82	3,33	27,42

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

Nos períodos finais da coleta de dados (novembro a fevereiro/2012), as inflorescências tornaram-se maiores, com mais botões florais e mais flores femininas. Houve uma tendência ao aumento de produção de flores femininas para cada flor masculina, a medida que a planta ficou mais velha, sinalizando estar estruturalmente mais estabelecida e capaz de produzir mais.

A quantidade de botões florais computados dentro de todo o período experimental oscilou de 12 a 287 unidades florais. As flores femininas em menor quantidade, variaram entre uma a 12 unidades por inflorescência, em média a proporção de uma para cada 28 flores masculinas.

O pinhão-manso, por ser uma espécie de crescimento relativamente curto, se comparadas às espécies florestais, necessita aproximadamente de quatro anos para

formar o ciclo de crescimento da planta (HORSCHUTZ et al., 2012). Normalmente, os estádios iniciais de desenvolvimento das plântulas absorvem grande parte das energias metabolizadas para o crescimento da planta e menos recursos são enviados para a produção de flores e sementes. A medida que a planta torna-se adulta e acumula maior fotoassimilados, que são proporcionais entre as fases de maturação, torna-se mais produtiva. Segundo Silva (2006), a idade em que o pinhão-mansão se torna produtivo varia muito, em função da região de plantio, métodos utilizados, tais como semeadura direta para a formação do pomar, espaçamento entre as plantas, frequência em que ocorre chuva e na variação do relevo no local do plantio.

Numa espécie cultivada, a sincronia de florescimento entre plantas femininas e masculinas é fator imprescindível para o sucesso da polinização, a exemplo do pinhão-mansão, espécies dióicas.

Essa simultaneidade pode ser vantajosa por aumentar a atratividade de polinizadores, através da fragrância exalada pelas flores; porém pode também atrair florívoros, como Coleoptera observados, principalmente, em flores masculinas. Outra desvantagem reside no menor movimento inter-plantas dos polinizadores, que podem rapidamente saciar-se, devido à abundância de recursos (AUGSPURGER et al., 1981; RATHCKE; LACEY, 1985).

A cultura do pinhão-mansão é diversa em sua capacidade produtiva, sendo fortemente influenciada, pelo clima local. Juhász (2009), em Janaúba, norte de Minas Gerais, avaliou floração em plantas de pinhão-mansão com seis meses de idade, e encontrou inflorescências com número de flores masculinas, variando de 94 a 234, na proporção de uma flor feminina para 20 masculinas. O número de flores femininas por inflorescência observadas, variaram de quatro a 12 unidades. Em relação às flores masculinas, a variação foi superior, sendo observadas inflorescências com 87 flores e outras com até 222 flores masculinas. Em média, observou-se 7,2 flores femininas para 138,5 flores masculinas, nas 11 inflorescências avaliadas. Na Índia, Raju; Ezradanam (2002), relataram que uma inflorescência pode produzir de uma a cinco flores femininas e de 25 a 93 flores masculinas, com uma média de uma flor feminina para cada 29 flores masculinas. Com base nas variações, observadas, descritas, pode-se observar que esta é uma característica muito variável, que depende do material genético, da região, do clima, dos tratamentos culturais, entre outros fatores.

Para Severino et al., (2006), essa espécie nas condições climáticas da Índia, antes de completar quatro anos, tem baixa produção. Segundo relatos de Vinayak Patil et al., (2006), naquele país, ainda não existe adequada tecnologia para produção de pinhão- manso, contudo, se fossem desenvolvidos materiais genéticos, melhorado e o fornecimento de tecnologias de cultivo apropriadas para cada região, a produtividade poderia ser maior.

A dinâmica da produção das árvores de Pato Bragado, mostrou que o período de agosto a novembro de 2011, foi o mais produtivo. A qualidade do clima local, pode ter oferecido condições favoráveis à produção neste período.

Tabela 2. Produção de sementes por árvore de *Jatropha curcas* L. cultivadas em área consorciada com tifton, no município de Pato Bragado – Paraná

Período de produção	<sup>(1)</sup> Produção de sementes (g) por árvores
Jan - Mar/11	10,02 <sup>c</sup>
Abr - jun/11	09,34 <sup>c</sup>
Ago - Nov/11	30,38 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	16,06 <sup>b</sup>
DMS	3,17
$\bar{x}$	16,47

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

As condições climáticas de Pato Bragado, durante os estádios da formação das sementes dos diferentes períodos, foram favoráveis ou restritivas ao desenvolvimento.

O comportamento floral, ao longo do ano observado, denota uma distribuição, dividida no tempo, conseqüência da heterogeneidade de *Jatropha*. Nesse sentido, Brancalion et al., (2008), defendeu que é uma estratégia, adotada pelas plantas que, normalmente, está associada as maiores chances de sobrevivência da espécie, pois permite a permanência da mesma em ambientes que periodicamente apresentam condições restritivas ao estabelecimento e ao desenvolvimento vegetal.

Segundo Frigo e Sato et al. (2008), uma das vantagens da cultura, reside na precocidade da sua produção. Nesse sentido, Drumond et al. (2008), em plantio conduzido de forma experimental, desenvolvido na EMBRAPA com sede em Petrolina, possibilitou safra de pinhão-manso, com razoável produção já aos

primeiros sete meses após o plantio. Os mesmos autores comparam registros de produção dos países como Índia e Tailândia, onde a colheita ocorreu apenas um ano após a semeadura, atingindo a estabilidade na produção, o que, frequentemente, acontece no quarto ano. Drumond et al. (2008), complementam que no semi-árido nordestino, o agricultor encontra ambiente com boas condições de fornecimento de luz e temperatura média, e por isso o desenvolvimento da cultura transcorre sem grandes variações.

A produtividade da planta está condicionada ao número de frutos, número de sementes por frutos e peso de sementes, deste modo, quanto maior o período de tempo disponível para a planta com condições ambientais favoráveis, maior será o número de produção de frutos. Portanto, maior a produtividade (AVELAR et al., 2006).

O espaçamento entre árvores de 3 x 2, adotada no desenvolvimento da pesquisa, correspondeu a uma população de 1.666 árvores por hectare e a produtividade média anual de 111.860,00 gramas por hectare (111,86 kg/ha/ano). O período de seca prolongado durante o primeiro semestre, pode ter contribuído de forma negativa em algum momento, sobre eventos fisiológicos importantes, resultando na produção final apresentada. Para se obter uma inflorescência produtiva, em média, durante o ano, computou-se 2,03 abortos.

Embora o pinhão-mansão seja uma espécie tolerante à estiagem, pesquisadores como Amorin et al. (2005); Custódio et al. (2007); Sato et al., (2007); Silva et al. (2008) afirmaram com base nos plantios formados no sul do estado de Minas Gerais, onde obtiveram aumento significativo da produtividade em tratamentos conduzidos com irrigação, quando comparadas a cultivos não irrigados.

Tominaga et al. (2007), salientaram que plantas de pinhão-mansão quando plantadas no princípio da estação chuvosa, iniciaram a produção de frutos já no primeiro ano de cultivo, atingindo uma produtividade máxima de sementes a partir do quarto ano. De acordo com informações mais atuais, a planta produz, em média, 100; 500; 2.000 e 4.000 g de sementes por planta no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos de cultivo, respectivamente. Dependendo do espaçamento mais adensado, a produtividade pode passar dos 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Com essa produtividade, é possível produzir mais de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de óleo.

A colheita de frutos, portando, lóculos sem desenvolver sementes, cooperou negativamente para o rendimento obtido, possivelmente, uma consequência da polinização inadequada das flores.

Tabela 3. Produção média de sementes desenvolvidas nos frutos de pinhão-manso, em plantio consorciado, no município de Pato Bragado – Paraná

Período	Produção de sementes por fruto <sup>(1)</sup>
Jan - Mar/11	2,47 <sup>b</sup>
Abr - jun/11	2,53 <sup>b</sup>
Ago - Nov/11	2,95 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	2,90 <sup>a</sup>
$\bar{x}$	2,71
CV	19,57

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

As variações climáticas podem refletir-se nos hábitos da dinâmica de forrageamento inseto polinizador, resultando em frutos com lóculos vazios, quem sabe consequência de uma flor parcialmente polinizada.

A polinização do pinhão-manso é entomófito e seus polinizadores, são: formigas, abelhas, moscas e tripses (SOLOMON; EZRADANAM, 2002).

A atividade dos insetos visitantes, pode ser intensificada ou dificultada pelas condições climáticas locais. De acordo com Matthews (1963), as melhores condições atmosféricas para a atividade dos insetos na polinização são aquelas representadas por dias claros, quentes e calmos. Por outro lado, os atrativos apresentados por cada tipo de flor podem exercer influência no número de visitas realizadas pelos insetos àquela flor, principalmente com relação ao fornecimento de alimentos (néctar ou pólen). Algumas flores satisfazem outros instintos dos insetos, como por exemplo: sexo, oviposição e territorialidade (KULLENGER, 1961), enquanto outras fornecem locais para oviposição e alimentos para o desenvolvimento das larvas dos insetos (KOZLOWSKI, 1972).

Para Krugman et al. (1974), os insetos são os principais agentes polinizadores das espécies com flores de coloração intensa e brilhante, aromáticas, e, frequentemente, possuem pólen pesado e pegajoso, características presentes nas flores do pinhão-manso.

As ordens dos insetos polinizadores mais comuns são: Coleóptera (besouros), Lepidóptera (borboletas e mariposas), Díptera (moscas, mosquitos pólvera, borrachudos, etc.) e Hymenoptera (vespas, abelhas e outros) (KOZLOWSKI, 1972).

Antonini (2005) relatou que 90% das plantas que produzem flores, são polinizadas por animais especialmente por diversas ordens de insetos.

A partição de recursos florais é uma forma de evitar competição entre espécies de polinizadores (JOHNSON; HUBBELL, 1974; ROUBIK, 1978, 1981, 1982; INOUE, 1978; BUCHMANN, 1996).

Existem pelo menos três estratégias que garantiriam o acesso dos polinizadores aos recursos florais disponíveis em uma comunidade: polinizadores explorarem recursos florais, de diferentes espécies de plantas (PLEASANTS, 1980); buscarem recursos em diferentes horas do dia ou diferentes períodos de uma estação (GINSBERG, 1983); forragearem em diferentes manchas de recurso (CARPENTER, 1979) ou em diferentes densidades nas manchas (JOHNSON; HUBBELL, 1974; GINSBERG, 1983). A polinização, por sua vez, é assegurada às espécies de plantas de três formas distintas: pelo uso de diferentes polinizadores (PLEASANTS, 1980); diferentes horários ou épocas do ano (HEINRICH; RAVEN, 1972; HEINRICH, 1976; LACK, 1982a, b, c; BAWA, 1983; CAMPBELL, 1985) e pelo tipo de recurso floral (HEINRICH; RAVEN, 1972).

Na agricultura, o benefício da polinização cruzada é tido como um recurso, relacionado ao aumento da produtividade e da qualidade das sementes produzidas.

Os benefícios da polinização cruzada, segundo a FAO (2004), conta com a participação do agente de polinização. Estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais, cultivadas no mundo, sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, 19% por moscas. Em árvores, resultam na produção de frutos de maior tamanho e peso, sementes maiores e mais vigorosas. Por acumular maior material de reserva, o poder germinativo das sementes é aumentado e, proporcionalmente, tem o maior teor de óleo. Para Abdelgadir et al. (2008), observaram que frutos de pinhão-mansão, a partir de fecundação cruzada, além de ser maiores, são, também, mais, pesados do que aqueles produzidos por autofecundação.

Em pinhão-mansão, Juhász et al. (2009), enfatizaram que sementes produzidas por polinização artificial ou natural tiveram alta percentagem de germinação, de 94% a 99%, na autofecundação. Houve redução significativa no

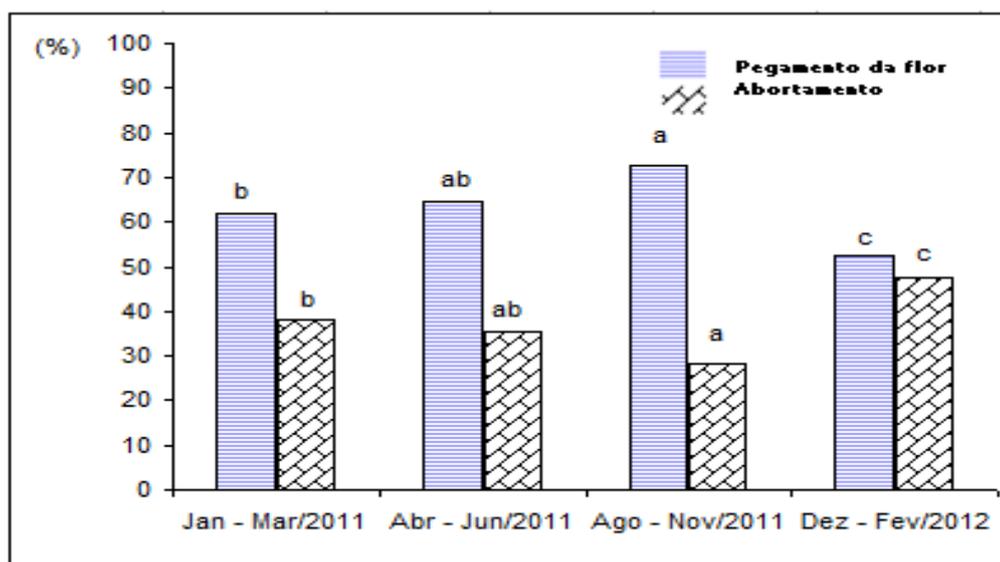
índice de velocidade de emergência (aproximadamente de 50%) em relação aos outros tipos de polinização.

A luminosidade influencia o horário das visitas, principalmente de abelhas solitárias, enquanto que as espécies sociais de Apidae e Vespidae não são tão influenciadas pela variação da temperatura (KAPYLA, 1974; KEVAN; BAKER 1983).

Macedo e Martins (1999), chegaram à conclusão que a temperatura pode influenciar na atividade de voo das abelhas e vespas. Em experimento realizado, mostrou que o período de atividade dos dois grupos, foi retardado em cerca de uma hora na estação fria. As influências dos fatores climáticos (luz, chuva, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) sobre a atividade dos *Apoidea* foram revisadas e estudadas por Iwama (1977) e Kevan e Baker (1983), dentre outros.

#### 4.1.3 Abortamento das flores

Iniciando cada período de formação das flores, ocorreram perdas por abortamento de flores e frutos. As flutuações térmicas, a baixa umidade relativa do ar, temperatura extremamente altas, entre outros fatores, foram a causa mais provável do registro de aproximadamente 40% de abortamento em botões florais e flores.



Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

Figura 5. Frequência média do percentual de flores que foram emitidas, e dessas quantas abortaram, na caracterização da produção de pinhão-mansinho solo consórcio, no período de dezembro/2010 a fevereiro/2012, no município de Pato Bragado - Paraná.

Os dados observados, estão de acordo com a EMBRAPA (2009), que profere a fase reprodutiva, do pinhão-mansão pode apresentar várias floradas, sendo uma principal, seguida de outras, de acordo com o comportamento floral das condições climáticas e da variabilidade genética. Saturnino (2005) observou que a espécie apresenta floração descontínua, com frutos na mesma inflorescência de idades diferentes, e as causas não totalmente estudadas.

Laviola e Dias (2008) afirmaram que apesar da ausência de cultivares melhorados e falta de informação sobre a produção em diferentes regiões, a espécie tem sido implementada e investigada em várias regiões Brasil. Segundo Amorim et al. (2009), para essas espécies, que ainda estão em fase de domesticação, o entendimento de sua fenologia contribuiria no estabelecimento de práticas de gestão para aumentar a produtividade.

De acordo com Menin et al. (2009), a competição entre plantas não mostrou ser a causa do abortamento de flores femininas. Em estudos realizados, comparando população entre plantas de pinhão-mansão, a fecundação das flores ocorreu de forma satisfatória e igual em todas as densidades testadas. Isso indica que, embora seja menor o número de flores nas densidades com menos plantas, não houve prejuízo para a taxa de polinização. O resultado, verificado, do efeito cúbico dos dias após a semeadura sobre a taxa de abortamento de flores demonstra que existem fatores relacionados à época do ano que afetam o abortamento. O autor inferiu aos elementos meteorológicos, a disputa por nutrientes, a competição com plantas daninhas, além do ataque de pragas e doenças como causas principais. Concluiu ainda que dentre os fatores têm-se os elementos meteorológicos (principalmente a precipitação) que atuam diferentemente em cada época do ano. Assim, como a disponibilidade de nutriente, que apesar de pouco exigente em solo fértil, a cultura pode responder a diferentes níveis de nutrientes no solo.

A competição com plantas invasoras ou cultura consorciada, pode ser outro fator, pois no período chuvoso há tendência ao desenvolvimento em favor das plantas invasoras.

Araújo e Ribeiro (2008), ao avaliar a fenologia do pinhão-mansão no município de Teresina-PI, verificaram que a emissão de flores ocorreu praticamente durante todo o ano, sendo que a intensidade aumentou gradualmente, durante o primeiro semestre, atingindo picos no segundo semestre, quando os percentuais chegaram a valores entre 60 e 100% de julho a novembro.

O pinhão-manso tem adaptação a uma vasta gama de ambientes (SATURNINO et al., 2005), na região sul do Brasil, especialmente no estado do Paraná (CORTESÃO, 1956). Adapta-se facilmente a variadas condições. Contudo, não tolera geadas fortes, mas pode sobreviver a geadas fracas (SATURNINO et al., 2005). Andrade (2008) sustentou de forma experimental, expondo mudas cultivadas em vasos à uma variação de temperaturas mínimas de +1 °C a -5 °C, comparados com um controle exposto à temperatura ambiente. Após seis horas foram observados danos foliares visuais e a temperatura letal para o pinhão-manso foi entre -3 °C e -4 °C. O autor observou que, após 14 dias, houve recuperação das plantas e as taxas fotossintéticas medidas foram superiores aos demais tratamentos, incluindo o controle. Este comportamento demonstrou que o estresse, quando não atingiu o nível letal, provocou nas plantas um aumento na taxa fotossintética em relação àquelas sem estresse tão severo. Esses dados são indicativos de que plantas de pinhão-manso diminuem sua fotossíntese perante estresse, porém, possuem ajustamento do aparato fotossintético a fim de recuperar tal diminuição em momentos posteriores ao estresse, ocasionando ganho compensatório em relação ao tratamento-controle.

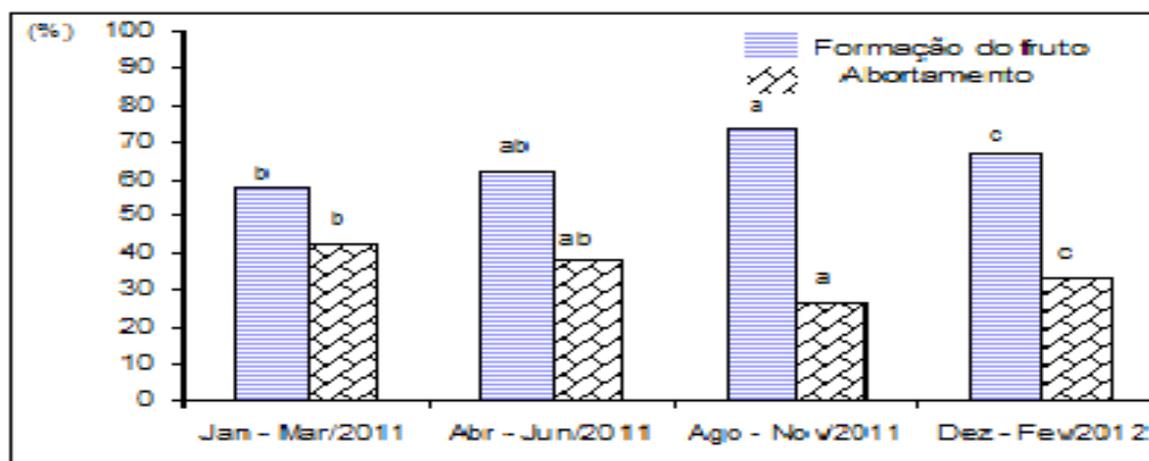
Aproximadamente um mês após os tratamentos, quando foram levadas ao campo, nas plantas não havia diferença nas taxas fotossintéticas entre os tratamentos. No campo não foram observadas diferenças visuais nem fotossintéticas entre os tratamentos (ANDRADE, et al. 2008).

Durante as avaliações observou-se postura de ovos em grande quantidade entre os frutos em desenvolvimento, maduros e secos. Montes em 1937, descreve que a postura de ovos tem forma de placas e apresentavam em média 50 ovos e intensa coloração. Alguns pesquisadores descrevem mais de 21 padrões de cores e desenhos geométricos, espalhados pelo dorso (MONTE, 1937; GALLO et al., 2002; SANCHEZ-SOTO et al., 2004; SANTOS et al., 2005; BARBOSA et al., 2011). Esta última característica fez com que o inseto fosse classificado como nova espécie até oito vezes (COSTA LIMA, 1940) Em Pato Bragado, todas as variações de cores e formas foram abundantemente encontradas. As ninfas e os adultos sugam os frutos imaturos, causando abortamento prematuro, má formação das sementes e, segundo Martins (2012), também causam redução no peso da semente e teor de óleo.

Para Martins et al. (2012) para o controle desses percevejos ainda são necessárias pesquisas para recomendação de produtos. Algumas alternativas, como

bioinseticidas na formulação de extrato vegetal estão dispostos na literatura ainda em fase inicial de pesquisa. Frequentemente foram observados bandos de anú-preto (*Crotophaga ani* L.), se alimentando de percevejos adultos e com isso, a população reduziu bastante, mostrando-se um eficiente meio de controle biológico. Contudo, a reprodução é muito rápida e com capacidade de recomposição.

A queda de frutos em desenvolvimento foi observada durante dias frios e úmidos ou dias que apresentaram amplitude térmica com temperatura máxima, acima de 40°C. Registrando-se queda de mais que 40% de frutos em formação.



Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

Figura 6. Frequência média do percentual de flores que formaram frutos, e dessas quantas abortaram, na caracterização da produção de pinhão-mansó em condições de consórcio, no município de Pato Bragado - Paraná.

O período de chuva que se restabeleceu durante os meses de agosto a novembro, propiciou o desenvolvimento e a formação de muitas inflorescências, flores e frutos. Contudo, a falta de manejo adequado para o controle de doenças e ataque de pragas, valeu-se do mesmo clima presente, porém, foram estudadas, más descritas por outros autores (QUINTELA, 2002); (SOTO, S. & NAKANO, O. 2002); (BORGES FILHO, 2011), como prováveis causadoras das perdas.

Dianese et al. (2012), ressaltam que em pinhão-mansó os oídios são favorecidos por baixa umidade relativa e ausência de chuvas (LOPES; ÁVILA, 2003). A temperatura favorável para a germinação dos esporos e infecção da planta varia entre 20 ° e 25°C (GOLDBERG, 2003).

Oídios são fungos altamente evoluídos, que só crescem no tecido vivo das plantas. Embora raramente causem a morte das plantas, eles reduzem o potencial produtivo das culturas e afetam a qualidade do produto (STADNIK; RIVERA, 2001).

Na cultura de videiras, Lopes e Ávila (2003), relatam que o desenvolvimento do fungo encontra o conforto térmico em torno de 25°C, embora os esporos germinem na superfície da folha a temperaturas entre 6 °C a 33 °C (KIMATI; GALLI, 1997).

Ataques com mais rigor observados no experimento e que apontam para perdas econômicas mais severas à cultura, verificados durante a computação de frutos abortados, tiveram como causa o ataque do percevejo, identificado por Silva et al., (1968), (*Pachycoris* sp.). Estes autores relataram que o inseto é vulgarmente conhecido como percevejo-do-pinhão-manso ou percevejo-do-pinhão-bravo.

#### 4.1.4 Qualidade Física das Sementes

O aspecto físico pode traduzir a qualidade da semente, por apresentar sementes com medidas assimétricas, ou com forma fora dos padrões de normalidade ou ainda danificadas por ataque de insetos, entre outros.

Diante dos resultados, obtidos na avaliação de mensuração das sementes produzidas nos quatro períodos produtivos, ficou evidenciada a melhor qualidade física das sementes, produzidas no período de agosto a novembro.

Tabela 4. Comprimento de semente, (CS), Largura de semente (LS), Peso médio de semente (PMS), na caracterização da produção de *Jatropha curcas* L. em condições de consórcio, no município de Pato Bragado - Paraná.

Período de produção	CS (mm) <sup>(1)</sup>	LS (mm) <sup>(1)</sup>	PMS (G) <sup>(1)</sup>
Jan - Mar/11	17,09c	10,64a	0,57b
Abr - jun/11	17,79b	10,61a	0,60b
Ago - Nov/11	18,16a	10,78a	0,69a
Nov - Fev/12	17,85b	10,65a	0,57b
CV	5,34	5,12	31,23
$\bar{x}$	17,81	10,65	0,634

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Houve variações significativas entre os resultados avaliados, quanto às épocas de colheita. As variáveis, comprimento e peso médio das sementes, produzidas no mês de novembro, foram estatisticamente maiores que as das demais safras. Essa tendência a produzir frutos maiores e as conseqüentes sementes mais desenvolvidas, pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da planta, que ainda não atingiu a maturidade fisiológica. Nesse sentido, Guimarães et al. (2008), proferiu que a produtividade da planta está condicionada ao número de frutos, número de sementes por fruto, peso da semente, característica da região, clima do local, métodos de cultivo e tratos culturais, fertilidade do solo ou mesmo pela prolongada ação do vento na época da floração.

Durante os meses de junho e julho, houve registro das temperaturas mais baixas do ano. Essa condição térmica, talvez tenha imposto restrição ao crescimento dos frutos que estavam em desenvolvimento, forçando amadurecimento prematuro. A abscisão foliar das árvores, observadas neste período, apontam para um declínio nas atividades fisiológicas. No mês de agosto, surgiram muitos brotos e botões florais. A qualidade de sementes, produzidas neste período, foi significativamente maior que as demais colheitas.

Nava et al. (2009), sustentaram que as flutuações térmicas influenciam positivamente na formação de frutos e sementes de maiores tamanhos. Esse fato ocorre devido a energia acumulada na planta, na forma de carboidratos durante o período de descanso que tem a finalidade de atender as necessidades do ciclo seguinte de produção e deste dependerá a duração da folhagem no período da colheita até a queda natural das folhas. Sañudo et al. (1987), concluíram que a concentração de carboidratos totais acumula-se até o final do verão e começa a diminuir, a partir do início do outono, já próximo da época de dormência.

Lang et al. (1987), afirmaram que determinada espécie, para enfrentar condições adversas do meio em que vive, ativa um mecanismo fisiológico adaptativo, denominado dormência. Neste período, o crescimento visível é temporariamente suspenso e é regulado por fatores ambientais eventuais, tais como temperaturas extremas, seca, excesso de umidade, à variação do fotoperíodo, causando a parada de crescimento da planta.

O armazenamento de carboidratos é necessário para sustentar o desenvolvimento das plantas em períodos de estresse, durante a dormência e no reinício do crescimento na primavera e frutificação (FAUST et al. 1989). Essa

energia, inicialmente acumulada na forma de carboidratos, produzidos nas folhas, é transferida para os ramos, frutos, raízes e então utilizada na manutenção da retomada para o crescimento de vários órgãos (YOSHIOKA et al., 1988).

#### 4.1.5 Teor de água das sementes

O grau de umidade das sementes diferiu estatisticamente, dependendo da época de colheita. As sementes colhidas, no período de abril a junho, apresentaram menor grau de umidade, possivelmente devido ao baixo índice pluviométrico e temperatura média elevada. Por outro lado, sementes colhidas no período novembro a fevereiro foram as mais úmidas, devido à coincidência com o período chuvoso. A temperatura ambiente máxima, no momento da colheita dos frutos e a estiagem prolongada no período de abril a junho, também são uma possível causa da variação de teor de água registrado.

As oscilações de teor de água das sementes, observadas ao longo do experimento, sugerem uma relação com o ambiente, segundo registro dos dados climáticos da estação do SIMEPAR, contidos na Figura 2 e 3.

Tabela 5. Dados médios de grau de umidade das sementes, obtidos durante o período experimental, em solo de cultivo consorciado.

Período	Grau de umidade (%) <sup>(1)</sup>
Jan - Mar/11	13,44 <sup>b</sup>
Abr - jun/11	10,72 <sup>a</sup>
Ago - Nov/11	14,79 <sup>c</sup>
Nov - Fev/12	13,37 <sup>b</sup>
CV (%)	4,32
$\bar{x}$	13,06

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

O grau de umidade das sementes diferiu estatisticamente, dependendo da época de colheita. As sementes colhidas, no período de abril a junho, apresentaram menor grau de umidade, possivelmente devido ao baixo índice pluviométrico e temperatura média elevada. Por outro lado, sementes colhidas no período novembro a fevereiro foram as mais úmidas, devido à coincidência com o período chuvoso.

#### 4.1.6 Qualidade Fisiológica das Sementes

##### 4.1.6.1 Teste de Germinação

O processo de germinação das sementes produzidas nos períodos de agosto a novembro e novembro a fevereiro de 2012, ocorreu de forma rápida e uniforme. Ele iniciou-se com a protrusão da radícula no quinto dia após a semeadura, e decorridos 10 dias, 80% das sementes encontravam-se germinadas.

As sementes, produzidas no período de agosto a novembro exibiram a maior germinabilidade.

Tabela 6. Porcentagem de germinação de sementes de *Jatropha curcas* L. colhidas em cultivo consorciado com tifton, no município de Pato Bragado - Paraná.

Período produtivo	Germinação das sementes
Jan - Mar/11	51,00 <sup>b</sup>
Abr - jun/11	58,00 <sup>ab</sup>
Ago - Nov/11	81,50 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	67,00 <sup>ab</sup>
$\bar{x}$	64,37
CV	5,25

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

As sementes relativas ao período de agosto a novembro, apresentaram valores mais padronizados, ou seja, maior percentual de plântulas normais (81,50%). Em comparação com a emergência das plântulas dos demais períodos produtivos, foi estatisticamente superior.

Os resultados da germinação das sementes, produzidas nos períodos de janeiro a março, através do potencial de emergência das plântulas, mostraram que as condições do ambiente em que foram desenvolvidas, desviam das mais adequadas, ou foram extremamente desfavoráveis (DANTAS, 2010). Demonstrem ainda, certa incapacidade destas, de gerar plântulas normais.

As sementes, colhidas nos períodos produtivos em abril - junho e novembro - fevereiro, tiveram germinação referentes a esses períodos, e, em sua maioria,

apresentavam manchas necróticas que se desenvolveram a partir de lesões que foram detectadas anteriormente durante o teste de viabilidade de tetrazólio. No final do teste de germinação, as sementes não germinadas estavam em variáveis graus de deterioração.

De acordo com Lima Júnior (2010), plântulas anormais não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento, mesmo crescendo em condições favoráveis, normalmente por suas estruturas essenciais estarem ausentes ou então danificadas, tendo como resultado, desenvolvimento fraco.

A grande quantidade de plântulas anormais dos testes de germinação pode estar relacionada à qualidade fitossanitária do ambiente, imposta às sementes, durante o período de formação no campo. O ataque de insetos que foi observado neste cultivo, também foi mensurado no teste de viabilidade de tetrazólio.

#### 4.1.7 Vigor em sementes

##### 4.1.7.1 Índice de velocidade de germinação

As sementes, produzidas durante o período de agosto a novembro e novembro a fevereiro, exibiram maior índice de velocidade de germinação, e foram estatisticamente superiores às sementes relativas aos demais períodos.

Tabela 7. Índice de velocidade de germinação (IVG), na caracterização de *Jatropha curcas* L. em consórcio, no município de Pato Bragado - Paraná.

Período de produção	IVG <sup>(1)</sup>
Jan - Mar/11	1,62 <sup>b</sup>
Abr - jun/11	1,73 <sup>b</sup>
Ago - Nov/11	2,58 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	2,27 <sup>a</sup>
CV	16,51
$\bar{x}$	2,31

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A velocidade mostrada pelas sementes produzidas no período de agosto a novembro e novembro a fevereiro, de acordo Delouche (2002), é a resposta fisiológica relacionada ao poder germinativo, dos mecanismos de acúmulo de

reservas que possui, e indicam uma estimativa do potencial de desempenho das sementes a campo (TUNES et al, 2008; FERREIRA; BORGUETTI, 2004). Nesse sentido, Marcos Filho et al. (1987), complementaram que isto deve à influência dos compostos de reserva, presentes em maior quantidade, bem como a composição química da quantidade destes compostos na semente como o amido, que possui grande fonte de carbono, essencial para o bom desenvolvimento da plântula (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

De acordo com Marcos Filho (2005), sementes de maior tamanho ou maior densidade, normalmente possuem embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente as mais vigorosas. A maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula (Haig, Westoby, 1991), pois permite a sobrevivência por mais tempo em condições ambientais desfavoráveis.

A viabilidade, medida principalmente através do teste de germinação e o vigor são os dois principais parâmetros, avaliados para se determinar o nível de qualidade das sementes (POPINIGIS, 1977).

#### 4.1.7.2 Teste de Tetrázólio

Na análise da viabilidade das sementes pelo teste de tetrázólio, os maiores danos, verificados, foram relativos às sementes produzidas no período produtivo que envolveu janeiro a março.

Tabela 8. Resultado em porcentagem, dano detectados pelo teste de tetrázólio, obtido em função do período produtivo de sementes em Pinhão-manso, sistema de consórcio.

Parâmetros avaliados <sup>(1)</sup>	Períodos produtivos <sup>(1)</sup>			
	Jan-Mar/11	Abr-Jun/11	Ago-Nov/11	Nov-Fev/12
Dano por inseto	22,07 <sup>c</sup>	11,42 <sup>b</sup>	8,82 <sup>a</sup>	9,25 <sup>a</sup>
Dano mecânico	1,75 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>
Dano por umidade	1,75 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>
Anormalidade embrionária	1,00 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas linhas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados das análises dos testes de germinação, IVG e tetrázólio, apontam para o período produtivo que ocorreu entre os meses de agosto a

novembro, como o período que forneceu condições favoráveis para o desenvolvimento das sementes no campo e diferiu estatisticamente dos demais. As condições desfavoráveis (amplitude térmica, baixa umidade relativa, período prolongado de estiagem), encontradas nos demais períodos, para pequena produção de frutos produzidos no período e oferecidos a uma grande população de insetos sugadores, resultaram na maioria das sementes lesionadas e de baixo vigor.

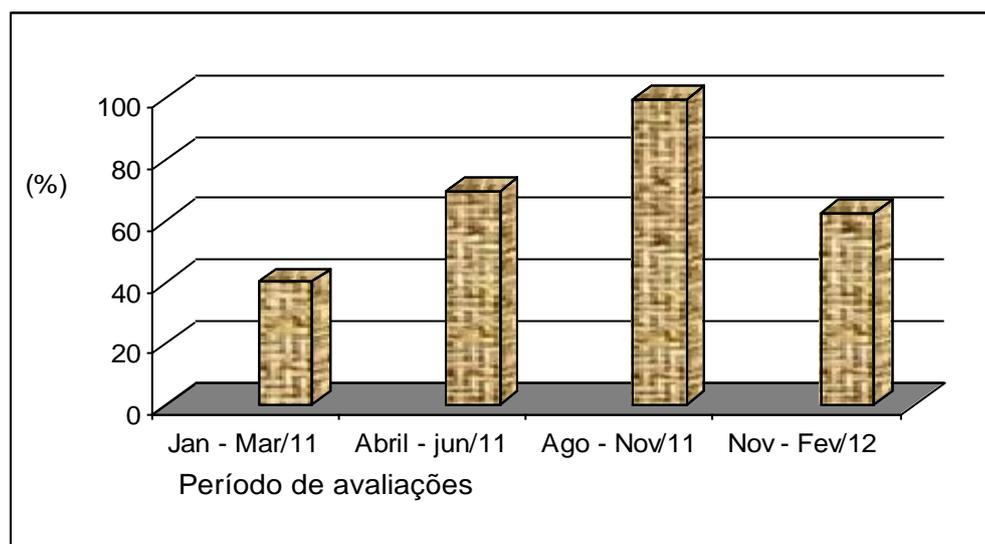
No decorrer das análises do teste de tetrazólio, observou-se que as sementes produzidas no período de agosto a novembro, continham maior quantidade de sementes sadias, ou apresentavam lesões pequenas, enquanto que as sementes pertencentes aos períodos de janeiro a março e abril a junho, concentravam lesões, localizadas em área vital e tendiam a não germinar, resultando em baixo índice de velocidade (IVG) do lote.

Resultados semelhantes, foram obtidos por Grisi e Santos (2007), quando avaliaram sementes de girassol *Helianthus annuus* L. armazenadas, onde encontraram correlação positiva entre teste de germinação e tetrazólio.

Os testes de vigor são considerados importantes por revelarem pequenas diferenças no estágio de deterioração de lotes de sementes, enquanto, os testes de germinação detectam apenas grandes diferenças de deterioração (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

## 4.2 Sistema de Monocultivo

O desenvolvimento das árvores, cultivadas em sistema de monocultivo, exibiu quatro períodos de floração, expressando-se de forma uniforme com a participação de grande parte das matrizes quando apresentavam apenas 15 meses de idade. Ao atingirem aproximadamente dois anos, as unidades mostraram-se produtivas quase em sua totalidade.



<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figura 7. Frequência das árvores que emitiram flores, na caracterização da produção de *Jatropha curcas* L. em condições de campo em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná.

Tal comportamento homogêneo se deve aos indivíduos apresentarem as mesmas idades, seguindo, assim, o mesmo ciclo cronológico. Segundo Athcke; Lacey (1985), padrões fenológicos em indivíduos da mesma espécie com diferentes idades e regiões, cultivados em ambiente natural, podem refletir resultados heterogêneos ao longo da variação sazonal, como diferenciação na floração; diferentes espécies.

O pinhão-mansão é considerado uma cultura rústica, que sobrevive bem em condições de solos marginais de baixa fertilidade natural (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO et al., 2005; DIAS et al., 2007). Contudo, se comparada à pesquisa, realizada com a cultura em sistema de consórcio, observa-se que a competição com tifton interferiu de forma negativo. As árvores, cultivadas em monocultivo produziram

em maior quantidade. Talvez essa superioridade mostrada no desempenho da produção, deva-se à disponibilidade de nutrientes contidos no solo. Laviola (2008), preferiu que essa cultura responde em solo com fertilização adequada e que para se obter alta produtividade de frutos, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas. Logo, a correção nutricional e a acidez do solo são decisivas para se obter sucesso e lucratividade nessa cultura. Exemplificou a importância do mineral fósforo, por ser o quarto e o quinto nutriente mais requerido (em frutos e folhas, respectivamente) pela cultura. Esse elemento deve ser fornecido em maior quantidade do que o acumulado, devido à facilidade de sua adsorção no solo. De posse da estimativa de acúmulo de nutrientes nos frutos, infere-se que o pinhão-manso extrai elevada quantidade de nutrientes na colheita e, se não adequadamente adubado, pode levar ao empobrecimento do solo ao longo dos anos e a conseqüente redução da produtividade da cultura.

De acordo com Laviola e Dias (2008), em pesquisa realizada, visando obter as necessidades nutricionais da cultura de pinhão-manso, concluíram que o nitrogênio é um nutriente requerido em maior quantidade para formação das folhas, bem como para suprir as demandas metabólicas dos frutos. O pinhão-manso é uma planta que apresenta alta taxa de crescimento, sendo o N essencial para a assimilação do C e formação de novos órgãos na planta (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Comparado as outras plantas, como cafeeiro (LAVIOLA et al., 2006), goiabeira (HAAG et al., 1993) e laranjeira (MATTOS JUNIOR. et al., 2003), o pinhão-manso apresentou maior teor de N nos frutos.

Tabela 9. Produção de flores masculinas, femininas e relação entre flor masculina para flor feminina presentes nas inflorescências de pinhão-manso, no município de Pato Bragado - Paraná

Períodos produtivos	Produção de flores <sup>(1)</sup>		
	Flores masculinas	Flores femininas	Rel masculinas/femininas
Jan - Mar/11	73,79 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	27,91 <sup>ab</sup>
Abr - jun/11	83,40 <sup>b</sup>	2,97 <sup>b</sup>	29,63 <sup>b</sup>
Ago - Nov/11	118,43 <sup>a</sup>	4,85 <sup>a</sup>	25,19 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	112,13 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	26,52 <sup>a</sup>
CV	52,63	61,53	27,47
$\bar{x}$	96,9	3,9	27,3

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O resultado indicou significância entre os períodos de colheita. Considera-se que a diferença da produtividade, obtida nos períodos de colheita, pode estar associada aos fatores climáticos, disponíveis no decorrer das avaliações.

Tabela 10. Produção média de sementes de *Jatropha curcas* L. em sistema de monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná.

Períodos	Produção de sementes (g) por árvores <sup>(1)</sup>
Jan - Mar/11	11,25 <sup>c</sup>
Abr - jun/11	5,20 <sup>c</sup>
Ago - Nov/11	106,78 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	31,88 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	38,77
DMS	6,01

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Diante dos resultados apresentados, pode-se inferir aos períodos de janeiro a junho, incluindo dezembro a fevereiro de 2012, o não suprimento de condições climáticas necessárias para uma produção maior e sim as condições do clima fornecidas no período de agosto a novembro e o sistema de cultivo ofereceram disponibilidade de ambiente e nutrientes necessários para a produção apresentada.

A espécie mostrou sensibilidade às variações de temperatura, através da abscisão foliar. Esse evento teve início em meio ao inverno nos meses de junho, julho até meados de agosto de 2011. Durante o mês de julho houve ocorrência de geada consequência de temperatura negativa (-1,5°C), resultando em desfoliamento total. Com período de pluviosidade e temperaturas amenas chegando aos meses de agosto setembro de 2011, iniciou brotamento e florescimento de forma quase simultânea.

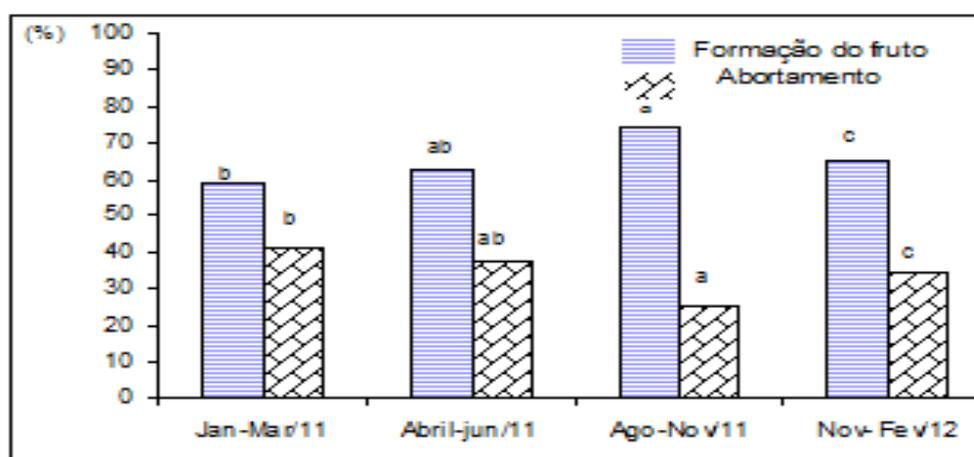
É importante salientar que o ano de 2011 foi atípico, pois os índices pluviométricos mantiveram-se bem abaixo da média anual de precipitação (1.500 mm). O período que concentrou maiores índices pluviométricos (+/- 30 mm) ficou entre os meses de julho e agosto. Também foi o que concentrou maior produção se comparado aos demais períodos. Esses dados corroboram com Santos et al. (2010), que obtiveram a maioria das inflorescências no período chuvoso, desenvolvendo cerca de sete inflorescências por planta e nos períodos de seca produziram em

média, apenas três.

Com relação à disponibilidade hídrica, segundo registro dos dados climáticos da estação do SIMEPAR, contidos na Figura 02 e 03. Arruda et al. (2004), relataram que o pinhão-manso é uma planta de baixa exigência hídrica, tolerando bem o período de seca, calor ou frio, e sob condições extrema de seca, a planta perde as folhas para conservar a umidade em seus tecidos, o que resulta em paralisação do crescimento, passando a sobreviver à custa da água e das reservas orgânicas, armazenadas em seu caule. Meng et al (2009), enfatizaram que devido ao clima quente, na China, normalmente a planta tem dois picos de florescimento ao ano, entretanto em regiões de seca apenas uma vez. Esses resultados mostram a influência climática na fase reprodutiva da planta.

Também foi o que concentrou maior produção se comparado aos demais períodos. Esses dados corroboram com Santos et al. (2010), que obtiveram a maioria das inflorescências no período chuvoso, desenvolvendo cerca de sete inflorescências por planta e nos períodos de seca produziram em média, apenas três.

As oscilações térmicas possivelmente foram a causa do grande percentual do abortamento em botões florais.



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

Figura 8. Frequência média do percentual de inflorescências que formaram e dessas quantas abortaram flores, na caracterização da produção de pinhão-manso em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná.

O abortamento ocorreu antes mesmo dos botões femininos e masculinos desabrocharem. Em alguns ramos, foi observada coloração amarela na inserção do

pedúnculo à inflorescência com o ramo, que se tornou mais intensa, evoluindo para a queda da inflorescência. Laviola et al. (2010), quando analisava efeitos diretos e indiretos de variáveis agrônômicas no rendimento de grãos, obtidos pela análise de trilha, observaram que as variáveis, avaliadas influenciaram diferencialmente, de maneira direta ou indireta, na produção de grãos. A juvenilidade foi a variável que apresentou o maior efeito direto na produção de grãos. Consideraram, também, a possibilidade que no primeiro ano ocorra competição por fotoassimilados e nutrientes entre a produção de grãos e a formação da árvore.

Franco; Gabriel (2012) atribuem como causas possíveis do abortamento de flores, a algumas pragas, entre elas Cigarrinha verde *Empoasca* sp (*Hemiptera; Cicadellidae*). O inseto apresenta coloração verde clara e ataca diversas culturas. São insetos bastante ágeis que sugam a seiva da planta e causam o abortamento de flores.

Com base nos resultados obtidos, de certo modo, pode-se inferir ao agente polinizador o sucesso da polinização cruzada tendo como resultado os frutos, desenvolvidos em maior quantidade e sementes grandes, para o terceiro período produtivo, em que quase não houve frutos com lóculos vazios, para os períodos mais quentes.

Tabela 11. Produção média de sementes, desenvolvidas nos frutos de pinhão-mansô, em plantio consorciado, no município de Pato Bragado – Paraná

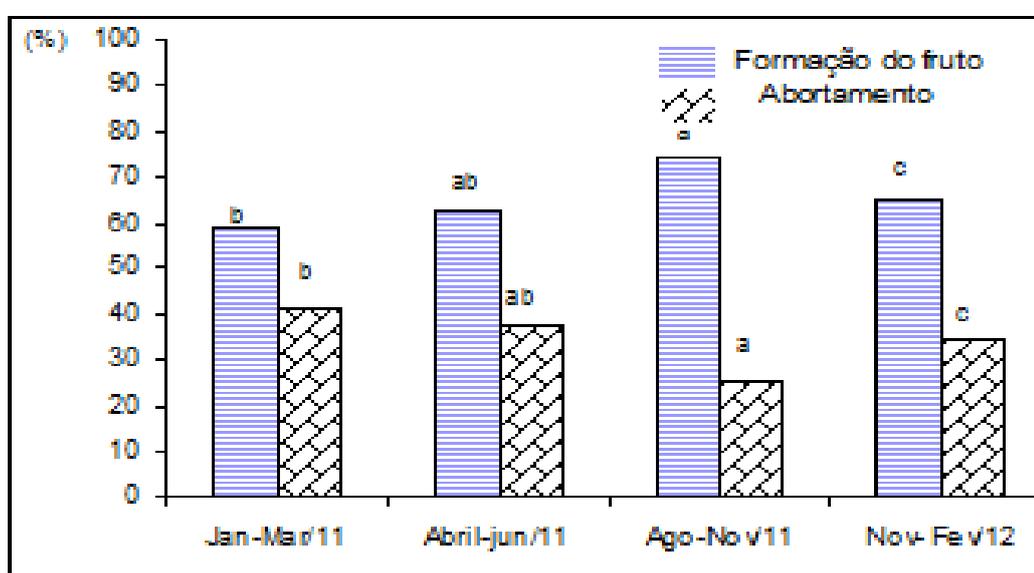
Períodos produtivos	Produção de semente por fruto <sup>(1)</sup>
Jan-Mar/11	2,47 <sup>b</sup>
Abr-jun/11	2,47 <sup>b</sup>
Ago-nov/11	2,98 <sup>a</sup>
Nov-fev/12	2,92 <sup>a</sup>
$\bar{x}$	2,71
CV	19,57

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Durante as avaliações, observou-se a presença intensa da entomofauna que se constitui na sua maioria de abelhas (*Apidae mellifera*, *Halictidae*, *Colletidae* e *Megachilidae*). O aroma forte e adocicado, exalado pelas flores, atraiu moscas das mais variadas espécies, (*Syrphidae*, *Calliphoridae*) e vespas (*Vespidae*, *Pompilidae*

e *Sphecidae*).

Estes insetos visitantes florais apresentam um padrão de forrageio e de comportamento semelhante. Iniciam o forrageamento nas primeiras horas do dia, por volta das sete horas da manhã, atingindo o auge entre nove e dez horas e recuando nas horas mais quentes do dia, isso entre as 11:00 e 14:00 horas. Retornam na parte da tarde e encerram por volta das 18:00 horas. Estes insetos visitam flores masculinas, atraídas pelo pólen, e as femininas seduzidas pelo néctar, que pode ser detectado pela distensão de sua língua sobre o estigma das flores femininas e as anteras nas masculinas.



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de erro.

Figura 9. Frequência média do percentual de inflorescências que formaram e dessas quantas abortaram flores, na caracterização da produção de pinhão-mansinho em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná.

A estação experimental está localizada próxima a uma cerca-viva, formada por árvores adultas de *sansão-do-campo* (*Mimosa caesalpineafolia* Benth). Seu período de floração é longo, e as flores abundantes em néctar, são muito atrativas para as abelhas. O curioso foi que a flor desta espécie atraiu agentes polinizadores, beneficiando a polinização, pois as flores do pinhão-mansinho também são visitadas. Nesse sentido, Ponraj et al. (2006) verificaram que algumas moscas e pequenas mariposas utilizam diferentes fontes de alimento, e, geralmente, sua atividade polinizadora não é a mais comum. Porém, quando atraída pelo cheiro de frutos

secos ou em decomposição, dejetos de animais em putrefação nas proximidades da área de cultivo de pinhão-manso, acaba visitando também as flores de pinhão-manso e contribui para melhorar a polinização.

Nesse sentido, na Índia, Chang-Wei et al. (2007), categorizaram *Jatropha* como um out-crosser ou auto-compatível, porém, precisam de polinizadores. Raju e Ezradanam (2002), observaram que no total de visitas de forrageamento feito por insetos em flores masculinas, as abelhas contribuíram 34%, 61% formigas e moscas de 5%. Em flores femininas, abelhas 28%, formigas de 70% e voa 2% do total. Bhattacharya et al. observou a maior abundância no gênero *Apis mellifera* (71%).

A abscisão dos frutos ocorreu sem distinção no estágio de desenvolvimento do fruto. Embora não se tenha realizado exame de identificação das pragas, encontra-se amplamente descrito na literatura (PHILIPS, 1975; SINGH, 1983; HELDER, 1996), que discursa sobre as infestações por *Oidium sp.* As quais a cultura é susceptível. Mello (2008), fez, menções a uma área, cultivada por pinhão-manso, na qual durante o verão, 82% das árvores foram infestadas por oídio e se somadas as infestações, causadas por ácaros, 100% das árvores foram atacadas. Dados semelhantes foram registrados no experimento, conforme registro contido no

#### **4.2.1 Qualidade física das sementes**

Nas sementes, resultantes dos primeiros períodos de avaliação, muitas mostraram-se assimétricas (com forma anormal, bizarras), exibindo formas arredondadas, com medidas de largura e comprimento semelhantes e muitas cicatrizes, resultantes de picadas de percevejo. Na colheita, realizada no período de agosto a novembro, as sementes anormais estavam presentes de forma não representativa, a grande maioria mostrava aspecto normal, com o tegumento brilhante e aparência saudável.

O período produtivo agosto a novembro, produziu sementes de maior comprimento (18,81mm), largura (10,81mm) e peso médio 0,79 gramas, foi estatisticamente, superiores às sementes produzidas nos outros períodos.

Tabela 12. Comprimento de semente, (CS), Largura de semente (LS), Peso médio de semente (PMS), na caracterização da produção de *Jatropha curcas* L. em condições de monocultivo no município de Pato Bragado – Paraná

Período de produção	CS (mm) <sup>(1)</sup>	LS (mm)	PMS (g)
Jan-Mar/11	17,07 <sup>c</sup>	10,61 <sup>b</sup>	0,59 <sup>b</sup>
Abr-jun/11	17,85 <sup>b</sup>	10,51 <sup>b</sup>	0,62 <sup>b</sup>
Ago-nov/11	18,81 <sup>a</sup>	10,81 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>
Nov-fev/12	17,90 <sup>b</sup>	10,57 <sup>b</sup>	0,60 <sup>b</sup>
CV	6,00	5,32	22,65
$\bar{x}$	18,81	10,62	6,51

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A massa e as dimensões das sementes são fatores importantes a ser analisados. De acordo com Souza (2007), podem revelar a influência de fatores ambientais e de manejo, fornecidos durante o desenvolvimento no período produtivo. Crusciol et al. (2002), desenvolveram pesquisa baseada na massa de sementes de arroz, para verificar a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de arroz, produzidas em diferentes sistemas de cultivo. O autor verificou relação entre as sementes com menor massa, obtida em sistema de sequeiro e o período de menor disponibilidade hídrica na fase de maturação. Outros estudos (DABNEY; HOFF, 1989; OLIVEIRA, 1994; PRASERTSAK; FUKAY, 1997), confirmaram o efeito negativo da deficiência hídrica sobre massa de semente.

De acordo com Souza et al. (2007), a antecipação da semeadura em mamona (*Ricinus communis* L.), com o uso da irrigação suplementar, aumentou a produção de grãos e de racemos por planta e possuem maior tamanho, peso e número de frutos, e, conseqüentemente, maior teor de óleo. A produção de grãos por planta foi positivamente correlacionada com o número de racemos por planta. A massa do racemo e o número de frutos por racemo são características altamente correlacionadas. Proporcionalmente ao tamanho dos grãos, obteve-se aumento na produção de óleo.

De acordo com Mata e Duarte, (2002), as formas da semente e a classificação de tamanho, têm características físicas empregadas no desenvolvimento de projetos de máquinas e equipamentos e a uniformidade dos produtos, confeccionados e moldados pela indústria mecânica.

#### 4.2.2 Teor de Água das Sementes

As sementes, até atingir a umidade ideal para colheita, estão sujeitas a uma série de condições adversas principalmente, contrações e expansões dos tecidos, devido à absorção e perda de água. No período de avaliações, embora a umidade relativa (UR) diária tivesse mantido à índices em torno de 50%, ocorreram picos de UR mínima muito baixos (janeiro, fevereiro e março = 50%; abril, junho = 40% e durante os meses de julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro, menos que 15%), o que correspondeu as horas mais quentes do dia.

Tabela 13. Dados médios de teor de água das sementes, obtidos durante o período experimental, em solos monocultivo.

Períodos produtivos	Teor de água na semente <sup>(1)</sup>
Jan-Mar/11	13,29 <sup>b</sup>
Abr-jun/11	10,74 <sup>a</sup>
Ago-nov/11	14,79 <sup>c</sup>
Nov-fev/12	13,37 <sup>b</sup>
CV (%)	4,32
$\bar{x}$	13,06

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A escassez de chuva aliada aos baixos índices de UR, podem ter determinado as variações no teor de água das sementes.

Essas alterações do teor de água nas sementes podem ocorrer em resposta à variação da umidade relativa diurna e noturna, do orvalho e, notadamente, da ocorrência de chuvas no período compreendido entre a maturidade fisiológica e a colheita (PESKE; HAMER, 1997). Esse acontecimento é variável em função das características da espécie. Para algumas, podem representar um dos estádios mais limitantes no desenvolvimento da semente, em que ela apresenta a máxima qualidade fisiológica. É um dos fatores mais importantes na produção de sementes de algodão (BRIGANTE, 1992) e da soja.

Em frutos da mamoeira, a redução de água causa contração volumétrica. Goneli et al. (2011), relataram que a perda de água, alterou a forma dos frutos e sementes, promovendo redução da esfericidade e circularidade. As dimensões

características (comprimento, largura e espessura) e o diâmetro geométrico médio dos frutos sofreram redução de suas magnitudes com a redução do teor de água. A redução do teor de água influencia na contração volumétrica unitária e na massa dos frutos de mamona, provocando redução de seus valores em 46,0 e 63,0%, respectivamente.

### 4.2.3 Qualidade Fisiológica das Sementes

#### 4.2.3.1 Teste de Germinação

O desempenho germinativo foi significativamente diferente entre os períodos de produção. A disponibilidade de recursos (nutrientes e luminosidade) do sistema de monocultivo contribuiu para a formação de sementes mais desenvolvidas e mais vigorosas, se comparada ao sistema de consórcio no período produtivo entre os meses de agosto e novembro.

Dentro de cada período produtivo, verificou-se que houve a predominância da melhor qualidade das sementes, obtidas no período produtivo de agosto a novembro, não havendo diferença estatística entre a germinabilidade dos períodos de janeiro a março e abril a junho, apresentando o mais baixo vigor entre os períodos testados.

Tabela 14. Percentual de germinação (% G), na caracterização de *Jatropha curcas* em condições de monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná.

Períodos produtivos	Germinação (%)
Jan - Mar/11	58,00 <sup>b</sup>
Abr - jun/11	63,50 <sup>b</sup>
Ago - Nov/11	84,00 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	77,00 <sup>ab</sup>
$\bar{x}$	70,62
CV	5,8

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Dentro de cada período produtivo, verificou-se que houve a predominância da melhor qualidade das sementes, obtidas no período produtivo de agosto a

novembro, não havendo diferença estatística entre a germinabilidade dos períodos de janeiro a março e abril a junho, apresentando o mais baixo vigor entre os períodos testados.

#### 4.2.4 Vigor em Sementes

##### 4.2.4.1 Índice de Velocidade de Germinação

O maior índice de velocidade de germinação, apresentado pelas sementes, produzidas no período de agosto a novembro, não mostrou diferença significativa com o período de novembro e fevereiro, porém ambos os períodos foram superiores aos demais.

Tabela 15. Índice de velocidade de germinação (IVG), na caracterização de *Jatropha curcas* em condições de campo, em monocultivo, no município de Pato Bragado - Paraná.

Períodos produtivos	IVG <sup>(1)</sup>
Jan - Mar/11	1,76 <sup>b</sup>
Abr - jun/11	1,83 <sup>b</sup>
Ago - Nov/11	2,76 <sup>a</sup>
Nov - Fev/12	2,40, <sup>a</sup>
$\bar{x}$	2,18
CV	7,3

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais nas colunas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Nas avaliações do índice de velocidade de germinação, o desempenho das sementes foi idêntico aos resultados obtidos no teste de germinação.

Os períodos de avaliação de janeiro a março e abril a junho apresentaram índices de germinação significativamente menores que os períodos anteriores.

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, Ranal et al. (2006), mencionaram que o tempo necessário e a sincronia que se desenvolve no processo de germinação, são aspectos que podem ser medidos, pois, fornecem informações sobre a dinâmica em que este processo ocorre.

#### 4.2.4.2 Teste de Tetrazólio

De acordo com Marcos Filho (2005), as alterações na qualidade das sementes têm como consequências finais à redução na capacidade germinativa. Entretanto, transformações degenerativas mais sutis, não avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho, com reflexos na emergência das plântulas no campo, no crescimento e na produtividade das plantas.

A análise do teste de tetrazólio revelou que grande parte das sementes produzidas, sofreu ataque por insetos. As lesões atingiram partes importantes das sementes e os resultados, encontrados, corroboraram com o teste de germinação, e índice de velocidade de germinação (IVG), principalmente nos primeiros períodos produtivos, quando se observou grande quantidade de plântulas anormais, necrosadas e sementes deterioradas.

Tabela 16. Resultado em porcentagem do teste de tetrazólio, obtido em função do período produtivo de sementes em Pinhão-mansão, sistema monocultivo.

Parâmetros avaliados <sup>(1)</sup>	Períodos produtivos <sup>(1)</sup>			
	Jan - Mar/11	Abr - Jun/11	Ago - Nov/11	Nov - Fev/12
Dano por inseto	14,00 <sup>b</sup>	14,75 <sup>b</sup>	8,00 <sup>a</sup>	14,25 <sup>b</sup>
Dano mecânico	2,25 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>
Dano por umidade	2,25 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>
Anormalidade embrionária	1,00 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais nas linhas, dentro das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados dos testes de viabilidade e vigor, efetuados nos quatro períodos produtivos, para a verificação dos danos presentes nas sementes. Como pode ser observado, as sementes encontram-se com níveis de danos semelhantes nos períodos de produção de janeiro-março; abril a junho e novembro a fevereiro, sendo que as sementes apresentam maior incidência de danos por inseto.

De acordo com Menezes (2012), a qualidade das sementes pode ser influenciada por operações, decorrentes da colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e semeadura, que se diferenciam entre si em relação a cada espécie. Quando colhidas mecanicamente, as sementes vêm do campo com considerável percentual de danos que são uma das principais causas da redução na qualidade.

Sabe-se que a espécie estudada se encontra em processo de domesticação e de acordo com os resultados obtidos recomenda-se que a colheita dos frutos, quando os mesmos apresentam transição de cor laranja para marrom.

## 5 CONCLUSÕES

1 - Nas condições de campo avaliadas, a cultura apresentou quatro períodos de florações distintas: janeiro a março, abril a junho, agosto a novembro e novembro a fevereiro.

2 - Em ambos os sistemas de cultivo, os melhores resultados foram obtidos no período de agosto a novembro, onde:

- Apresentou maior produção de flores;
- A menor razão da produção de flores masculinas para flores femininas, na proporção de 25:1;
- Os frutos com maior número de sementes e mais pesados;
- As sementes, mais pesadas e melhor qualidade fisiológica;

3 - O cultivo consorciado produziu 1,80 inflorescências para uma produtiva, enquanto que para cada fruto colhido, foram produzidas 2 flores femininas.

- No monocultivo, a proporção entre inflorescências produzidas e produtivas foi de 2:1. A razão entre flores femininas para cada fruto colhido foi de 1,8:1.

4 - A maior produção média de sementes por árvore foi 106,78 g.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELGADIR, H.A.; JOHNSON, S.D.; VAN STADEN, J. Approaches to improve seed production of *Jatropha curcas* L. **South African Journal of Botany**, v.74, p.359, 2008.
- ABRAMOVAY, R., MAGALHÃES, R. O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. In: CONFERÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ECONOMIA ALIMENTAR E AGROINDUSTRIAL AIEA2, 2007, Londrina. 2007. **Anais...** Londrina, 2007
- ACHTEN, W M.J.; NIELSEN L.R.; RAF, A. et al. Towards domestication of *Jatropha curcas* L., **Biofuels**, 2010.
- AJALA, M. C., **Efeito do recipiente na formação de mudas e de hidrogel na implantação de *J. curcas* L47** p. Dissertação de Mestrado. Universidade Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, 2009.
- ALBUQUERQUE, F. A. **Metodologia para detecção da presença do ácaro branco em Pinhão-manso**. Campina Grande, PB, 2008.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. de. **Caracterização morfológica e agronômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima**. 2003. 35 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- ALVES, J. M. A.; SOUSA, A. A.; SILVA, E.S.R.G. Pinhão-manso uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. **Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 2, n. 1, jan/jun. 2008.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. D. B.; ARAUJO, E. D. Phenology of woody species in the Caatinga of Serido, RN, Brazil. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 491-499, may-jun 2009.
- AMORIM, P.Q. R. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação**. 2005. Monografia. Escola Superior Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba, 2005.
- ANDRADE, G. A.; CARAMORI P. H.; SOUZA, F. S. et al. Temperatura mínima letal para plantas jovens de pinhão-manso. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed Vigor Test Committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p.
- ARAUJO, E. C.; MENDONÇA; A. V. R. BARROSO D. G L. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* CAV. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p.105-110, 2004.

- ARAÚJO, E.C.E.; RIBEIRO, A.M.B. Avaliação fenológica do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) no município de Teresina-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BODIESEL, 5, 2088, Lavras-MG. **Anais...** Lavras-MG, UFLA, 2008. (CD ROOM).
- ARRUDA, F. P. et al. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curca* L.) como alternativo para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira Oleagenos e Fibrosas**, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- AUGSPURGER, C.K. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology**, 62, p. 775-788. 1981.
- AVELAR, R. C.; DEPERON J. R.; CARVALHO J. P. F. Produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) em tubetes. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BODIESEL, 1., 2006, Brasília, DF. **Anais....** Brasília, DF: ABIPTI, 2006. p.137-139.
- AVELAR, R. C.; BESSA, O. R.; MONTEIRO, J. V.; SCHMIDT, P. A.; NETO, P. C.; FRAGA, A. C.; ANDRADE, M. J. B. 2007. Consórcio de Pinhão Manso com feijão para produção alimentar e energética. In: Congresso Brasileiro de Plantas leaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. 4. Resumos... . Lavras (CD-ROM).
- AZEVEDO, D. M. P. de.; BELTRÃO, J. W. S.; VIEIRA, D. J. et al. Efeito de população de plantas no rendimento do consórcio de mamona com culturas alimentares. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.2, n.3, p.193–202, 1998.
- BHATTACHARYA, A.; DATTA, K.; DATTA, S.K. Floral biology, floral resource constraints and pollination limitation in *Jatropha curcas* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.8, p.456-460, 2005.
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; PEREIRA, M. G. Contribution of litter and nitrogen to soil under *Pseudosamanea guachapele* and *Eucalyptus grandis* plantations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.597-601, 2004.
- BARBOSA, M.A.L.V.; Os impactos ambientais causados pela monocultura da cana-de-açúcar no município de americano do brasil. **Anicuns**, GO. 2006.
- BAWA, K.S. **Patterns of flowering in tropical plants**. Eds. Jones & R. J. Little, 1983. p. 394-410.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SUINAGA, F. A. et al. **Recomendação técnica sobre o plantio de pinhão manso no Brasil**. EMBRAPA. Disponível em: <embrapa.br/portal/notícias>. Acesso em: 18 set. 2012.
- BELTRÃO, S. de C.; ANDRADE, S. A.; **Engenharia e Tecnologia Açucareira**. Recife: Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

- BERGAMASCHI, H. **Temperatura x fotoperíodo sobre a fenologia das plantas**. UFRGS, 2012. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/agropfagrom>>.
- BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. Adequação da Metodologia do Teste de Tetrazólio para Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2005.
- BIODIESELBR. **Jatropha Curcas L. – Pinhão Manso**. 2010. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/pinhao-manso/jatropha-curcas-pinhao-manso.htm>>. Acesso em: 9 maio 2010.
- BIONDI, A.; GOMES, M.; MONTEIRO FILHO, M. M. et al. **A hora e a vez da revolução verde**. 2009. Disponível em: [www.sescsp.org.br/sesc/revistas\\_sesc](http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas_sesc)>. Acesso em: 09 set. 2012.
- BISHOP, J. Producción familiar agro-porcino – forestal en el Trópico Húmedo Hispanoamericano. In: TALLER SISTEMAS AGROFLORESTAIS EN AMERICA LATINA, Turrialba, 1979. **Actas**. Turrialba, CATIE, 1979. p. 145-149.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Plenum Press, 1994.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B (Coords.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p.83-135.
- BORGES, F. R. C. **Características biológicas de Pachycoris torridus (Hemiptera: scutelleridae) e de Telenomus pachycoris (Hymenoptera: scelionidae)**. 2011. 67p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2005. 525p.
- BRANCALION, P. H. S.; MARCOS FILHO, J. Distribuição da germinação no tempo: causas e importância para a sobrevivência das plantas em ambientes naturais. **Informativo ABRATES**, v. 18, p. 11-17, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p
- BUDOWSKI, G.; KASS, D. C. L.; RUSSO, R. O. Leguminous trees for shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 205-222, 1984.
- BUCHMANN, S.L. Competition between honeybees and native bees in the Sonoran Desert and global bee conservation issues, p.125-142. In: MATHESON, A.; BUCHMANN, S. L.; O'TOOLE, C. O. et al. (Eds) **The conservation of bees**. London: Academic Press, 1996. 254p

- CÁCERES, D. R.; PORTAS, A. A.; ABRAMIDES, J. E. **Pinhão-manso**. 2007. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/pinhaomanso/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/pinhaomanso/index.htm)>. Acesso em: 12 out. 2012.
- CAFÉ FILHO, A. C.; COELHO, M. V. S.; SOUZA, V. L. Oídios de hortaliças. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. (Ed.). **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001.
- CAMPBELL, D. R. Pollinator sharing and seed set of *Stellaria pubera*: Competition for pollination. **Ecology**, v. 66, p. 544-553, 1985.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.
- CASTRO, C. M.; DEVIDE, A. C.; ANACLETO, A. H. avaliação de acessos de pinhão manso em sistema de agricultura familiar **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, 2008.
- CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C.; Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 22, n. 3, July/Sept. 2008.
- CHANG-WEI, L.; KUN, L.; YOU, C.; YOUNG-YU, S. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, v.9, p.114-119, 2007.
- CORRÊA, M.; PADINHA, L.; FERNANDES, F. J. A. et al. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.
- COSTA, R. F.; ARAUJO, E. Influência de sistemas de cultivo e do beneficiamento sobre a qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, PB, v. 22, n. 1/2, 2001.
- CRUDEN, R.W. Pollinators in high elevation ecosystems: relative effectiveness of bird and bees. **Science**, v. 176, p. 1439-1446, 1972.
- CRUSCIOL, C. A. C. **Efeito de lâminas de água e da adubação mineral em dois cultivares de arroz-de-sequeiro sob irrigação por aspersão**. 1998. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- DABNEY, S.M.; HOFF, B.J. Influence of water management on growth and yield of no-till planted rice. **Crop Sci.**, v.29, p.746-752, 1989.
- DANTAS, S. R. M.; TORRES, S. B. Vigor de sementes de rúcula e desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4 p. 49-57, 2010.

- DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A.; MALAVASI, M. M. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de pau-pereira (*Platycyamus regnellii*). In: **congresso brasileiro de sementes**, 5., 1995, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRATES, 1995. p. 178.
- DE LAS SALAS, G.; FASSBETDER, H. Factores edáficos en los sistemas de producción agroflorestales. In: AGROFORESTERIA, 1981, CATIE, Turrialba, Costa Rica. **Actas del Seminário**. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. p. 30-36.
- DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M. et al. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1976. 103p.
- DEMETERCO NETO, A. Desenvolvimento sustentável e aquecimento global. In: SOUZA, R. P. (Coord.). **Aquecimento global e créditos de carbono**: aspectos jurídicos e técnicos. São Paulo: Quartier Latin do Brasil, 2007.
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43 p. (Circular Técnica, 88).
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de milho. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8.4, p.1-10.
- DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G. et al. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG, 2007. v.1. 40p.
- DIVAKARA, B. N.; UPADHYAYA, H. D.; WANI, S. P. et al. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. **Applied Energy**, Singapura, v. 87, p. 732–742, 2010.
- DRANSKI, J. A. L.; PINTO JÚNIOR, A. S.; STAINER, F. et al. Physiological maturity of seeds and colorimetry of fruits of *Jatropha curcas* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.158-165, 2010.
- DRUMMOND, O. A. et al. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1984. 99 p.
- DUARTE JÚNIOR, J. A.; SCHLINDWEIN, C. Riqueza, abundância e sazonalidade de Sphingidae (Lepidoptera) num fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. p. 662-666, jul./set., 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema nacional de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999, 412p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

- FALCÃO, M. A.; CLEMENT, C. R.; GOMES, J. B. M. Fenologia e produtividade da sorva (*Couma utilis* (mart.) MUELL. ARG.) na Amazônia central. **Acta Botanica Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 541-547, 2003.
- FALESI, C. I. **Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1976. 193 p.
- FAO. **El eucalipto en la repoblación florestal**. Roma, 723 p. (Colección FAO: Montes, 1981).
- FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: J. Wiley, 1989. 338p.
- FERREIRA, D. F. **SisVar<sup>®</sup>**: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 2000. (Software estatístico).
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B (Coords.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 137-174.
- FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JR, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* mart. na Mata Atlântica (Reserva ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba– SP). **Revista Biociência de Taubaté**, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.
- FLORE, J.A. Stone Fruit. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. **Handbook of Environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 467p.
- FOGAÇA, C.A.; KROHN, N.G.; SOUZA, M.A.; PAULA, R.C. Desenvolvimento do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. Caesalpinaceae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.279, 2001.
- FRANÇA NETO, J. B. Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes** Londrina: ABRATES, 1999. cap.8, p. 1-7.
- FRANCO, D. A. S.; GABRIEL, D. Aspectos fitossanitários na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de biodiesel. **Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 63-64, jul./dez., 2008. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v70\\_2/63-64.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v70_2/63-64.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2012.
- FRIGO, M.S. et al. Análise energética do primeiro ano de cultivo do pinhão manso em sistema irrigado por gotejamento. **Irriga**, Jaboticabal, v.13, p.261-271, 2008.

- GABRIEL, D.; CALCAGNOLO, G.; TANCINI, R.S. et al. Estudo com o percevejo *Phachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) e seu inimigo natural *Pseudotelenomus phachycoris* Lima, 1928 (Hymenoptera; Scelionidae) em cultura do pinhão paraguaio *Jatropha* spp. **Biológico**, São Paulo, v. 54, n.1/6, p.17-20,1988.
- GINSBERG, H. S. Foraging ecology of bees in an old field. **Ecology**, v. 1, p. 165-175, 1983.
- GOLDBERG, N. P. Powdery mildew. In: PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPHY, J. F. et al. (Ed.). **Compendium of pepper diseases**. St. Paul: APS, 2003.
- GOMES, F. G. Conflito social e welfare state: Estado e desenvolvimento social no **Brasil. Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 40 n. 2, mar./apr. 2006.
- GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* L., produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagem de N-P-K**. 2001. 166p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GRISI, P. U.; SANTOS, C. M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v.1, n.7, p. 1-14, 2007.
- GUARNIERI, C. L.; JANUZZI, M. R. Proálcool: Impactos ambientais. **Revista Brasileira de Energia**, São Paulo, 1992.
- GUBITZ, G.M., M. Mittelbach, and M. Trabi. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology*. 1999.
- GUIMARÃES, A. S. **Crescimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. 2008. 92p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.
- HAAG, H. P.; MONTEIRO, F. A.; WAKAKURI, P. Y. Frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.): Desenvolvimento e extração de nutrientes. **Sci. Agric.**, v. 50, p. 413-418, 1993.
- HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, v. 5, p. 231-247, 1991.
- HEINRICH, B.; RAVEN, P. H. Energetics and pollination ecology. **Science**, v. 176, p. 597-602, 1972.
- \_\_\_\_\_. Thermoregulation in endothermic insects. **Science**, v. 185, p. 747-756, 1974.
- \_\_\_\_\_. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: Diversity and phenology. **Ecology**, v. 60, p. 190-202, 1976.
- \_\_\_\_\_. Thermoregulation in bumblebees II. Energetics of warm-up and free flight. **Journal of Comparative Physiology**, v. 96, n. 1, p.155-166, 1975.

- HORING, C. F. **Influencia do período de armazenamento na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L.** 2008. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2008.
- HORSCHUTZ, A. C. O; MARCONI, B.; TEIXEIRA, J. M. et al. Crescimento e produtividade do pinhão-mansão em função do espaçamento e irrigação **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 16, n. 10, p.1093–1099, 2012.
- INOUE, D. Resource partitioning in bumblebees: Experimental studies of foraging behavior. **Ecology**, v. 4, p. 672-678, 1978.
- INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, 1981. 72 p
- IWAMA, S. A. Influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). **Bol. Mus. Zool.**, São Paulo, v. 2, p. 189-201, 1977.
- JESUS, R. M.; DIAS, G. B. N. *Eucalyptus/Leucaena* mixture experiment - growth and yield. **IPEF**, v.39, p.41-46, 1988.
- JOHNSON, L. K.; HUBBELL, S. P. Aggression and competition among stingless bees: Field studies. **Ecology**, v. 55, p. 120-127, 1974.
- JOKER, D.; JEPSEN, J. ***Jatropha curcas* L.** Denmark: Danida Forest Seed Centre, Aug. 2003. (Seed leaflet, n. 83)
- JUHÁSZ, A.; PIMENTA S.; SOARES, B.O. et al. Biologia floral e polinização artificial de pinhão-mansão no norte de Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 44, n. 9, p.1073-1077, set. 2009.
- KAPYLA, M. Diurnal flight activity in a mixed population of Aculeata (Hymenoptera). **Ann. Entmol. Fenn**, v. 40, p. 61-69, 1974.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 2000. 583p.
- KEVAN, P. G.; BAKER, H.G. Insects as flowers visitors and pollinators. **Am. Rev. Entomol.**, v. 28, p. 407-453, 1983.
- KIMATI, H.; GALLI, F. Doenças da videira – *Vitis* spp. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 577- 580.
- KLINKHAMER, P. G. L.; DE JONG, T. J. Attractiveness to pollinators: a plant's dilemma. **Oikos**, v.66, p.180-184, 1993.

- KNOB, B. M. J. **Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Santa Maria, 2006.
- KRUGMAN, S.L.; STEIN, W.I.; SCHMITT, D.M. Seed biology. In: Schopmeyer, C. S. (Ed.) **Seed of woody plants in the United States**. Washington: Forest Service, U.S. Depart. Of Agriculture, 1974. p. 1-40.
- LACK, A.J. Competition for pollinators in the ecology of *Centaurea scabiosa* L. and *Centaurea nigra* L. III. Insect visits and the number of successful pollinations. **New Phytol.**, v. 91, p. 321-339, 1982.
- LANG, G. A.; EARLY, J. D.; MARTIN, G. C. et al. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hort Science**, v.22, n.3, p. 371-377, 1987.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. p.321-33.
- LAVIOLA, B. G. et al. Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 1117-1123, 2010.
- \_\_\_\_\_; DIAS, L. A. S.. Nutrient concentration in *Jatropha curcas* L. leaves and fruits and estimated extraction at harvest. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1969-1975, 2008.
- \_\_\_\_\_; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B. et al. Dinâmica de N e K em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Biosci. J.**, v. 22, p. 33-47, 2006.
- LIMA JUNIOR, M. J. V. (Ed.) **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010. 146 p.
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do pimentão: diagnose e controle**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 96 p.
- MACEDO, J. F.; MARTINS, R. P. A estrutura da guilda de abelhas e vespas visitantes florais de *Waltheria americana* L. (*Sterculiaceae*). **An. Soc. Entomol.**, v. 28, p. 617-633, 1999.
- MALAVASI, M. M.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, L. M. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de *Dipteryx alata* Voq. - Fabaceae (baru) através do teste de tetrazólio. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15.; WORKSHOP SOBRE MARKETING EM SEMENTES E MUDAS, 3., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: CESM/FELAS, 1996. p. 43.
- \_\_\_\_\_; MALAVASI, M. M.; OLIVEIRA, L. M. et al. O. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (pau-santo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1997. v. 7, n. 1/2, p. 219.

- MARCOS FILHO, J. et al. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 320 p.
- \_\_\_\_\_. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- \_\_\_\_\_. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.
- \_\_\_\_\_; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 320p.
- MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro**. 2003. Monografia – FGV, Brasília, 2003.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R.; LOPES, V. **Sistemas agroflorestais alternativos para o plantio da seringueira, cacauzeiro e culturas temporárias**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/sistemasagroflorestais.htm>>. Acesso em: 19 set. 2012.
- MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M. Porosidade intergranular de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 79-93, 2002.
- MATTHEUS, J. D. Factor affecting the production of seed by forest trees. **Forestry Abstracts**, Oxford, v. 24, p. 1-13, 1963.
- MATTOS, F. S.; MOREIRA, C. V.; MISSIO, R. F. et al. Caracterização fisiológica de mudas de *Jatropha curcas* L. produzidas em diferentes níveis de irradiância. **Revista colombiana de Ciências Horticolas**, v. 3, n. 1, p. 126-134, 2009.
- MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. et al. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. **Sci. Agric.**, v. 60, p. 155-160, 2003.
- MELO P.C.de. EVANGELISTA, A.W.P.; OLIVEIRA, E.L. de.; FRAGA, A.C.; NETO, P.C.; FARIA, M.A. de. Crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pela aplicação de fertilizante organo-minerais-marinho + biotech®. In: **4º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**. Anais. Varginha, p. 1538- 1543, 2007.
- METZ, H. Sex and size in cosexual plants. **Trends in Ecology and Evolution**, v.12, n.7, p.260-265, 1997.
- MIRANDA, C.; TIBURCIO, B. **Agroenergia e desenvolvimento de comunidades rurais isoladas**. Brasília, nov. 2008.
- MORA, L. A.; PINTO JUNIOR, P. J. E.; FONSECA, S. M. et al. Aspectos da produção de sementes de espécies florestais. **IPEF-Sér. Téc**, Piracicaba, v. 2, n. 6, p. 1-60, jun. 1981.

- NAVA, G. A.; DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H. et al. Fenologia e produção de pessegueiros 'Granada' com aplicação de Cianamida Hidrogenada e Boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 297-304, 2009.
- NEUNFELD, T. H., Tipo de secagem e armazenamento na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L. 2012. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012.
- NOVEMBRE, A. D. da L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; GOMES, R. B. R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 147-151, 2006.
- NUNES, C. F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- NUNES, S. C. P.; NUNES, U. R.; FONSECA, P. G.; GRAZZIOTTI, P. H.; PEGO, R. G.; MARRA, L; M. Época de colheita e armazenamento na qualidade fisiológica da semente de sempre-viva (*Sygonanthus elegans* (Bong) Ruhland-*Ericaulaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n.6, p. 1775-17780, nov./dez. 2008.
- OLIVEIRA, C. M. G.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Método de preparo das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para o teste de tetrazólio. **Rev. bras. Sementes**, Londrina, v. 31, n.1, 2009.
- OLIVEIRA, G. S. **Efeito de densidades de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. 1994. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1994.
- OLIVEIRA, L. M. **Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente**. 2004. 160 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- \_\_\_\_\_; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Utilização do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Tauber – Caesalpinoideae). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.118, 2001a.
- PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 09-16, 2010
- PARROTA, J. A. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equestifolia*, *Eucalyptus robusta* and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, v. 124, n. 1, p.45-77, 1999.

- PAULA, R.C.; SOUZA, M.A.; KROHN, N.G.; FOGAÇA, C.A. Padronização do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell) Blake – Caesalpinaceae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.278, 2001.
- PÉDELABORDE, P. **Introduction à l'étude scientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970.
- PEREIRA, J. C. S.; FEDELIS, R. R.; ERASMO, E. A. L. et al. Florescimento e frutificação de genótipo de pinhão-manso sob doses de fósforo no serrado da região sul de Tocantins. **J. Biotec. Biodivers.**, v. 2, n. 2, p. 28-36, May 2011.
- PESKE, S. T.; HAMMER, E. Colheita de sementes de soja com alto grau de umidade. II- Qualidade Fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, p. 66-70, 1997.
- PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JR., M. J.; GALLO, P. B. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. **Revista. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 256–264, 2007
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; SANTOS, N. R. F. Teste de tetrazólio. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.91-100.
- PIO, R.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; CHAGAS, E. A. et al. **Aspectos técnicos do cultivo de nêspersas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007b. 28p. (Série Produtor Rural, 34).
- PLEASANTS, J. M. Competition for bumblebee pollinators in Rocky Mountain Plant Communities. **Ecology**, v. 6, p. 1446-1459, 1980.
- PONRAJ, V. **Biodiesel Conference Towards Energy Independence – Focus on *Jatropha***. Rashtrapati Nilayam, Bolaram. Hyderabad; 9-10 June, p. 223-251
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1997. 289p.
- QUINTELA, E. D. **Manual de identificação dos insetos e invertebrados: pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 52 p.
- RAJU, A. J. S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behavior in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Curr. Sci. Índia**, v. 83, n. 11, p. 1395-1398, 2002.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Como e porque medir o processo de germinação. **Ver. Bras. Bot.**, v. 29, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2006.
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P.. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 179-214, 1985

- REZENDE, G. de. O. **Efeito dos sistemas de plantio, exclusivo e consorciado, na incidência e controle de ervas daninhas.** 1986. 60p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1986.
- RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plântulas em campo.** 2002. 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ROUBIK, D. W. Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honeybees. **Science**, v. 201, p. 1030-1032, 1978.
- \_\_\_\_\_. Comparative foraging behavior of *Apis mellifera* and *Trigona corvina* (Hymenoptera: Apoidea) on *Baltimora recta* (Compositae). **Rev. Biol. Trop.**, v. 2, p. 177-182, 1981.
- \_\_\_\_\_. Ecological impact of Africanized honeybees on native neotropical pollinators. **Social Insects in the Tropics**, v. 1, p. 233-247, 1982.
- SANTIAGO; A. R.; BARROSOII; D. G.; REIS, A. V. et al. Monocultivo de eucalipto e consórcio com sesbânia: crescimento inicial em cavas de extração de argila. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, jan./feb. 2009.
- SANTOS C. M.; ENDRES, L., WANDERLEY FILHO, H. C. L. et al. Fenologia e crescimento do pinhão-manso cultivado na zona da mata do estado de alagoas, Brasil. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.3, p.201-209, maio/jun. 2010.
- SANTOS, M. A. O.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Tetrazolium test to assess viability and vigour of tomato seeds. **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 213-223, 2007.
- SAÑUDO, R. B.; MONTER A. V.; DELGADO, M. L. O. et al. Dinamica y variacion estacional de carbohidratos totales durante la iniciacion y diferenciacion de raíces en estacas de durazno (*Prunus persica* L (Batsch) seleccion F 8215. **Agrociência**, n. 68, p.155-162, 1987.
- SATO, M. et al. A cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L): uso para fins combustíveis e descrição agronômica. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.7, p.47-62, 2009.
- \_\_\_\_\_; BUENO, O. C., SEIKO, T.E. et al. Análise energética do primeiro ano de cultivo do Pinhão-manso em sistema irrigado por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 261-271, abr. 2008.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v. 26, p.44-78. 2005.

- SCHIAVO, J. A. et al. Comportamento de *Acacia mangium* Willd e *Eucalyptus camaldulensis*, em plantio puro e consorciado, em áreas degradadas pela extração de argila no Município de Campos dos Goytacazes. In: FERTIBIO 2004, Lages. **Anais...** Lages, 2004. CD-ROM.
- SEVERINO, L.S. et al. **Viagem á Índia para prospecção de tecnologia sobre mamona e pinhão-manso**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 56 p.
- SHANKER, C.; DHYANI, S. K. Insect pests of *Jatropha curcas* L. and the potential for their management. National Research Centre for Agroforestry. **Current Science**, Bangalore, v. 91, n. 2, p. 162-163, 2006.
- SILVA, A. J. R. **Recomendação técnica da cultura de *Jatropha curcas* L.(Pinhão-manso) para a produção de biocombustível no Distrito Federal**. Planaltina, DF, dez. 2006.
- SILVA, M. A.; RAFACHO, B. P.; HIRUMA-LIMA, C. A. et al. Evaluation of *Strychnos pseudoquina* St. Hil. leaves extract on gastrointestinal activity in mice. **Chem. Pharm. Bull.**, v. 53, p. 881-885, 2005.
- SILVA, J. T. A.; COSTA, E. L.; SILVA, I. P. et al. Adubação do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) com nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha, 2007, **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2007. p.1316-1320.
- SOLOMON, R. A. J.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, Bangalore, v. 83, n. 11, p. 1395-1398, Dec.2002.
- SORATTO, P. R. **Cultivo consorciado de cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) e cultivares de noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)**. São Paulo: UNESP, 2012.
- SOTO, S.; NAKANO, O. Ocorrência de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera:Scutelleridae) em Acerola (*Malpighia glaba* L.) no Brasil. **Neotrop. Entomol.**, v. 31, n. 3, p. 481- 482, 2002.
- SOUZA, A. dos S.; TÁVORA, F. J. A.; PITOMBEIRA, J. B. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II - Crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, p.422-429, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TANURE, L. P. P. et al. Avaliação do crescimento de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) a diferentes níveis de saturação por base. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado/RS. **Anais...** Gramado/RS, 2007.

- TAPANES, N. O.; ARANDA, D. A. G.; CARNEIRO, J. W. de M. Transesterificação dos glicerídeos do óleo de *Jatropha curcas* L.: estudo teórico. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...**Brasília, DF: MCT: ABIPTI, 2007. p. 241-246.
- TOLARA, D.C.; MORELATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, mar.2000.
- TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes**: tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E. K. **Cultivo de pinhão-mansão para produção de biodiesel**. Viçosa, MG: CPT, 2007. 220p.
- TUNES, L. M.; OLIVO, F.; BADINELLI, P. G. Testes de vigor em sementes de aveia branca. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 94-106. 2008.
- SORATTO, R. P. **Cultivo consorciado de cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) e cultivares de noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)**. Disponível: <<http://www.bv.fapesp.br>>. Acesso em: 29 set. 2012.
- VALERI, S. V.; POLITANO, W; SENO, K. C. A.; BARRETO, A. L. N. M. **Manejo e recuperação Florestal**. Jaboticabal: Funep, 2003. 180 p.
- VEZZANI, F. M.; TEDESCO, M. J.; BARROS, N. F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de eucalipto e acácia negra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.225-231, 2001.
- VECCIA, F. **Condicionantes termo-energéticas das edificações**. 1990. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1990.
- VINAYAK, P. **Chairman of Agroforestry and Waste Land Development Foundation**. Satpur Ambad Link Road - NASHIK - Maharashtra - India. 2006.
- WIKIPEDIA. Disponível em: <[org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_agricultura\\_no\\_Brasil](http://org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_agricultura_no_Brasil)>. 2012.
- YOSHIOKA, H.; NAGAI, K.; AOBA, K. et al. Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. **Scientia Horticulturae**, v. 36, n. 3/4, p. 219-227, 1988.
- YUYAMA, K. A cultura de camu-camu no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, June 2011.

## 7 ANEXOS

### Anexo 1 - Croqui de campo da área consorciada



## Anexo 2 - Croqui de campo da área em monocultivo



## Anexo 3 - Modelo 01 Registro da dinâmica de florescimento.

FICHA 01		Controle de flores				
Data:	15/06/11	15/06/11	15/06/11	15/06/11	15/06/11	15/06/11
Experimento:	Consoiciado	Consoiciado	Consoiciado	Consoiciado	Consoiciado	Consoiciado
Número da árvore:	03	03	03	03	03	03
Número de inflorescências	06	06	06	06	06	06
Número da inflorescências	01	02	03	04	05	06
Número de botões florais	76	46	123	94	Aborto	Aborto
Número de flores femininas	05	02	07	05	----	----
Relação: flor masc./flor fem	76/5 = 15	46/2 = 23	123/7 = 17	94/5 = 18	----	----

## Anexo 4 - Modelo 02 de Registro da dinâmica de florescimento.

FICHA 02		Controle de flores				
Exp.	Consc. (X) Solt. (..)	Nº da árvore:	Nº da inflorescências	Nº de flores fem.	Nº de frutos	Nº aborto
Data: 18/06/11		03	1	3	1	01
Data: 18/06/11		03	2	0	2	Não houve
Data: 18/06/11		03	3	3	2	02
Data: 18/06/11		03	4	3	1	01

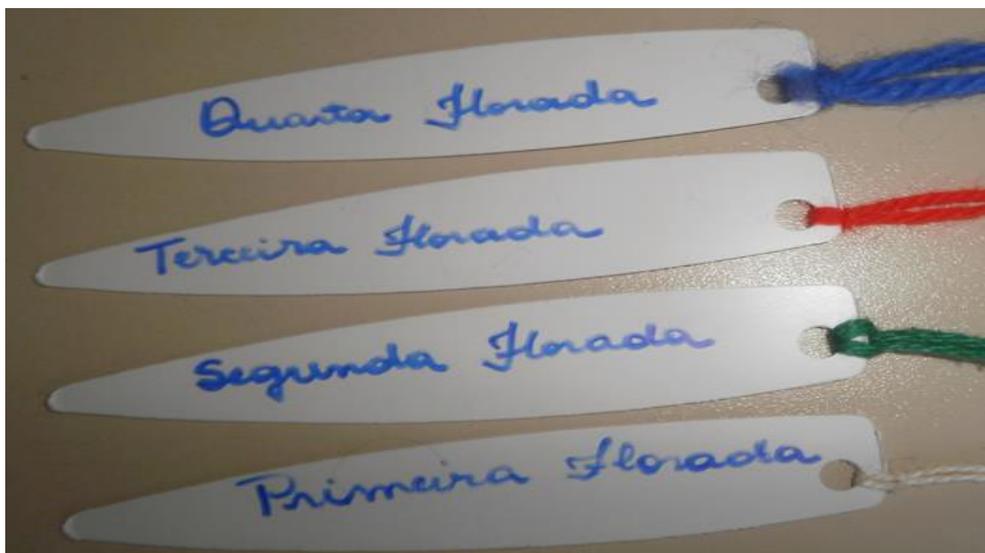
## Anexo 5 - Modelo 03 de Registro da dinâmica de abscisão e produção de frutos.

FICHA 03		Controle de frutos				
Exp.	Consc. (X)	Nº da árvore:	Nº da inflorescências	Nº de flores fem.	Nº de frutos	Nº aborto
	Solt. ( )					
	Data: 25/06/11	03	1	0	4	01
	Data: 25/06/11	03	2	0	2	Não houve
	Data: 25/06/11	03	3	0	5	02
	Data: 25/06/11	03	4	0	4	01

## Anexo 6 - Modelo 04 de Registro da produtividade das inflorescências

FICHA 04		Controle de produção						
Exp.	Consc. (X)	Nº da árvore:	Nº da inflorescências	Nº de frutos	Lóculos ocupados			Nº aborto
	Solt. ( )				1	2	3	
	Data da colheita: 05/08/11	03	1	1		x		
		03	1	2			x	
		03	1	3	x			
		03	1	aborto				01

Anexo 7 - Etiquetas utilizadas para identificação das inflorescências dentro de cada época de florada



Anexo 8 – Cultura de Pinhão-manso durante o inverno, sob temperatura de  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , ocorrido no mês de julho de 2011, no município de Pato Bragado - Paraná



Fonte: Neusa Francisca Michelin Herzog (2012).

Anexo 9 - Sintoma de ataque *de oidium* sp na cultura de Pinhão-manso, Pato Bragado, PR



Fonte: Neusa Francisca Michelin Herzog, 2012.