



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**FENOLOGIA, PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E MANEJO DA PODA EM RAMOS
DE JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)**

CRISTIANY SALLY ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

Biblioteca



32060019

Tese
583.77
048 f
Ex:01

BELÉM
2014



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



CRISTIANY SALLY ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

**FENOLOGIA, PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E MANEJO DA PODA EM RAMOS
DE JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes.)**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós Graduação Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Alves Lameira

BELÉM

2014

Universidade Federal Rural da Amazônia
BIBLIOTECA
Nº 3206 Data 06/10/2015

Oliveira, Cristiany Sally Albuquerque de

Fenologia, prospecção fitoquímica e manejo da poda em ramos de Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) / Cristiany Sally Albuquerque de Oliveira. - Belém, 2014.

54 f.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

1. *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes – floração e frutificação 2. *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes - Constituintes químicos 3. Jaborandi - estudo fenológico 4. Jaborandi – Regeneração 1.Título

CDD – 583.77



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**FENOLOGIA, PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E MANEJO DA PODA EM RAMOS
DE JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós Graduação Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

CRISTIANY SALLY ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Osmar Alves Lameira - Orientador
EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL

Profa. Dra. Louise Ferreira Rosal
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ –
Campus Castanhal.

Profa. Dra. Fernanda Ilkiu Borges de Souza
EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL

Profa. Dra. Regina Celi Sarkis Müller
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Profa. Dra. Lucila Elizabeth Fragoso Monfort
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



DEDICO

Aos meus pais Cristina e Antonio Dias,

Ao meu marido Glauber Oliveira e

Aos meus filhos, Maria Eduarda e Mateus Oliveira,

Pelo incentivo, apoio e renúncia para a conquista deste trabalho.

OFEREÇO

À Deus.

AGRADECIMENTOS

À Deus que me deu uma família maravilhosa!

À família, pela paciência e motivação. Compartilhando sonhos e realidades.

Ao orientador Dr. Osmar Lameira, pela orientação, confiança, paciência, compreensão e conhecimentos transmitidos para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia, seus professores pelos ensinamentos e funcionários.

A Embrapa pelo acesso no Horto de plantas medicinais

Aos membros da banca de qualificação por aceitarem avaliar esta tese e pelas valiosas contribuições no trabalho.

A Pesquisadora Nádia Paracampo do Laboratório de Agroindústria da Embrapa pela compreensão, atenção e sugestões nos momentos em que necessitou do seu auxílio.

Aos estagiários e bolsistas da Embrapa em especial a Fernanda Ribeiro e Tainá, sementes do futuro.

Ao Paulo, no cuidado com as plantas do horto.

A amiga de turma de doutorado Maria José Trindade

À todos o meu sincero obrigada!!

"Todo o futuro da nossa espécie, todo o governo das sociedades, toda a prosperidade moral e material das nações dependem da ciência, como a vida do homem depende do ar. Ora, a ciência é toda observação, toda exatidão, toda verificação experimental. Perceber os fenômenos, discernir as relações, comparar as analogias e as dessemelhanças, classificar as realidades, e induzir as leis, eis a ciência; eis, portanto, o alvo que a educação deve ter em mira. Espertar na inteligência nascente as faculdades cujo concurso se requer nesses processos de descobrir e assimilar a verdade."

Rui Barbosa

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE FIGURAS	10
FENOLOGIA, PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E MANEJO DA PODA EM RAMOS DE JABORANDI (<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Holmes)	11
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Botânica e Ocorrência	15
2.2 Propriedades Farmacológicas	16
2.3 Exploração Comercial	17
2.4 Fenologia e Sazonalidade	19
2.5 Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e Estudo Fitoquímico	20
2.6 Manejo Sustentável do Jaborandi	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO 1: FENOLOGIA E PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DO JABORANDI (<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Holmes)	30
RESUMO	30
ABSTRACT	31
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 Localização do Experimento	32
2.2 Fenologia dos Acessos	33
2.3 Preparação dos Extratos	33

2.4	Prospecção Fitoquímica	34
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1	Fenologia	34
3.2	Prospecção Fitoquímica	38
4.	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
	CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO DE PRODUÇÃO DE FOLHAS A PARTIR DE DIFERENTES DISTÂNCIAS DE CORTES EM RAMOS DE JABORANDI (<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Holmes) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO	43
	RESUMO	43
	ABSTRACT	44
1.	INTRODUÇÃO	45
2.	MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1	Localização do Experimento	45
2.2	Acessos Utilizados	45
2.3	Colheita	46
2.4	Delineamento Experimental	47
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1	Screening fitoquímico de folhas de jaborandi (<i>P.microphyllus</i>) cultivado a pleno sol e à sombra.	39
----------	---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1	Número de folhas e comprimento da maior brotação de ramos de plantas de jaborandi submetidas às diferentes distâncias de corte dos ramos no acesso Merck cultivado a pleno sol e à sombra, avaliados aos 5, 10 e 15 meses após o corte.	48
Tabela 2	Número de folhas e comprimento da maior brotação de ramos em plantas de jaborandi submetidas às diferentes distâncias de corte nos acessos Merck, Bonal 4 e Japonês, após 5 meses da realização do corte.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Folhas de jaborandi <i>P.microphyllus</i>	15
Figura 2	Flores de jaborandi <i>P.microphyllus</i>	15
Figura 3	Frutos de jaborandi <i>P.microphyllus</i>	16

CAPÍTULO I

Figura 1	Floração e frutificação do acesso Merck cultivado a pleno sol.	35
Figura 2	Floração e frutificação do acesso Merck cultivado à sombra.	35
Figura 3	Floração e frutificação do acesso Bonal 4 cultivado a pleno sol.	36
Figura 4	Floração e frutificação do acesso Japonês cultivado a pleno sol.	37

CAPÍTULO II

Figura 1	Distâncias de cortes realizados a 10 e 20 cm da bifurcação em ramos de jaborandi.	46
Figura 2	Número de folhas, comprimento da maior brotação, número de brotações e número totais de folhas/poda de ramos em plantas de jaborandi do acesso Japonês, após 5 meses da realização do corte.	51

FENOLOGIA, PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E MANEJO DA PODA EM RAMOS DE JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)

RESUMO

Entre as plantas que possuem efeito medicinal comprovado, o jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf) é considerado planta prioritária em programas de conservação. Dentre as treze espécies que ocorrem no Brasil, *P. microphyllus* é conhecido por jaborandi verdadeiro por possuir maiores teores de pilocarpina em suas folhas, um alcaloide imidazólico, cuja principal ação ocorre no tratamento contra o glaucoma e, por isso, é o mais intensamente utilizado. O trabalho teve como objetivos: realizar o estudo fenológico de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi (BAG-Jaborandi), a prospecção fitoquímica de folhas de jaborandi e avaliar e comparar distâncias de cortes em ramos para colheita de folhas de jaborandi. A área de estudo para avaliação do material vegetal foi o Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental, situada no município de Belém-PA. Para as avaliações fenológicas, os registros foram coletados de quatro acessos (Merck cultivado a pleno sol e à sombra, Japonês e Bonal 4 cultivados a pleno sol) diariamente por um período de 24 meses, correspondente aos anos de 2010 a 2012, de cinco plantas/acesso e organizados para demonstração mensal, através de fichas com a numeração respectiva das plantas, com registro de presença ou ausência das fenofases floração e frutificação. A determinação do peso seco das amostras dos acessos foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental. Na realização das podas foram utilizados os mesmos acessos. A colheita das folhas foi realizada manualmente com o auxílio de tesoura de poda, realizando – se cortes nos ramos, respectivamente, 10 e 20 cm de distância, para não causar danos físicos às plantas, e ainda, possibilitar sua regeneração. As plantas de cada acesso, registradas e identificadas foram avaliadas a cada 10 dias, após a primeira poda dos ramos, visando determinar o número de folhas e comprimento da maior brotação, número de brotações, número total de folhas por corte e o tempo de regeneração para a segunda poda. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial envolvendo três experimentos. Os resultados obtidos demonstraram que a floração ocorreu o ano todo e a frutificação em onze meses do ano. A prospecção fitoquímica revelou a presença de 11 classes de constituintes químicos. As distâncias de corte beneficiaram o lançamento de novos ramos sem prejudicar o desenvolvimento da planta, e a partir dos 10 meses de realização da poda dos ramos, o sistema de cultivo a pleno sol respondeu com maior eficiência independentemente, da distância de corte realizado. A realização de podas consecutivas favoreceu a produção de folhas, aumentando a produtividade sem prejudicar o desenvolvimento da planta.

Palavras-chave: regeneração, floração, frutificação, constituintes químicos, cortes.

PHENOLOGY, PHYTOCHEMISTRY EXPLORATION AND MANAGEMENT OF PRUNING ON BRANCHES OF JABORANDI (*microphyllus Pilocarpus* STAFF)

ABSTRACT

Among the plants that have proven medicinal effects, jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf) plant is considered a priority in conservation programs. Among the thirteen species occurring in Brazil, *P. microphyllus* is known to possess true jaborandi by higher concentrations of pilocarpine in its leaves, an imidazole alkaloid, whose main action occurs in treatment of glaucoma and therefore is the most heavily used. The study aimed to: perform phenological study accesses the Active Germplasm Bank of Jaborandi (BAG- Jaborandi), the phytochemical screening of leaves jaborandi evaluate and compare distances cuts branches to harvest leaves jaborandi. The study area for the assessment of plant material was the Active Germplasm Bank of Embrapa Amazônia Oriental Jaborandi, located in the municipality of Belém - PA. For phenological assessments, records were collected four hits (Merck grown in full sun and shade, Japanese and Bonal 4 grown in full sun) daily for a period of 24 months, corresponding to the years 2010 to 2012, five plants/ access and arranged for monthly statement through records with respective numbers of plants, with a record of presence or absence of flowering and fruiting phenophases. The determination of the dry weight of the samples of the accessions was performed at the Laboratory of Agro Embrapa Eastern Amazon. In carrying out pruning the same accessions were used. The harvest of leaves was performed manually with the aid of pruning shears, performing - it cuts branches, respectively, 10 and 20 cm away, not to cause physical damage to plants, and also enable its regeneration. The plants of each access, recorded and identified were evaluated every 10 days after the first pruning of the branches, to determine the number of leaves and length of the longest sprout, shoot number, total number of leaves per cutting and regeneration time for the second pruning. The experimental design was completely randomized, factorial involving three experiments. The results showed that flowering occurred throughout the year and fruiting in eleven months of the year. The phytochemical screening revealed the presence of 11 classes of chemical constituents. Distances cutting benefited launching new branches without affecting the development of the plant, and from 10 months to perform the pruning of the branches, the system of the unshaded responded with greater efficiency regardless of the distance cut made. Performing consecutive pruning favored leaf production, increasing productivity without harming the plant development.

Key words: regeneration, flowering, fruiting, chemical constituents, cutting.

1. INTRODUÇÃO

A flora Amazônica é rica em espécies medicinais com grande potencial econômico para a extração de princípios ativos. Normalmente, as plantas desta região são exploradas através do extrativismo, o que aliado à expansão da fronteira agrícola na região, em áreas de populações de ocorrência natural dessas espécies, vem provocando erosão genética ou risco de extinção.

Desde os anos 80, ocorre intensa coleta de folhas de jaborandi na região de Carajás para abastecer a indústria farmacêutica. Nesse mesmo período, houve grande pressão sobre as populações de jaborandi em todo o Estado do Maranhão e em áreas do Estado do Pará com a busca pela espécie mais cobiçada pelos laboratórios: *P. microphyllus*. Dezenas de pessoas conhecidas como “folheiros” entravam nas matas para coletar folhas de jaborandi colocando a espécie em risco de extinção (COSTA, 2005).

Entre as plantas que possuem efeito medicinal comprovado, o jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) é conhecido como planta obrigatória em programas de conservação (VIEIRA, 1999). Dentre as treze espécies que ocorrem no Brasil (Skorupa, 2000), *P. microphyllus* é chamado de jaborandi verdadeiro por possuir teores elevados de pilocarpina em suas folhas e, por isso, é o mais intensamente utilizado (COSTA, 2005).

Estimular estudos com espécies que vêm sofrendo grande pressão extrativista, permitem desenvolver estratégias para garantir sua manutenção. Dessa forma, dados sobre a floração e frutificação são fundamentais para embasar a coleta de frutos e sementes para fins silviculturais e permitir posteriores trabalhos experimentais visando à identificação de fatores responsáveis pelas transições fenológicas. Nesse sentido, dentre os aspectos biológicos, estudos relacionados com a fenologia da espécie e sazonalidade são necessários para identificação e quantificação de substâncias e determinação do período de coleta (SILVA, 1998).

As análises de prospecção fitoquímica de plantas medicinais são métodos laboratoriais, que têm por objetivo detectar as classes de constituintes químicos presentes na parte da planta usada na medicina popular. Além disso, esses dados são de fundamental importância para que as coletas de amostras vegetais sejam feitas no

momento correto para o estudo fitoquímico, visto que o período da coleta influencia na quantidade de princípio ativo encontrado em determinada parte da planta.

A poda é uma técnica utilizada para estimular o lançamento de novas brotações, reduzir o porte de uma planta e induzir a precocidade numa determinada espécie. Segundo Weiss et al., (2011) uma regra importante é a forma de poda do arbusto ao invés de arrancar a planta, os colhedores devem podá-la, levando em consideração características do vegetal, como, por exemplo, a altura dos arbusto. Nesse sentido, é importante a realização de estudos de manejo de jaborandi, que visem à coleta sustentável de suas folhas. A realização de podas visa um manejo que não danifique o arbusto e possibilite a manutenção do seu crescimento. A distância do corte em relação à bifurcação dos ramos, idade e altura da planta, é fundamental para a colheita de folhas de jaborandi.

Trabalhos voltados para a identificação botânica e fitoquímica do jaborandi foram realizados (Sabá et al., 2002; SourceTech, 2005), porém, em caracterização fenológica, sazonalidade e manejo na colheita pouco foi feito para se avaliar este germoplasma, limitando a identificação dos acessos mais promissores para uso em programas de melhoramento.

Os objetivos do trabalho foram realizar: o estudo fenológico de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi (BAG-Jaborandi); a prospecção fitoquímica de folhas de jaborandi; e a avaliação e comparação de produção de folhas a partir de diferentes distâncias de cortes em ramos, no BAG Jaborandi, instalado no horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Botânica e Ocorrência

O jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) é uma planta ramificada, pertencente à família Rutaceae. Apresenta altura média de 2 metros, com folhas compostas, medindo em média, 40 cm, e folíolos coriáceos, de forma lanceolada (Figura 1). De acordo com Skorupa (2000) e Sabá et al. (2002), o jaborandi possui pequenas flores actinomorfas, 4-5 meras, as quais possuem um gineceu, com carpelos fundidos apenas na base, formando mericarpos. As flores são pequenas (Figura 2), dispostas em ráculos (cachos) compactos. Os frutos são dispostos em cachos (Figura 3), contidos em cápsulas de córtex liso (MARQUES & COSTA, 1994).



Figura 1 - Folhas de jaborandi *P. microphyllus*



Figura 2 - Flores de jaborandi *P. microphyllus*



Figura 3 - Frutos de jaborandi *P. microphyllus*

O jaborandi tem grande ocorrência no Brasil, desde o norte do Pará ao Rio Grande do Sul (JOSEPH, 1967). Plantas de várias famílias já foram classificadas sob o nome jaborandi, como algumas espécies de *Piper* (Piperaceae), *Verbena* (Verbenaceae) e *Herpestis* (*Bacopa*, Scrophulariaceae), e até mesmo algumas outras espécies de Rutaceae, como os gêneros *Esenbeckia*, *Zanthoxylum* e *Monniera* (JOSEPH, 1967; HOLMSTEDT et al., 1979).

As plantas ocorrem comumente em formas agregadas denominadas de “reboleiras” ou “bolas” de jaborandi. O gênero *Pilocarpus* possui 18 espécies descritas para o Brasil, de acordo com Joseph (1967) e somente 14 espécies, de acordo com KAASTRA (1982). É comum em florestas ombrófilas densas e em afloramentos rochosos (com alto teor de ferro), em que as matas são menos densas. No interior das matas é encontrado, geralmente, em ambientes mais iluminados, como em clareiras. Segundo Skorupa (2000), *P. microphyllus* ocorre na Amazônia, nas áreas do leste do Estado do Pará, oeste e norte do Maranhão e ao norte do Piauí. No Estado do Pará pode ser encontrado em maiores quantidades na Serra do Carajás, município de Parauapebas, ao sul do Estado do Pará (ICMBio, 2009).

2.2 Propriedades Farmacológicas

O gênero *Pilocarpus*, em especial as espécies *P. microphyllus* e *P. jaborandi*, é a única fonte natural da droga pilocarpina, um alcaloide imidazólico que é usado na oftalmologia para contração da pupila e em tipos primários de glaucoma. A pilocarpina era usada pelos índios brasileiros por causar sudorese e salivação, uso comprovado cientificamente (MERCK, 1989).

A agência que regula a liberação de medicamentos nos Estados Unidos, *Food and Drug Administration*, aprovou, em 1994, seu uso para o tratamento da xerostomia pós-irradiação (boca seca) em pacientes com câncer de cabeça e de pescoço (VALDEZ et al., 1993; RIEKE et al., 1995; WYNN, 1996; CABRERA, 1980). Além disso, também é usada no tratamento para queda de cabelos, sendo ingrediente no preparo de xampus e condicionadores. *P. microphyllus* é conhecido por jaborandi verdadeiro por possuir teores elevados de pilocarpina em suas folhas e por isso é o mais intensamente utilizado (COSTA, 2005). Aplicado ao cabelo, uma loção feita com as folhas, é um remédio contra a calvície. A maioria das ações terapêuticas aqui relacionadas ao jaborandi, exceto a ação indutora de sudorese, ainda não possuem atividade biológica comprovada (COSTA, 1992).

O jaborandi tem sido durante as últimas três décadas uma das espécies comerciais mais importantes da flora nativa Brasileira (CRAVEIRO, 1991). É usada em certos procedimentos cirúrgicos ópticos, por causa da contração da pupila (PINHEIRO, 2002). Suas formas comerciais são: base, nitrato e cloridrato de pilocarpina (SOURCETECH, 2005). A extração dos derivados é feita com diclorometano, hidróxido de amônio e ácido sulfúrico com quantificação em cromatografia (LÚCIO et al., 2002).

O jaborandi é integrante da medicina popular brasileira (FRANCO, 2006). Os caboclos e os índios preparam um chá com suas folhas e bebem-no como diurético. Os diabéticos e os sofrendores de asma usam-no como expectorante e estimulante através de uma infusão, feita com as folhas pulverizadas. A artrite também é tratada com jaborandi (SOUZA FILHO et al., 2003).

2.3 Exploração Comercial

O jaborandi foi primeiramente apresentado à medicina ocidental em 1873, quando o português Symphrônio Coutinho levou a folha prova para a Europa (FONT QUER, 1972). Seu valor em oftalmologia foi de fato uma descoberta secundária (PINTO et al., 2000). O que primeiro despertou o interesse dos médicos franceses foi o seu uso entre os índios brasileiros, para causar suor profuso e salivação. Ironicamente, este efeito no sistema nervoso, que foi abandonado por tão longo tempo, retornou ao uso clínico (MORGAN, 1994).

Desde os anos 80, ocorre intensa coleta de folhas de jaborandi na região de Carajás para abastecer a indústria farmacêutica. Nesse mesmo período, houve grande pressão sobre as populações de jaborandi em todo o Estado do Maranhão e em áreas do Estado do Pará com a busca pela espécie mais cobiçada pelos laboratórios: *P. microphyllus*. O complexo de cinco Unidades de Conservação Federal do sudeste do Pará é a maior reserva de jaborandi nativo do Estado. Medidas para garantir o uso adequado deste recurso são necessárias considerando não apenas os aspectos biológicos, mas também sociais e de mercado (COSTA, 2005).

Na década de 1980, as empresas Vegetex e Fitobrás, concorriam pelas folhas de jaborandi no Maranhão. A partir daí, a coleta das folhas passou a ser uma atividade quase predatória, já que o preço pago pelas empresas aos camponeses passou a ser maior que a diária pelo trabalho na agricultura. No final dos anos 80, a extração atingiu seu clímax. Esta exploração predatória teve muitos efeitos negativos para as populações naturais, levando-as a entrar na lista das espécies ameaçadas do IBAMA (IBAMA, 1992). Alguns consideram a exploração do jaborandi pela Merck como um dos maiores exemplos de biopirataria no Brasil, uma vez que os coletores do Maranhão, assim como o próprio Estado, não tiveram nenhum aproveitamento direto desta exploração (PINHEIRO, 2002).

Em virtude dessa redução dos recursos naturais, a Merck iniciou em 1989 o processo de domesticação do jaborandi com uma plantação no Maranhão de 15 milhões de plantas, em uma área de aproximadamente 500 ha. Porém, relata-se o extrativismo por populações maranhenses e paraenses. No ano de 2000, a Merck encerrou suas atividades em sua unidade de produção industrial (Vegetex). Em 2002, a Vegeflora Extrações do Nordeste Ltda, situada em Parnaíba-Piauí, comprou a unidade e continuou a produção de pilocarpina, com a matéria prima oriunda da antiga fazenda da Merck no Maranhão (PINHEIRO, 2002).

As indústrias farmacêuticas Merck S.A. atuam quase exclusivamente na exploração do jaborandi, no Maranhão. A Merck cuida da comercialização das folhas, sendo a pilocarpina extraída pela sua subsidiária Vegetex, em Parnaíba, Piauí. Os sais são então exportados para os laboratórios que fabricam o colírio (PINHEIRO, 1997).

Atualmente, a produção de pilocarpina sintética vem tomando espaço no mercado, não podendo haver o abandono do recurso natural, em virtude de maiores exigências de qualidade pela população, e para o tratamento do glaucoma de ângulo

aberto, o único princípio ativo eficaz é ainda a pilocarpina orgânica, encontrada unicamente no *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes.

O grande centro de produção de folhas de jaborandi no Brasil foi o Estado do Maranhão, representando cerca de 95% de toda a produção nacional (IBGE 1975-1998). Porém, o município de Parauapebas no Pará produziu em 2008 cerca de 13 toneladas de folhas secas (Vegeflora, 2008), passando a ser um fornecedor atuante. Atualmente, em torno de 21 toneladas de folhas secas/ano são comercializadas pela Empresa Vegeflora (VEGEFLORA, 2009).

2.4 Fenologia e Sazonalidade

O termo fenologia surgiu como contração de "fenomenologia", expressão primeiramente proposta por Charles Morren, em 1853 (MARCHIORI, 2004). Segundo Rathcke & Lacey, (1985), a palavra é derivada do grego *phaino*, que significa mostrar ou aparecer, definindo, portanto, a fenologia como o estudo da sazonalidade dos eventos cíclicos de vida de determinada espécie, sendo a ocorrência de cada evento fenológico crítica para os processos de sobrevivência e de reprodução dos organismos.

O estudo fenológico tem como finalidade determinar o ritmo sazonal dos eventos do ciclo de vida, como floração e frutificação. Estes eventos são determinados por uma série de fatores como: alternância de períodos chuvosos ou não chuvosos, intensidade da radiação solar, entre outros.

A organização biológica dos sistemas tropicais e sua evolução podem ser bem compreendidas através da análise fenológica de comunidades. A periodicidade nos padrões reprodutivos e vegetativos das plantas reflete a distribuição anual e a disponibilidade de tipos específicos de recursos (FRANKIE et al., 1974a). Na Amazônia, informações sobre a fenologia das espécies são ainda escassas e fragmentadas, e os dados existentes dizem respeito, principalmente, àquelas espécies de interesse ou potencial econômico (ARAÚJO, 1970; CARVALHO, 1980; GRIBEL et al., 1999; PINTO et al., 2005).

Estudos em florestas tropicais úmidas sugerem que os padrões fenológicos das árvores são dirigidos por uma variedade de fatores, incluindo características abióticas como precipitação, irradiação e temperatura; (Opler et al., 1976; Van Schaik, 1986; Chapman et al., 1999; Chapman et al., 2005; Zimmerman et al., 2007); modo de dispersão de sementes (Snow, 1965; Smythe, 1970; Wheelwright, 1985); atividade de

polinizadores e dispersores de sementes (Snow, 1965; Frankie et al., 1974a; Rathke & Lacey, 1985); variação nas condições de germinação (Janzen, 1967; Frankie et al., 1974b); posição no dossel (Newstrom et al., 1994); e abundância relativa das árvores (VAN SCHAIK et al., 1993).

A característica mais significativa de florestas tropicais úmidas é o calor e a umidade contínuos, o que favorece o crescimento ao longo do ano (Richards, 1952) e resulta em uma diversidade de estratégias e padrões fenológicos maior que em outros ecossistemas (SARMIENTO & MONASTÉRIO, 1983; NEWSTROM et al., 1994). Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, apresentando padrões irregulares de difícil reconhecimento, principalmente em estudos de curto prazo (NEWSTROM et al., 1994; BENCKE & MORELLATO, 2002).

2.5 Banco Ativo de Germoplasma (BAG) e Estudo Fitoquímico

Germoplasma refere-se a qualquer material que constitui a base física da herança e que pode se transmitir de uma geração a outra (IBPGR, 1991). O objetivo de um BAG é representar todos os alelos contidos nas áreas de ocorrência natural da espécie. Todavia, a eficiência desta representação depende de fatores biológicos da espécie e estrutura genética, proporcionado pelo posicionamento geográfico das áreas de coleta (SOUSA & SOUZA, 2001).

O processo de domesticação de uma espécie envolve vários estágios, desde esforços para coleta de germoplasma até o seu melhoramento genético, visando obter características agronomicamente superiores. Em 1992, na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, foi estabelecido um BAG de jaborandi, com 39 acessos, cada acesso representado com 30 indivíduos, visando à sua conservação e utilização em programas de melhoramento genético. Embora vários estudos tenham sido realizados com esse germoplasma, ainda se faz necessário aprofundar e/ou consolidar os que já foram realizados como fitoquímica e molecular (MOURA, 2003). Porém, em caracterização fenológica, sazonalidade e manejo na colheita pouco foi feito para se avaliar este germoplasma, limitando a identificação dos acessos mais promissores para uso em programas de melhoramento.

O estudo químico das substâncias ativas das plantas, estrutura, distribuição, modificações e o processo de transformação que produzem no decurso da vida vegetal denominam-se fitoquímica. A referida ciência estuda cada grupo de princípios ativos,

com características próprias, desde a estrutura molecular até suas propriedades biológicas. A natureza química do vegetal é determinada pela presença ou não de determinadas substâncias, tais como: ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, proteínas, taninos, catequinas, glicosídeos cardíacos, lactonas, carotenoides, alcaloides, entre outros (LAMEIRA & AMORIM, 2008).

A distribuição das substâncias ativas em uma planta pode ser bastante irregular, alguns grupos de substâncias localizam-se em órgãos específicos da planta (raiz, caule, folhas, fruto, casca ou semente). Existe vegetais onde a máxima concentração do princípio ativo é atingida a partir de determinada idade e/ou fase de desenvolvimento (MARTINS et al., 1995).

2.6 Manejo Sustentável do Jaborandi

O projeto de “Manejo sustentado do jaborandi nativo no parque ecológico de Carajás” (Merck, 1997) foi elaborado a partir de experiências da empresa MERCK S/A em suas áreas de plantio de jaborandi no Maranhão, município de Barra do Corda (Unidade Agroindustrial Fazenda Chapada). Este documento técnico levantou informações sobre: a) Densidades populacionais de *P. microphyllus* na FLONA Carajás; b) Distribuições em classes de tamanho para população de jaborandi e a distribuição no espaço; c) Estruturas reprodutivas, sistemas de cruzamento e os modos e frequência de reprodução; d) Mecanismos de polinização e dispersão de sementes; e) Dinâmica de crescimento; f) Taxa de regeneração natural; g) Interação entre a planta e fatores climáticos.

A colheita de folhas de *P. microphyllus* realizada em áreas de preservação ambiental, principalmente na região amazônica (Serra de Carajás, município de Parauapebas, PA), deve ser feita de maneira que a regeneração de novos ramos ocorra em menor espaço de tempo para novas colheitas, sem prejudicar a planta adulta, possibilitando aumento na produção de folhas e rendimento no teor de pilocarpina (MERCK, 1997).

Os procedimentos de colheita foram baseados no plano de manejo do jaborandi, elaborado pela Merck, no Parque Ecológico de Carajás. A colheita da folha é realizada com o auxílio de tesoura de poda onde o corte é feito em ramos apicais no qual ocorre a mudança de coloração-fase transição entre o tecido antigo e o jovem. Essa metodologia possibilita o desenvolvimento de inflorescências localizadas abaixo da altura de corte,

contribuindo para não causar danos físicos excessivos a planta, possibilitando sua regeneração (MERCK, 1997). Porém, não existe um tamanho ou distância de corte fixada, podendo gerar dúvidas entre os folheiros no momento da colheita.

Ao todo existem 74 “bolas” de jaborandi mapeadas e georreferenciadas na Floresta Nacional de Carajás, perfazendo uma área total de 1.277,13 hectares. O potencial produtivo estimado para essa área foi de 20 g de folhas secas por planta. As classes de tamanho determinadas foram: a) Plantas menores que 0,5 m; b) Plantas entre 0,5 e 1,5 m; e c) Plantas maiores que 1,5 m. As plantas aptas à exploração sustentada foram aquelas com tamanho entre 0,5 e 1,5 m com um potencial produtivo de 120,16 kg de folhas secas de jaborandi por hectare (por ano). O potencial produtivo de folhas secas do jaborandi foi estimado em aproximadamente 153 toneladas por ano. As plantas maiores de 1,5 m não poderiam ser exploradas e foram denominadas de porta sementes para garantir continuidade de recomposição do estoque de plantas. A coleta de folhas pelos folheiros deveria ser feita com uso de tesouras de podas e acontecer entre os meses de outubro a abril. O uso da tesoura evitaria danos físicos às plantas, fato comum com o método de raspagem e a colheita nestes meses do ano, se justifica pela maior reposição de área foliar, no período chuvoso (MERCK, 1997).

Durante os anos 80 e 90, o principal comprador das folhas de jaborandi, por intermédio de atravessadores foi a empresa MERCK S/A Indústrias Químicas, mas interrompeu negociações com folheiros de Carajás após implantação de áreas de cultivo da planta em Barra do Corda (MA). As folhas coletadas são vendidas diretamente para a empresa SourceTech Química Ltda, no Estado de São Paulo e deixam a Floresta Nacional de Carajás com autorização para transporte de produtos florestais – ATPF, emitida pelo IBAMA (MERCK, 1997).

O valor pago por kg de folhas varia de acordo com a qualidade do produto, relacionada com o teor de pilocarpina, principal produto de interesse. Em suma, são quatro classes de folhas: A, B, C e D. A folha tipo A tem altos teores de pilocarpina, cor creme-esverdeada, indicando desidratação satisfatória (cerca 10-12%) e tamanho relativamente grande (PINHEIRO, 2002).

No mesmo projeto, as classes de folhas determinadas em Carajás, foram em sua maioria A, com valores estimados para época em R\$4,20 por quilo de folhas secas. Pinheiro (2002), afirma que em 1997 pagava-se entre US\$ 2,5 e US\$ 4,00 por quilo de folhas secas, dependendo da classificação destas.

Sabá et al. (2002) citaram dados do IBGE de 1996, nos quais o preço médio do jaborandi nos Estados do Pará, Maranhão e Piauí era de R\$747,63 por toneladas de folhas secas. O preço baixo é explicado pela deterioração do jaborandi nativo explorado desordenadamente.

Dados do IBGE (2003) apontam que a produção de folhas de jaborandi a partir do extrativismo tem declinado nos últimos anos. Para o biênio 2002-2003, houve queda de aproximadamente 27% da exploração extrativista, fato este, atribuído a crescentes investimentos das indústrias farmacêuticas para seu cultivo.

Em Parauapebas, no Estado do Pará, a Cooperativa “Yaborandi” comercializa pelo valor médio de R\$5,00 por quilo de folha seca. Portanto, os cuidados com os processos de secagem são fundamentais para evitar a fermentação dos compostos das folhas e perda do produto (ICMBio, 2009).

A palavra “poda” vem do latim *putare*, que significa limpar, cortar, desbastar, derramar. No conceito fitotécnico, ou seja, na arte de cultivar plantas, a poda é considerada uma técnica cultural utilizada para alterar o desenvolvimento natural da planta, tais como: forma, irregularidades de produção.

A prática de poda se torna importante para conhecer alguns princípios básicos de fisiologia e morfologia das plantas. A poda irá influenciar de forma marcante algumas funções como crescimento, absorção de água e nutrientes, entre outras. O crescimento vegetativo das plantas, de ramos e folhas é proporcional ao crescimento de suas raízes. A medida que a planta cresce, aumenta o número de ramos e folhas e, conseqüentemente, a fotossíntese e, com isso, há maior produção de seiva elaborada. Quando a planta acumula reserva suficiente, entra em frutificação, reduzindo seu crescimento e direcionando a seiva para a formação dos frutos. Após a colheita, a planta volta a crescer normalmente, aumentando seus ramos e folhas ao mesmo tempo em que aumenta suas raízes. Quando as reservas são novamente acumuladas, uma nova frutificação ocorre (SCARPARE FILHO et al., 2011).

Brickell (1979) afirma que a natureza tem o seu próprio método de poda. Os ramos pequenos desprendem-se naturalmente e os galhos finos, as folhas e as flores morrem e caem. Vagarosa mas continuamente, todas as plantas sofrem um processo de renovação natural. Pela poda não fazemos mais do que acelerar, embora parcialmente, esse processo normal.

De acordo com Inglês de Souza (1986), a denominação principal da poda se dá de acordo com o objetivo que se procura alcançar. Logo, quando a poda é realizada com

o objetivo de formar a estrutura da planta, é denominada de poda de formação; quando executada com o objetivo de obter uma frutificação regular, com frutos maiores e bem desenvolvidos, é denominada de poda de frutificação; e para manter as estruturas básicas e a sanidade da planta, é chamada de poda de limpeza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, V.C. **Fenologia de essências florestais amazônicas I**. INPA, 1970, Manaus, 25p. (Boletim do INPA, 4).
- BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.3, p.269-275.2002.
- BRICKELL, C., **A Poda**. Portugal: Publicações Europa-América, 1979, 228p.
- CABRERA, A.L. & KLEIN, R.M. **Flora Ilustrada Catarinensis – Composta**, 3 – Tribo: Vernonieae. Santa Catarina, Brasil. 1980. 186p.
- CARVALHO, J.O.P. **Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós**. EMBRAPA/CPATU, Belém. 1980, 15p. (Boletim de Pesquisa, 20).
- CHAPMAN, C.A.; WRANGHAM, R.W.; CHAPMAN, L.J.; KENNARD, D.K.; ZANNE, A.E. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, p.189-211.1999.
- CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J.; STRUHSACKER, T.T.; ZANNE, A.E.; CLARK, C.J.; POULSEN, J.R. A long-term evaluation of fruiting phenology: importance of climate change. **Journal of Tropical Ecology**, v.2, p.31-45.2005.
- COSTA, M. A. Plantas & Saúde. **Guia introdutório à fototerapia**. Brasília:Governo do Distrito Federal, 1992. 88p.
- COSTA, F.G. **Extrativismo de jaborandi na região de Carajás: histórico, situação atual e perspectivas**. Lavras: Ufla, Monografia. 2005, 41p.
- CRAVEIRO, A.A. **Constituintes Químicos Ativos de Plantas Brasileiras**. Ceará. Edições UFC. 1991. 416p.
- FONT QUER, P. **Plantas Medicinales**. Barcelona.Ed. Labor. 1972. 1033.p
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v.62, p.881-919.1974a
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. **Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology**. In: Lieth, H. (ed.). Phenology and seasonality modeling. Springer-Verlag, New York. p.287-296.1974b.
- GRIBEL, R.; GIBBS, P.E.; QUEIRÓZ, A.L. Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, p.247-263.1999

HOLMSTEDT, B., WASSÉN, S. H. & SCHULTES, R. E. Jaborandi: an interdisciplinary appraisal. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 1, n.1, p.3-21.1979.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Portaria Nº. 6**. Janeiro 15. Diário Oficial, Brasília. p.870-872. 1992.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. v.11, p.1-305, Rio de Janeiro, 1996.

IBGE. **Produção Extrativa Vegetal**. Fund. Brasileira de Geografia e Estatística, v.18, 1975-1998.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. v.18, p.1-43, 2003.

IBPGR. **Elseviers dictionary of plant genetic resources**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources.1991. 187p.

ICMBio, 2009. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/>> acesso em: 20 abr. 2009.

INGLEZ de SOUZA, J. S., **Poda das Plantas Frutíferas**. São Paulo: Nobel.1986.224.p.

JANZEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution**, v.21, p. 620-637. 1967.

JOSEPH, C. J. Revisão sistemática do gênero *Pilocarpus* (ssp. brasileiras). **Mecânica Popular**, Rio de Janeiro, p.1-9.1967.

KAASTRA, R. C. *Pilocarpinae* (Rutaceae). **Flora Neotropica**, Monograph. New York Botanical Garden; New York. 1982.

LAMEIRA, O.A.; AMORIM, A.C.L. Substâncias ativas de plantas medicinais. In: LAMEIRA, O.A.; PINTO, J.E.B.P. (Ed). **Plantas medicinais: do cultivo, uso e manipulação à recomendação popular**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p.73-82.

LUCIO, E. M. R. A.; SHARAPIN, N.; FRANÇA, H. S. Estudo de alcaloides de *Pilocarpus pennatifolius* Lemaire. **Revista Brasileira Farmacognesia**, v.12, p.130, 2002.

MARCHIORI, J.N.C. **Elementos de dendrologia**. 2.ed. Santa Maria: Editora UFSM. 2004. 176p.

MARQUES, M.E.T.; COSTA, J.P.C. **Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*)**. Belém: EMBRAPA CPATU, 1994. 4p. (Recomendações Básicas, 27).

MARTINS, E.R. **Plantas Medicinais**. Viçosa: UFV, 1995. 220p.

MERCK **Index Merck**: an encyclopedia of chemicals, drugs and biological. New Jersey: Susan Budavari, Ed., 1989.

MERCK S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS. **Manejo sustentado do jaborandi nativo no parque ecológico de Carajás**. Unidade agroindustrial da fazenda Chapada, Barra do Corda, Maranhão, julho de 1997, 87p.

MORGAN, R. **Enciclopédia das Ervas e Plantas Medicinais**. São Paulo. Hemus ed.. 1994. 555p.

MOURA, E.F. **Divergência genética entre acessos de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*)**. Lavras:UFLA, 2003. 75p (Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

NEWSTRON, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; COLWELL, R.K. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A.; HARTSHIRN, G.S. (eds.), **La Selva**: ecology and natural history of a neotropical rain forest. Chicago University Press, Chicago. p.142-160.1994.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, v.3, p.231-236.1976.

PARACAMPO, N.E.N.P. **Prospecção fitoquímica de plantas medicinais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p 1-13.

PINHEIRO, C.U.B. 2002. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex.Holm; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, São Carlos, v.16, n.2, p.141-150.2002

PINTO, J. E. B.P; SANTIAGO, E. A; LAMEIRA, O. A. **Compêndio de Plantas Medicinais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 208p.

PINTO, A.M.; RIBEIRO, R.A.; ALENCAR, J. DA C.; BARBOSA, A.P. Fenologia de *Simarouba amara* Aubl. na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, v.35, n.3, p.347-352.2005.

RATHKE, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.16, p.179-214.1985.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. Cambridge University Press, Cambridge. 423p.1952

RIEKE, J. W., HAFERMANN, M. D., JOHNSON, J. T., LEVEQUE, F. G., IWAMOTO, R., STEIGER, B. W., MUSCOPLAT, C & GALLAGHER, S. C. Oral pilocarpine for radiation- induced xerostomia: Integrated efficacy and safety results from two prospective randomized clinical trials. **International Journal of Radiation Oncology Biology Physics**, v.31, n.3, p.661- 669.1995.

SABÁ, R. T.; LAMEIRA, O. A.; LUZ, J. M. Q.; GOMES, A. P.; INNECCO, R. Micropropagação do jaborandi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.06-109.2002.

SARMIENTO, G.; MONASTÉRIO, M. Life forms and phenology. **In:** Bourliere, F. (ed.). Tropical savannas. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. p.79-108.1983

SCARPARE FILHO, J. A.; BORDIGNON, R. M.; SILVA, S.R. **Poda de árvores frutíferas**, Piracicaba: USP/ESALQ/Casa do Produtor Rural, 2011.

SILVA, S.M.P.da. Arnica de Campos Ruprestes *Lychnophora pinates* Mart. Asteraceae: Aspectos da fenologia e de aquênios. **In:** Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares: avanços na pesquisa agronômica. MING, L.C. (Ed.). Botucatu: UNESP, 1998.v.1, p.2-3.

SMYTHE, N. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. **American Naturalist**, v.104, p.25-35.1970.

SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, v.15, p.274-281.1965

SKORUPA, L.A. New chromosome numbers in *Pilocarpus* Vahl (Rutaceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Carlos, v.14, n.1, p.11-14.2005

SOURCETECH QUÍMICA LTDA. Disponível em:<<http://www.sourcetechn.com.br/produtos.htm>>. Acesso em: 07 de jul. de 2005.

SOUSA, N.R.; SOUZA, A. das G.C. Conservação ex situ e utilização de espécies nativas. **In:** SOUSA, N.R.; SOUZA, A. das G.C. (Ed). **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental**, Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 205p.

SOUZA FILHO, J. P.; DIAS, A. B. T.; LIMA FILHO, A. A. S.; SARTORI, M. F.; MARTINS, M. C. A evolução do mercado farmacêutico brasileiro no tratamento do glaucoma nos últimos 30 anos. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v.66, p.811-817.2003.

VALDEZ, I. H., WOLFF, A., ATKINSON, J. C., MACYNSKI, A. A. & FOX, P. C. Use of pilocarpine during head and neck radiation therapy to reduce xerostomia and salivary dysfunction. 1993. **Cancer**. v.71, n.5, p.1848-1851.1993.

VAN SCHAIK, C.P. Phenological changes in a Sumatran rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 2:327-347.1986

VAN SCHAIK, C.P.; TERBORGH, J.W.; WRIGHT, S.J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, p.353-377.1993.

VEGEFLORA. **Relatório sobre a extração de jaborandi na Flona Carajás-PA: atividade do plano de exploração 2008**. 2008, 11p.

VEGEFLORA. **Extrações do Nordeste Limitada**. Ficha técnica sobre jaborandi. Disponível no site: <http://www.centroflora.com.br/index.php/pt/pilocarpina.html>.

VIEIRA, R.F. Conservation of medicinal and aromatic plants in Brazil. In: JANICK, J. **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press. 1999. p.152-159.

WHEELWRIGHT, N.T. 1985. Competition for dispersers, and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. **Oikos**, v.44, p.465-477.1985

WYNN, R. L. Oral pilocarpine (Salagen): A recently approved salivary stimulant. **General Dentistry**. v.44, n.1, p.29-30.1996.

ZIMMERMAN, J.K.; WRIGHT, S.J.; CALDERÓN, O.; PAGAN, M.A.; PATON, S. Flowering and fruiting phenologies of seasonal and aseasonal neotropical forests: the role of annual changes in irradiance. **Journal of Tropical Ecology**, v.23, p.231-251.2007.

CAPÍTULO 1

FENOLOGIA E PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DO JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)

RESUMO

O estudo fenológico tem como finalidade determinar o ritmo sazonal dos eventos do ciclo de vida da planta, como floração e frutificação. Estes eventos são determinados por uma série de fatores como: alternância de períodos chuvosos ou não chuvosos, intensidade da radiação solar, entre outros. A fitoquímica estuda cada grupo de princípios ativos das plantas, com características próprias, desde a estrutura molecular até suas propriedades biológicas. O trabalho teve como objetivo realizar a caracterização fenológica e a prospecção fitoquímica de folhas de jaborandi. A área de estudo para avaliação do material vegetal foi o Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental, situada no município de Belém-PA. Os registros foram coletados de quatro acessos (Merck cultivado a pleno sol e a sombra, Japonês e Bonal 4 cultivados a pleno sol) diariamente por um período de 24 meses, correspondente aos anos de 2010 a 2012, de cinco plantas/acesso e organizados para demonstração mensal, através de fichas com a numeração respectiva das plantas, com registro de presença ou ausência das fenofases floração e frutificação. A determinação do peso seco das amostras dos acessos foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, onde após triagem e remoção das impurezas, as folhas foram cortadas, pesadas, colocadas em bandejas de inox e secas em estufa com circulação mecânica (FANEM 320-SE), à temperatura de 45° C por 120h. Em seguida, as amostras foram pesadas, trituradas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e guardados sob refrigeração à temperatura de 10° C até o uso. Os extratos das plantas foram preparados utilizando-se 100 g de folhas secas de cada acesso, trituradas e submetidos à extração hidroalcoólica (etanol 80%) em banho-maria sob refluxo, por aproximadamente 4 horas. Os extratos foram armazenados protegidos da luz na geladeira até o momento das análises. Foi analisada a presença das seguintes classes de substâncias químicas: ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, proteínas e aminoácidos, taninos, catequinas, flavonoides, glicosídeos cardíacos, sesquiterpelactonas, azulenos, carotenoides, esteroides e triterpenídeos, depsídeos e depsidonas, derivados da cumarina, saponina espumígena, alcaloides, purinas, antraquinonas. Os resultados obtidos demonstraram que a espécie *Pilocarpus microphyllus* apresentou floração durante o ano todo e a frutificação em onze meses do ano e a prospecção fitoquímica revelou a presença de 11 classes de constituintes químicos.

Palavras - chave: floração, frutificação, constituintes químicos.

CHAPTER 1

PHENOLOGY AND PROSPECT OF JABORANDI PHYTOCHEMISTRY

(*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)

ABSTRACT

The phenological study aims to determine the seasonal rhythm of the events of the life cycle of the plant, such as flowering and fruiting. These events are determined by a number of factors such as alternating periods of rainy or not rainy, solar radiation intensity, among others. Phytochemical studies each group of active principles of plants with specific characteristics, from molecular structure to its biological properties. The study aimed to carry out phenological characterization and phytochemical screening of leaves jaborandi. The study area chosen for evaluation of plant material was the Active Germplasm Bank of Embrapa Amazônia Oriental Jaborandi, located in the municipality of Belém - PA. The records were collected four hits (Merck grown in full sun and shade, Japanese and Bonal 4 grown in full sun) daily for a period of 24 months, corresponding to the years 2010 to 2012, five plants / access and arranged for monthly statement, through records with respective numbers of plants, with a record of presence or absence of flowering and fruiting phenophases. The determination of the dry weight of the samples of the accessions was performed at the Laboratory of Agro Embrapa Amazônia Oriental, where after screening and removal of impurities, the leaves were cut, weighed, placed in trays and dried in stainless steel with mechanical movement (FANEM 320 UP) at a temperature of 45 ° C for 120h. Then, the samples were weighed, crushed and placed in properly identified and stored under refrigeration at a temperature of 10° C until use plastic bags. The plant extracts were prepared using 100 g of dried leaves of each access, crushed and subjected to aqueous alcohol extraction (80% ethanol) in a water bath under reflux for about 4 hours. The extracts were stored protected from light in the refrigerator until the time of analysis. The presence of the following classes of chemicals was investigated: organic acids, reducing sugars, polysaccharides, proteins and amino acids, tannins, catechins, flavonoids, glycosides, sesquiterpelactonas, azulenes, carotenoids, steroids and triterperenides, and depsídeos depsidonas, coumarin derivatives, espumílica saponin, alkaloids, purines, anthraquinones. The results showed that the species had *Pilocarpus microphyllus* flowering throughout the year and fruiting in eleven months of the year and phytochemical screening revealed the presence of 11 classes of chemical constituents.

Keywords: flowering, fruiting, chemical constituents.

1. INTRODUÇÃO

O estudo fenológico tem como finalidade determinar o ritmo sazonal dos eventos do ciclo de vida, como floração e frutificação. Estes eventos são determinados por uma série de fatores como alternância de períodos chuvosos ou não chuvosos, intensidade da radiação solar, entre outros (SILVA, 1998).

De acordo com D'êça Neves & Morellato (2004), para que o cultivo e o manejo das espécies vegetais sejam conduzidos de forma adequada, é essencial o entendimento da dinâmica dos ecossistemas onde essas espécies têm origem e desenvolvimento, sendo os estudos fenológicos uma ferramenta essencial para tal finalidade. Além de permitir a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais, o registro das características fenológicas é de grande importância por servir como indicador das respostas das plantas às condições climáticas e edáficas de determinada área (FOURNIER, 1974).

A organização biológica dos sistemas tropicais e sua evolução podem ser bem compreendidas através da análise fenológica de comunidades. A periodicidade nos padrões reprodutivos e vegetativos das plantas reflete a distribuição anual e a disponibilidade de tipos específicos de recursos (FRANKIE et al., 1974). Informações sobre a fenologia das espécies amazônicas são ainda insuficientes e fragmentadas, e os dados existentes dizem respeito, principalmente, àquelas espécies de interesse ou potencial econômico.

As análises de prospecção fitoquímica de plantas medicinais são métodos laboratoriais, que têm por objetivo detectar as classes de constituintes químicos presentes na parte da planta usada na medicina popular (PARACAMPO, 2009). Logo, o trabalho teve como objetivo realizar a caracterização fenológica e a prospecção fitoquímica de folhas de jaborandi.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

A área de estudo para avaliação fenológica do material vegetal foi o Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi, instalado no horto de plantas medicinais da

Embrapa Amazônia Oriental, situada no município de Belém-PA, localizado a 1° 27' 21'' S de latitude e 48° 30' 14'' W de longitude, com altitude de 10 m e temperatura média anual de 30°C.

2.2 Fenologia dos acessos

Os registros foram coletados de quatro acessos (Merck cultivado a pleno sol e à sombra natural, Japonês e Bonal 4 cultivados a pleno sol) diariamente por um período de 30 meses, correspondente aos anos de agosto de 2010 a dezembro de 2012, de cinco plantas/acesso e organizados para demonstração mensal, através de fichas com a numeração respectiva das plantas, com registro de presença ou ausência das fenofases floração e frutificação. O acesso Merck é procedente do município de Barra do Corda-MA e Japonês e Bonal 4 do município de Mojú-PA. Esses acessos apresentam teor de pilocarpina acima de 0,60%, valor mínimo para ser considerado na seleção de um germoplasma (EMBRAPA, 1996).

O período de floração incluiu desde a formação dos botões até o final do período de antese das flores, e o de frutificação desde a formação visível dos frutos até sua queda. Os registros das fenofases dos indivíduos foram observados sem levar em consideração os fatores edáficos e bióticos.

2.3 Preparação dos extratos

As amostras dos acessos foram obtidas no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, onde após triagem e remoção das impurezas, as folhas foram cortadas, pesadas, colocadas em bandejas de inox e secas em estufa com circulação mecânica (FANEM 320-SE), à temperatura de 45° C por 120h. Em seguida, as amostras foram pesadas, trituradas em moinho de faca e acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e armazenados, sob refrigeração à temperatura de 10° C até o uso.

Os extratos das plantas foram preparados utilizando-se 100 g de folhas secas de cada acesso, trituradas e submetidas à extração hidroalcoólica (etanol 80%) em banho-maria sob refluxo por, aproximadamente, 4 horas. O material foi então filtrado a vácuo e concentrado em evaporador rotatório (Buch El 131 Sibata) a 150 rpm sob pressão

reduzida a 45° acoplado à bomba de vácuo (AAKer). A seguir, os extratos foram armazenados protegidos da luz na geladeira até o momento das análises (MATOS, 1997).

2.4 Prospecção fitoquímica

A análise fitoquímica das amostras dos acessos foi realizada no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental. Os extratos foram submetidos à análise fitoquímica, segundo metodologia dos protocolos descritos por MATOS (1997). Foi analisada a presença das seguintes classes de substâncias químicas: ácidos orgânicos, açúcares redutores, polissacarídeos, proteínas e aminoácidos, taninos, catequinas, flavonoides, glicosídeos cardíacos, sesquiterpelactonas, azulenos, carotenoides, esteroides e triterpenídeos, depsídeos e depsidonas, derivados da cumarina, saponina espumígena, alcaloides, purinas, antraquinonas. Os reagentes utilizados para os testes foram os mesmos citados por HARBORNE (1984), MATOS (1997) e FALKENBERG et al. (2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fenologia

No sistema de cultivo a pleno sol do acesso Merck ocorreu floração e frutificação em todos os meses do período avaliado de agosto de 2010 a dezembro de 2012 (Figura 1). Nos meses de fevereiro, maio e novembro ocorreram as maiores médias de frequências de número de dias (21 dias) de floração e frutificação, favorecendo a coleta de sementes para a produção de mudas. Entretanto, o número de dias para coleta de folhas visando a análise fitoquímica foi reduzido, haja visto, que a coleta de folhas para análise fitoquímica deve ser realizada, preferencialmente, quando os ramos da planta não estão em fase reprodutiva, face a taxa de concentração dos metabólitos secundários se encontrarem mais altas (LAMEIRA & AMORIM, 2008). O menor número de dias de floração e frutificação foi registrado no mês de julho com 7 dias, nos 2 anos consecutivos, o que favoreceu a coleta de folhas para análise fitoquímica, reduzindo, no entanto, o número de dias para coleta de sementes visando a produção de mudas.

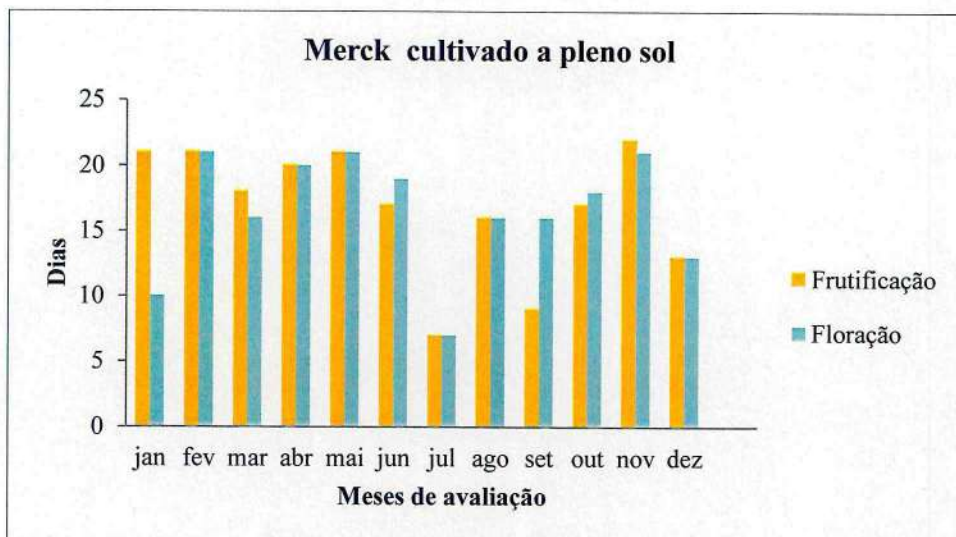


Figura 1. Floração e frutificação do acesso Merck cultivado a pleno sol.

No acesso Merck cultivado a sombra (Figura 2) a floração no período avaliado ocorreu em todos os meses do ano, sendo registrado no mês de setembro com 20 dias a maior frequência, e nos meses de fevereiro a maio e agosto e outubro frequências de 19 dias. Os menores números de dias foram registradas nos meses de julho e dezembro, respectivamente, com 8 e 7 dias, nos 2 anos. A frutificação ocorreu em todos os meses do ano, exceto no mês de janeiro. O maior número de dias observado ocorreu nos meses de fevereiro, maio, setembro e novembro com 21 dias. No mês de julho ocorreu o menor número com 8 dias de frutificação. As menores frequências de dias em que ocorrem as fenofases favoreceriam a coleta de material vegetal para análise fitoquímica conforme Lameira & Amorim, (2008), porém prejudicaria a coleta de sementes para multiplicação da espécie.

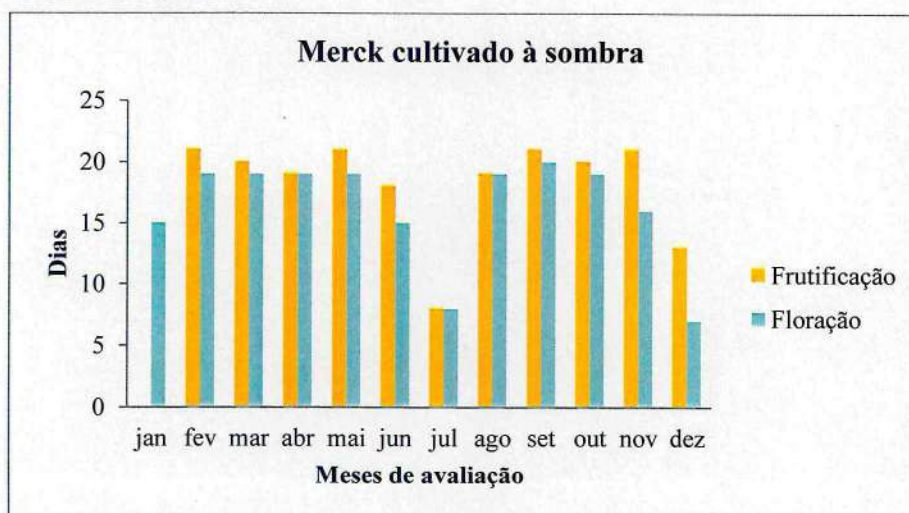


Figura 2. Floração e frutificação do acesso Merck cultivado à sombra.

No acesso Bonal 4 (Figura 3) a floração ocorreu em todos os meses do ano, sendo registrados 21 dias nos meses de janeiro, fevereiro, março e maio e 22 dias no mês de novembro. Quanto à frutificação somente no mês de abril não ocorreu. No mês de novembro com 22 dias foi registrado o maior número de dias e em fevereiro e maio 21 dias. O menor número de dias de floração e frutificação ocorreu no mês de julho com 7 dias. Nos meses de janeiro, março, abril, junho e setembro o número de dias com floração foram maiores que o de frutificação.

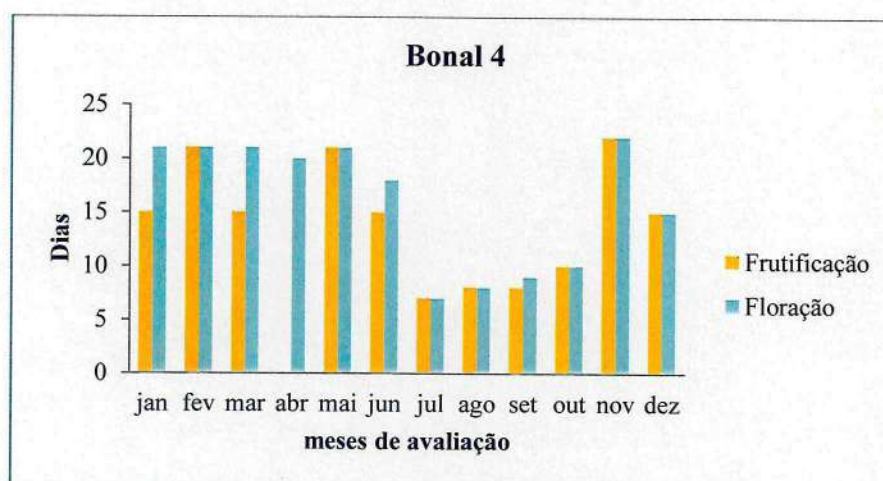


Figura 3. Floração e frutificação do acesso Bonal 4 cultivado a pleno sol.

Para o acesso Japonês (Figura 4) a floração e frutificação ocorreu em todos os meses do ano. Nos meses de fevereiro e maio foram registrados 21 dias de floração e nos meses de abril, setembro e outubro 20 dias. Na frutificação os maiores registros ocorreram nos meses de janeiro, maio e setembro com 21 dias e nos meses de fevereiro, abril e outubro 20 dias. O menor registro para floração e frutificação ocorreu no mês de julho com 7 dias, provavelmente início do período menos chuvoso.

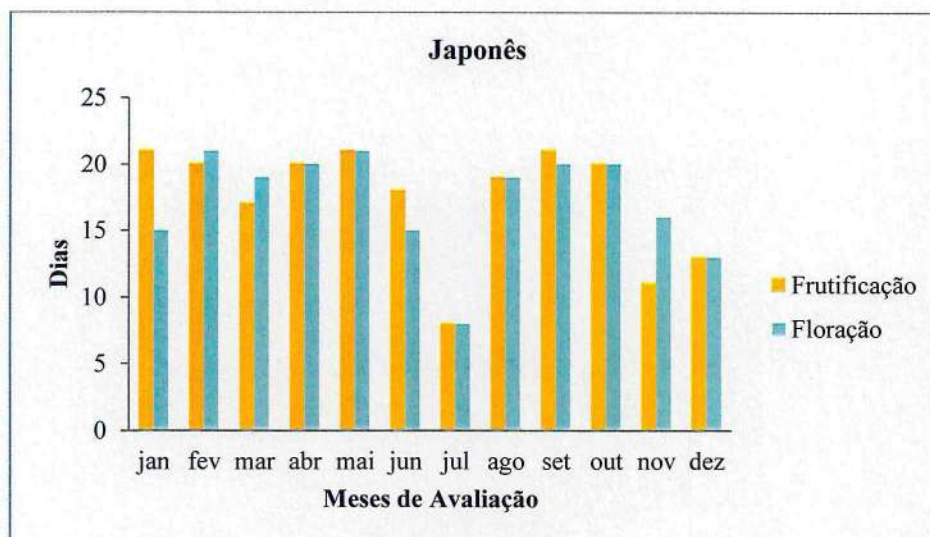


Figura 4. Floração e frutificação do acesso Japonês cultivado a pleno sol.

Os resultados de fenologia obtidos nesse trabalho demonstraram que a espécie *Pilocarpus microphyllus* independente do acesso e do sistema de cultivo apresentou floração durante todo o ano e frutificação em até onze meses do ano, facilitando o processo de colheita de sementes para produção de mudas e regeneração de novas plantas, bem como, o manejo da espécie. Entretanto, os resultados obtidos demonstraram que a coleta de material vegetal, principalmente as folhas para análise fitoquímica e uso devem ser bem planejadas, devido que, no período de floração e frutificação as substâncias ativas se deslocam para os órgãos de reprodução proporcionando uma maior concentração das mesmas (LAMEIRA & AMORIM, 2008). Assim, as folhas coletadas poderiam estar com uma concentração muito baixa dessas substâncias o que, consequentemente, prejudicaria o uso dessa parte do vegetal. Os estudos fenológicos realizados estão de acordo com ARAÚJO (1970) e BENCKE & MORELLATO (2002).

Através de estudos fenológicos, torna-se possível conhecer a época de reprodução, a deciduidade e o ciclo de crescimento vegetativo das plantas, parâmetros que podem ser utilizados para o manejo adequado da flora (RIBEIRO & CASTRO, 1986). O conhecimento da fenologia é importante para poder ajudar no planejamento do manejo do plantio (FALCÃO et al., 2000).

De acordo com Silva (1998), um dos passos iniciais mais importantes para o conhecimento e utilização das espécies vegetais é o estudo da sua biologia, em particular o da fenologia. Nesse sentido, é de fundamental importância o conhecimento do período de floração e frutificação dessas espécies para identificação do período mais

apropriado para colheita dos materiais a serem utilizados na agroindústria e na fitoquímica.

Muniz (2008) afirma um período grande de floração de abril a julho, com um pico em novembro/dezembro em árvores da Amazônia Maranhense, justificado pelo início de estação chuvosa. Enquanto que, Araújo (1970) considera que a floração e a frutificação ocorrem, na maioria dos casos, na dependência da distribuição das chuvas durante o ano, embora o efeito da regularidade ou severidade das estações seca ou chuvosa sobre as plantas permaneçam desconhecida (NEWSTROM et al., 1994). Fato que não ocorreu nesse trabalho com o jaborandi, pois independente do acesso, do sistema de cultivo e do período de chuvas (maior período de ocorrência no município de Belém - PA de janeiro a junho e menor período de ocorrência de julho a dezembro), a floração ocorreu em todos os meses do ano e a frutificação em onze meses.

3.2 Prospecção fitoquímica

O screening fitoquímico realizado nas folhas de jaborandi do acesso Merck, cultivado a pleno sol e à sombra visando identificar a influência do sistema de cultivo, revelou a presença de 11 classes de constituintes químicos: açúcares redutores, proteínas e aminoácidos, taninos, azuleno, carotenoides, esteroides, triperpenoides, depsídeos, depsidonas, saponina espumídica e alcaloides 1, 2, 3 e 4. Dentre esses, foi observada a presença de açúcares redutores no cultivo a pleno sol e ausência no cultivo à sombra, bem como, a presença de saponina espumídica no cultivo sombreado e ausência no cultivo a pleno sol, únicas diferenças qualitativas identificadas sob a influência dos sistemas de cultivos, não afetando a classe dos alcaloides, uma das substâncias mais importantes do jaborandi (Tabela 1).

Tabela 1. Screening fitoquímico de folhas de jaborandi (*P. microphyllus*), do acesso Merck, cultivado a pleno sol e à sombra.

AMOSTRA	SCREENING FITOQUÍMICO					
	Ácidos orgânicos	Açúcares redutores 1	Açúcares redutores 2	Polissacarídeos	Proteínas e aminoácidos 1	Taninos
Folhas de jaborandi (sol)	N	P	N	N	P	P
folhas de jaborandi (sombra)	N	N	N	N	P	P
AMOSTRA	Catequinas	Derivados da cumarina	Esteróides	Saponina espumídica	Alcalóides 1	Alcalóides 2
Folhas de jaborandi (sol)	N	N	P	N	P	P
folhas de jaborandi (sombra)	N	N	P	P	P	P
AMOSTRA	Alcalóides 3	Alcalóides 4	Purinas	Antraquinonas 1	Antraquinonas 2	Depsídeos e depsidonas
Folhas de jaborandi (sol)	P	P	N	N	N	P
folhas de jaborandi (sombra)	P	P	N	N	N	P
AMOSTRA	Azulenos	Carotenóides	Flavonóides	Glicosídeos cardíacos 1	Glicosídeos cardíacos 2	Triperpenóides
Folhas de jaborandi (sol)	P	P	N	N	N	P
folhas de jaborandi (sombra)	P	P	N	N	N	P

P = positivo; N = negativo.

A natureza química do vegetal é determinada pela presença ou não de determinadas substâncias, tais como os alcaloides e dentre estes, destaca-se no jaborandi a pilocarpina, seu principal constituinte químico (LAMEIRA & AMORIM, 2008).

Nesse sentido, a determinação desse alcaloide é de fundamental importância para os programas de melhoramento genético. A determinação do teor de pilocarpina não foi realizada nesse trabalho por já existir essa informação dentro do BAG jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental, tendo sido realizado pela Japan International Cooperation Agency - JICA (Embrapa, 1996), tendo sido determinado que 86,6% dos acessos apresentam teor de pilocarpina acima de 0,60%.

4. CONCLUSÕES

Os acessos estudados do Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental apresentam floração em todos os meses do ano e frutificação durante onze meses. Na prospecção fitoquímica realizada nas folhas de jaborandi, 11 classes são identificadas independentes do sistema de cultivo realizado, a pleno sol ou à sombra. Dentre essas, 9 classes são comuns aos dois sistemas e duas delas, açúcares redutores e saponina espumídica, respectivamente, exclusivas do sistema de cultivo a pleno sol e do cultivo à sombra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, V.C. **Fenologia de essências florestais amazônicas**. Boletim Pesquisa Florestais 4, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.1970.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira Botânica**, v.25, n.3, p.269-275. 2002.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém,PA). **Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido**. Belém:EMBRAPA-CAPTU/JICA, 1996. p.305 (EMBRAPA – CAPATU. Documentos, 85).
- FALCÃO, M.A.; GALVÃO, R.M.S.; CLEMENT, C.R.; FERREIRA, S.A.N.; SAMPAIO, S.G. Fenologia e produtividade do Araçá-boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae) na Amazônia Central. **Acta amazônica**, v.30, n.1, p.9-21, 2000.
- FOSTER, R.B. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In: Lieth Jr, E.G., Rand, A.S.; Windsor, D.M. (eds.). **The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes**. Smithsonian Institution Press: Washington, 1985. p.151-172.
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In: Lieth, H. (ed.). **Phenology and seasonality modeling**. Springer-Verlag, New York. 1974. p.287-296.
- LAMEIRA, O.A; AMORIM, A.C.L. Substâncias ativas de plantas medicinais In: LAMEIRA, O.A.; PINTO, J.E.B.P. (Ed). **Plantas medicinais: do cultivo, uso e manipulação à recomendação popular**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p. 73-82.
- MATOS, F. J. A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. 2ª edição. Fortaleza: Editora UFC, 1997. 141 p.
- MOURA, E.F. **Divergência genética entre acessos de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*)**. Lavras:UFLA, 2003. 75p (Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MUNIZ, F.H. **Estrutura e dinâmica da floresta pré-amazônica na Reserva Florestal de Buriticupu, Buriticupu - MA**. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências/UNESP, Rio Claro, 1998. 228p.

MUNIZ, F.H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. **Acta amazônica**, v.38, n.4, p.617-626, 2008.

NEWSTRON, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; COLWELL, R.K. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A.; HARTSHIRN, G.S. (eds.), **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago University Press, Chicago. p.142-160. 1994.

PARACAMPO, N.E.N.P. **Prospecção fitoquímica de plantas medicinais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p 1-13.

RIBEIRO, J.R.; CASTRO, L.H.R. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, n.1, p.7-11, 1986.

SILVA, S.M.P. da. Arnica de Campos Ruprestes *Lychnophora pinates* Mart. Asteraceae: aspectos da fenologia e de aquênios. In: **Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. MING, L.C. (Ed.). Botucatu: UNESP, 1998.v.1, p.2-3.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE PRODUÇÃO DE FOLHAS A PARTIR DE DIFERENTES DISTÂNCIAS DE CORTES EM RAMOS DE JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO.

RESUMO

A poda é uma técnica que tem sido utilizada para estimular o lançamento de ramos, redução de porte, limpeza de manutenção e antecipa a fase reprodutiva. Nesse sentido, é importante a realização de estudos de manejo, que visam à coleta sustentável de folhas de jaborandi. A realização de podas na planta, visando um manejo que não danifique o arbusto e possibilite a manutenção do seu crescimento se faz necessária. O trabalho teve como objetivo avaliar e comparar distâncias de cortes realizadas em duas podas em ramos de jaborandi visando a produção de folhas. O trabalho foi desenvolvido no Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental, situada no município de Belém-PA. Na realização das podas foram utilizados quatro acessos (Merck cultivado a pleno sol e à sombra, Japonês e Bonal 4 cultivados a pleno sol). O acesso Merck é procedente do município de Barra do Corda-MA e Japonês e Bonal 4 do município de Mojú-PA. A colheita das folhas foi realizada manualmente com o auxílio de tesoura de poda, em plantas com alturas de 1,0 a 2,0 m de altura, realizando-se cortes nos ramos identificados por fitas de cores diferentes, respectivamente, a 10 e 20 cm de distância da bifurcação dos ramos, para não causar danos físicos às plantas, e ainda, possibilitar sua regeneração. As plantas de cada acesso, registradas e identificadas foram avaliadas a cada 10 dias, após a primeira poda dos ramos, visando determinar o número de folhas e comprimento da maior brotação, número de brotações, número total de folhas por poda e o tempo de regeneração para a segunda poda. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial envolvendo três experimentos. Os dados obtidos foram interpretados estatisticamente por meio da análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$) através do programa Sisvar. Os resultados obtidos demonstraram que, a partir dos 10 meses de realização da poda dos ramos, o sistema de cultivo a pleno sol respondeu com maior eficiência independente da distância de corte realizada, quando comparado com o sistema de cultivo à sombra, e a realização de podas consecutivas favoreceu a produção de folhas aumentando a produtividade sem prejudicar o desenvolvimento da planta.

Palavras- chave: poda, regeneração, germoplasma.

CHAPTER 2

EVALUATION OF PRODUCTION OF LEAVES FROM DIFFERENT DISTANCES OF CUTS IN LINE OF JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) IN DIFFERENT CONDITIONS OF CULTIVATION

ABSTRACT

Pruning is a technique that has been used to stimulate the release of branches, canopy reduction, cleaning maintenance and anticipates the reproductive phase. Therefore, it is important to conduct management studies, aimed at sustainable collection sheets jaborandi. The realization of pruning the plant, seeking a management that does not damage the bush and allow the maintenance of its growth is needed. The study aimed to evaluate and compare distances in two cuts made in pruning branches jaborandi aiming to the production of leaves. The work was developed in the Active Germplasm Bank of Embrapa Amazônia Oriental Jaborandi, located in the municipality of Belém - PA. In carrying out the pruning four accessions were used (Merck grown in full sun and shade, Japanese and Bonal 4 grown in full sun). The Merck access is coming from the city of Barra do Corda and MA - 4 Bonal Japanese and the municipality of Mojú - PA. Harvesting of the sheets was performed manually with the aid of pruning shears in plant heights 1.0 to 2.0 m high, performing cuts on the branches identified by ribbons of different colors, respectively, at 10 and 20 cm from the bifurcation of the branches, not to cause physical damage to plants, and also enable its regeneration. The plants of each access, recorded and identified were evaluated every 10 days after the first pruning of the branches, to determine the number of leaves and length of the longest sprout, shoot number, total number of leaves per cutting and regeneration time for the second pruning. The experimental design was completely randomized, factorial involving three experiments. The data were interpreted by analysis of variance and means were compared by Tukey test ($P < 0.05$) by Sisvar program. The results showed that after 10 months of completion of the pruning of the branches of the system the unshaded responded with greater efficiency regardless of distance cutoff performed, may influence the selection of germplasm; and conducting consecutive pruning favored leaf production increasing productivity without harming the plant development.

Key words: pruning, regeneration, germplasm.

1. INTRODUÇÃO

O jaborandi, pertencente à família das Rutáceas e gênero *Pilocarpus*, é uma planta largamente usada pela indústria farmacêutica na fabricação de remédios à base de pilocarpina. A folha do jaborandi verdadeiro (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) é usada na fabricação de colírio e de remédios para cirurgias e tratamentos oftalmológicos, sobretudo o glaucoma (ICMBio, 2009).

O jaborandi verdadeiro passou a ser incluído na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção do IBAMA, por causa do extrativismo desordenado realizado por folheiros que não seguiam nenhum método sustentável de coleta das folhas. Eles realizam essa colheita de forma desordenada e predatória, costumam arrancar o arbusto para retirar dele somente as folhas (ICMBio, 2009).

A poda é uma técnica que tem sido utilizada para estimular o lançamento de ramos, a redução de porte, a limpeza de manutenção e antecipa a fase reprodutiva (INGLEZ DE SOUZA, 1986). Nesse sentido, é importante a realização de estudos de manejo, que visam à coleta sustentável de folhas de jaborandi. A realização de podas na planta, visando um manejo que não danifique o arbusto e possibilite a manutenção do seu crescimento se faz necessária (WEISS et al., 2011). O trabalho teve como objetivo avaliar e comparar distâncias de cortes realizadas em duas podas em ramos de jaborandi visando à produção de folhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

A área de estudo para coleta de material vegetal foi o Banco Ativo de Germoplasma de Jaborandi, instalado no horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental situada no município de Belém-PA, localizado a 1° 27' 21'' S de latitude e 48° 30' 14'' W de longitude, com altitude de 10 m e temperatura média anual de 30°C.

2.2 Acessos utilizados

Na realização das duas podas foram utilizados quatro acessos: Merck cultivado a pleno sol e à sombra do sub - bosque, Japonês e Bonal 4 cultivados no espaçamento 0,40 x 0,40 m, em sistema triangular a pleno sol. O acesso Merck é procedente do município de Barra do Corda-MA e Japonês e Bonal 4 do município de Mojú-PA.

2.3 Colheita

A colheita das folhas foi realizada manualmente com o auxílio de tesoura de poda para não causar danos físicos às plantas, e ainda, possibilitar sua regeneração (VEGEFLORA, 2008). Foram realizadas duas podas, em plantas com alturas de 1,0 a 2,0 m de altura, realizando-se cortes nos ramos identificados por fitas de cores diferentes, respectivamente, a 10 e 20 cm de distância da bifurcação dos ramos (Figura 1).

As plantas de cada acesso, registradas e identificadas, foram avaliadas a cada 10 dias no período de agosto/2010 a dezembro/2012, após a primeira poda dos ramos, visando determinar o número de folhas e comprimento da maior brotação, número de brotações, número total de folhas por poda e o tempo de regeneração para a segunda poda. Na segunda poda foram realizados cortes somente a 20 cm de distância do corte inicial no acesso Japonês e realizada as mesmas avaliações da primeira poda.

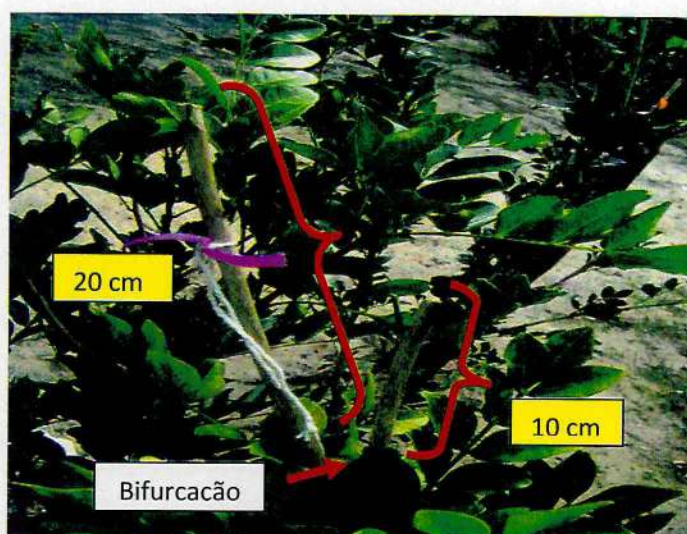


Figura 1. Distâncias de cortes realizados a 10 e 20 cm da bifurcação em ramos de jaborandi.

2.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial envolvendo três experimentos: Experimento I, interação envolvendo duas distâncias de corte com dois sistemas de cultivo (sol e sombra) para o acesso Merck; Experimento II, duas distâncias de corte e três acessos, Japonês, Bonal 4 e Merck cultivados a pleno sol; Experimento III, duas podas e um acesso, Japonês cultivado a pleno sol e o corte realizado à 20 cm de distância da bifurcação dos ramos. Cada experimento envolveu cinco repetições e cada repetição foi representada por uma planta e em cada planta foi realizado quatro cortes de 10 e 20 cm de distância da bifurcação. As avaliações foram realizadas com 5, 10 e 15 meses para o Experimento I e com 5 meses para os Experimentos II e III. Os dados obtidos foram interpretados estatisticamente por meio da análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$) através do programa Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Não houve diferença significativa na avaliação realizada aos 5 meses de idade entre a distância de cortes para os parâmetros avaliados e entre os sistemas de cultivo para número de folhas. Embora, numericamente nos sistemas de cultivo a pleno sol e a sombra, respectivamente, tenham sido observados o maior (8,80) e menor (2,95) número médio de folhas no corte realizado a 10 cm de distância da bifurcação do ramo. Entretanto, houve diferença significativa entre os sistemas de cultivos para o comprimento da maior brotação de ramos, sendo observado o maior comprimento médio de 20,38 cm no corte realizado a 10 cm e no sistema de cultivo a pleno sol e o menor comprimento médio (3,15 cm) no corte realizado a 10 cm e no sistema de cultivo a sombra (Tabela 1). Os resultados indicam que a produção de folhas por área cultivada será maior no sistema de cultivo a pleno sol e o corte realizado a 10 cm da bifurcação do ramo.

Tabela 1. Número de folhas e comprimento da maior brotação de ramos de plantas de jaborandi submetidas às diferentes distâncias de corte dos ramos no acesso Merck cultivado a pleno sol e à sombra, avaliados aos 5, 10 e 15 meses após o corte.

Sistemas cultivo	Corte 10 cm		Corte 20 cm	
	Nº de folhas	Comprimento (cm)	Nº de folhas	Comprimento (cm)
5 Meses				
Sol	8,80 aA	20,38 aA	7,40 aA	16,96 aA
Sombra	2,95 aA	3,15 bA	5,22 aA	4,83 bA
10 Meses				
Sol	13,83 aA	28,37 aA	17,00 aA	30,89 aA
Sombra	6,21 bA	7,28 bA	5,88 bA	5,92 bA
15 Meses				
Sol	16,60 aA	43,73 aA	17,80 aA	39,81 aA
Sombra	9,60 bA	14,74 bA	6,60 bA	13,63 bA

* Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na vertical e seguidas por letras maiúsculas diferentes na horizontal, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na avaliação realizada dez meses após o corte do ramo não foi observada diferença significativa entre as distâncias de cortes. Porém, entre os sistemas de cultivo, houve diferença, destacando-se o sistema de cultivo a pleno sol com o maior número médio (17,00) de folhas e o maior comprimento médio (30,89 cm) da maior brotação no corte realizado a 20 cm de distância da bifurcação do ramo. O menor número, em média, de folhas e comprimento da maior brotação foi observado no sistema de cultivo à sombra no corte realizado a 20 cm de distância da bifurcação, respectivamente, com médias de 5,88 folhas e 5,92 cm de comprimento. Os resultados indicam que no sistema de cultivo a pleno sol e no corte realizado a 20 cm da bifurcação do ramo a produção de folhas por área cultivada será maior.

Após quinze meses da realização da poda não ocorreu diferença significativa entre as distâncias de corte. Entretanto, foi observada diferença significativa entre os sistemas de cultivo, sendo que o sistema de cultivo a pleno sol foi superior ao sistema de cultivo à sombra nos dois parâmetros avaliados. O maior número médio de folhas

(17,80) e o maior comprimento médio (43,73 cm) da maior brotação foram registrados no corte realizado, respectivamente, a 20 e 10 cm de distância da bifurcação dos ramos. Os menores valores médios para número de folhas (6,60) e comprimento (13,63 cm) da maior brotação foram obtidos no sistema de cultivo à sombra e no corte realizado a 20 cm de distância da bifurcação dos ramos. Esses resultados indicam que a produção de folhas por área cultivada será maior no corte realizado a 20 cm de distância da bifurcação dos ramos e no sistema de cultivo a pleno sol.

Os resultados obtidos demonstraram que a partir dos 10 meses de realização da poda dos ramos o sistema de cultivo a pleno sol e o corte realizado a 20 cm de distância responderam com maior eficiência, permitindo ainda que novos cortes fossem realizados sucessivamente sem prejudicar o desenvolvimento da planta. Salientando que a parte comercial da planta de jaborandi são as folhas.

Experimento II

Não ocorreu diferença significativa entre as distâncias de corte para os parâmetros avaliados dentre cada acesso. Porém, houve diferença significativa entre os acessos para número médio de folhas e comprimento médio da maior brotação, independentes da distância do corte (Tabela 2)

Tabela 2. Número de folhas e comprimento da maior brotação de ramos em plantas de jaborandi submetidas às diferentes distâncias de corte nos acessos Merck, Bonal 4 e Japonês, após 5 meses da realização do corte.

Acessos	Corte a 10 cm		Corte a 20 cm	
	Nº de folhas	Comprimento (cm)	Nº de folhas	Comprimento (cm)
Merck	8,80 bA	20,38 bA	7,40 bA	16,96 bA
Japonês	21,38 aA	34,83 aA	21,30 aA	40,12 aA
Bonal 4	10,20 bA	15,93 bA	9,83 bA	17,19 bA

* Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na vertical e seguidas por letras maiúsculas diferentes na horizontal, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O acesso Japonês superou os demais acessos em todos os parâmetros avaliados nos dois cortes realizados. Sendo que o maior número médio de folhas com 21,38 foi

obtido no corte realizado a 10 cm de distância da bifurcação do ramo e o maior comprimento médio da maior brotação com 40,12 cm a 20 cm de distância dessa bifurcação. Não foi observado diferença significativa entre os acessos Merck e Bonal 4 em ambos os parâmetros avaliados.

Os resultados demonstraram que a poda, independente da distância do corte realizada, pode influenciar na produção de folhas, consequentemente, na seleção dos acessos. Nesse trabalho o acesso Japonês foi o mais produtivo.

Experimento III

Ocorreu diferença significativa entre as podas realizadas. Na primeira ocorreu o maior número médio de folhas e comprimento da maior brotação, respectivamente, com 21,30 folhas e 40,12 cm. Enquanto que, na segunda, foi obtido o maior número médio de brotações e número total de folhas por poda, respectivamente, com 9,60 brotações e 59,50 folhas.

Foi observado que o tempo para aparecimento das primeiras brotações após a realização da primeira e segunda poda nos ramos ocorreu aproximadamente com 16 dias. Os resultados indicaram que a realização de podas consecutivas em ramos de jaborandi favoreceu a produção de folhas aumentando a produtividade sem prejudicar o desenvolvimento da planta.

As avaliações da média do número de folhas, comprimento médio da maior brotação, número médio de brotações e número total de folhas por poda realizada no acesso Japonês, após 5 meses da realização do corte são apresentadas na Figura 2.

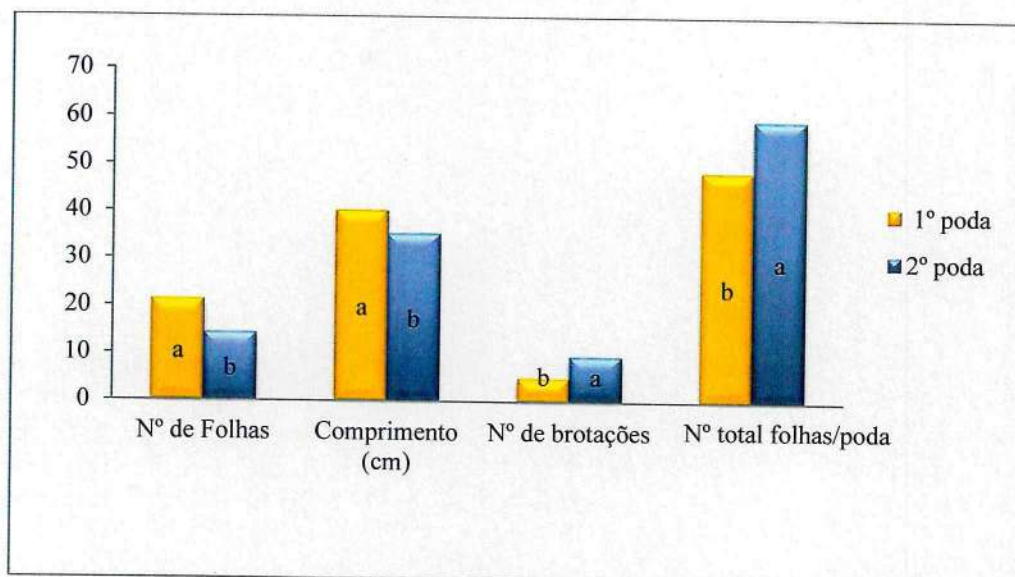


Figura 2. Número de folhas, comprimento da maior brotação, número de brotações e número total de folhas/poda de ramos em plantas de jaborandi do acesso Japonês, após 5 meses da realização do corte.

A colheita de folhas de jaborandi realizada por folheiros no município de Parauapebas, PA, deixam a planta descansar um ano, aproximadamente, para realizar a próxima colheita. O sistema de poda é efetuado com tesouras com o corte de apenas parte das folhas, deixando-se as folhas e ramos residuais para ajudar na recuperação (HOMMA, 2003). Diferente do que foi realizado nesse trabalho, onde foi possível identificar que a intervalos de cinco meses a poda pode ser realizada sem prejudicar o desenvolvimento da planta.

Segundo Weiss et al. (2011), uma regra importante é a forma de poda do arbusto ao invés de arrancar a planta, os colhedores devem podá-la, levando em consideração características do vegetal, tais como altura e idade. Além disso, a poda deve ser feita com tesoura de poda apropriada, de forma que não danifique o arbusto e possibilite o seu crescimento.

Nos experimentos foram observados que após a poda dos ramos realizada com a tesoura de poda independente das distâncias dos cortes, ocorreu a brotação de novos ramos sem danificação das plantas, ao contrário do que se observa, quando a colheita de folhas dos ramos realizada pelos folheiros é total. Nesse trabalho foi observado que a distância dos cortes, bem como, as podas realizadas beneficiaram a regeneração de novas brotações o que poderia antecipar a colheita e influenciar na produção de folhas

sem prejudicar o desenvolvimento da planta. Além, de ocorrer diferenças entre os acessos do BAG Jaborandi da Embrapa Amazônia Oriental.

4. CONCLUSÃO

Na espécie *Pilocarpus microphyllus* independente do sistema de cultivo, número de podas, idade e das distâncias dos cortes realizados em ramos de jaborandi, a prática induz a regeneração de novas brotações e maior número de colheitas, consequentemente, maior produção de folhas e influencia na seleção dos acessos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOMMA, A. K. O. ; MENEZES, A. J. E. A. de. **O efeito da domesticação na desagregação da economia extrativa: o caso do jaborandi no Município de Parauapebas, Estado do Pará.** acesso: <http://www.sober.org.br/palestra/12/08O396.pdf> . Jan. 2012.

ICMBio, 2009. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/>> acesso em: 20 abr. 2010.

INGLEZ de SOUZA, J. S., **Poda das Plantas Frutíferas.** São Paulo: Nobel, 1986, 224p.

VEGEFLORA. **Relatório sobre a extração de jaborandi na Flona Carajás-PA: atividade do plano de exploração.** 2008, 15p.

WEISS, B. M.; LAMEIRA, O.A.; MARTINS, F.D.; MENDONÇA, M.V. **A experiência promissora do projeto jaborandi.** 2011. 40p