

A Pesquisa Agronômica das Plantas Medicinais: *um convênio com a natureza*

Pedro Melillo de Magalhães, Benicio Pereira, Glyn Mara Figueira, Ilio Montanari Junior, Marcos Nopper Alves, Mario G. Donalisio e Urbano Archangelo Junior

CPQBA-UNICAMP

Rua Alexandre Cazellato, 999 Vila Betel

13.140-000 Paulínia-SP - Brasil

Resumo

No desenvolvimento de medicamentos de origem vegetal, a pesquisa agronômica significa um modesto “convênio” frente ao enorme trabalho evolutivo da natureza e dos povos que descobriram seus usos terapêuticos, e visa colaborar sobre a qualidade e a base sustentável da matéria prima de forma a ampliar os benefícios das Plantas Medicinais para um maior número de pessoas.

Os processos envolvidos abrangem o conhecimento do uso tradicional das espécies, as coletas e identificações botânicas, a introdução dos acessos em coleção oficial de Plantas Medicinais, o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, os ensaios para se definir a tecnologia básica de cultivo e dos procedimentos pós-colheita, concluindo com o retorno dos resultados para a comunidade através da extensão do conhecimento nas suas diversas formas. Para a domesticação das espécies, ou seja, para se trazer uma espécie de seu estado selvagem para a condição de planta cultivada, é fundamental o estudo da variabilidade genética sobre parâmetros de interesse agrônomo, químico e farmacológico. Trata-se, portanto, de um estudo multidisciplinar desde suas bases.

A partir de coletas autorizadas, as espécies são introduzidas em uma Coleção de Plantas Medicinais a qual deve ser credenciada junto ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético, CGEN, como fiel depositária. Os critérios multidisciplinares permitem a escolha de genótipos mais produtivos, uniformes e eficazes, os quais serão pesquisados sobre a tecnologia de propagação e produção de forma sustentável, preservando assim a espécie. Exemplos disto são as pesquisas conduzidas com as espécies: *Achyrocline satureioides*, *Arrabidaea chica*, *Artemisia annua*, *Baccharis dracunculifolia*, *Brugmansia suaveolens*, *Cecropia glaziovii*, *Cichorium intybus*, *Cordia verbenacea*, *Maytenus ilicifolia*, *Mikania laevigata*, *Pfaffia glomerata*, *Phyllanthus amarus* e *Stevia rebaudiana*.

Palavras chaves: Plantas medicinais, Seleção, Cultivo, Coleção, Secagem, Óleo Essencial, Clonagem, Marcadores moleculares, Interação Universidade-Empresa, Agrotecnologia, Estudo pluridisciplinar.

1. A Coleção de Plantas Medicinais e Aromáticas e o Saber Tradicional

As coleções de plantas medicinais e aromáticas representam uma das principais bases para o estudo e a pesquisa pluridisciplinar. As espécies provenientes de diversas regiões do Brasil e do Mundo chegam à coleção, na maioria dos casos, com informações populares sobre certas características biológicas e sobre o uso medicinal, servindo de direcionamento para investigações e desenvolvimentos próprios dos processos de domesticação e de validação (Figuras 2 e 3). Trata-se de um longo caminho até que se tornem medicamentos disponíveis para a população, de forma segura e com a eficácia terapêutica comprovada. Do ponto de vista da produção, deve-se "escolher", na natureza, genótipos superiores com base em parâmetros agrônômicos, fitoquímicos e farmacológicos, bem como desenvolver tecnologias de produção para os genótipos selecionados, de forma a se ter quantidades suficientes e padronizadas, obtidas em sistema sustentável. Do ponto de vista farmacológico, fitoquímico, químico e microbiológico, as pesquisas visam validar as atividades terapêuticas, conhecer a toxicologia, elucidar os princípios ativos, desenvolver métodos analíticos, realizar o controle de qualidade e desenvolver formulações. Para todas estas atividades, o fato de se ter as plantas em uma coleção local promove observações e pesquisas preliminares, possibilitando também o aumento de escala conforme as necessidades das pesquisas integradas (Duarte *et al.*, 2004). Além disso, a coleção se presta à visitação didática e é prazerosa (Figura 1).



Figura 1: Imagem da Coleção de Plantas Medicinais do CPQBA-UNICAMP

Numa coleção, as espécies são reunidas em canteiros com características adequadas ao hábito e ao ciclo vegetativo. Têm-se assim, ambientes específicos para plantas: de solo arenoso, de solo argiloso, aquáticas, trepadeiras, de locais sombreados ou de pleno sol, perenes, anuais, de portes herbáceo, arbustivo ou arbóreo. O elenco de plantas numa coleção é dinâmico em função das coletas e do ciclo vegetativo.



Figuras 2 e 3: Fontes de informações tradicionais: (2) Grupo da 3ª idade de Paulínia no CPQBA e (3) mulher Krahô na “corrida de toras”, quando faz uso de plantas para melhorar a performance.

O manejo de uma coleção abrange a manutenção das características dos ambientes (tipos de solo, fertilidade, capina, pluviosidade local) bem como os tratamentos específicos para cada planta (introdução, poda, desbaste, irrigação, colheita, divisão de rizomas, catalogação, recuperação, multiplicação, etc.).

Outros segmentos relacionados normalmente com as coleções são: banco de sementes, herbário e banco de dados. Estas áreas envolvem atividades específicas, tais como: confecção de exsicatas, envio de pranchas para a identificação botânica, testes de germinação, placas de identificação, organização de dados e documentação fotográfica.

A condução de plantas em uma coleção permite que se façam observações biológicas importantes sobre a época de florescimento, crescimento vegetativo, produção de sementes, viabilidade de sementes, visitação de insetos, ocorrência de pragas e doenças, influência dos fatores ambientais e biologia da reprodução, além de se ter material para a identificação botânica, para a caracterização citológica e molecular, bem como para testes de propagação.

No que diz respeito a produtos, o fato de se ter indivíduos isolados promove a autofecundação resultando em sementes com alto grau de endogamia (puras - em homozigose). Também para as espécies de propagação vegetativa, os exemplares de uma coleção podem servir de matrizes para ampliação rápida e segura da população, destinada a áreas maiores de experimentação de cultivo. Como serviços de interesse da comunidade, além da visitação didática, uma coleção favorece: a multiplicação e obtenção de sementes para armazenamento, contribuindo para programas de

conservação genética; intercâmbio de genótipos; testes de germinação, de sanidade e de vigor, e o encaminhamento para a identificação botânica.

2. Estratégias da Atividade de Produção das Plantas Medicinais

A matéria prima é sempre a primeira preocupação de toda atividade produtiva sobre a qual desejamos ter: quantidade, qualidade, regularidade, e, tanto quanto possível, ser de baixo custo e estar dentro de critérios de sustentabilidade apresentando o mínimo impacto ao meio ambiente.

O interesse pelos fitomedicamentos e por produtos naturais em geral (plantas para infusões, extratos, óleos essenciais, medicamentos, suplementos e cosméticos) continua crescendo no mundo, se fazendo atraente a produção das “plantas medicinais”.

Também aumenta o número de programas de saúde pública e de ações sociais que incentivam o uso e a produção das plantas medicinais visando terapias mais adequadas a certos contextos e como alternativa agrícola para populações locais (Magalhães, 2004).

Diante deste cenário, muitas pessoas encorajam-se e preparam-se para tornarem-se produtores de plantas medicinais. No entanto, algumas condições são essenciais para se entrar nesta atividade, Magalhães, 2005. Veja a seguir 10 destes itens fundamentais: a) conhecer as características ambientais da área agrícola (solo, clima, vegetação original), b) existência de água de boa qualidade e em abundância, c) possuir, ao menos, 2 funcionários de campo, d) possuir infraestrutura agrícola básica: eletricidade, sistema de irrigação, viveiro de mudas, máquinas agrícolas, local e/ou equipamento para secagem e armazenamento, e) local de fácil acesso, f) área livre de poluentes, g) saber quais espécies produzir, h) saber para quem vender, i) estar devidamente legalizado como produtor, e j) definir a escala que se pretende atender.

2.1-Conhecer as características ambientais do local é um tesouro que pode fazer a diferença competitiva definindo o manejo e, principalmente, o planejamento das espécies a serem produzidas em função da vocação agrícola. Conhecer o ambiente significa, por exemplo, saber quando e quanto chove em determinada região, as temperaturas normais (principalmente as baixas e o risco de geada), qual a direção do vento predominante, onde nasce e se põe o sol, além das características do solo. Tudo isto é importante, pois há espécies que necessitam de sombra, outras que não a necessitam; umas preferem solos bem drenados, enquanto outras preferem terrenos encharcados e,

assim por diante. Considerando que as superfícies para a produção de plantas medicinais não são muito extensas, recomenda-se a utilização da melhor área em termos de fertilidade do solo, de terreno mais plano e próximo da infra-estrutura básica.

Uma forma prática de se aproximar do conhecimento da qualidade do solo, além naturalmente da análise química e física do solo, é a observação das espécies que ocorrem livremente na propriedade. Para esta observação pode-se demarcar um metro quadro e nele contar o número de espécies que ocorrem, bem como o porte das plantas. Via de regra em áreas não muito alteradas, aquelas que apresentam maior número de espécies distintas por metro quadrado e ainda com maior ocorrência de plantas saudáveis e vigorosas, representam as áreas de melhores condições ambientais. É a própria natureza quem nos diz! Ainda nesta linha, pode-se perceber onde predominam plantas de folhas largas e onde ocorrem aquelas de folhas estreitas. Normalmente, as de folhas largas estão em locais que recebem sombra em alguma parte do dia. Deve-se reparar se a vegetação nativa, mesmo sendo constituída de “matos”, apresenta-se saudável, com vigor e sem ataques de pragas ou ocorrência de doenças, o que reflete o equilíbrio ecológico. Assim, a identificação das características ambientais locais é o primeiro critério para a escolha adequada das espécies a serem produzidas. Deve-se ter em conta que qualquer alteração do ambiente, nos casos em que isto for possível, será muito onerosa e como se visa produção com menor custo, vale a máxima: “plantar o que vai melhor”. Assim, as espécies a serem produzidas devem ser aquelas melhor adaptadas às condições ambientais da região em questão. Isto é importante para que o produtor seja, ao mesmo tempo, diferenciado e competitivo.

As plantas medicinais não requerem grandes áreas, mas por outro lado, exigem muito cuidado, o que resulta em mão de obra constante para as atividades agrícolas. Para a grande maioria das plantas medicinais uma superfície cultivada de 500 m² por espécie, ou até menos, já é considerada uma área comercial. No entanto, quando a espécie se insere no grupo das aromáticas a escala costuma ser maior, 5, 10, 20 ha; isto porque as espécies que produzem aromas entram na composição não só de fitomedicamentos mas também de alimentos, cosméticos, produtos domissanitários e outros, suportando assim maior oferta.

2.2 Água em quantidade e de boa qualidade é fundamental e, sem isto, é praticamente impossível obter bons resultados. Deve-se ter atenção com águas provenientes de poços artesianos, pois em muitos casos estes recursos apresentam água dura (pH>8), além de sais que prejudicam a fase inicial das plantas, sobretudo a formação de mudas em viveiros. No caso de precisar utilizar água de poço artesiano recomenda-se avaliar a composição química e microbiológica, além da

vazão. Poços com vazão acima de 5m³/hora são interessantes, desde que a qualidade da água seja boa. No Brasil, o uso da água, seja em propriedade pública, seja em propriedade privada, tem legislação específica e, para qualquer captação, represamento na forma de tanques escavados ou outras formas, é necessário ter projeto aprovado junto aos órgãos competentes (Departamento de Águas e Esgoto – DAEE, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - IBAMA). Nestes projetos leva-se em conta a vazão do recurso, a quantidade a ser utilizada e o cuidado com as áreas de proteção do manancial.

Quando se diz que uma propriedade tem “água boa”, certamente outras coisas são boas também. Água cristalina, sem contaminação microbiológica ou química somente é possível em áreas ecologicamente equilibradas. O próximo passo é se ter um sistema de bombeamento e irrigação. Recomenda-se, sempre que possível, instalar o conjunto moto-bomba afogado (por serem mais baratas), ou seja, abaixo do nível da água. Isto evita muitos problemas operacionais causados por entrada de ar na bomba, quando o sistema é instalado acima do nível da represa. Porém, há bombas que são escorvadas e que permitem a instalação acima do nível da água, pois seu sistema evita a entrada de ar. O sistema de irrigação (distribuição da água) pode ser localizado, por gotejamento <http://www.usp.br/jorusp/arquivo/1998/jusp452/caderno/especial.html> ou por aspersão. No primeiro caso, há economia de água e evita-se sujar as folhas, no caso de plantas baixas. Já o sistema de aspersão permite uma maior mobilidade utilizando-se os mesmos canos em várias áreas. Também a aspersão possibilita melhor supervisão do funcionamento da irrigação uma vez que, em casos de entupimento ou de má distribuição, o operador percebe a falha. Já no sistema de gotejamento esses problemas podem passar despercebidos.

2.3 A questão dos funcionários de campo: Como já mencionado, a área destinada para o cultivo de plantas medicinais não costuma ser grande, mas por outro lado, exige cuidado intenso para que o produto tenha a máxima qualidade e seja competitivo. Manter a área limpa de plantas invasoras sem uso de herbicidas requer mão de obra capacitada e constante; assim também será a colheita, quase que “uma a uma”, tirando partes secas, doentes ou com pragas, o que requer funcionários treinados e atentos. É preciso acudir na hora certa, como se fosse um atendimento 24 horas! Estes cuidados se estendem até a colheita, a secagem, a limpeza e o armazenamento. Certas ferramentas e tipos de manejo facilitam estes trabalhos como é o caso das roçadeiras costais e do sistema de plantio consorciado. Outro cuidado é treinar os funcionários para trabalharem com o máximo de higiene; uso de luvas, ferramentas desinfetadas e tomar cuidado para não sujar as folhas. O cuidado

é não promover contaminação microbiológica, pois as operações de lavagem (com hipoclorito) além de onerosas quando em larga escala, podem diminuir a qualidade por perda de compostos importantes relacionados com a atividade terapêutica da planta.

2.4 A infra-estrutura agrícola básica: eletricidade, sistema de irrigação, viveiro de mudas, máquinas agrícolas, local ou equipamento para secagem e armazenamento são facilidades obtidas por investimento. Assim, algumas delas podem ser adquiridas ao longo da atividade ou ainda em parceria com outros produtores e tornar o uso de equipamentos economicamente viáveis. Nas regiões quentes do Brasil e em outras regiões de clima quente, o viveiro de mudas pode ser constituído simplesmente de uma tela de sombreamento, com malha de 50%. A estrutura pode ser de vergalhões ou cabos de aço, ou ainda de madeira ou bambu. O melhor recipiente para as mudas atualmente é o tubete e existem várias dimensões no mercado para atender casos específicos. Para a grande maioria das espécies utiliza-se tubetes cônicos de 14 cm de altura por 3,5 cm de diâmetro na abertura superior. Um trator de 90 HP e outro, pequeno, são necessários para operações de preparo do solo, corte com roçadeiras e para transporte agrícola em geral. Duas ou três roçadeiras costais também são muito úteis para controle do mato. Quando se dispõe de clima favorável (calor, luminosidade e baixa umidade relativa, como é o caso de muitas regiões no Brasil) a operação de secagem começa na lavoura nas primeiras 24 horas após o corte. Grande parte da umidade deve ficar no campo e, para isso, bastam alguns cuidados a fim de que o material não se suje e as camadas não sejam muito espessas de modo que o produto fique exposto ao sol e ao mesmo tempo possa dissipar o calor e a umidade, evitando locais de acúmulo de água, que causam fermentação e escurecimento. Nas horas seguintes, o material deve ser transportado para secadores, os quais podem ser de vários tipos. A escolha do secador implica na fonte energética disponível, mas os critérios termodinâmicos serão os mesmos, devendo-se tomar os seguintes cuidados: boa distribuição do material, máxima superfície de troca de calor, conhecer as curvas de secagem, baixa umidade do ar circulante e controle da temperatura. Para a grande maioria das espécies medicinais utiliza-se como limite a temperatura máxima de 40°C. Costumava-se indicar que para alcalóides a temperatura de secagem poderia ser mais alta, 60-80°C. No entanto, considerando que as plantas possuem inúmeras substâncias e de classes químicas diferentes, seria muito provável ocorrer modificação na composição da planta em tais temperaturas, graças à presença de compostos termolábeis. Em secadores que permitem a regulação da temperatura, deve-se operar de tal forma que a fonte energética seja desligada toda vez que atingir um limite máximo e ligada quando atingir um limite mínimo. Isto é crucial para que a operação seja viável economicamente. De fato, quando

operamos em amplitudes, por exemplo, desligando a fonte energética quando a temperatura atinge 42°C e ligando novamente quando atinge 32°C, temos uma economia energética. Enquanto a temperatura abaixa economiza-se combustível (gás, óleo diesel) e o material (folhas, raízes) colocam a umidade na superfície. Dizemos que é o tempo da planta “suar”. De nada adianta passar ar quente diretamente se a umidade a ser retirada não estiver na superfície em contato com o ar. Um modelo muito interessante de secador é o de fonte mista (gás e solar); nestes equipamentos utiliza-se o telhado do secador como coletor solar. Trata-se de um teto pintado externamente de preto sobre o qual é construída uma espécie de estufa para represar o calor. Em dias ensolarados faz-se o ar aquecido no coletor passar pelo túnel de secagem. Porém, cabe salientar que esse sistema permite melhor controle de temperatura do ar de secagem quando acoplado a um sistema de entrada de ar do ambiente externo, que lhe permitirá uma mistura adequada à necessidade da temperatura de secagem recomendada para um determinado produto.

2.5 A propriedade agrícola deve ser de fácil acesso para possibilitar o escoamento da produção. É recomendável que a propriedade esteja no máximo num raio de aproximadamente 100 km de um centro consumidor ou de processamento. Isto porque o transporte por longas distâncias é normalmente demorado, podendo inviabilizar o negócio em função do aumento do custo ou também devido à perda de qualidade, principalmente nos casos do produto ser transportado úmido, a granel. Evidentemente que a perda de qualidade dos produtos está associada à tecnologia utilizada na sua conservação. É possível armazenar e transportar produtos garantindo sua qualidade, mas estes processos têm custo. Para propriedades localizadas fora deste limite de 100 km ou para aquelas situadas em regiões de difícil acesso recomenda-se a parceria com outros produtores para sincronizar a colheita, o processamento e o transporte, visando melhor relação custo/benefício desses processos.

2.6 A área deve ser isenta de poluentes. Por mais óbvio que isto possa parecer, nem sempre é fácil reconhecer se a área recebe poluentes no solo, na água ou no ar. No entanto, não se trata de mudar para áreas não poluídas em busca de um “paraíso isolado”, mas sim de combater a poluição. Caso contrário, a poluição atingirá o tal “paraíso” mais cedo ou mais tarde. Atitudes poluidoras são consideradas crime e devem ser denunciadas aos órgãos competentes. Observar se vizinhos utilizam produtos agrícolas perigosos ao ambiente, avaliar a qualidade da água através de análise microbiológica e observar se a vegetação apresenta sintomas de queima são alguns procedimentos

para avaliar o grau de poluição. Áreas próximas de estradas, com grande fluxo de veículos devem ser evitadas ou devem estar localizadas fora da direção dos ventos predominantes vindos destes focos. O mesmo vale para áreas próximas a indústrias, evitando a localização que receba vento das chaminés. O fato de existirem chaminés não é de todo ruim, muito pior pode ser quando elas não existem em uma indústria ou esta não usa filtros recomendados para os processos que executa. Conheça a microbacia hidrográfica na qual a área de produção está inserida e seja pró-ativo nas ações para a sua preservação.

2.7 Saber quais espécies produzir depende primeiramente de conhecer bem a vocação agrícola da propriedade a qual é ditada pelas condições ambientais, pois as melhores espécies serão aquelas que podem ser produzidas com menor custo, fazendo uso da condição ambiental favorável, como foi mencionado anteriormente. Mas existem outros critérios além deste. Um deles é identificar as espécies que tem mercado estabelecido, como por exemplo, as espécies européias Calêndula, Sálvia, Rosmarinus e Thimus, além de algumas espécies nativas que estão sendo recomendadas em programas de saúde pública, tais como: Guaco, Espinheira Santa, Quebra-Pedra, Maracujá, Goiaba, Babosa, entre outras. Sendo a espécie escolhida de forma criteriosa, deve ser tomado o máximo cuidado em iniciar a atividade com segurança quanto à identificação botânica desta. Em caso de dúvida, pode-se iniciar com um pequeno lote e enviar exsicatas para identificação junto a herbários oficiais.

2.8 Saber para quem vender já faz parte de um trabalho estratégico e nada melhor para isto do que observar o mercado e contatar os comerciantes envolvidos para traçar um plano de produção “casada”. O importante é apresentar amostras fieis aos lotes a serem oferecidos em maior quantidade e na frequência desejada pelo comprador. A qualidade é importante, mas a quantidade e a regularidade ainda contam mais. De fato, o comerciante normalmente adquire a matéria prima de vários produtores e tem assim produtos de diferentes qualidades. Na prática, ele mistura o produto de várias procedências, padronizando os lotes. Por isso, tem-se uma qualidade média formada de distintas matérias primas.

2.9 Estar devidamente legalizado como produtor é obrigação do agricultor e condição básica para o negócio, pois os comerciantes devem priorizar a compra daqueles que estão regularizados e que podem emitir laudos e notas fiscais. Principalmente se a propriedade estiver em local de proteção ambiental, tal autorização será importantíssima. Cada País tem sua legislação própria e, no

Brasil, isto é regulamentado pelo IBAMA e pelo CGEN.

2.10 A escala de produção depende muito do investimento e da negociação com o comprador. No ramo das plantas medicinais existem várias opções de produtos dentro da cadeia produtiva. É possível, por exemplo, ser um produtor simplesmente de sementes de Plantas Medicinais. Certamente haverá mercado para isto. Da mesma forma, pode-se ir mais além e ser um produtor de mudas de Plantas Medicinais ou ainda mais longe e chegar a cultivar, secar e extrair óleo essencial de espécies aromáticas. A partir daí a cadeia já não é mais da atribuição do agricultor, pois este não produz fitomedicamentos e sim matéria prima. Por isso, é muito importante o agricultor não indicar qualquer uso terapêutico na embalagem do seu produto. Ainda que ele possa saber para que sirva (em termos terapêuticos) deve se limitar a simplesmente vender como produto agrícola, o que, aliás, é bem o caso.

Ainda sobre a escala de produção, em termos de área cultivada, tem-se que quando se trabalha em larga escala com uma única espécie, monocultura, é quase inevitável o aparecimento de pragas ou de doenças. Algumas práticas podem diminuir os danos, como por exemplo: manter as plantas bem nutridas e deixar o solo com vegetação baixa nas entrelinhas, faixa esta formada por espécies diversas (faixa de compensação ecológica). Certas espécies são interessantes de se intercalar com a cultura: O gergelim, *Sesamum ssp.* controla formigas cortadeiras, pois as formigas tem grande apetite pelas folhas desta espécie e, ao levarem tais folhas para o formigueiro, as substâncias presentes no gergelim contaminam o fungo que é o alimento das formigas. Este modo de ação é semelhante ao de muitos formicidas. Outra espécie recomendada para se plantar nas entrelinhas é o Cravo de Defunto (*Tagetes sp.*) conhecido pelo poder de repelir insetos. Além destes, havendo ocorrência de larvas que devoram folhas, pode-se controlar a fase adulta através de armadilhas (luminosas, papéis-colantes, hormônios) ou mesmo controlar as larvas diretamente pulverizando preparados de origem biológica (*Bacillus turigensis*, etc..).

Evidentemente existirão outros detalhes a serem considerados, mas que serão evidenciados na experiência de cada um. Um deles será o rendimento das atividades e, por isso, é importante iniciar gradualmente: áreas de 200 m² e não mais que 4 espécies são indicações para se levar em conta, principalmente para aqueles que não têm muita experiência agrícola. Também é recomendada a visita a centros especializados.

3. Tecnologia de Produção (Propagação, Cultivo, Processamento Pós Colheita e Armazenamento):

A tecnologia de produção envolve os métodos que permitem a produção renovada da planta. Quando se trabalha no sistema de manejo, por exemplo, colhendo as partes de interesse dentro de critérios sustentáveis, então será importante saber como e quando proceder à coleta e os tratamentos para promover a recuperação de forma a viabilizar novas colheitas, em determinado intervalo de tempo (Figura 4). No sistema de cultivo, aliás, uma forma potencialmente sustentável, um dos primeiros desafios do estudo da tecnologia de produção é quanto à definição do método de propagação da espécie. Esta etapa envolve testes de germinação, de vigor e de sanidade das sementes, estudos de viabilidade durante o armazenamento, ensaios em viveiros testando a propagação por sementes e por estacas (Figura 5) e, em casos mais complexos, através da técnica de cultura de meristemas (Figuras 6 e 7). Esta última se aplica também aos programas de seleção e de conservação de genótipos superiores.



Figura 4: Manejo de coleta de cascas do Ipê roxo



Figura 5: Viveiro de propagação em larga escala



Figura 6: Laboratório de cultura de meristemas



Figura7: Stevia rebaudiana propagada por cultura de meristemas

No campo, as técnicas de produção prosseguem quando então são definidos parâmetros tais como: a época de cultivo, a densidade de plantio, os tratos culturais, a irrigação, a adubação, o tipo e a frequência da colheita e o controle de pragas e doenças. As figuras 8 a 11, mostram alguns exemplos.:



Figura 8: Cultivo e colheita de Phyllanthus amarus



Figura 9: Cultivo de Maytenus ilicifolia (sistema de coleta de sementes)



Figura 10: Colheita mecanizada de *Cordia curassavica*



Figura 11: Processo de exposição ao sol para aumento do teor de artemisinina em *Artemisia annua*

Os procedimentos pós-colheita visam a conservação e aumento do valor agregado do produto. Incluem operações de limpeza, separação das partes indesejáveis (Figura 15), secagem (Figura 14) e extração de óleo essencial, no caso de espécies aromáticas (Figuras 12 e 13) e armazenamento (Figura 16), Silva *et al.*, 2004.



Figura 12: Destilador de óleos essenciais



Figura 13: Óleo de *Cordia curassavica*, matéria prima para o antiinflamatório ACHEFLAN



Figura 14: Secador a gás



Figura 15: Operação de limpeza e separação de galhos



Figura 16: Armazenamento e detalhe da embalagem de saco kraft duplo com interior de plástico.

4. O Melhoramento Genético

Cada espécie na natureza tem sua história evolutiva que define suas características principais. Porém, dentro das espécies encontramos variações dessas características ocorrendo de indivíduo para indivíduo, em função de diferentes combinações gênicas e pressões seletivas. O resultado é o que chamamos de variabilidade genética, ou seja, a ocorrência de variações das características de uma espécie em função da base genética ser distinta, dentro dos limites que definem a espécie. Em síntese, é, por exemplo, a variação entre as pessoas encontrada na raça humana ou os vários tipos de bananas, para um exemplo do reino vegetal. E como saber se tais diferenças são de cunho genético ou ambiental? Sim, a pergunta cabe porque o ambiente também promove diferenças nas características de uma espécie. Na verdade pela aparência é difícil dizer, a menos que tais características estejam já bem estabelecidas e agrupadas. Por exemplo, distinguir um feijão carioquinha de um feijão preto é possível em qualquer ambiente, ainda que este

exerça influências sobre os dois tipos. Na maioria das espécies medicinais esse agrupamento ou, em outras palavras, a seleção que leva às linhagens, ainda está por ser realizada. Na prática, o quadro que se tem em plantas na condição selvagem é a somatória das diferenças genéticas e ambientais, sem que se saiba o que é genético e o que é ambiental. As plantas em condição selvagem estão livres para se cruzarem aleatoriamente resultando em inúmeras combinações gênicas, algumas interessantes, outras não, conforme o enfoque de interesse. Esta fonte de variabilidade é, portanto, de enorme valor prático, pois permite desenvolver plantas adaptadas para condições específicas.

No trabalho de melhoramento um dos primeiros passos é a coleta da espécie nos distintos locais onde ela ocorre, visando obter o máximo de combinações gênicas (variabilidade) produzidas pela natureza. Uma vez realizada a coleta representativa da variabilidade existente para a espécie em estudo, avalia-se o comportamento dessas combinações colocando-as sob mesmas condições ambientais. Aí sim, serão conhecidas as diferenças genéticas entre elas, pois o ambiente passou a ser igual para todos os acessos. Alguns parâmetros que podem estar variando por diferenças genéticas são: porte, rendimentos de biomassa e de princípios ativos, características morfológicas e fisiológicas, resistência ou susceptibilidade a pragas e doenças, capacidade de rebrota, produção e viabilidade de sementes, de taxa de cruzamento, dentre muitas outras diferenças. O melhoramento genético consiste, então, em saber escolher os genótipos de interesse e conduzir um método para homogeneizar as plantas de características superiores em função dos objetivos do empreendimento. Um dos métodos mais comuns é o chamado de “seleção massal”, no qual as plantas indesejáveis são retiradas da população, promovendo cruzamentos somente entre as melhores plantas. Este tipo de seleção pode se dar em várias fases, ocorrendo na germinação, na formação de mudas, no cultivo e nas avaliações finais de rendimentos. Em todas essas oportunidades de avaliação é possível descartar plantas ficando com as melhores combinações gênicas. O ganho de qualidade é substancial quando se parte do estado selvagem e a velocidade do processo dependerá do ciclo da espécie. Nestes programas, algumas ferramentas são fundamentais, tal como a micropropagação vegetativa que pode acelerar o processo através da clonagem de indivíduos superiores ou para se conservar genótipos de plantas parentais destinadas a futuros cruzamentos ou ainda, para induzir mutações aumentando-se a variabilidade genética. Outra ferramenta mais recente são os marcadores moleculares que permitem reconhecer a variabilidade genética, a distância filogenética entre os acessos, as taxas de cruzamento e para identificar os genótipos. As figuras 17 a 32 ilustram esses processos com algumas espécies medicinais que vêm sendo selecionadas em programas de melhoramento.



Figura 17: *Artemisia annua* resultante do programa de seleção do CPQBA e Mediplant, aumentando o rendimento do princípio ativo em mais de 1000 vezes do encontrado na planta selvagem. (Ferreira et al., 2005 e Magalhães et al. 2004)



Figura 18: Avaliação de acessos de *Phyllanthus amarus* em função dos rendimentos de Lignanas e de biomassa.



Figura 19: Seleção de *Cordia verbenacea* em função dos rendimentos de óleo essencial e α -Humuleno (Montanari, et al., 2004)



Figura 20: Seleção de *Arrabidaea chica* em função dos rendimentos e qualidade do pigmento vermelho.



Figura 21: Seleção de *Baccharis dracunculifolia* em função da atividade antiinflamatória, dos rendimentos de óleo essencial e da opção das abelhas para produção da própolis verde.



Figura 22: Seleção de *Achyrocline satureioides* para florescimento uniforme



Figura 23: Micro-propagação vegetativa de *Anemopaegma mirandum* para conservação da espécie e produção sustentável de raízes.



Figura 24: Relação inseto-plantas na produção de escopolamina em *Brugmansia suaveolens*



Figura 25: Clonagem de *Cecropia gaziouii* para padronização dos genótipos de interesse.



Figura 26: Micropropagação e Avaliação de rendimentos de escopolamina em *Duboisia mioporoides*



Figura 27: Seleção de *Baccharis trimera* para capacidade de rebrota e porte ereto.



Figura 28: Seleção de *Stevia rebaudiana* para alto rendimento de biomassa (Oliveira et al., 2004).



Figura 29: Seleção de *Maytenus ilicifolia* para capacidade de rebrota e rendimento de biomassa



Figura 30: Seleção de *Pfaffia glomerata* para altos teores de biomassa e de β -ecdizona



Figura 31: Clonagem de *Mikania laevigata* para alto teor de cumarina.



Figura 32: Avaliação de genótipos de *Cichorium intybus* quanto a biomassa e teor de inulina.

5. Bibliografia

- DUARTE, Marta Cristina Teixeira ; FIGUEIRA, Glyn Mara ; MAGALHAES, P. M. ; DELARMELINA, Camila. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos de espécies da coleção de Plantas Mediciniais CPQBA/UNICAMP. Revista brasileira de farmacognosia, v. 14, n. 1, p. 6-8, 2004.
- MAGALHÃES, P. M. University of Campinas, Brazil: an interesting model of interaction with MAP producers. Newsletter Of The International Council For Medicinal And Aromatic Plants, 51 B. de Montmorency PARIS, v. 10, n. Janeiro, p. 24-27, 2004
- MAGALHÃES, P. M. . Plantas Mediciniais: Eu posso ser um produtor? Confirmam 10 itens importantes para este propósito. Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, Valparaiso - Chile, v. 4, n. 5, p. 87-91, 2005.
- SILVA, F.; PARK, K. J. ; MAGALHÃES, P. M. ; POZITANO, M. . Desorption isotherms of *Calendula officinalis* L. . In: 14th International Drying Symposium, 2004, São Paulo. Drying 2004 - Proceedings of the 14th International drying symposium. São Paulo : M A Silva; S C S Rocha, 2004. v. C. p. 1569-1576.
- FERREIRA, Jorge F S; LAUGLIN, John C; DELABAYS, Nicolas; MAGALHAES, P. M. Cultivation and genetics of *Artemisia annua* L. for increased production of antimalarial artemisinin. Plant Genetic Resources, v. 3, n. 2, p. 206-229, 2005.
- MAGALHÃES, Pedro Melillo de; SARTORATTO, A.; PEREIRA, Benicio; Yields of antimalarial *Artemisia annua* L. species, 02/2004, Acta Horticulturae, Vol. 629, pp.421-424, Leuven, BELGICA, 2004
- MONTANARI JUNIOR, I. ; MAGALHAES, P. M. . Production of *Cordia verbenaceae* DC according to their plantation density. In: III ISMAP, 2004, Campinas. III International Symposium Breeding research on medicinal and aromatic plants. Campinas : UNICAMP, 2004. v. 1. p. A3-38-A3-38.
- OLIVEIRA, V.M.; FORNI-MARTINS, Eliana Regina; MAGALHÃES, Pedro Melillo de; ALVES, Marcos Nopper; Chromosomal and morphological studies in diploid and polyploid cytotypes of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bert. (Eupatorieae, Asteraceae), 06/2004, Genetics and Molecular Biology, Vol. 27, Fac. 2, pp.215-222, Ribeirão Preto, SP, BRASIL, 2004

Endereço para correspondência

CPQBA-UNICAMP

Rua Alexandre Cazellato, 999 Vila Betel

13.140-000 Paulínia-SP – Brasil

Data de Recebimento: 11/08/2006

Data de Aprovação: 24/09/2006