

07715
1982
FL-PP-07715



CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

PIMENTA-DO-REINO: ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFI-
CA, CARACTERES BOTÂNICOS E MELHORAMENTO GENÉTICO.

Raimunda Heliana Magalhães Pereira Barriga
M.S. em Genética e Melhoramento de Plantas
Pesquisador do CPATU

BELEM

1 9 8 2

CENTRO DE ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Plantas de pimenta selvagem se desenvolvem em condições de sombra sob árvores, em florestas localizadas em declives de montanhas em Western Ghats, Malabar, Sudoeste da Índia, numa altitude situada entre 150 e 2.400 m (Gentry, 1955), citado por Waard e Zeven, 1969.

Desta região foi espalhada para uma área entre 20⁰N e 20⁰S, dentro do Sudeste Asiático, incluindo outras partes do Sul da Índia, Birmânia, Tailândia, antiga Indo-China, Sri Lanka, Filipinas, Malásia e Indonésia.

Mais recentemente foi introduzida na África (Madagascar, República do Congo, República Centro Africana, Camarões, Nigéria e Benin), nas ilhas do Pacífico (Carolinas, Tahiti), e América Central e do Sul (Porto Rico, Guadalupe, Jamaica e Brasil). Waard e Zeven (1969).

Distribuição de clones

As cultivares de pimenta foram mais difundidas através de estacas, devido ao fato de que a semente tem longevidade curta, em torno de sete dias. As estacas enraizadas podem ser facilmente embaladas e transportadas a longas distâncias.

Apenas poucos dos melhores clones indianos tem saído de seu local de origem. Por esta razão a cultivar Bangka na Indonésia assemelha-se à Kamchay na antiga Indo-China (Vietnã, Laos, e Cambodja).

Provavelmente as introduções originais foram uma mistura de clones. A cultivar Kuching em Saravak foi derivada de somente quatro plantas parentais da cultivar Bangka.

As cultivares indianas foram recentemente introduzidas no Hemisfério Oeste, enquanto que Kuching migrou para as ilhas Fiji e Carolinas.

CARACTERES BOTÂNICOS

Segundo Gentry (1955), Ochse et alii (1961) e Leon (1968), a família Piperaceae está representada por 9 a 12 gêneros. Desses, apenas Piperonia e Piper, são bem conhecidos. O gênero Piper inclui 600 a 700 espécies.

Waard (1980) cita entre 800 a 2.000 espécies dentro do gênero Piper, se desenvolvendo em uma amplitude que vai desde o nível do mar, até 3.500 pés de altura. Dessas, apenas 12 são utilizadas como especiaria, em fins medicinais.

Dentre todas essas espécies, a principal é Piper nigrum L. Ela produz frutos, os quais depois de secos são utilizados como pimenta seca no mercado.

Dela é produzida a pimenta preta e pimenta branca.

A pimenta preta é obtida da colheita de frutos verdes, debulhados e colocados a secar por três ou quatro dias. Eles adquirem aspecto enrugado.

A pimenta branca provém da colheita de frutos maduros. Eles são macerados em água, e em seguida colocados a secar normalmente ao sol. É um produto de melhor qualidade, tendo sabor doce e apreciada fragância.

A família Piperaceae inclui plantas dicotiledôneas, mas o caule possui uma estrutura anatômica que se assemelha ao de plantas monocotiledôneas (Waard, 1980), ou seja, os grupos vasculares estão localizados em dois ou mais anéis concêntricos.

A PLANTA

A planta de pimenta-do-reino possui botões ortotrópicos terminais, não produtivos, que se subdividem em nós e entre

nós (de 2 a 10 cm). Em cada nó, se desenvolve uma folha e raízes adventícias.

As folhas estão localizadas ao longo do caule em ordem alternada, e através das raízes adventícias, as plantas se fixam ao estacão ou caule suporte (Índia). Waard (1980).

Ramos primários se desenvolvem nas axilas das folhas, sobre o caule ortotrópico. Esses ramos contêm folhas, flores e frutos, sobre os nós, e são caracterizados pela ausência de raízes adventícias sobre os nós, e pela capacidade de desenvolver ramos, Waard (1980). São também conhecidos como ramos plagiotrópicos ou de frutificação.

Mudas oriundas desses ramos, são importantes aos trabalhos de cruzamentos controlados, pela produção precoce e abundante de inflorescências.

Não se prestam ao plantio comercial pois resultam em plantas baixas, de crescimento rasteiro.

BIOLOGIA FLORAL

A inflorescência (5 a 20 cm em comprimento) é morfológicamente uma espiga pendulosa. Contêm de 70 a 100 flores pequenas (floreta) (Kanta, 1962), as quais originam-se em sucessão acropétala e dispostas espiralmente sobre um eixo comum. Waard (1980). Figura 1.2, 1.3, 1.4.

A parte inferior da floreta é rodeada por quatro brácteas (Figs. 1.5 e 1.6). Ocasionalmente as duas brácteas laterais são mais alongadas e encerram duas flores bissexuais (Fig. 1.7).

Um canal mucilaginoso surge na parte central do eixo da inflorescência, sendo muito desenvolvido em sua fase juvenil (~~Figs. 2.10, 2.11~~).

As brácteas protegem totalmente as floretas na fase de botão (Fig. 1.1).

Kanta (1962) cita que uma espiga em frutificação, muitas vezes apresenta alguns frutos pequenos abortivos, ao lado de frutos normais (Fig. 1.4).

De acordo com Maistre (1969), Ochsee et alii (1961) , Kanta (1962) as flores de Piper nigrum L. são pequenas, sésseis, bracteadas, aperiantadas, podendo ser hermafroditas ou unissexuais (dióica ou monóica).

As flores hermafroditas tem dois estames dispostos lateralmente ao ovário (Fig. 1.6, 1.9). Podem ser observados estaminoides, nos quais as anteras estão completamente ausentes.

Waard e Zeven (1969), citam observações de vários autores a respeito da biologia floral em pimenta-do-reino e espécies afins.

Segundo essas citações, a maioria das espécies selvagens de Piper e algumas formas selvagens de Piper nigrum em W. Ghats parecem ser dióicas, enquanto a maioria das cultivares parecem ser monóicas. As cultivares Kaluvali e Bangka tem flores perfeitas. Kudaravali tem flores hermafroditas, femininas e masculinas, enquanto que Uthirancotta possui flores femininas.

Hasan Iljas (1960) citado por Waard e Zeven (1969) relata o aparecimento de estames em forma rudimentar, embebido no tecido abaixo da superfície.

Plantas masculinas parecem ser raras, sendo facilmente reconhecidas por seu vigor e aparência vegetativa.

Nos cultivos comerciais uma alta taxa de flores hermafroditas é essencial para alta produção. Segundo alguns autores, o hermafroditismo é um caráter controlado geneticamente.

O estigma possui de 3 a 5 ramificações, com 1 mm de comprimento. Está localizado sobre ovário unicelular com um óvulo. A papila suculenta de 10 u em diâmetro é extremamente sensível a danos mecânicos.

Uma condição viscosa indica receptividade do estigma. O período de receptividade ocorre 3 a 5 dias após a emergência, podendo atingir até 10 dias, dependendo da cultivar e ambiente.

Os estames aparecem ao lado do estigma, como um corpo esférico de cor branca, localizado na extremidade de um curto e fino filamento. Atinge usualmente não mais que 1 mm de comprimento e está situado a 1 mm do estigma.

Gentry, em 1955, cita observações sobre a ocorrência de apomixia em pimenta-do-reino, na cultivar Kotanadan ou Kudaravali. As espigas densamente e completamente formadas, com bom desenvolvimento de frutos, desenvolviam na base 2 ou 3 ramificações, formando uma espiga composta. Não foi localizado um só estame. As plantas eram unissexuais. Além disso, nenhuma flor estaminada foi notada nas próximas ao plantio da cultivar considerada.

DESENVOLVIMENTO DO RÁCEMO

Vários dias após a emergência, o ráceмо inicia a mostrar geotropismo positivo. Após 15 dias, com o ráceмо imaturo evoluindo em comprimento, as flores começam a aparecer na parte basal. Um estágio protogínico se desenvolve, permanecendo por 5 dias. Subsequentemente, os estames surgem, usualmente primeiro na base da espiga. 4 a 5 dias depois, cada estigma pode ser visto acompanhado por 1 ou 2 estames.

O desenvolvimento é fundamentalmente centrípeto, porém uma aparência irregular ou dominância é frequentemente observada.

Características da cultivar podem parcialmente controlar o comprimento da espiga, desenvolvimento protogínico e estaminal.



Algumas vezes o estado de protoginia não existe (Hajan Iljas, 1960, citado por Waard e Zeven, 1969).

Na Índia, a protoginia pode se estender por 7 a 8 dias. Em Porto Rico, foi observado estágio protogínico por 3 a 8 dias. Em Belém, na cultivar Cingapura, foi observado um período de 6 dias.

Essas observações são básicas aos trabalhos de cruzamentos controlados.

A protrandria é raramente encontrada.

PRODUÇÃO DE POLEN E POLINIZAÇÃO NATURAL

A deiscência longitudinal do saco polínico (Martin e Gregory, 1962) é parcialmente controlada pela umidade relativa e temperatura.

Em Sarawak foi observado que a abertura usualmente se processa entre 12:00 e 14:00 horas, em dias com umidade relativa do ar em torno de 60% e temperatura de 32°C, em condições de sol brilhante. A massa de polen pode se espalhar livremente sobre estigmas adjacentes e outras partes da espiga.

Os grãos de polen apresentam diâmetro médio de aproximadamente 10 u, independente da cultivar. A quantidade total de polen por antera varia com a cultivar. Nas Indianas cada espiga produz de 500.000 a 700.000 grãos de polen de 10 u ou de 100.000 a 300.000 (Martin e Gregory, 1962).

A ação erosiva, provavelmente causada pela chuva, perdas espontâneas para o ar, e remoção por agitação mecânica, afeta a taxa de polen e a eficiência da polinização (Martin e Gregory, 1962).

Existe polen suficiente para fertilizar todos os estigmas, quando pobremente distribuídos.

Em Sarawak, em observações na cultivar Kuching, Menon em 1949, citado por Waard e Zeven, 1969, verificou que o polen fresco aparece em montículos glutinosos dispersos na água. Neste meio, a viabilidade pode permanecer por um período acima de 3 dias. A água age como o meio para a dispersão do polen sobre o comprimento da espiga. Hasan Iljas (1960) cita a presença de polen seco, pulverizado na cultivar Bangka, e sugere a possibilidade de distribuição por gravidade.

A protoginia, ou seja, o desenvolvimento de flores femininas antes das flores masculinas, sugere o cruzamento. Evidências conclusivas não existem, porém ocorre autocompatibilidade e autofecundação.

Os fatores abaixo tem sido sugeridos como responsáveis pela polinização.

a) Insetos - As flores naturalmente não são predispostas à polinização por insetos. Insetos ~~sem asas~~ tem sido encontrados ocasionalmente sobre os ramos. Segundo Martin e Gregory (1962), podem ser polinizadores em potencial. Controle desses insetos através da aplicação de inseticidas durante o florescimento pode provocar baixa produção (Marinet, 1953) citado por Waard e Zeven, 1969. No entanto, danos diretos sobre as papilas sensitivas do estigma podem também ser considerados.

b) Vento - A forma das flores parece não conduzir a uma eficiente polinização pelo vento. Testes tem mostrado que o transporte de polen pelo vento é negligível. Martin e Gregory (1962) em observações de cruzamento natural no Clone Uthirancotta, citam que a polinização pelo vento, na presença ou ausência de chuva, não é muito eficiente. A frutificação foi muito baixa nessa cultivar feminina. Entretanto, em Porto Rico, estudos tem indicado que 32 a 64% do polen sobre o ramo pode ser disperso pelo ar dentro de 24 horas após a exposição.

Portanto, a polinização por inseto ou vento podem ser consideradas acidental na maioria dos casos (Waard e Zeven, 1969).

c) Geitonogamia - Um modo composto de auto polinização envolve um efeito combinado da água da chuva, ou orvalho, com períodos prolongados de sol e vento, cada um promovendo a fertilização. Os grãos de polen dispersos movem-se pela espiga por gravidade, daí causando a geitonogamia. Chuvas pesadas prejudicam a fertilização. Do mesmo modo seca prolongada durante o florescimento, frequentemente resulta em baixa produção. Na Indonésia, Hasan Iljas (1960) relata a ocorrência de geitonogamia, neste caso devida a ação da gravidade sobre o polen seco.

X O geotropismo positivo, um arranjo em espiral das flores, um amadurecimento sequencial dos estigmas e uma deiscência não cronológica das anteras, estimulam a fertilização por geitonogamia. Um aumento na umidade relativa estende o período de receptividade do estigma.

d) Polinização entre rãcemos vizinhos - polinização pobre pode ocorrer na base da espiga. Isto pode ser atribuído a uma diferença de 9 a 11 dias entre o desenvolvimento dos estigmas e deiscência da antera. Já no ápice o efeito dessa diferença diminui. Nenhuma evidência para tal variabilidade tem sido encontrada, com a frutificação aparecendo ao acaso sobre o comprimento total da espiga. O transporte de polen disperso por gravidade de espigas vizinhas pode ser importante.

Ocorre é que a geitonogamia sob o efeito da gravidade parece ser uma regra geral em cultivares hermafroditas. A polinização pode ser feita por autogamia, particularmente quando as condições ambientais promovem a extensão da receptividade do estigma. Essas condições também promovem a dispersão do polen na água, a qual age como agente de distribuição. O polen em queda move-se de rãcemos superiores para espigas inferiores. O vento e insetos são menos importantes.

FRUTIFICAÇÃO

Segundo Martin e Gregory (1962) os óvulos sobre um rãcemo desenvolvem-se em três tipos:

- a) Frutos completamente desenvolvidos.
- b) Frutos subdesenvolvidos ou intermediários.
- c) Óvulos não desenvolvidos.

Os óvulos dos frutos subdesenvolvidos iniciam o desenvolvimento, parando em certo momento. Os autores supõem danos por inseto como causa provável. Os óvulos não desenvolvidos resultam provavelmente da ausência de fertilização.

Este fato decorre provavelmente da polinização insuficiente, polen de pobre qualidade, os estigmas perdem sua receptibilidade antes que os estames liberem o polen e os estigmas são danificados. Martin e Gregory (1962) verificaram 13,5% de estigmas não danificados, 72,6% moderadamente danificados, e 13,9% severamente danificados.

O amadurecimento dos frutos é desigual. O período entre o florescimento e amadurecimento alcança de 5 a 9 meses. Na Índia a média é de 7 meses.

PROPAGAÇÃO SEXUADA

Progenies de plantas autofecundadas ou cruzadas, são frequentemente formadas de seedlings fracos. Isso pode ser devido à existência de pais com diferentes níveis de ploidia ou à presença de genes letais. Por essa razão, a propagação por semente é de importância limitada.

A semente, seca à sombra, sem pericarpo, permanece viável por 7 dias. Quando estocada a 5°C, sua viabilidade se prolonga por 2 semanas. A remoção da casca acelera a germinação (Anon, 1954, citado por Waard e Zeven, 1969) embora não tenha encontrado diferença entre sementes colocadas a germinar imediatamente após a colheita ou após três dias secando. Na Índia, estoque de 20 dias não afetou a viabilidade da semente.

PROPAGAÇÃO ASSEXUADA

A propagação assexuada ou vegetativa é feita através de enxertia ou de estacas.

O uso de estacas de um único nó ou 5 nós, é importante para a multiplicação rápida de material originário de cruzamento e extensão dos trabalhos, os quais podem ser avaliados em vários locais. É o único meio economicamente viável em plantios comerciais. Albuquerque e Duarte (1979), descrevem técnica interessante para a propagação de diferentes cultivares, através de estacas de apenas 1 nó.

A utilização de enxertos é uma alternativa importante visando o controle de doenças de sistema radicular. Cultivares altamente produtivas podem ser enxertadas em cavalos resistentes.

Em Porto Rico, Piper aduncum apresenta certa resistência à podridão causada por *Phytophthora* (Ruppel e Almeida, 1965, citados por Waard e Zeven, 1969). Em Belém, Albuquerque, 1967, encontrou resistência à podridão de raízes na espécie nativa Piper colubrinum Link. Técnica de enxertia foi utilizada porém sem sucesso comercial. Plantas enxertadas, em condições de cultivo, apresentaram incompatibilidade evidente no quarto ano de idade.

A anatomia da pimenta parece não permitir a enxertia. Qualquer enxerto morre em um estágio posterior. Esse fenômeno tem sido apontado por alguns autores, como incompatibilidade retardada (Waard e Zeven, 1969).

A família *piraceae* é dicotiledônea mas o caule possui características intermediárias entre dicotiledôneas e monocotiledôneas. Isto é, o sistema vascular está disposto em dois ou mais círculos. Esta característica foi confirmada em trabalho sobre anatomia em P. nigrum, desenvolvido em Sarawak (Waard, 1967, citado por Waard e Zeven, 1969). Como resultado, qualquer enxer

to estabelecido desenvolve-se lentamente, morrendo posteriormente.

É possível obter coalescência entre progênies de P. nigrum e raízes de outras espécies de Piper. Gregory et al (1960) obteve enxertos entre P. nigrum e cinco espécies Americanas. Hasan Iljas (1960) obteve enxertos entre P. nigrum e P. hirsutum e P. ariifolium, mas os enxertos morreram. Em Sarawak apenas coalescência inicial foi obtida entre as espécies, quando enxertaram duas porções do caule principal da mesma planta de cultivar Kuching. Nenhuma fusão permanente foi obtida entre o caule de diferentes cultivares.

ESTUDOS DE CARIOLOGIA DO GÊNERO PIPER

Poucos estudos existem sobre o cariôtipo do gênero Piper. Dentro destes, a maioria refere-se somente à determinação do número de cromossomos (Johnson, 1910; Johansen, 1931 e Tjio, 1948).

Sharma e Bhattacharyya (1958) iniciaram de forma preliminar, estudos em seis espécies de Piper e quatro do gênero Piperomia. Objetivaram obter maior conhecimento sobre a relação existente entre a evolução da família Piperaceae, e alteração no número e estrutura dos cromossomos. Detectaram nove tipos de cromossomos, que foram classificados conforme a posição das constrições e tamanho.

Com base nesses resultados e estudos prévios realizados por vários autores, entre os quais Johnson, Johansen e Tjio, citados acima, nos quais observaram cariôtipos com número de cromossomos múltiplos de 12, 14, 16, Sharma e Battacharyya (1959) indicam que pelo menos em três das espécies estudadas, a poliploidia tem desempenhado papel importante na origem das diferentes espécies de Piper.

Sugerem que as espécies desse gênero provêm de um ancestral com um número básico $n = 12$ e $n = 16$. É provável que uma se origine da outra.

Além da poliploidia, a alteração na estrutura dos cromossomos na evolução do gênero *Piper* é bastante evidente.

Dasgupta e Datta (1976) analisam trabalhos desenvolvidos por vários autores, em 64 espécies, dentro dos gêneros *Piper* e *Piperomia*, desde 1908 até 1970.

Consideram que o número de cromossomos das 64 espécies são múltiplos de 8, 11, 12, 13 e 14, dos quais 42,06% são múltiplos de 11 e 40,47% de 12. *Piper* contém múltiplos de 12, e *Piperomia* múltiplos de 11, sugerindo que *Piperomia* é mais primitiva que *Piper*. Aproximadamente 47,3% das espécies de *Piper* tem $x = 12$ e somente 19,04% tem $x = 13$. Concluem que é muito provável que a partir do número básico 12, tenham-se originado os outros complementos cromossômicos, seja por adição, ou duplicação de cromossomos.

Os mesmos autores consideram que poliploidia no gênero *Piper* é associada a uma marcante diminuição no comprimento do cromossomo, sugerido que *P. cubeba* ($2n = 24$) e *P. magnificum* ($2n = 24$), por terem um menor número de cromossomos e tamanho individual mais comprido, chegariam a ser as mais primitivas. As duas cultivares de *P. nigrum* estudadas ($2n = 36$ e 60), são comparativamente mais evoluídas, possuem cromossomos pequenos, número superior de constrições secundárias e alto nível de poliploidia (tri e pentaploide). *P. betle* ($2n = 64$), provavelmente apresenta uma linha evolutiva diferente tendo $x = 8$ ou $x = 16$, sendo mais especializados do que o grupo básico de *P. cubeba* e *P. magnificum*, por ter cromossomos pequenos e um alto grau de poliploidia.

MELHORAMENTO GENÉTICO DA PIMENTA-DO-REINO

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os trabalhos de melhoramento genético com a cultura da pimenta-do-reino se concentram principalmente na Índia, onde as pesquisas tiveram início em 1952. Em Porto Rico, iniciaram em 1953, na Indonésia em 1960, e em Sarawak em 1962. O objetivo principal é obter cultivares que combinem produção e resistência à podridão de raízes. Nesses países existem várias doenças e pragas as quais destroem as plantas e danificam os frutos, sendo a principal, a podridão causada por *Phytophthora* Waard e Zeven (1969), Waard, (1980). Nas condições de cultivo em nossa região, ocorrem além da podridão por *Phytophthora*, a causada por *Fusarium*, Nematódeos e Virus.

Baseado em resultados promissores obtidos na Índia com relação à hibridação controlada, a partir de 1973, o CPATU vem desenvolvendo trabalhos de cruzamento entre cultivares. Esses trabalhos visam obter combinações desejáveis para a resistência e/ou produtividade, que após serem avaliadas quanto à adaptabilidade, serão propagadas vegetativamente como uma nova cultivar.

Na região, os plantios geneticamente homogêneos, e altamente produtivos, são desenvolvidos através de propagação vegetativa de um único clone altamente suscetível. Essa extensa e uniforme massa verde, favorece a disseminação rápida de moléstias, abreviando a vida útil das pimenteiras.

Por isso é imprescindível a seleção de materiais com resistência às principais enfermidades, elevada fecundação de frutos e boa capacidade de adaptação. Por meio de cruzamento intra e interespecíficos, poderão ser alcançados tais objetivos, não sendo preciso atingir a homozigose, devido à forma assexuada de reprodução. Qualquer combinação desejável poderá ser fixada vegetativamente.

TRABALHOS DESENVOLVIDOS, NA ÍNDIA INDONÉSIA E SARAMAK (Waard e Zeven, 1969).

Na Índia, foi iniciado em 1953, um programa de melhoramento, com o objetivo de obter uma cultivar altamente produtiva e de boa resistência a doenças e pragas.

Existe uma coleção de cerca de 70 diferentes cultivares de origem local, algumas exóticas e piper selvagens.

Dessas, quatro são superiores em produção, com 4 Kg de frutos por planta/ano. As exóticas não produzem bem. Algumas das cultivares locais produzem 2 kg de frutos verdes por planta.

Em Sarawak as mesmas cultivares produziram de 5 a 9 kg por planta.

Na Indonésia cerca de 13 cultivares locais de Piper nigrum L. e piper nativas, tem sido incluídas, porém pouca informação existe sobre suas performances.

Observações em Sarawak mostram que a cultivar Bangka pode produzir de 18 a 27 kg de frutos verdes. Belantug e Djambi produzem um pouco menos, mas tendem a ser tardias. Kuching foi superior em produtividade, similar a Bangka.

Essas duas últimas cultivares tem sido indicadas como fontes em trabalhos de melhoramento visando o aumento de produtividade.

O principal método de melhoramento utilizado nos tempos recentes é o de hibridação controlada. Inicialmente os trabalhos se concentravam em avaliação clonal com especial ênfase a resistência a doenças e produção. Desses resultados, alguns seedlings originados de autofecundação ou de um cruzamento ao acaso foram observados.

Dos trabalhos de cruzamentos controlados efetuados na Índia, foi obtido em 1967 (Nambiar, 1967) o híbrido Pannyur-I, '

quatro vezes superior às cultivares tradicionalmente cultivadas em idênticas condições culturais.

Esse híbrido foi obtido em um programa intensivo de cruzamentos, envolvendo 30 combinações entre diversas cultivares produzindo 5.275 sementes viáveis. Das combinações, a mais promissora foi a Uthirankotta x Cheryakaniyakkadan, a qual originou Panniyur-I. Barriga et alii (1975).

As conclusões e sugestões extraídas dos trabalhos de melhoramento genético conduzidos naqueles países, consistem em:

1- As plantas F_1 de um modo geral, possuem alta variabilidade de planta a planta, com relação a produção.

2- A cultivar Uthirancotta parece ser o mais promissor progenitor feminino, dentro de um grupo de cultivares da Índia, se plantas relativamente altamente produtivas forem utilizadas como progenitores masculinos. As cultivares Banka, Kuching, podem ser consideradas.

3- A ausência de conhecimento da genética dessa espécie tem dificultado os trabalhos de melhoramento.

4- Os trabalhos sobre aspectos de florescimento e modos de polinização precisam ser mais desenvolvidos.

5- Apenas dados escassos são disponíveis sobre métodos de polinização manual.

6- A hibridação encontra muitos obstáculos associados com a falta de vigor dos híbridos. A seleção parental, baseada no número compatível de cromossomos, é uma alternativa básica para reduzir essa influência adversa.

7- É frequente a ocorrência de pobre sobrevivência de progênies F_1 .

8- Falta de informação sobre a herança dos principais componentes de produção.

9- Falta de informação sobre a herança de doenças.

10- Falta de inventários, descrição e determinação do número de cromossomos nos clones.

Waard e Zeven (1969) Sugerem para futuros trabalhos, o inventário, descrição e determinação do número de cromossomos nos clones, como necessidade básica. Isso facilita a correta identificação e seleção de clones produtivos e compatíveis. Consequentemente bom material F_1 pode ser selecionado, e os clones resultantes avaliados em vários locais.

TRABALHOS DESENVOLVIDOS PELO CPATU

Projetando para os nossos trabalhos os principais aspectos observados, as pesquisas desenvolvidas pelo CPATU na área de melhoramento genético, a curto, médio e longo prazos, baseiam-se nos seguintes pontos principais.

I- Introdução de cultivares

Em 1933 foi introduzida a cultivar Cingapura (Albuquerque e Conduru, 1971), sendo o único material cultivado na região, dada a características de alta produtividade e adaptabilidade.

Os plantios geneticamente homogêneos, embora produtivos, são desenvolvidos através de propagação vegetativa dessa cultivar que é altamente suscetível à moléstias, o que constitui o principal fator limitante ao cultivo econômico.

Em 1972, foram introduzidas de Mayaguez, Porto Rico, as cultivares Kudaravali, Kaluvali, Balancota, originárias da Índia, e Trang, da Tailândia. Mais recentemente (1974) obtiveram-se novamente de Mayaguez, as cultivares Kaluvali Jones, Kaluvali, Kudaravali (Índia), Kuching (Sarawak), Belantung e Djambi (Indonésia). Diretamente da Índia foi introduzida a cultivar Karimunda e o híbrido Panniyur - I.

Existe ainda a Pimenta-da-Terra, semelhante a Balancota, introduzida através da Guiana Francesa.

Em testes para resistência, desenvolvidos em condições de laboratório e casa-de-vegetação, esses materiais não tem demonstrado resistência. Atualmente estão sendo testados em condições de campo.

Necessita-se ainda de novas introduções, visando ampliar a variabilidade genética.

Segundo Allard (1971), a aquisição de germoplasma promissor de outras regiões, atinge os mesmos objetivos de programas de melhoramento que visem desenvolver cultivares superiores. Por isso a introdução de plantas pode ser considerada um método de melhoramento.

Para programas de melhoramento visando resistência à principal enfermidade, a fusariose, é de importância primordial a introdução, preservação, caracterização, avaliação e multiplicação de novas cultivares. A avaliação de caracteres agrônômicos e industriais são paralelamente considerados, visto que se existirem cultivares que superem o germoplasma tradicional em produtividade e qualidade, não serão lançadas como cultivares opcionais de interesse comercial.

Esses germoplasmas também constituem mais fonte de variabilidade para trabalhos de hibridação intraespecífica, visando a obtenção de combinações desejáveis para resistência e/ou produtividade.

Segundo Paulose (1973), existem mais de 70 variedades cultivadas, diferindo em produtividade, comprimento das espigas, tamanho e forma dos frutos, e características vegetativas.

Após a introdução, como sequência normal, as cultivares são caracterizadas no Banco Ativo de Germoplasma, e multiplicadas, para serem submetidas a uma avaliação preliminar e incorporadas aos trabalhos de cruzamento.

Avaliação de cultivares no Banco Ativo de Germoplasma.

Em 1980, as cultivares foram submetidas a avaliações sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.

Em observações sobre o crescimento vegetativo, foram ob-

servadas plantas no primeiro ano. O ramo ortotrópico foi medido em intervalo de dois meses, a fim de ser observada a velocidade de crescimento. Foram observadas as cultivares Karimunda, Panniyur-I, Belantung, Djambi, Cingapura e Clone S-1.

Dentre estas, a Karimunda apresentou vigor vegetativo superior, enquanto Belantung e Djambi foram mais lentas.

Em Sarawak, essas últimas cultivares tem apresentado um a madurecimento mais tardio dos frutos.

O comportamento altamente vigoroso de Karimunda e Panniyur-I, dá indicação do elevado grau de heterozigose dessas cultivares.

Com relação ao lançamento de ramos da frutificação, o clone S-1 foi o mais precoce, seguido de Cingapura, Panniyur-I, Djambi, Karimunda e Belantung. Karimunda, Kuching, Kudaravali, Panniyur-I, Kaluvali, Belantung, Balancota, Trang e Djambi, foram avaliadas no 2º ano, e Cingapura no 3º ano de desenvolvimento, com relação a frutificação e componentes de produção.

Trang, Kaluvali, Panniyur-I, Karimunda, Kudaravali, apresentaram as maiores produções de espigas verdes por planta.

Considerando os componentes de produção, foram avaliados os caracteres: peso total de espigas verdes por planta (produção), número de espigas por planta, comprimento da espiga, peso da espiga, número de frutos comerciais por espiga, volume de 100 frutos verdes e volume de 100 frutos secos.

Ao estimar o grau de associação fenotípica entre os diversos componentes, foi obtido coeficiente de correlação significativo entre o peso total de espigas por planta e o número total de espigas por planta ($r = 0.7413$).

O comprimento da espiga foi altamente correlacionado com o peso da espiga ($r = 0,9527$), assim como com o número de frutos comerciais por planta ($r = 0,8755$). O peso da espiga apresentou correlação próxima ao nível de significância estatística com o volume de 100 frutos verdes. Esse caráter foi altamente correlacionado com o volume de 100 frutos secos, com índice próximo de 1,00.

Observou-se o vigor do híbrido Panniyur-I, com relação ao comprimento e peso da espiga, assim como ao número de frutos comerciais por espiga.

Em observação sobre germinação de sementes em placa de petri, sob condições controladas, observou-se a maior velocidade de germinação para as cultivares Panniyur-5, Kaluvali, Kudaravali Trang e Balancota.

Sob condições de ripado, a Panniyur-I apresentou maior vigor em relação ao índice de germinação.

Em condições de campo, submetidas a tratos culturais adotados pelos pipericultores, as cultivares estão sendo submetidas a observações sobre produtividade e resistência.

Panniyur - I e Karimunda vem apresentando uma melhor performance.

*Características desejáveis em uma cultivar (Waard e Zeven, 1969).

1- Não formação de espigas (ou poucas) antes da maturação da planta.

2- Precocidade

3- Produção regular

4- Amadurecimento regular

5- Vigor

6- Resistência

7- Espigas abundantes

8- Espigas longas

9- Muitas fileiras de flores por espiga

10- Flores relativamente juntas dentro de fileiras

11- Alta taxa de flores hermafroditas sobre o número total de flores.

12- Alta capacidade de formação de frutos

- 13- Grande tamanho de frutos
- 14- Grande tamanho de semente
- 15- Alto conteúdo de alkalóides e extrato etéreo não volátil.

II- Avaliação de Seedlings

Periodicamente são coletadas sementes das diversas cultivares, para a avaliação da segregação de seedlings. Leva-se em consideração o vigor e graus de resistência, através de métodos de inoculação pré-determinados. Pretende-se com esse trabalho, provocar a variabilidade natural, e estudá-la com relação a características desejáveis. As plantas vigorosas e/ou resistentes, serão testadas em condições de campo, para posteriormente serem incorporadas aos trabalhos de cruzamento artificial.

III- Obtenção de germoplasma macho estéril

O híbrido Panniyur-I, disponível no Banco Ativo de Germoplasma, foi obtido através do cruzamento Uthirancotta x Cherya Kaniya Kkadan. Através de autofecundação desse híbrido, espera-se encontrar nas gerações segregantes, genótipo semelhante a Uthirancotta, com características de macho esterilidade. Esse material será posteriormente incorporado aos cruzamentos artificiais, em combinações promissoras com cultivares altamente produtivas.

IV- Hibridação intraespecífica e estudos de métodos de cruzamento.

Os trabalhos envolvem cultivares da espécie Piper nigrum L. Iniciaram com todos os materiais disponíveis, de acordo com a disponibilidade de mudas e índices de florescimento. Foram efetuados milhares de cruzamentos em várias combinações. Materiais procedentes desses cruzamentos encontram-se em desenvolvimento no campo.

De acordo com o melhor comportamento produtivo de Panniyur - I e Karimunda, os trabalhos estão concentrados nessas duas cultivares.

Polinização manual

Poucas informações existem sobre técnicas de cruzamento artificial em pimenta (Waard e Zeven, 1969). Martin e Gregory (1962) descrevem duas técnicas. Na primeira, anteras maduras são abertas através de estiletos, o pólen é colhido e aplicado sobre os estigmas receptores. Esse método apresenta baixa eficiência. Na segunda, espigas doadoras e receptoras são escovadas suavemente com pincel de pelo de camelo. Essa é mais eficiente, com boa fertilização.

A emasculação pode ser efetuada por meio de álcool, água quente ou retirada do saco polínico.

Hasan Iljas (1960) citado por Waard e Zeven, 1969, sugere o emprego de bomba de sucção.

Em Sarawak tem utilizado um método o qual considera o prolongado período de protogamia natural na cultivar Kuching, a aparente preponderância da autopolinização em cultivares hermafroditas e a ausência de eficiente cruzamento natural. Antes da polinização manual, todas as espigas da planta receptora são removidas para prevenir a geitonogamia entre espigas vizinhas. Em várias localizações da planta, são selecionados ramos, com ativo desenvolvimento de botões apicais. Após a remoção de insetos são isolados em uma armação de arame com um pano especial (caixas de isolamento). Só se desenvolvem espigas isoladas para os cruzamentos.

Logo que um estigma apareça na porção basal da espiga, um número deles (2 a 3 por espiga) são marcados apropriadamente. Nesta fase o estigma está apto a polinização, e os estames **estão ausentes**.

Na planta doadora de pólen, uma espiga é selecionada, a qual possui anteras recém abertas com pólen. Uma porção da espiga com duas ou mais anteras maduras é selecionada, cortada e colocada no final de um longo estilete. O saco polínico é então suavemente colocado em contacto com o estigma jovem.

Esse método apresentou eficiência de 50 a 75%. Após o de

envolvimento do fruto, o isolamento e remoido.

Embora teoricamente o isolamento esteja livre da ação da chuva ou vento, a chance de cruzamento ilegítimo é provável, porém extremamente baixa. A possibilidade de cruzamentos por insetos é descartada. As sementes desenvolvidas por esse método podem ser aceitas como híbridos verdadeiros.

Barriga et alii (1975), descreve método de polinização manual utilizado nos trabalhos do CPATU.

Esse método consiste basicamente na emasculação e esterilização das anteras de espigas receptoras. Espigas doadoras de polen são coletadas de plantas adultas no campo. Os grãos de polen são retirados através de estilete esterilizado, e cuidadosamente colocados sobre os estigmas receptores. É feita a proteção das espigas com sacos de papel manteiga, etiquetando-as.

Não tem sido obtida uma eficiência total através desse método, pois várias espigas são danificadas.

Um outro problema verificado, refere-se à proteção dos cruzamentos. Tem-se utilizado saquinhos de papel manteiga ou cambrais fina, com a proteção direta das espigas. Tem ocorrido queda prematura das mesmas e diminuído o rendimento dos cruzamentos. Esse fato tem sido verificado em Sarawak (Waard, 1967, citado por Waard e Zeven, 1969).

Ultimamente tem sido utilizado método semelhante ao descrito por Martin e Gregory, 1962, utilizando pincel fino, sem emasculação.

Brevemente será testado o método utilizado em Sarawak.

V- Estudo do número de cromossomos

Encontram-se em andamento, através de cooperação científica entre o CPATU e Instituto de Genética da ESALQ-USP, estudos sobre a caracterização citológica de materiais de pimenta-do-

reino e espécies afins. Visam a obtenção de informações sobre a constituição cromossômica de progenitores a serem utilizados em cruzamentos controlados.

Essa pesquisa básica constitui informação importante para programas de cruzamento visando a obtenção de híbridos ou transferência de genes desejáveis para o melhoramento, bem como pesquisas futuras, como métodos de cultura de tecidos para obtenção de plantas.

As observações preliminares envolvem a cultivar Cingapura, clone S-1 (Piper nigrum, L) e pimenta longa (Piper colobrinum Link).

O método utilizado é o de esmagamento de pontas de raiz pré-tratadas com hidroxiquinolina, coradas pelo método de Feulgen e maceradas com pectinase.

Após a preparação de lâminas permanentes, é efetuada a contagem do número de cromossomos, bem como análise de sua morfologia para comparação entre as diversas cultivares.

A cultivar Cingapura e o clone S-1 não diferiram citologicamente. Apresentam um número elevado de minúsculos cromossomos dispersos na placa metafásica. Em condições de casa de vegetação em Piracicaba, o clone S-1 apresenta um crescimento mais vigoroso com relação à Cingapura, principalmente com relação ao sistema radicular.

As lâminas de piper nativa (Piper colubrium Link), mostraram um número reduzido de cromossomos, em torno de 20, morfológicamente uniformes, grandes, com centrômeros perfeitamente observáveis, localizados na parte mediana e apical dos cromossomos.

Diferem das cultivares de Piper nigrum L, tanto em número como em forma.

Em estudos efetuados em outros países, foi observado que o número somático de cromossomos varia (Waard e Zeven, 1969). Alguns autores encontraram $2n = 48,52$, até 128 cromossomos.

LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, F.C. de & DUARTE, M. de L.R. Propagação de diferentes cultivares de pimenta-do-reino através de estacas de um nó. Belém, EMBRAPA- CPATU, 1979. 14p. (EMBRAPA/CPATU. Comunicado Técnico, 23).
- ALBUQUERQUE, F.C. & CONDURÚ, J.M.P. Cultura da pimenta-do-reino na região Amazônica. Belém, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, 1971. (IPEAN, Série Fitotecnia, v.2, nº 3)
- ALBUQUERQUE, F.C. Pimenta longa (Piper colubrinum) um porta enxerto resistente para pimenta-do-reino (Piper nigrum) na região Amazônica. Belém, IPEAN, 1967. p.1-2 (IPEAN. Boletim Informativo , 121).
- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo. Edgar Blucher. 1971. 381p.
- BARRIGA, R.H.M.P.; ALBUQUERQUE, F.C. de & DUARTE, M. de L.R. Estudos de hibridação em pimenta-do-reino (Piper nigrum L.). Belém, EMBRAPA-CPATU. 1980. 3p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento , 2).
- BARRIGA, R.H.P.M.P.; ALBUQUERQUE, F.C. de & SUMIDA, T. Estudos sobre a hibridação da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN, 1975. 12f. (IPEAN Comunicado, 50).
- DASGUPTA, A. & DATTA, P.C. Cytotoxonomy of Piperaceae. *Citologia* 41: 697-706. 1976.
- GENTRY, H.S. Apomixis in black pepper and jojoba?. *J. Hered.*, Bel-timore, 46(1): 8, jan./fev. 1955.
- JOHANSEN, D.A. The chromossomes of Piper subpeltatum. *Amer.J. Bot.* 18: 134-5. 1931.
- JOHNSON, D.S. Studies in the developmente of the Piperaceae. I. The supression and extension of sporogenous tissue in the flower of Piper beetle var. nionoicum C.D.C. *J. Exp. Zool.* 9: 715-49. 1910. 49. 1910.

- KANTA, K. Morphology and embriology of *Piper nigrum* L. *Phytomorphology* 12 (3): 207-21. 1962.
- LEON, J. Fundamentos botanicos de los cultivos tropicales, IICA, Costa Rica p. 455-58. 1968.
- MAISTRE, J. Las plantas de especias. Ed. Blume, Barcelona. Madrid, 274p.
- MARTIN, F.W. & GREGORY, L.E. Mode of pollination and factors affecting fruit set in *Piper nigrum* L. in Puerto Rico. *Crop.Sci.*, Madison, 2(4): 295-9, July/Aug. 1962.
- X OCHSE, J.J. et alii. Tropical and subtropical agriculture. New York, Mc Millan. 2: 761-66. 1961.
- PAULOSE, T.T. Pepper cultivation in India. India, (s.d.), S.ed.).
- SHARMA, A.K. & BHATTACHARYYA. N.R. Chromosome studies on two genero of family Piperaceae. *Genética* 29: 256-89. 1959.
- TJIO, J.H. The somatic ~~chromosomes~~ tropical plants *Hereditas*. 34-136 1948.
- X WAARD, P.W.F. de. Problem areas and prospects of production of pepper (*Piper nigrum* L.); an overview. Amsterdam, Royal Tropical Institute, 1980. 29p. (Bulletin, 308).
- X WAARD, P.W.F. de & ZEVEN, A.C. Pepper, *Piper nigrum* L. In: FERRWERDA, F.P. & WITH, F. eds. Outlines of perenial crop breeding in the tropics. Wageningen, 1969. p. 409-26 (Miscellaneous papers, 4).

