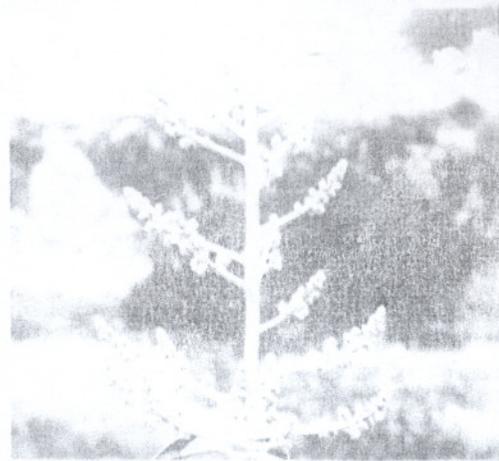
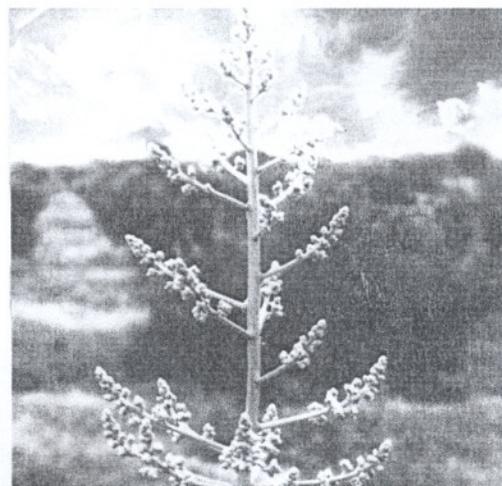


Capítulo 13



Indução Floral

João Antônio Silva de Albuquerque
Voltaire Dias Medina
Maria Aparecida do Carmo Mouco



Introdução

O cultivo da mangueira (*Mangifera indica*, L) nas condições tropicais semi-áridas permite a produção de frutas durante todo o ano, inclusive em períodos onde a oferta do produto é escassa, tanto no mercado interno como no externo, desde que se utilizem técnicas de indução floral.

Para quase todas as variedades, o maior problema do cultivo da mangueira é a irregularidade na produção. A utilização de técnicas avançadas de produção, incluindo o uso de reguladores vegetais na cultura da mangueira, permite o atendimento mais racional da demanda, considerando épocas mais favoráveis do ponto de vista comercial e fitossanitário, podendo também contribuir para controlar a alternância de produção (Cunha et al, 1994). Segundo Schaffer (1994), as indústrias são afetadas pela inconsistência na produção anual com uma flutuação de 150%. No entanto, para a obtenção de sucesso nessa prática, o produtor deverá conhecer os mecanismos fisiológicos da planta (agentes exógenos e endógenos) que naturalmente atuam sobre o processo.

A mangueira pertence ao grupo de plantas onde se observa um antagonismo entre o vigor vegetativo e a intensidade de floração, e todo fator que reduz o vigor vegetativo, sem alterar a atividade metabólica, favorece a floração (Avilan & Alvarez, 1990).

Os processos naturais de floração em muitas espécies frutíferas lenhosas quase sempre estão associados à inibição do crescimento vegetativo; essa inibição, em função do tempo e do estado nutricional da planta, cria condições para floração (Ben-Tal, 1986; Fierro & Ulloa, 1991). De acordo com Velard (1989) e Nunez-Elisea (1990), a indução floral parece requerer uma certa maturação da planta. Essa maturação não está associada com a idade da árvore nem com o que se denominava 'fase juvenil' e sim com o equilíbrio endógeno que acontece quando a árvore alcança um estado em que parte dos produtos da fotossíntese são acumulados como substância de reserva.

O frio e o estresse hídrico são condições naturais que induzem a paralisação do crescimento vegetativo da mangueira, nas condições de clima subtropical e tropical, respectivamente.

Comportamento Vegetativo e Floral da Mangueira

O crescimento da mangueira ocorre nos brotos apicais e axilares dos ramos antes do período de dormência (Singh, 1958). Os períodos de dormência são curtos nas plantas jovens, mas podem durar mais de oito meses nas plantas adultas. Três tipos de brotos podem-se desenvolver depois de um período de dormência: vegetativo (originam as folhas); generativo (determina a inflorescência ou panícula) (Fig. 1); e mistos (compostos de folhas e inflorescência nas axilas das folhas) (Fig. 2). O crescimento vegetativo ocorre até três ou quatro vezes ao ano em ramos individuais, dependendo da cultivar, idade da árvore e

condições de crescimento. Brotos reprodutivos ocorrem geralmente depois de períodos extensos de repouso, nos trópicos de baixa latitude, ou durante os meses frios de inverno nas regiões tropicais de latitudes mais altas e nas subtropicais. A inflorescência normal ocorre de janeiro a março no hemisfério norte e de junho a setembro no hemisfério sul. No entanto, existem variações de comportamento com relação à floração, dentro da mesma cultivar, dependendo da idade da planta e do local onde estão plantadas, se nos trópicos secos ou úmidos ou nos subtropicais (Singh, 1960).

Fotos: João Albuquerque

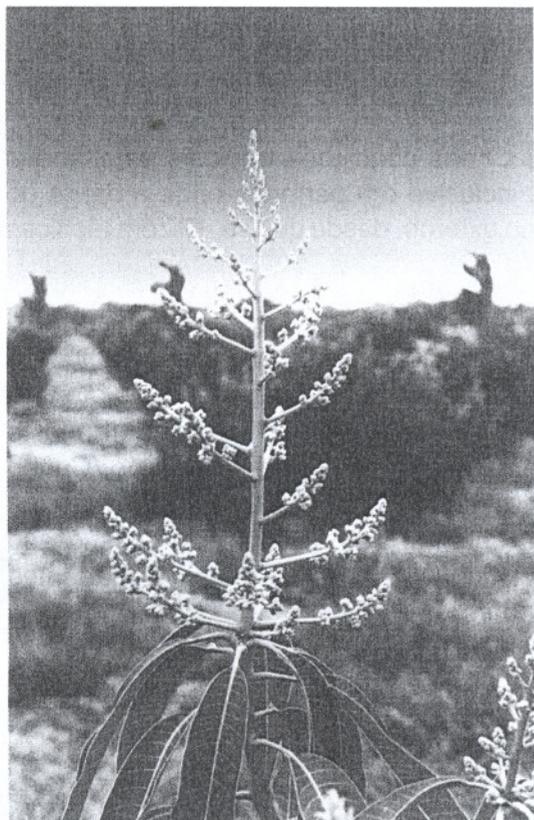


Fig. 1. Ramo com Panícula.



Fig. 2. Panícula mista.

Técnicas de manejo bem conduzidas podem melhorar a quantidade e a qualidade dos brotos vegetativos. A poda estimula rapidamente a brotação em gemas axilares, conseguindo assim multiplicar o número de brotos. Posteriormente, com técnicas adicionais como manejo nutricional, uso de reguladores e estresse hídrico, é possível amadurecer os brotos gerados da poda.

A diferença entre cultivares com relação ao tempo de emissão entre fluxos vegetativos vai refletir nas concentrações de amido no tecido lenhoso do tronco. As cultivares que apresentam maior período de repouso acumulam mais reservas e são mais produtivas em regiões tropicais (Fierro & Ulloa, 1991). Na prática, isso significa que é interessante para o produtor forçar o mais cedo possível a emissão dos fluxos mediante poda, do manejo nutricional e da irrigação, assim como também deter o último fluxo e provocar seu amadurecimento. Uma das formas para se reverter um quadro de brotação vegetativa é através da poda do último fluxo, procurando estimular gemas axilares maduras de fluxos mais velhos.

Os estudos anatômicos dos brotos da manga demonstraram que as gemas terminais são misturas de gemas contendo primórdios foliares e florais (Tongumpai et al., 1996).

Para que aconteça o crescimento vegetativo ou floral, dois processos distintos ocorrem na planta. A gema inicia seu crescimento, que inclui uma quebra de dormência e um rápido

desenvolvimento, independente do tipo de brotação que vai formar, vegetativo ou floral. Junto com a iniciação do broto ocorre a indução que vai definir o tipo de broto, se vegetativo, floral ou misto. Esse conceito é diferente das definições de iniciação e indução desenvolvidas em modelos para plantas herbáceas em floração (Kinet, 1993). Assim, mesmo que as condições estejam adequadas para a indução floral na mangueira, a definição do tipo de brotação só acontece na iniciação da gema (Nuñez-Elisea et al., 1996), o conceito anterior é importante na decisão do produtor sobre aspectos de manejo de irrigação e adubação. A Fig. 3 apresenta o modelo conceitual da floração da mangueira.

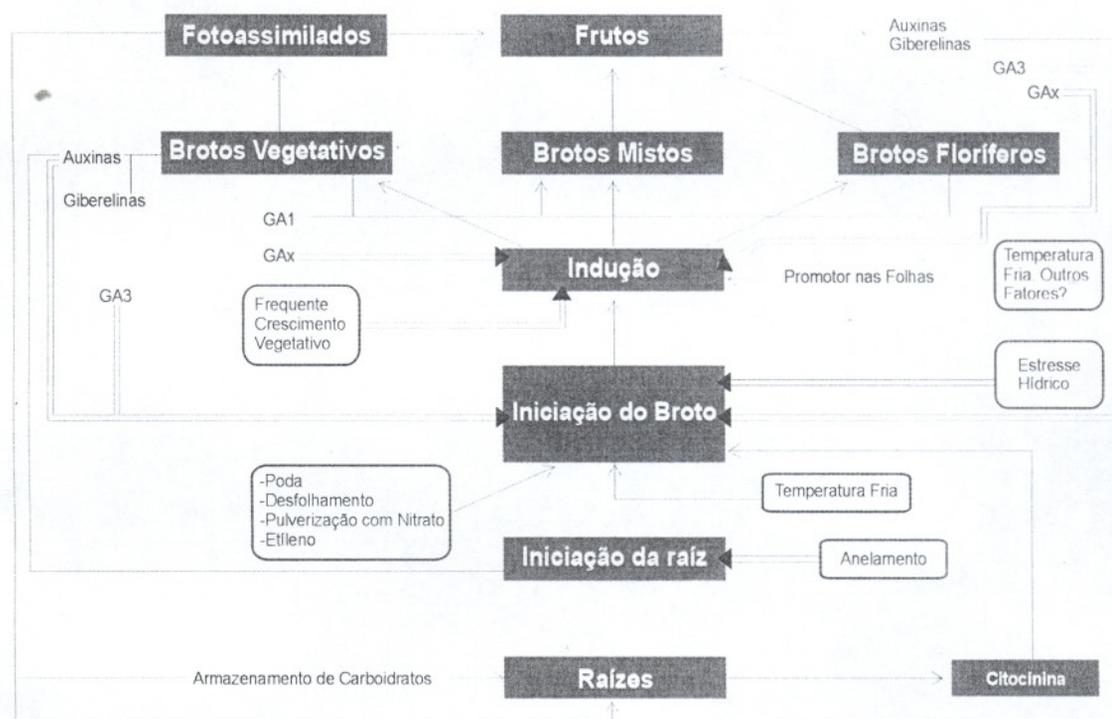


Fig. 3. Modelo conceitual da floração da mangueira.

Fonte: Davenport (1997). As linhas finas representam ações promotoras e as linhas duplas indicam ações inibidoras de acordo com a iniciação e a indução floral.

Os processos de iniciação e indução são regulados por diferentes sinais e podem ser manipulados por meio de diferentes estímulos, como a poda das folhas apicais ou dos ramos fisiologicamente maduros, o que vai estimular o rompimento do broto em ramos apicais ou laterais, respectivamente (Nuñez-Elisea & Davenport, 1991). É diferente do que ocorre com algumas plantas frutíferas temperadas, nas quais gemas florais previamente iniciadas tornam-se dormentes até depois do inverno, antes de iniciarem o desenvolvimento na primavera.

A floração só acontece, se certos fatores correlativos estão presentes. Por exemplo, a floração só irá ocorrer se a gema receptora torna-se ativa. Se os frutos estão presentes nos ramos, resultará em crescimento vegetativo. Finalmente, o nível de estímulo floral determina a resposta; níveis altos dão origem à panículas normais, níveis intermediários dão origem à panículas mistas, níveis baixos resultam em crescimento vegetativo.

Fatores que Influenciam o Processo de Floração

Fotoperíodo – Schaffer (1994) expôs plantas da variedade Tommy Atkins a períodos de 10, 12 ou 14 horas sob temperaturas favoráveis para indução (18°C dia/10°C noite) e não indução (30°C dia/25°C noite) e concluiu que as respostas foram similares entre os fotoperíodos sob temperaturas favoráveis para a indução, enquanto que nenhum período

floresceu sob regime de temperatura não favorável a indução. De maneira geral, em função desse fato, a mangueira pode ser considerada como uma planta neutra em relação ao fotoperiodismo. No entanto, segundo o mesmo autor, tem sido observado na Índia que um significativo número de flores perfeitas (hemarfróditas) ocorre no lado da planta que recebe mais luz diretamente. Esse fato deve orientar o sentido das plantações, para que plantas recebam, por igual, a luz solar.

Temperatura – Muitos estudos têm demonstrado o efeito da temperatura no florescimento da mangueira. Shu & Sheen (1987) observaram que as gemas axilares da variedade Haden, sob temperaturas de 19°C dia/13°C noite e 25°C/19°C, tiveram 87% e 60% de desenvolvimento floral, respectivamente; quando a relação temperatura diurna/noturna foi 31°C/25°C, foram obtidos apenas ramos vegetativos das gemas. Os autores observaram ainda um aumento de 18% a 100% de gemas floríferas, quando as plantas foram transferidas para 31°/25°C, seguidas de uma a três semanas a 19°/13°C.

Em condições tropicais de baixa latitude, com temperatura acima de 25°C e alta umidade atmosférica e do solo, e outros fatores como a idade do ramo e a época de brotação tornam-se fatores importantes na definição de um broto vegetativo ou floral (Ou, 1982).

Se uma planta é exposta a temperaturas altas (30°C dia/25°C noite) na época de iniciação do broto, o crescimento dá origem a ramos foliares; se as condições climáticas apresentam temperaturas diurnas de 18°C e noturnas de 10°C, os brotos produzidos serão generativos. Se a temperatura do ar apresenta valores dentro desse intervalo, e não são feitas podas, a brotação pode levar vários meses para acontecer. Os brotos vegetativos ou generativos ocorrem de acordo com as condições climáticas presentes no momento da iniciação (Nuñez-Elisea & Davenport, 1991).

Evidências indicam que a indução está orientada pela interação de um estímulo floral de baixa temperatura e um inibidor floral regulado pela idade (possivelmente uma giberelina diferente do ácido giberélico) nas folhas e brotos no momento da iniciação. O estímulo floral parece estar localizado nas folhas e é transportado aos brotos, provavelmente através do floema (Kulkarni, 1988; Nuñez-Elisea & Davenport, 1989, 1991; Nuñez-Elisea et al., 1996). A floração da mangueira nas áreas tropicais que não tem temperaturas noturnas frias só ocorre quando os brotos atingem determinada idade (Nuñez-Elisea & Davenport, 1995). No Semi-Árido nordestino, com o processo de indução floral sob condições de altas temperaturas, é indispensável se trabalhar com brotos maduros, com pelo menos três meses de idade.

O estresse hídrico pode ser uma alternativa no estímulo da indução floral (Chacko, 1992). Todavia, chuvas imprevisíveis ou fora de época ocasionam uma floração pobre em alguns anos. Assim, a floração da manga depende do ambiente ou de fatores climáticos.

A floração em ramos jovens, que contém maiores níveis de inibidores florais, somente vai ser possível se, no período de iniciação do broto, houver a ocorrência de temperaturas frias necessárias a indução floral (Nuñez-Elisea & Davenport, 1995).

Considerando que o sinal indutivo na mangueira pode estar presente antes da iniciação da gema, ele deve estar ainda presente na época de iniciação da gema, quando ocorrer a floração. Adicionalmente, o sinal indutivo pode ser mudado de reprodutivo para vegetativo ou vegetativo para reprodutivo pela alteração das temperaturas às quais as plantas estão expostas durante o início do desenvolvimento do broto (Fig. 4). Esse tratamento produz brotos de transição reprodutiva para vegetativa (R-V), ou brotos de transição vegetativo para reprodutivo (V-R), respectivamente. Ou seja, transferência de plantas de uma condição de temperatura para outra durante o início de brotação das gemas resulta na formação de uma alta proporção de brotos de transição V-R ou R-V, dependendo da seqüência na mudança de temperatura.

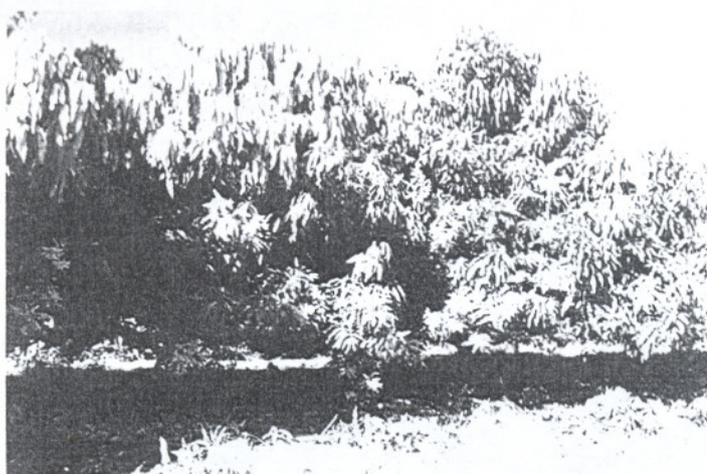


Fig. 4. Mudança na brotação de florífera para vegetativa, em função da temperatura.

Foto: João Albuquerque

Na região do Submédio Vale do São Francisco, a floração natural da mangueira ocorre durante os meses de maio a agosto, quando o clima está mais seco e as temperaturas noturnas mais baixas, geralmente menores que 20°C, e a colheita se completa entre outubro e janeiro, período que coincide com a safra em outras regiões do País, e que é caracterizada por uma alta oferta do produto no mercado. Porém, a maioria dos produtores procura direcionar sua produção para janelas de mercado, induzindo a floração, muitas vezes, em condições adversas.

Giberelinas (GAx) – As giberelinas, especialmente o ácido giberélico ou GA₃, parecem ser os hormônios mais ativos na regulação da floração da manga e de várias culturas frutíferas decíduas (Davenport & Nuñez-Elisea, 1997). Estudos extensivos do papel das giberelinas na floração da manga têm sido feitos por pesquisadores em todo o mundo e os resultados têm confirmado que as giberelinas suprimem a floração na manga.

Altos níveis de giberelinas inibem a floração e estimulam o crescimento vegetativo; o declínio dos teores de giberelinas aumentará a floração. O papel principal dos reguladores de crescimento vegetal é a supressão da biossíntese das giberelinas. Apesar do GA₃ inibir a floração na manga, não está claro se ele faz as gemas desenvolverem-se vegetativamente sob condição floral-indutivas.

A resposta mais comumente observada na manga, quando o GA₃ é aplicado antes da quebra da dormência das gemas, é o retardo da floração (Davenport & Nuñez-Elisea, 1997).

Auxinas e Citocininas – A iniciação cíclica de brotos em ramos dormentes, tanto vegetativos como reprodutivos, é comum em todas as cultivares de manga e em muitas fruteiras tropicais e subtropicais. Os ramos vegetativos em desenvolvimento são fontes de auxinas e giberelinas que estão envolvidas no processo de regular o tempo entre as brotações (Davenport, 1990).

O crescimento alternado de raízes, depois da emissão de brotos vegetativos é explicado pela presença de altas concentrações de auxinas (nas raízes) transportadas desde os ramos em crescimento (movimento basipétalo) (Cull, 1991). As raízes novas que se desenvolvem são fonte de citocininas (Davenport & Nunez-Elisea, 1997). As citocininas são transportadas passivamente para os brotos vegetativos através do xilema e são ativas no estímulo às brotações. A auxina, entretanto, é um inibidor da iniciação do broto e, ao inibir as brotações axilares, reforça a dominância apical. Essas observações sugerem que as auxinas (inibidoras) e citocininas (promotoras) podem, de forma interativa, estarem envolvidas no processo de quebra de dormência dos ramos; a iniciação dos brotos pode estar regulada por um balanço crítico entre estas e um terceiro fitormônio (giberelina A₃). Durante os períodos

de dormência, a disponibilidade de auxina foliar decresce com a idade do ramo, e os níveis de citocinina se incrementam com o tempo (Chen, 1987).

Etileno – O envolvimento do etileno endógeno no processo de floração é ligado aos sintomas de produção de etileno no processo de floração. A exsudação de látex das gemas terminais ocorre na época de iniciação da inflorescência e epinastia das folhas maduras localizadas perto do ápice durante a expansão da panícula (Fig. 5). Ambos são sintomas de plantas expostas a altos níveis de etileno (Davenport & Nuñez-Elisea, 1997).



Foto: João Albuquerque

Fig. 5. Planta apresentando sintoma de epinastia, causada pelo etileno.

O produto químico mais utilizado para liberar etileno é o etefon (ácido 2-cloroetil-fosfônico). A liberação de etileno em plantas a partir de etefon não envolve nenhuma atividade enzimática da planta tratada. O etefon é estável em forma ácida, mas libera etileno em pH acima de 3,5. A taxa de liberação de etileno aumenta à medida que o pH aumenta. O etefon pode ser translocado por toda a planta.

Entre as várias funções do etileno estão a promoção da floração em plantas lenhosas e a aceleração de maturação de órgãos das plantas (Felippe, 1979). O uso do etefon como amadurecedor de gemas, quando se trabalha em condições adversas, tem sido uma das principais ferramentas do produtor.

No processo de indução floral, o etefon não tem bom desempenho quando utilizado isoladamente; a eficiência é conseguida quando ele é combinado com estresse hídrico e/ou paclobutrazol. O etefon deve ser aplicado por meio de pulverizações. As dosagens eficientes estão entre 200 e 300 ppm. Doses elevadas podem causar abscisão das folhas.

Estresse hídrico – O efeito das condições climáticas sobre a cultura é observado com maior intensidade no período de florescimento e de frutificação. A mangueira é uma planta essencialmente adequada para cultivo em região de acentuada estação seca; em regiões chuvosas, a planta tem desenvolvimento vegetativo prolongado, comprometendo a frutificação.

Em condições tropicais, o estímulo floral inicia-se em folhas maduras, sendo que as folhas imaturas apresentam grandes quantidades de inibidores florais (Chen, 1987). Na mangueira, a baixa concentração de estímulo floral em cada folha é provavelmente compensada parcialmente pelo aumento proporcional de folhas maduras. Sob condições de estresse hídrico, o meristema apical desidratado pode tornar-se mais sensível a baixos níveis de estímulo floral. Enfim, o aumento da sensibilidade para a indução floral, por causa da maior área foliar madura, pode compensar a falta de temperaturas baixas nas regiões tropicais (Schaffer, 1994).

Na ausência de temperaturas frias ($<15^{\circ}\text{C}$), as mangueiras nos trópicos podem florescer em resposta à irrigação ou chuvas, depois de um estresse hídrico de 6 a 12 semanas ou mais. As mangueiras cultivadas nos trópicos contam menos com baixa temperatura para indução floral do que as plantadas nos trópicos de latitudes maiores e nos subtropicais (Davenport & Nunez-Elisea, 1997).

O impacto primário do estresse hídrico na manga é evitar a emissão de fluxos vegetativos. A idade acumulada dos brotos é maior em árvores estressadas que em árvores mantidas sob boas condições de irrigação, as quais podem emitir fluxos vegetativos mais freqüentemente. Esse retardo no crescimento pode fornecer mais tempo para acumulação do estímulo floral proposto ou redução no nível do promotor vegetativo; a medida que o ramo amadurece, diminui o nível de GA_3 (Nuñez-Elisea & Davenport, 1991). As condições de inverno nas regiões subtropicais reduzem o transporte de auxinas, enquanto o estresse hídrico nos trópicos pode causar impacto na disponibilidade das citocininas oriundas das raízes.

O estresse hídrico consiste na redução gradual da quantidade de água de irrigação, visando uma maturação mais rápida e uniforme dos ramos; a água não deve ser suspensa totalmente, já que a planta deve continuar fotossintetizando e acumulando reservas, sem vegetar (Albuquerque et al., 1999 a). Além disso, uma suspensão total de fornecimento de água deixa a planta mais sujeita a brotação vegetativa, no caso de chuva do que a manutenção de uma lâmina baixa de irrigação.

O estresse hídrico, se bem conduzido, e dependendo do estado nutricional da planta e da idade dos ramos, pode emitir o efeito desejado entre 30 e 60 dias. A irrigação deve ser reiniciada gradualmente até atingir seu ponto máximo para aquele período do ano, quando 60% das gemas das plantas apresentarem sintomas de brotação. A grande inconveniência desse método, é que ele restringe a produção a um determinado período do ano, pois só pode ser adotado nos meses em que não chove.

Paclobutrazol (PBZ) – O paclobutrazol (PBZ) tem sido usado para estimular a floração, promovendo a paralisação do crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento da brotação (Daziel & Lawrence, 1984; Chen, 1987; Tongumpai et al., 1989, 1991; Nuñez-Elisea & Davenport, 1991; Burondkar & Gunjate, 1993; Schaffer, 1994; Kurian & Yer, 1993; Nuñez-Elisea & Davenport, 1995; Ferrari & Sergent, 1996). Sua ação é em função da inibição da biossíntese das giberelinas.

O paclobutrazol é absorvido através das raízes, tecidos dos ramos e folhagem (Tongumpai et al, 1991; Burondkar & Gunjate, 1993). Segundo Ferrari & Sergent (1996), o paclobutrazol tem movimento acropétalo, circulando pelo xilema até as folhas e gemas, não tendo mobilidade pelo floema. O movimento no interior da planta produz-se com certa lentidão, desde o ponto onde tenha sido aplicado até as gemas meristemáticas subapicais, onde intervém na divisão celular. Compostos ativos no meristema subapical comprometem a produção de giberelina pela inibição da oxidação de kaurene para ácido karenoico, reduzindo o nível de divisão celular sem causar citotoxicidade alguma (Daziel & Lawrence, 1984); as conseqüências fisiológicas são a redução do crescimento vegetativo e uma maior disponibilidade de substâncias assimiláveis para a planta.

A locomoção lenta do PBZ dentro da planta sugere que o mesmo deve ser aplicado após um ou dois fluxos de crescimento depois da poda (Charnvichit et al., 1991).

As árvores tratadas com paclobutrazol apresentam a folhagem com coloração verde-escura (intensa) e com maior conteúdo de clorofila, além de frutos com coloração mais intensa. O PBZ induz a formação de gemas florais através dos baixos níveis de giberelina na extremidade dos ramos, enquanto o íon nitrato, em pulverização, acelera a quebra de dormência das gemas (Tongumpai et al., 1989, 1991). O paclobutrazol aumenta o número

de flores hermafroditas, daí a maior frutificação (Bernadi & Moreno, 1993; Voon et al., 1993; Kurian & Yer, 1993). Trabalhos testando o uniconazole (5 g ia por árvore) mostraram que o mesmo retarda o crescimento dos ramos e influi no desenvolvimento reduzido dos internós, quando são feitas podas drásticas depois de até três anos de aplicação do produto.

O efeito de determinada dosagem de PBZ pode variar com as cultivares de manga, bem como com relação ao porte (ICI, 1993). Dentro da mesma variedade, a sensibilidade ao paclobutrazol vai depender da época de aplicação. Com relação à idade, plantas mais jovens são mais sensíveis e respondem ao paclobutrazol com doses menores que plantas mais velhas; a eficiência, bem como a vida média do PBZ no solo, também vai depender das práticas culturais, condições climáticas e do tipo de solo. Em geral, o período de vida do PBZ no solo está entre 6 e 12 meses (Voon et al, 1993; Kurian & Yer, 1993). As inflorescências em árvores tratadas com dosagens altas podem ser muito compactas, criando condições adequadas à incidência de doenças e pragas (Winston, 1992) (Fig. 6).



Foto: João Albuquerque

Fig. 6. Planta com panículas compactadas, por causa da alta dosagem de PBZ.

O paclobutrazol também pode ser aplicado na forma de pulverização foliar, no entanto a aplicação no solo é mais eficiente e pode ser feita tanto na projeção da copa como junto ao tronco (Fig. 7 e 8), devendo-se irrigá-la logo após, já que a água é o veículo de condução do produto até as raízes. É importante que o paclobutrazol seja diluído em um ou dois litros de água antes da aplicação, para facilitar a distribuição, pois o produto puro é viscoso (Albuquerque et al., 1999 b).

Foto: João Albuquerque



Fig. 7. Aplicação do PBZ no colo da planta.



Foto: João Albuquerque

Fig. 8. PBZ aplicado no colo da planta.

Uma das decisões mais difíceis no trabalho com paclobutrazol é a determinação da dosagem a aplicar. Em trabalhos experimentais são mencionadas doses, sem especificar tamanho e condições de vigor das plantas, tipos de solo e irrigação. Nesse sentido, os trabalhos de Tongumpai et al. (1996) representaram um grande avanço na definição da dosagem do paclobutrazol na cultura da mangueira, assim como as pesquisas conduzidas no Semi-Árido por Albuquerque et al. (1999a, 1999b) e Albuquerque & Mouco (2000) que determinam, de um modo geral, a dosagem de uma grama por metro linear de copa da planta. Entretanto, após vários anos de trabalho com o produto, em pomares comerciais, no Semi-Árido nordestino, verificou-se que esses valores, embora se ajustem para plantas entre 3 e 5 m de diâmetro, fica excessivo para plantas de diâmetro inferior e insuficiente para

Tabela 1. Recomendação de dosagem de paclobutrazol.

Diâmetro (m)	Área (m ²)	PBZ (gr)	PBZ (gr/m linear)	PBZ (gr/m ²)
2,00	3,14	2,00	1,00	0,64
2,25	3,98	2,25	1,00	0,57
2,50	4,91	2,50	1,00	0,51
2,75	5,94	2,75	1,00	0,46
3,00	7,07	3,00	1,00	0,42
3,25	8,30	3,25	1,00	0,39
3,50	9,62	3,50	1,00	0,36
3,75	11,04	3,75	1,00	0,34
4,00	12,57	4,00	1,00	0,32
4,25	14,19	4,25	1,00	0,30
4,50	15,90	4,50	1,00	0,28
4,75	17,72	4,75	1,00	0,27
5,00	19,64	5,00	1,00	0,25
5,25	21,65	5,25	1,00	0,24
5,50	23,76	5,50	1,00	0,23
5,75	25,97	5,75	1,00	0,22
6,00	28,27	6,00	1,00	0,21
6,25	30,68	6,25	1,00	0,20
6,50	33,18	6,50	1,00	0,20

Fonte: Tongumpai et al. 1996.

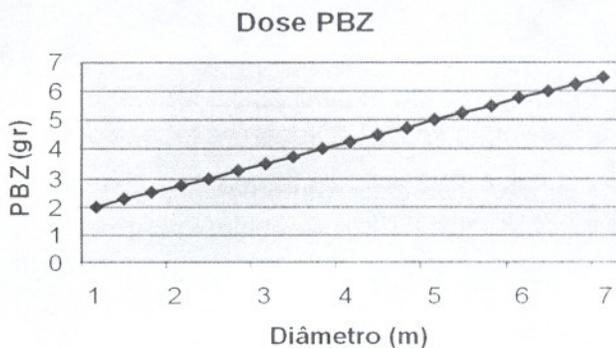


Fig. 9. Representação gráfica da recomendação de dosagem de paclobutrazol versus diâmetro da copa
Fonte: Tongumpai et al. (1996)

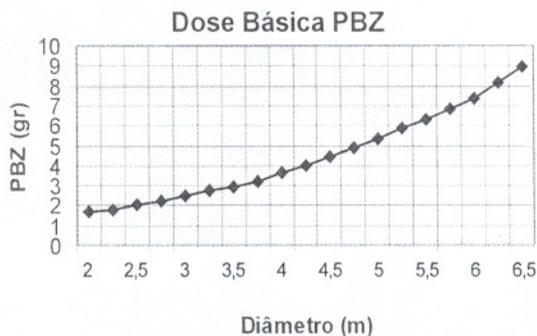


Fig. 10. Representação gráfica da recomendação de dosagem de paclobutrazol versus diâmetro da copa (Petrolina, PE).

plantas maiores. Daí, a constatação que a função entre os parâmetros de diâmetro de copa e doses não está regido por uma reta (Tabela 1, Fig. 9), mas sim por uma parábola (Fig. 10).

O ponto de partida deve ser uma determinação da dose básica para cada planta, e para isso toma-se o diâmetro da copa da planta, registrando dose correspondente, de acordo com a Tabela 1. No entanto, essa dosagem é dependente de alguns fatores: o vigor, que é o resultado de um conjunto de características que pode tornar a planta mais ou menos vegetativa, é dado pelo teor de nitrogênio foliar, aspecto da planta e presença de umidade no solo. O fator variedade está relacionado com a capacidade da planta de vegetar mais intensamente, como a Haden e a Kent, que requerem uma dosagem de paclobutrazol maior que a Tommy Atkins, considerada padrão. Por último, o fator resíduo, que pode persistir na planta oriunda de aplicações anteriores. É comum, depois da poda pós-colheita, observar-se o aspecto dos fluxos vegetativos, para serem comparadas com fluxos de plantas testemunhas, que não tiveram aplicação de paclobutrazol. Na determinação da dose real, o ideal é trabalhar com uma planilha eletrônica (Tabela 2), para lançar as informações referentes a cada planta e considerar os fatores acima descritos.

Para o 2º ano de aplicação, dependendo do tipo de brotação vegetativa depois da poda pós-colheita (se normal ou compactada), pode-se usar 70% ou 50% da dosagem de PBZ da safra anterior (Albuquerque & Mouco, 2000). Em casos onde a dosagem de PBZ utilizada foi elevada, tendo provocado emissões de panículas e vegetação muito compactadas, deve-se ter bastante cuidado no ciclo seguinte da planta, recomendando-se:

- a) Evitar poda drástica da planta na pós-colheita, devendo-se quebrar apenas o ráquis floral.
- b) Adubação com nitrogênio (pós-colheita).
- c) Pulverização, via foliar, com KNO_3 + sulfato de zinco.
- d) Aguardar a emissão da brotação vegetativa que, se for muito compacta, deve-se esperar a emissão do segundo fluxo, para reinício do ciclo produtivo.

Sulfato de potássio (K_2SO_4) – O sulfato de potássio deve ser utilizado em duas a três aplicações nas concentrações de 2,0% a 2,5%. A função do sulfato de potássio está relacionada com o íon potássio, que vai interferir na relação potássio/nitrogênio (K/N), para impedir que a planta vegete, além de aumentar o teor de carboidratos.

Nitratos (KNO_3 e $Ca(NO_3)_2$) – O efeito dos nitratos no processo de indução floral deve ser interpretado com cautela; os nitratos não induzem a floração, eles estimulam a iniciação do crescimento. Assim, somente sob condições adequadas da planta e do ambiente à indução floral, o crescimento será reprodutivo.

Os nitratos são aplicados via foliar, por meio de pulverizações. As dosagens comumente usadas variam de 2% a 4% para o nitrato de potássio (KNO_3) e de 1,5% a 2%

Tabela 2. Recomendação de dosagem de paclobutrazol (Petrolina, PE).

Diâmetro (m)	Área (m^2)	PBZ (gr)	PBZ (gr/m linear)	PBZ (gr/m^2)
2,00	3,14	1,65	0,83	0,53
2,25	3,98	1,80	0,80	0,45
2,50	4,91	2,00	0,80	0,41
2,75	5,94	2,20	0,80	0,37
3,00	7,07	2,45	0,82	0,35
3,25	8,30	2,70	0,83	0,33
3,50	9,62	2,90	0,83	0,30
3,75	11,04	3,20	0,85	0,29
4,00	12,57	3,60	0,90	0,29
4,25	14,19	4,00	0,94	0,28
4,50	15,90	4,45	0,99	0,28
4,75	17,72	4,90	1,03	0,28
5,00	19,64	5,35	1,07	0,27
5,25	21,65	5,80	1,10	0,27
5,50	23,76	6,30	1,15	0,27
5,75	25,97	6,80	1,18	0,26
6,00	28,27	7,35	1,23	0,26
6,25	30,68	8,10	1,30	0,26
6,50	33,18	8,90	1,37	0,27

para o $Ca(NO_3)_2$. O número de pulverizações vai depender do índice de brotação que se for obtendo. Uma gema floral demora mais a brotar que uma vegetativa.

As pulverizações com nitratos devem ser feitas no início da noite, quando as condições ambientais favorecem a absorção e minimizam os danos à planta.

A resposta às pulverizações com nitrato vai depender do estado de maturação dos ramos (gemmas), cujo processo é obtido através do estresse hídrico e/ou uso de reguladores de crescimento. Outros fatores, como baixa temperatura na ocasião das pulverizações com nitratos, melhoram o índice de floração. Em período chuvoso é recomendável um intervalo maior entre as pulverizações, em torno de 15 dias ou mais, pois chuvas intensas levam o

produto das folhas para o solo próximo ao sistema radicular da planta, podendo provocar uma brotação vegetativa indesejável.

Manejo da Indução Floral

As condições climáticas do Semi-Árido nordestino são representadas na Fig. 11, onde a ocorrência de temperaturas mínimas (temperatura mínima noturna inferior a 20°C e

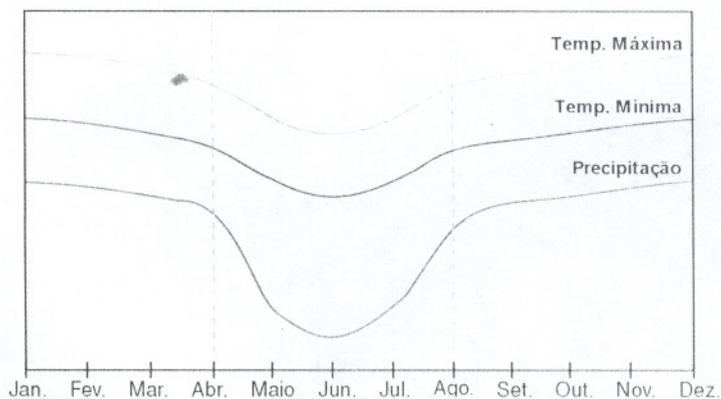


Fig. 11. Condições climáticas do Semi-Árido nordestino. Curvas das tendências normais de precipitação e temperaturas do Submédio São Francisco.

temperatura mínima diurna inferior a 30°C) está concentrada no período de maio a agosto; esse intervalo pode variar nas diferentes regiões. O mesmo também é observado com relação à precipitação. A floração natural da mangueira nessa região ocorre com maior intensidade a partir de junho a agosto.

O manejo artificial de floração da mangueira segue dois processos distintos de acordo com a época do ano. Quando a quebra de dormência da gema (floração) se dá no período de maio a agosto, em regiões onde não há ocorrência de chuvas, pode-se usar os seguintes modelos de indução floral:

Modelo A

Primeiro passo: pulverizar com sulfato de potássio de 2,0% a 2,5% (2 a 3 pulverizações com intervalo de 12 dias). O início das pulverizações é feito quando as plantas estão no primeiro ou segundo fluxo de brotação após a poda pós-colheita e depende do fluxo em que vai ser induzido.

Segundo passo: pulverizar com etefon entre 200 e 300 ppm (1 a 2 pulverizações), com intervalo de 12 dias, iniciando após a última pulverização do sulfato de potássio.

Terceiro passo: iniciar o estresse hídrico, monitorando a água para que não haja amarelecimento e queda das folhas, até a maturação do primeiro fluxo foliar (as folhas ficam quebradiças).

Quarto passo: pulverizar com nitrato de potássio de 3% a 4%, alternando ou não com o nitrato de cálcio a 2%, para quebra de dormência das gemas. O intervalo das pulverizações deve estar entre 8 e 12 dias.

Modelo B

Primeiro passo: aplicar paclobutrazol.

Segundo passo: fazer 2 ou 3 pulverizações com sulfato de potássio de 2,0% a 2,5%; a primeira de 30 a 40 dias após a aplicação do PBZ.

Terceiro passo: iniciar o estresse hídrico aos 70 dias após a aplicação do PBZ, monitorando a água para evitar a queda de folhas. A irrigação, com reposição total das necessidades da planta, só deve ser feita quando as gemas já apresentarem sintomas de brotação.

Quarto passo: quebra de dormência das gemas: pulverizar com nitrato de potássio, alternando ou não com nitrato de cálcio.

Quando a quebra de dormência de gema é programada para o período mais quente, entre outubro e abril, onde há ocorrência de temperaturas noturnas e diurnas superiores à 25°C/35°C, respectivamente, o manejo recomendado é o seguinte:

Modelo C

Primeiro passo: aplicar paclobutrazol.

Segundo passo: iniciar as pulverizações com sulfato de potássio a 2,5%, trinta dias após a aplicação do PBZ (três pulverizações).

Terceiro passo: iniciar o estresse hídrico 80 dias após a aplicação do PBZ.

Quarto passo: fazer duas pulverizações com etefon (200 a 300 ppm), iniciando 12 dias após a última pulverização do sulfato de potássio.

Quinto passo: pulverizar, alternadamente ou não, com nitrato de potássio e nitrato de cálcio, para quebra de dormência das gemas.

Nos intervalos entre cada pulverização de nitrato, é recomendável uma outra com produto a base de Zinco (Zn) e Boro (B), caso esses elementos estejam com níveis foliares inferiores à 70 ppm e 100 ppm, respectivamente.

Quando há ocorrência de brotação vegetativa indesejável, próxima a época de aplicação do nitrato (para quebrar a dormência da gema), pode-se proceder de várias maneiras:

- a) Fazer uma pulverização com sulfato de potássio e quebrar a brotação vegetativa nova, quando for pulverizar com nitrato (após 8 ou 12 dias).
- b) Provocar ou continuar o estresse hídrico para aumentar o grau de maturação do fluxo vegetativo inferior, e quebrar a brotação vegetativa nova quando for pulverizar com nitrato.

Produção de duas Safras no Ano

Nas regiões de baixa latitude e pouca altitude, como no Semi-Árido nordestino é freqüente a ocorrência de duas safras por ano, na mesma planta. Sabe-se que o órgão produtivo da mangueira é a gema terminal localizada no ápice do segundo ou terceiro fluxo. A formação e amadurecimento de uma gema terminal de segundo fluxo leva por volta de 5 ou 6 meses, nas condições do Semi-Árido. Somando o tempo gasto no processo de indução floral e o período de floração até a colheita, conclui-se que o processo completo leva um ano, assim não seria possível a obtenção de duas safras no período. No entanto, as seguintes situações permitem realizar uma segunda indução floral no mesmo ano:

- a) Se na primeira indução não houve floração de todas as gemas terminais disponíveis, as gemas que não floriram podem ser induzidas logo após a colheita.
- b) Se, junto à floração e à frutificação da primeira safra, ocorre a emissão de fluxos vegetativos, estes podem ser preparados e induzidos após a primeira colheita.

Com relação ao preparo e indução de gemas axilares, como já foi mencionado, as gemas terminais são os melhores órgãos produtivos da mangueira, porém as axilares podem também ser preparadas e induzidas para produção de flores. Esse processo, normalmente, consiste de um estresse (lembrando que a planta normalmente está estressada devido à colheita recente) e de uma aplicação de sulfato de potássio e de etefon para acelerar o amadurecimento dos galhos. Atingido esse estágio, quebra-se o ráquis dos ramos que produziram ou poda-se, procurando estimular a brotação das melhores gemas axilares do fluxo, e iniciam-se as pulverizações com nitrato até a floração. Funciona muito bem em plantas tratadas com PBZ.

A adoção dessa prática só pode ser seguida em condições especiais, como seria a necessidade de mudar a época de produção de uma área. Só pode ser feita em pomares com boas condições fitossanitárias e nutricionais após a primeira colheita, porque essa prática provoca esgotamento das plantas. Deve-se ter cuidado especial na reposição nutricional. Não pode ser tentada duas safras, por dois anos consecutivos, porque não haverá material disponível (gemas) para induzir.

Referências

- ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MOUCO, M. A. do C. **Efeitos, doses e aplicação do paclobutrazol em mangueira sob condições de alta temperatura do ar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; SBF, 2000. CD-ROM.
- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MOUCO, M. A. do C.; MEDINA, V. D.; SANTOS, C. R.; TAVARES, S. C. C. de H. **O cultivo da mangueira irrigada no Semi-Árido brasileiro.** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; VALEXPORT, 1999a. 77p.
- ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MOUCO, M. A. do C.; REIS, V. C. Application methods of paclobutrazol on mango crops. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 6.; 1999, Pattaya, Thailand. Working abstracts & program. Pattaya: Kasetsart University; ISHS; / HSST, 1999 b. 225p.
- AVILAN, L.A.; ALVAREZ, C.R. **El mango.** Caracas: Editorial America, 1990. 401p.
- BEN-TAL, Y. Flowering: its control by vegetative growth inhibition. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.179, p.329-335, 1986.
- BERNARDI, M.; MORENO, M. Reporte técnico, Paclobutrazol, ZENECA Mexicana S.^a de C.V. Evaluación experimental del fitorregulador cultar. [S.1.: s.n.], 1993. 50p. 1993.
- BURONDKAR, M. M.; GUNJATE, R.T. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in "Alphonso" mango with paclobutrazol. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.341, p.206-215, 1993.
- CHACKO, E. K. Mango flowering- still an enigma **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.291, p.12-20, 1992.
- CHARNVICHIT, S.; TONGUMPAI, P.; SAGUAWSUPYAKORN, C.; PHAVAPHUTANOW, L.; SUBHARDDRABANDHUS, S. Effect of paclobutrazol on canopy size control and flowering of mango, cv nam dok mai twai n.4, after hard pruning. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.291, p.60-66, 1991.

- CHEN, W.S. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. **Journal of the American Society Horticulturæ of Science**, v.112, n.2, p.360-363, 1987.
- CULL, B. W. Mango crop management. **Acta Horticultura**, Wageningen, n.291, p.154-173, 1991.
- CUNHA, M. M. da; COUTINHO, C. de C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FERREIRA, F. R. Praga. In: CUNHA, M. M. da; COUTINHO, C. de C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FERREIRA, F. R. **Manga para exportação: aspectos fitossanitários**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.23-54 (FRUPEX. Série Publicações Técnicas, 3).
- DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, Westpont, n.12, p.349-408, 1990.
- DAVENPORT, T.L.; NUÑEZ-ELISEA, R. Reproductive Phisiology. In: LITZ, R.E. **The mango**. Wallingford: CAB International, 1997, p.69-121.
- DAZIEL, J.; LAWRENCE, D.K. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. **British Plant Growth Regulators Group Monograph**, v.4, p.1-14, 1984.
- FELIPPE, G. M. Etileno. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: E. P. U., 1979. p. 163-192.
- FERRARI, D.F.; SERGENT, E.A. Promoción de la floración y frutificación en mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Haden, com paclobutrazol. **Revista de la Facultad de Agronomia**, Maracay, n.22, p.9-17, 1996.
- FIERRO, C. A ; ULLOA, M. A development reference stage for flower induction response to potassium nitrate in mango. **Acta Horticulturæ**, Wageningen. n.291. p.71-78, 1991.
- ICI (Londres, UK). **Regulador de crecimiento: para controlar y obtener um desarrollo optimo de la vegetacion**. [Londres]: ICI. ZELTIA, 1993. Não paginado. il.
- KINET, J. M. Enviromental, chemical, and genetic control of flowering. Hort. Ver., v. 15: p.279-334, 1993. **Horticultura Reviews**.
- KULKARNI, V.L. Chemical control of tree vigour and promotion of flowering and fruiting in mango (*Mangifera indica*, L.) using paclobutrazol. **Journal of Horticultural Science**. Kent, v.63, n.3, p.557-566, 1988.
- KURIAN, R. M.; IYER, C. P. Chemical regulation of tree size in mango (*Mangifera indica*, L.) cv. Alphonse: II. Effects of growth retardants on flowering and fruit set. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.68, n.3, p.355-360, 1993.
- NUNEZ-ELISEA, R. Ethylene and other endogenons factors possibly involved in mango flowering. **Acta Horticulturæ**, Wageningen, n.275, p.441-447, 1990.
- NUNEZ-ELISEA, R; DAVENPORT, T. L. Efect of leaf age, duration of coal temperature treatment, and photoperiodo on bud dormaney release na floral unitiaton in mango. **Scientia Horticulturæ**, Amsterdam, v.62, p.63-73, 1995.
- NUNEZ-ELISEA, R; DAVENPORT, T. L. Expression of the endogenous flowering promoter in mango (*Mangifera indica*, L). **Proceedings of the Plant Growth Regulator of Society American**, p.245-247, 1989.
- NUNEZ-ELISEA, R; DAVENPORT, TL. Florewing of "Keit" mango in response to deblossoming and gibberellic acid. **Proceedings of the Florida State Horticulturæ Society**, v.104, p.41-43, 1991.
- NUNEZ-ELISEA, R; DAVENPORT, T. L.; CALDEIRA, M. L. Control of bud morphogeneses in mango *Mangifera indica* L. by girdling defoliation and temperature modification. **Journal of Horticulturæ Sciencie**, Kent, v.71, n.1, p.25-40, 1996.

OU, S.K. Temperature effect on differential shoot development of mango during flowering period. **Journal of Agricultural Research in China**, v.31, p.209-212, 1982.

SCHAFFER, B. Mango. In: SCHAFFER, B; ANDERSEN, P.C., (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops: Sub-tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994.

SHU, Z. H.; SHEN, T. F. Floral induction en axillary buds mango (*Mangifera indica*, L.). as affected by temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.31, p.81, 1987.

SINGH, L. B. **The mango: botany, cultivation and utilization**. London: Leonard Hill, 1960

SINGH, R. N. Studies en the differentiation and development of fruit buds in mango *Mangifera indica* L: II. Morphological and histological changes. **Horticulturae Adv.**, v.2, p.37-43, 1958. Horticulturae Advance.

TONGUMPAI, P.; HONGSBHANICH, N.; VOON, C.H. Cultar for flowering regulation of mango in Thailand. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 239, p.375-378, 1989.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANANEE, K.; SETHPATHPAKDI, R.; SUNHADRBADHU, S. Variation in level of giberellin-like substances during vegetative growth and flowering of mango cv. Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.291, p.105-107, 1991.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SUBHADHARABANGHU, S. Effect of paclobutrazol on flowering of mango cv Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.291, p.67-70, 1996.

VELARD, F.G.A. **Tratado de arboricultura frutal**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 103p.

VOON, C.; PITAKPAIVAN, C.; TAN, S. Mango cropping manipulation with cultar. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.341, p.219-228, 1993.

WINSTON, E.C. Evaluation of paclobutrazol on growth, flowering and yield of mango cv. Kensington. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.32, p.97-104, 1992.