

---

# CAPÍTULO 5

---

## FISIOLOGIA DA FLORAÇÃO DO ABACAXIZEIRO

Getúlio Augusto Pinto da Cunha

Tópicos em Ciências Agrárias

Getúlio Augusto Pinto da Cunha

Pesquisador - Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas-BA. E-mail: getulio@cnpmf.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var. *comosus*, Coppens & Leal) é uma planta tropical monocotiledônea, herbácea e perene, da família Bromeliaceae, que sempre se destacou na fruticultura tropical. Graças às características de seu fruto, apreciado em todo o mundo onde é cultivado em mais de 60 países e à sua rentabilidade, apresenta grande demanda e importância econômica. No Brasil, é a quinta fruta tropical mais cultivada e representa uma ótima opção de cultivo em regiões não tradicionais, a exemplo do semi-árido. Trata-se de uma planta que requer tratamentos culturais cuidadosos e freqüentes e apresenta alguns aspectos morfológicos e fisiológicos, cujo conhecimento facilita o seu manejo e o entendimento dos mecanismos de seu florescimento. Dentre esses, destaca-se o meristema apical, que dá origem às folhas durante o estágio vegetativo, mas que, posteriormente, passa por transformações, originando a inflorescência e, em seguida, retoma sua atividade vegetativa, formando a coroa do fruto. O abacaxizeiro foi a primeira planta a ter sua floração controlada artificialmente, em escala comercial.

A passagem do estágio vegetativo para o de floração é de suma importância para as plantas, porque o florescimento é o primeiro passo da reprodução sexual, resultando na produção de frutos, que é a atividade fim ou objetivo maior da exploração econômica das fruteiras. Diversos estudos, visando ao entendimento de como essa transição é controlada, têm sido realizados com várias espécies nas últimas décadas, gerando uma grande quantidade de informações. Muitos reguladores de crescimento, naturais e sintéticos, exercem sua ação, provavelmente pelos seus efeitos na síntese e/ou atividade do etileno, hormônio vegetal endógeno e gasoso que regula o crescimento e desenvolvimento das plantas em geral, que tem também atuação determinante na fisiologia da floração.

O objetivo desse trabalho é discorrer sobre o floração na cultura do abacaxi, principalmente sobre o envolvimento de algumas substâncias químicas que apresentam atividade reguladora do crescimento vegetativo da planta, para melhor entendimento dos seus mecanismos e, via de consequência, do manejo da cultura.

## NOÇÕES DE FISIOLOGIA DA DIFERENCIAÇÃO FLORAL

A floração é um processo unitário e integrado, de natureza bastante complexa e controle multifatorial, que tem sido estudado extensivamente, abrangendo da ecofisiologia à biofísica (Bernier et al., 1993; Kinet et al., 1981; Kinet, 1993). A maioria das plantas reage a sinais ambientais para regular a transição para o florescimento, haja vista que todos os indivíduos de uma espécie têm de florescer de modo sincronizado para o sucesso do cruzamento e, também, porque devem completar sua reprodução sexual sob condições externas favoráveis (Bernier et al., 1993). Em geral, a floração natural é estimulada por mudanças sazonais regulares de condições climáticas, a exemplo do fotoperíodo, temperatura e disponibilidade hídrica. Tais mudanças são captadas por diferentes órgãos da planta: o fotoperíodo pelas folhas maduras; a temperatura por todas as partes da planta, apesar da baixa temperatura ser, preferencialmente, pelo ápice caulinar; e a disponibilidade hídrica pelas raízes (Bernier et al., 1993). No caso do abacaxizeiro, é necessário que exista, pelo menos, uma folha na planta, para que o estímulo florígeno possa ser captado e repassado para o ápice caulinar. Apesar do fotoperíodo ser captado pelas folhas, as alterações morfológicas que vão ocasionar a transição para a formação da flor ocorrem no ápice caulinar (Castro & Vieira, 2001), o que sugere a transmissão de alguma mensagem da folha para o ápice, constituindo-se no estímulo floral ou florígeno. A iniciação floral delimita a transição entre o crescimento vegetativo e o estágio reprodutivo das plantas produtoras de sementes, sendo, portanto, um evento marcante na vida dessas plantas. As flores nada mais são do que ramos ou folhas modificados, produzidos por meristemas modificados de ramos, ou seja, os primórdios florais.

Sabe-se que o meristema de uma planta recebe de outras partes da mesma, permanentemente, um conjunto de sinais, de intensidade variável, que são favoráveis à produção de estruturas, ora vegetativas, ora reprodutivas. A questão central da fisiologia da iniciação floral consiste em entender-se quais fatores atuam na transformação do meristema caulinar em primórdio floral e de que modo eles exercem sua ação. O conhecimento desses sinais é da mais



alta importância, fundamental e prática, para uma exploração mais racional das culturas. Os principais fatores ambientais responsáveis pela indução floral são o fotoperíodo (comprimento do dia ou horas de luz) e temperatura (vernalização, efeito do frio). A planta precisa também atingir a maturidade suficiente para ser induzida à floração, sendo necessário que as folhas capturem os estímulos fotoperiódicos e que o meristema apical esteja o mais sensível possível à vernalização. Uma vez consumada a transformação do meristema caulinar em primórdio floral, este último torna-se, invariavelmente, incapaz de retomar o crescimento vegetativo. Daí porque o crescimento vegetativo e o desenvolvimento reprodutivo nas plantas são considerados eventos mutuamente exclusivos.

Em geral, na floração são observadas duas fases: a iniciação floral e o desenvolvimento floral. Na primeira fase, é necessário que alguns eventos ocorram no ápice caulinar, comprometendo-o, de modo irreversível, com a iniciação do primórdio floral, sendo esse o primeiro passo para a formação das flores, denominado de "evocação" (Kinet et al., 1981).

Algumas teorias foram formuladas para explicar a floração, baseadas em várias pesquisas realizadas ao longo de décadas, abrangendo aspectos fisiológicos, genéticos (relacionados à sensibilidade das plantas aos fatores climáticos) e ambientais. Estudos envolvendo enxertia em plantas sensíveis ao fotoperíodo serviram de base para Chailachjan, citado por Min (1995), postular a presença de um hipotético hormônio do florescimento, denominado de "florigeno". Foi levantada, também, a possibilidade de existência de um inibidor floral, o "antiflorígeno", que atuaria de modo antagônico ao "florigeno". No caso de plantas que florescem sob o efeito da vernalização, foi associado outro produto, a "vernalina", cuja relação com o "florigeno" e a floração, foi bastante estudada.

Dentre as teorias de controle interno da "evocação", que incluem o conceito do "florigeno/antiflorígeno", o modelo de controle multifatorial, a hipótese do desvio de nutrientes e sinais elétricos, dominam os dois primeiros, porém, ainda sem provas definitivas, apesar de Bernier et al. (1993) terem apresentado resultados que apoiam o controle multifatorial. Qualquer explicação sobre o mecanismo de controle fotoperiódico do florescimento deve contar com a presença tanto de promotores quanto de inibidores, o que está de acordo com o modelo de controle da "evocação", proposto por Bernier et al. (1981). De acordo com esses autores, os fatores não são os mesmos para as diferentes espécies, e podem ser sintetizados nas folhas, raízes, ápice caulinar e outros locais. Se apenas um fator estiver ausente, o processo não tem continuidade, mas todos estão presentes sob condições indutivas. Algumas evidências demonstram que o florescimento no meristema pode consistir de diversas etapas que, por sua vez, podem ser ativadas individualmente, mas, muitas questões ainda precisam ser respondidas.

## FLORESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO

A diferenciação floral do abacaxizeiro possui outra particularidade: a de poder ser desencadeada artificialmente, por meio de substâncias químicas, cujos aspectos apresentam muitos pontos comuns com a floração natural, os quais serão abordados a seguir.

O processo de florescimento do abacaxizeiro pode ser melhor entendido conhecendo-se seu ciclo cultural, que varia de 12 a 30 meses até que seja produzido o primeiro fruto, a depender das condições ambientais e do manejo da cultura. Esse ciclo pode ser dividido em três etapas: a) fase vegetativa - abrange o período do plantio à diferenciação floral; b) fase reprodutiva (envolvendo a floração e frutificação) - vai da diferenciação floral à colheita do fruto; c) fase propagativa - tem início ainda na fase reprodutiva, mas prolonga-se após a colheita do fruto, abrangendo o desenvolvimento (ceva) e colheita das mudas. Dessas fases, a que apresenta menor elasticidade é a reprodutiva, quer seja natural ou artificialmente desencadeada. Vários são os fatores que influem no ciclo da cultura, citando-se, principalmente, além dos climáticos, a nutrição mineral, tipo e peso da muda e época de plantio (Gowing, 1961; Reinhardt & Cunha, 1982a; Cunha et al., 1993). A suscetibilidade do abacaxizeiro à floração natural ou à indução artificial é determinada, em grande parte, pela idade ou tamanho da planta.

O florescimento do abacaxizeiro pode ocorrer naturalmente, relacionado a fatores climáticos, ou artificialmente, com o uso de produtos químicos, em geral reguladores de crescimento vegetal. Em ambos os casos, há o envolvimento de fatores internos ou hormônios produzidos pela própria planta, a exemplo do ácido indolacético (AIA) e do etileno, este último considerado como fator indutor (Burg & Burg, 1966), responsável direto pela diferenciação floral. A produção de etileno ocorre por meio de uma ação sequencial das enzimas ACCsintase e ACCoxidase cujo esquema encontra-se no item "Substâncias usadas e modo de atuação".

A cultura do abacaxi é explorada comercialmente em razão de poder-se controlar e uniformizar, por meios artificiais, o florescimento das plantas e, assim, concentrar a colheita em épocas oportunas, do ponto de vista agro-econômico, ou distribuí-la em todos os meses do ano. Isso porque o abacaxizeiro responde muito bem à aplicação de substâncias químicas que têm a capacidade de influenciar seus processos fisiológicos, relacionados com a diferenciação floral.



A floração natural do abacaxizeiro é um fenômeno que apresenta uma série de inconvenientes, não se associando consistentemente com um determinado fator climático. A diferenciação natural do florescimento dá-se, via de regra, entre o final do outono e o início do inverno, no ano subsequente ao do plantio, ainda que possa ocorrer em outras estações, a depender da região. Esse tipo de floração vem causando, com intensidade cada vez maior, sérios prejuízos nas regiões produtoras de todo o mundo, pois dificulta não apenas os tratamentos culturais e fitossanitários, mas também a colheita e a comercialização do fruto, podendo, ainda, refletir negativamente no rendimento da primeira e demais safras, onde essas são exploradas. Os prejuízos tornam-se maiores se a floração ocorre precocemente, haja vista que, nessa situação, as plantas ainda não apresentam um desenvolvimento ou porte adequado para produzir um fruto com padrão comercial. Esse fato tem sido comprovado tanto em plantações comerciais quanto experimentalmente, notando-se, por outro lado, diferenças na suscetibilidade das mudas e plantas à floração, a depender do seu tamanho, sendo as maiores mais suscetíveis. Apesar disso, tem-se observado que mesmo as plantas pequenas têm respondido aos estímulos florais, naturais e artificiais.

Sendo função também das condições climáticas, a floração natural varia de ano para ano, de acordo com as épocas e regiões produtoras, acentuando-se sua incidência em áreas de altitude e latitude mais elevadas. Nas principais regiões produtoras do mundo, têm sido relatadas taxas de ocorrência de floração natural variando de 20% a 80% (Reinhardt et al., 1986; Scott, 1993; Barbosa, 1997; Rebolledo-Martínez et al., 1997).

### **Inflorescência do Abacaxizeiro - descrição botânica, crescimento e desenvolvimento**

A inflorescência do abacaxizeiro é formada por um grupo de flores sésseis soldadas em torno de um eixo, que é o prolongamento do caule, dispostas em oito espirais, apresentando uma filotaxia 8/21; cada inflorescência pode conter mais de uma centena de flores individuais (Okimoto, 1948). Segundo esse autor, as flores são hermafroditas, trímeras, possuindo três sépalas, três pétalas, seis estames e um ovário ínfero, tricarpelar e trilobular, com três glândulas nectaríferas separando os lóculos. As flores do abacaxizeiro são formadas pelo mesmo meristema que origina as folhas, situado no ápice do caule; o florescimento envolve a transição da diferenciação das estruturas vegetativas para a formação de uma inflorescência no meristema apical do caule. A primeira evidência de mudança morfológica nesse meristema é a expansão do diâmetro do seu disco, com a formação inicial do pedúnculo e da primeira flor ocorrendo quando o mesmo exibe seu diâmetro máximo. Tal fato pode ser observado cerca de uns quatro dias após a diferenciação floral, por meio de um corte longitudinal do ápice caulinar (Py & Silvy, 1954).

Pode-se distinguir duas etapas importantes nos processos de crescimento e desenvolvimento da inflorescência do abacaxizeiro. A primeira ocorre, aproximadamente, dois meses após a diferenciação e corresponde à parada de crescimento do pedúnculo, ao desabrochamento das primeiras flores e início de crescimento da coroa. A outra etapa acontece 15 dias antes da colheita, correspondendo à parada do desenvolvimento da coroa e murchamento do pedúnculo, com um fluxo importante de açúcares para o fruto, ainda em crescimento (Teisson, 1973).

Quando a planta atinge a maturidade no seu desenvolvimento, a inflorescência avermelhada, devido à cor azul púrpura de suas pétalas e brácteas, desponta no centro da roseta foliar, cerca de seis semanas após a diferenciação floral, tornando-se cada vez mais proeminente sobre o pedúnculo. Essas flores não abrem ao mesmo tempo e a floração procede espiralmente, da base para o ápice, com uma ou mais flores abrindo a cada dia (apenas nas primeiras horas da manhã) durante duas a quatro semanas (Okimoto, 1948).

## **FLORAÇÃO NATURAL DO ABACAXIZEIRO**

### **Fatores Envolvidos**

O desencadeamento da floração do abacaxizeiro depende do porte e estado fisiológico da planta e do comprimento do dia e temperatura (Bartholomew & Malézieux, 1994; Rabie et al., 2000). De acordo com esses autores, um mínimo de diferença de temperatura dia/noite é necessário para provocar o florescimento natural do abacaxizeiro, dependendo de seu estado fisiológico/nutricional, ou, então, apenas acentuar o efeito dos dias curtos. A seca também estimula a diferenciação floral em áreas onde tanto o fotoperíodo quanto a temperatura variam pouco (regiões subtropicais). Esses autores relataram, ainda, a ocorrência de floração natural no Havaí entre dezembro e janeiro, período de temperaturas mínimas, geralmente noturnas, abaixo de 15°C, e que plantas submetidas à temperatura constante de 25°C apresentam alta taxa de florescimento, que diminui à medida que o fotoperíodo aumenta de oito para 16 horas/dia. Friend & Lydon (1979) observaram que o crescimento vegetativo do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' aumentou nesse mesmo intervalo de fotoperíodo, no qual passou a operar, também, o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM). O comprimento e a largura da folha aumentaram entre oito e 12 horas/dia, ocorrendo o inverso



com a espessura. Esses autores concluíram que a floração na cultura do abacaxi é controlada pelo fotoperíodo, não sendo influenciada diretamente pelo peso seco da planta nem pelo metabolismo CAM. Min & Bartholomew (1997) observaram que a produção do etileno e a atividade da enzima formadora de etileno (ACCoxidase) no caule e em tecidos da folha de plantas de abacaxi cultivadas a 30/30 °C (dia/noite) foram menores do que as das plantas cultivadas a 30/20 °C.

Alguns autores são unânimes em afirmar que o período do plantio à colheita de um fruto de um determinado padrão é função do tipo e peso ou tamanho da muda (Teisson, 1972; Reinhardt et al., 1986); outros são de opinião que, além disso, a época de plantio ou, mais exatamente, a idade da planta no período favorável à indução floral, está, também, relacionada ao processo, que envolve ainda, fatores climáticos e tratos culturais que afetam o crescimento vegetativo da planta (Friend & Lydon, 1979; Mekers & De Proft, 1983; Cunha et al., 1993).

Nas pesquisas desenvolvidas para determinar-se quais os fatores ambientais envolvidos na diferenciação floral natural do abacaxizeiro, chegou-se ao consenso de que a mesma está relacionada, em grande parte, ao encurtamento do dia, bem como à baixa temperatura, principalmente a noturna, e baixa irradiância devido à nebulosidade (Gowing, 1961; Teisson, 1972; Reinhardt et al., 1986). As exigências climáticas do abacaxizeiro são caracterizadas por sua grande sensibilidade às geadas e radiação solar muito intensa. Apesar de não haver exigência de frio, as temperaturas abaixo de 17-15 °C promovem a floração natural (Bartholomew & Malézieux, 1994). Sanewski et al. (1998) observaram 100% de floração natural em abacaxizeiros mantidos a 20 °C por dez a 12 semanas. Segundo esses autores, mesmo não se sabendo, ainda, qual o efeito direto da baixa temperatura na floração natural, pensa-se que esta e o encurtamento dos dias aumentam a produção de etileno no meristema apical e na parte basal aclorofilada da folha, o que estimula o florescimento. Existem evidências, também, de que a baixa temperatura noturna aumenta o nível de auxina livre na planta, causando o florescimento e reduzindo, assim, a exigência de dias curtos (Van Overbeek & Cruzado, 1948). Mas, de acordo com Sanewski et al. (1998), o efeito direto da baixa temperatura ainda não está bem esclarecido.

Na Costa do Marfim, situada a 4° N, onde a mudança no comprimento do dia é muito pequena (cerca de 36 minutos apenas), com pouca ou nenhuma variação estacional de temperatura, o estímulo à floração natural ocorre, supostamente, em resposta à redução nas horas de irradiância (Bartholomew & Kadzimin, 1977), e às baixas temperaturas observadas, em geral, nos meses de agosto e dezembro-janeiro (Bartholomew & Malézieux, 1994). Assim, considera-se o abacaxizeiro uma planta de dias curtos, mas não obrigatória, que depende, quantitativamente, do efeito cumulativo desses dias (Friend & Lydon, 1979; Bartholomew & Malézieux, 1994). Contudo, nem todas as variedades respondem igualmente aos estímulos florais, sendo umas mais e outras menos sensíveis (Van Overbeek & Cruzado, 1948; Py, 1968; Bartholomew & Kadzimin, 1977).

O florescimento natural do abacaxizeiro, além de ser influenciado por fatores climáticos, sofre os efeitos da taxa de desenvolvimento da planta, sendo, assim, necessário que a mesma atinja um porte adequado ou a maturidade ontogenética, para responder aos estímulos ambientais (Lacoeuilhe, 1975; Bartholomew & Kadzimin, 1977), conforme foi observado por Mekers & De Proft (1983) em bromeliáceas ornamentais. Esse tamanho mínimo é alcançado em períodos mais curtos sob condições favoráveis, do que onde o crescimento é atrasado por falta de nutrientes e água e por temperatura baixa (Bartholomew & Malézieux, 1994). Na prática, porém, tem-se observado que mesmo as plantas pequenas apresentam capacidade de responder aos estímulos florais, tanto naturais quanto artificiais (Cunha, 1989b). A maturidade para a floração está sempre correlacionada com a capacidade da planta em converter o ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) exógeno em etileno. Sanewski et al. (1998) observaram que o teor de ACC (precursor imediato do etileno) aumentou cerca de 40% no inverno, quando a temperatura mínima média atingiu 14,5 °C. Plantas que haviam formado a inflorescência apresentavam atividade da ACCoxidase nas folhas e no caule bem maior do que nas plantas em estágio vegetativo (Min, 1995). Nesse caso, a produção de etileno pela folha também foi maior.

Baseado no fato de que o florescimento do abacaxizeiro pode ser induzido artificialmente pela aplicação de várias substâncias químicas que estimulam a produção e/ou atividade do etileno, hipoteticamente pode-se dizer que a floração natural é desencadeada pelo etileno produzido endogenamente ou por mudanças na suscetibilidade e sensibilidade da planta ao mesmo ou ambos (Min & Bartholomew, 1993).

A exemplo do que acontece com outras culturas, uma taxa de crescimento vegetativo elevada pode inibir ou retardar o florescimento do abacaxizeiro, por reduzir sua sensibilidade aos estímulos florais (Evans, 1959). Parece que, nessa planta, o equilíbrio entre os estádios de vegetação e reprodução (floração) tende para o primeiro. E, desde que a planta tenha alcançado um tamanho adequado para tornar-se suscetível à indução floral, os fatores ambientais que a promovem são aqueles que tendem a retardar a taxa de crescimento vegetativo, como a redução na nutrição, no suprimento de água, na temperatura, no comprimento do dia e na radiação solar (Bartholomew & Kadzimin, 1977).

Quanto mais jovem é a planta, mais lenta é a sua resposta aos fatores (naturais e artificiais) que promovem a floração. Assim, a adubação nitrogenada e a irrigação, por favorecerem o crescimento vegetativo das plantas, podem



contribuir para inibir o florescimento (Py & Guyot, 1970). Reinhardt & Cunha (1982a), porém, não observaram influência alguma da época da última adubação sobre a eficiência da indução artificial da floração. Com relação à irrigação, Bartholomew & Malézieux (1994) indicaram que, inversamente, na medida em que a taxa de crescimento das plantas aumenta em resposta ao suprimento de água, em áreas onde os períodos de seca são prolongados, o florescimento natural é antecipado pelo aumento do tamanho da planta. Resultado semelhante foi observado por Almeida et al. (2000), estudando o efeito da irrigação no ciclo do abacaxizeiro 'Pérola', quando lâminas crescentes de água contribuíram para antecipar a floração e a frutificação, encurtando o ciclo da cultura em 22 dias, permitindo, ainda, maior uniformidade na colheita.

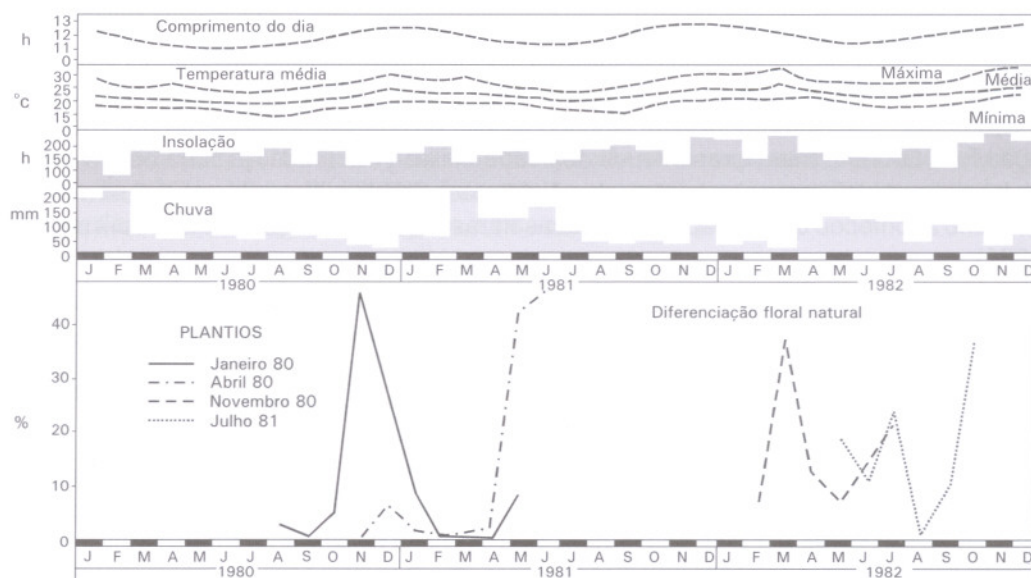
A diferenciação natural do florescimento na cultura do abacaxi ocorre, em geral, entre o final do outono e o início do inverno no ano seguinte ao do plantio; tem sido observada, também, em outras estações, a depender da região. Entretanto, quando as condições ambientais estão mudando (de baixa para alta insolação) ou após um estresse de frio ou, ainda, em seguida a um re-enzamento ou transporte, a floração torna-se imprevisível e irregular (Mekers & De Proft, 1983).

Com relação à ocorrência da floração natural nas diversas regiões produtoras, os índices são bastante variáveis, observando-se, normalmente, entre 5% a 10%. Entretanto, no México, onde tal problema é um dos mais importantes, a depender das condições climáticas esses índices podem alcançar 20% (Rebolledo-Martínez et al., 1997), enquanto que na Austrália, em alguns anos, atinge níveis de 50% a 70% (Scott, 1993). No Brasil, o florescimento precoce tem-se tornado bastante freqüente em todas as regiões produtoras, registrando-se índices de até 80% (Barbosa, 1997). No Recôncavo Baiano, Reinhardt et al. (1986) relataram que a floração natural ocorreu em diferentes épocas do ano e por períodos prolongados, com picos nos meses de março/abril (49,9%), maio/junho (88,9%) e novembro/dezembro (77,4%), com tendência para concentração em meados do ano (Figura 1).

No Havaí, a indução natural tem-se tornado um problema ocasional desde quando a produção de frutos, em todos os meses do ano, passou a ser uma prática comum (Bartholomew, 1996). Condições ambientais favoráveis podem acelerar a taxa de crescimento dos rebentões ainda na planta-mãe, a tal ponto que a incidência de floração natural precoce na safra seguinte pode atingir índices de 50%-70% (Scott, 1993).

Quanto ao material de plantio, as variações observadas em relação à floração são decorrentes das diferenças no teor de reservas nutricionais e no estado fisiológico dos vários tipos de mudas: o rebentão é mais precoce, a coroa mais tardia, e o filhote tem comportamento intermediário (Reyes, 1997). Giacomelli et al. (1984) observaram que a massa da muda influenciou decisivamente no ciclo da planta, tendo os rebentões de 700-800 g emitido as inflorescências bem mais cedo do que os de 300-400 g.

Esses aspectos levam à conclusão de que o florescimento natural do abacaxizeiro constitui, ainda, um dos principais problemas não solucionados, apesar de todas as pesquisas efetuadas, ocorrendo inesperadamente, mesmo em plantações instaladas para se evitar sua ocorrência.



**Figura 1.** Diferenciação floral natural (%) em abacaxi 'Smooth Cayenne' relacionado a diferentes datas de plantio. Dados climáticos de 1980 a 1982, Cruz das Almas, Bahia, Brazil (Fonte: Reinhardt, 1984).



## Controle da floração natural

Nas culturas em geral, a prevenção do florescimento pode ser efetivada de diversos modos: a) interrupção do período noturno com luz; b) aumento de temperatura; c) poda de folhas e ramos; d) corte do suprimento hídrico; e) aplicação de produtos químicos. No caso do abacaxizeiro, a floração natural precoce pode ser controlada ou ter seus efeitos minimizados adotando-se as seguintes medidas: a) plantar mudas que atinjam um porte adequado à floração antes ou no início da época favorável à diferenciação natural; b) usar mudas que ultrapassem a época de indução natural, sem terem atingido um porte suficiente para responder aos estímulos ambientais; c) efetuar um manejo adequado da cultura, a fim de tornar as plantas menos sensíveis aos fatores naturais; d) ou, então, realizar o tratamento de indução artificial para antecipar-se aos estímulos dos fatores climáticos.

Outro meio importante é o uso de plantas menos sensíveis aos estímulos naturais da floração, pois, conforme comentado anteriormente, existem diferenças varietais quanto a essa sensibilidade. Nesse sentido, Botella et al. (2000) estão produzindo abacaxizeiros transgênicos, que carregam cópias senso e antisense do gene da ACCsintase, enzima relacionada ao etileno e ao florescimento, a fim de reduzir sua expressão e, assim, suprimir a floração natural precoce. O objetivo desse trabalho é obter plantas que não produzam etileno induzidas por um choque térmico (frio), dessa forma inibindo a floração natural. Trabalhos realizados com tomateiros transgênicos e mutantes demonstram essa possibilidade (Hamilton et al., 1990; Klee & Romano, 1994; Lanahan et al., 1994; Bowler & Chua, 1994). Yuri et al. (2002) clonaram um gene ACCsintase de abacaxi (ACACS1), obtido do meristema apical e ativado por condições ambientais, que induz a floração natural. De acordo com esses autores, material contendo ACACS1 com orientação senso para inibir o gene da planta por mecanismos de supressão-senso, já foi obtido.

Na opinião de Bartholomew (1996), pode-se minimizar o florescimento natural dando-se às plantas as melhores condições possíveis de crescimento e plantando-se apenas mudas pequenas e, portanto, menos suscetíveis à indução natural, onde essa é passível de ocorrer.

Em muitas culturas hortícolas, existe a possibilidade de se induzir o florescimento ou de inibi-lo ou, então, retardá-lo, se o mesmo estiver causando uma redução no benefício econômico. A promoção do florescimento é praticada no abacaxizeiro e outras bromeliáceas, enquanto que a inibição ou atraso da iniciação floral é realizada em muitas outras culturas, a exemplo do pêssego, amêndoa e algumas plantas floríferas. Wang (1987) relatou que o atraso na floração em maçã, pêra, ameixa e cereja é benéfico por evitar perdas devido às geadas ocasionais de primavera, o que tem sido conseguido com o uso da aminoetoxivinilglicina (AVG), inibidor da ACC sintase (envolvida na formação do etileno). O primeiro produto usado na prevenção da floração em culturas comerciais foi a hidrazida maleica em cana de açúcar (cujo florescimento reduz drasticamente o rendimento), vindo, posteriormente, o monuron, o diuron e o diquat; com este último conseguiu-se 100% de inibição da floração. O etileno, sob a forma do ácido 2-cloroetilfosfônico, tem sido utilizado na cultura da cana de açúcar, na dose de dois litros do produto comercial por hectare, com o objetivo de evitar o florescimento natural.

A floração natural tem causado muitos problemas à abacaxicultura na Martinica, dificultando a colheita e prejudicando a segunda safra; nas pesquisas conduzidas visando solucionar tal problema, os resultados não foram totalmente satisfatórios; o alto custo do único produto que apresentou algum efeito inibidor (o nitrato de prata) e o número de aplicações (até sete) tornam inviável seu uso prático na atualidade. Outro produto que teve algum efeito inibidor da floração foi a tiouréia, mas apresentou fitotoxicidade. Millar-Watt (1981) já tinha observado que o nitrato de prata a  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$ , aplicado três vezes com intervalos de 30 dias, reduziu a floração natural para 27%, contra 57% na testemunha. O mesmo aconteceu quando aplicado poucas horas antes da indução artificial com o etephon (Sanford & Bartholomew, 1981).

Estudos preliminares realizados por Cunha (1989b) mostraram a viabilidade do uso de reguladores vegetais na inibição do florescimento do abacaxizeiro, tendo o ANA ( $400 \text{ mg L}^{-1}$ ) proporcionado o melhor resultado, apenas 5% a 13% de floração (induzida com carbureto de cálcio), talvez por atuar competitivamente, reduzindo o nível da auxina natural no meristema apical (Castro, 1986). O ANA, em altas concentrações e várias aplicações, inibiu o florescimento do abacaxizeiro (Millar-Watt, 1981 e Sampaio et al., 1998), o mesmo tendo sido observado em *Aechmea victoriana* (Mekers & De Proft, 1983).

Scott (1993) conseguiu reduzir a ocorrência do florescimento precoce, de 48,5% para 8,2%, com o uso do ácido 2-(3-clorofenoxy) propiônico ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ), e de 55,2% para 28,5%, com o paclobutrazol ( $160 \text{ mg L}^{-1}$ ). Rebolledo-Martínez et al. (1997), usando o mesmo ácido ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ), em três aplicações, com intervalos de 15 dias, relataram que a floração precoce foi inibida em 76% e 82% em plantios de abacaxi 'Smooth Cayenne' com 33 e 46 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente; nos tratamentos testemunhas, a floração foi de 95%, na menor densidade, e de 82%, na maior. O melhor resultado observado na maior densidade deveu-se, provavelmente, ao menor ritmo de crescimento das plantas, resultante da maior competição entre elas. Segundo Rebolledo-Martínez et al. (2000), as plantas mais jovens são mais sensíveis à inibição da floração.



Existem evidências de que o papel do paclobutrazol, reduzindo o crescimento vegetativo e o alongamento do caule em várias plantas, é devido à interrupção na síntese de giberelina, por inibir a oxidação do kaurene a ácido kaurenóico, cuja translocação ocorre através do xilema (Lever, 1986;). Quando pulverizado sobre as folhas, a parte mais ativa é a que se deposita na gema apical ou nos tecidos tenros situados logo abaixo da gema. A queda na taxa de giberelina no meristema sub-apical, resulta no fim do crescimento vegetativo, provocando o desenvolvimento reprodutivo e a floração. O paclobutrazol, além de atrasar o crescimento das plantas, contribui para o desenvolvimento reprodutivo, formação de gemas, produção e crescimento de frutos, com reflexos na produtividade de árvores frutíferas. Estudando os efeitos do meio ambiente sobre o crescimento, florescimento e frutificação do abacaxizeiro, Bartholomew & Min (1996) observaram que o paclobutrazol e o uniconazole atrasaram ou inibiram o florescimento e inibiram a produção de etileno pelo tecido basal aclorofilado da folha, um a dois meses após o tratamento, podendo ser um dos fatores responsáveis pelo atraso na floração. De acordo com esses autores, sob condições controladas de cultivo (plantas em vasos), os produtos uniconazole, paclobutrazol e o ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico inibiram, de modo consistente, o florescimento natural, sendo os dois primeiros mais eficientes; porém, a inibição do crescimento vegetativo constituiu um efeito colateral de conseqüências ainda desconhecidas.

Sampaio et al. (1997) relataram que a adubação nitrogenada complementar, via uréia foliar, não afetou a floração natural do abacaxizeiro. Barbosa et al. (1998) observaram que o paclobutrazol foi o único produto a mostrar efeito significativo, quando aplicado em junho, inibindo, na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>, até 82,8% da floração em plantas de abacaxi 'Pérola'. O ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico demonstrou potencial de inibição, mas provocou algumas anomalias morfológicas nas plantas (torção da roseta foliar e formação de raízes adventícias nas folhas, a partir dos feixes vasculares), enquanto a uréia e o cloreto de mepiquat não tiveram efeito inibidor. Rabie et al. (2000) afirmam que produtos à base do ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico podem inibir, com sucesso, o florescimento de abacaxizeiros dos grupos 'Smooth Cayenne' e 'Queen', sem apresentar efeitos adversos na planta, a não ser uma pequena redução no crescimento do rebentão. Esses autores obtiveram inibições do florescimento de até 91%. Tanto o ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico quanto o paclobutrazol, em concentrações variando de 90 a 240 mg L<sup>-1</sup>, inibiram de modo significativo a floração natural do abacaxizeiro 'Pérola', com índices variando, respectivamente, de 90,9% a 94,4% e de 67,9% a 78,5% (Cunha, 2001; Cunha et al., 2002), devido, possivelmente, à redução do crescimento vegetativo da planta, haja vista que os referidos produtos reduziram o comprimento da folha "D". Scott (1993) atribuiu a inibição da floração do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' à redução da massa vegetal da planta, mais do que a uma interferência direta do ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico no processo de diferenciação floral. Min (1995) relacionou o efeito do ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico como inibidor da floração do abacaxizeiro, contraditoriamente, ao fato do mesmo atuar, pelo menos em parte, como uma auxina, favorecendo a produção de etileno pelo caule da planta. Isso porque, analisando os teores de etileno, do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC, precursor imediato do etileno) e do ácido 1-(malonilamino) ciclopropano-1-carboxílico (MACC) em tecidos de plantas tratadas com o ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico, o autor observou um aumento da produção de etileno, concluindo que o mecanismo pelo qual o ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico inibe o florescimento precisa ser mais pesquisado.

Taniguchi (1999) observou que o tebuconazole e o propaconazole, do grupo dos triazoles, com ação fungicida e eficientes no controle da *Chalara paradoxa*, inibiram a floração natural do abacaxizeiro. Esses produtos são ativos em baixa concentração e não são fitotóxicos. Grossman et al. (1989) observaram uma redução de 70% na produção de etileno em cevada e *Brassica napus*, após cinco horas, quando tratadas com inibidores de crescimento. Essa diminuição foi acompanhada pelo aumento ou pela manutenção de níveis constantes de ACC e MACC, sugerindo a inibição da conversão do ACC a etileno. Min (1995) é de opinião que o modo de atuação das auxinas, como inibidoras da floração, quando aplicadas em altas concentrações, ainda não é conhecido.

## FLORAÇÃO ARTIFICIAL DO ABACAXIZEIRO

### Histórico e Vantagens

A indução floral do abacaxizeiro com substâncias químicas, reguladores de crescimento ou fitoreguladores, há bastante tempo vem sendo amplamente usada. Isso porque o abacaxizeiro responde muito bem a esse tipo de prática, o que é descrito por diversos autores (Dass et al., 1975; Cooke & Randall, 1968; Guyot & Py, 1970; Bondad, 1973; Onaha et al., 1983). O tratamento artificial da floração apresenta vantagens tecnológicas e econômico-sociais, permitindo maior eficiência no uso dos fatores de produção inerentes à cultura.

A indução artificial do florescimento do abacaxizeiro apresenta as seguintes vantagens: a) maior eficiência no emprego dos fatores de produção, inclusive uso racional da terra; b) uniformização da frutificação e concentração da colheita, com redução de seu custo; c) fornecimento regular e constante de frutos para a indústria e mercado "in



natura”, sem afetar a qualidade dos mesmos e em épocas mais favoráveis comercialmente; d) facilidade no controle fitossanitário de determinadas pragas e doenças, fazendo a floração coincidir com períodos de menor potencial de inóculo; e) controle do peso e tamanho do fruto, de acordo com as exigências do mercado consumidor; f) aumento do rendimento da cultura, pelo maior número de frutos colhidos; g) melhor distribuição de mão de obra e facilidade na administração da propriedade; h) possibilidade de exploração de uma segunda safra ou soca (Cunha et al., 1994). Entretanto, alguns problemas podem ocorrer em função da má aplicação dos indutores florais: frutos pequenos com coroas grandes; alongamento do pedúnculo; tombamento de frutos; redução do número de mudas por planta; danos e deformações nos frutos (muito arredondados ou cônicos). Todos eles reduzem drasticamente o rendimento e a rentabilidade da cultura.

Antecipar e uniformizar o florescimento do abacaxizeiro sempre foi um desafio para reduzir o custo de produção dessa cultura, haja vista o período relativamente dilatado, de mais de 15 meses, que a planta requer para iniciar a diferenciação floral e sua desuniformidade na plantação, fazendo com que a colheita prolongue-se por até dez a 12 meses. A fumaça foi a primeira substância usada na indução artificial da floração na cultura do abacaxi, o que deve ter ocorrido por volta do século XIX (1885), nos Açores, tendo sido uma descoberta casual. Porém, apenas na década de 1920 descobriu-se que o agente da fumaça que provocava o florescimento era o gás etileno ( $C_2H_4$ ), um hidrocarboneto insaturado (Rodrigues, 1932). Desde então, muitos trabalhos têm sido realizados, chegando-se à descoberta de diversas outras substâncias com essa capacidade de indução floral, tais como auxinas e compostos similares (Dass et al., 1975; Randhawa et al., 1970; Soler, 1985). A partir da década de 30, passou-se a usar o etileno diretamente na indução floral do abacaxizeiro, bem como o acetileno. Nos anos 40, demonstrou-se que as auxinas também podiam causar o florescimento do abacaxizeiro, passando-se, então, a usar o ácido alfanaftaleno acético. Outros processos fisiológicos podem ser também influenciados pelo emprego de reguladores de crescimento.

Com base nessas descobertas e no reconhecimento do etileno como um importante regulador de crescimento das plantas, principalmente como estimulador do processo de maturação dos frutos, admite-se que a floração do abacaxizeiro está muito relacionada a essa substância. Entretanto, apesar de provocar muitas respostas fisiológicas nas plantas, o modo de atuação do etileno nesses processos e na floração natural do abacaxizeiro e de outras bromeliáceas ainda não está plenamente conhecido. Burg & Burg (1966) não observaram etileno em abacaxizeiros cultivados em vasos, com oito meses de idade. Segundo Botella et al. (2000), o etileno é responsável pela floração natural do abacaxizeiro devido a que as baixas temperaturas estimulam sua biossíntese, regulada pela enzima ACC sintase.

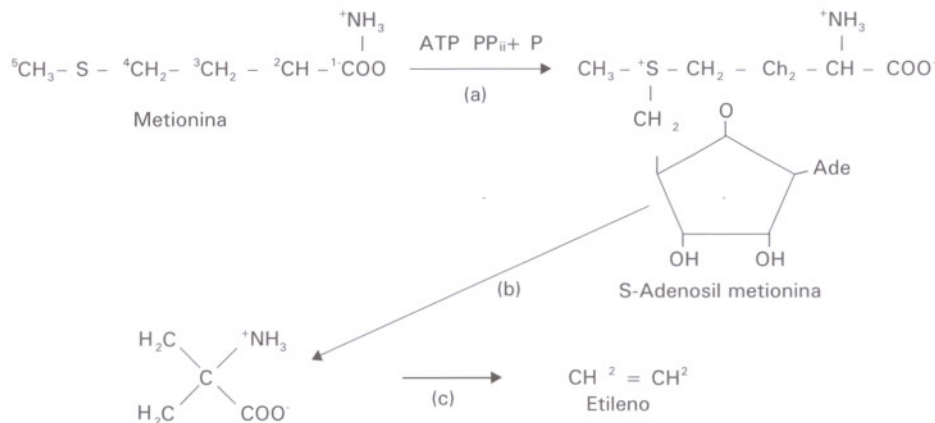
### **Substâncias usadas e modos de atuação**

Após muitos anos de pesquisa, vários reguladores vegetais foram identificados como eficientes no desencadeamento do florescimento do abacaxizeiro. Desses, os mais comuns e que podem ser usados comercialmente são os ácidos alfanaftaleno acético (ANA), betanaftaleno acético (BNA), indolbutírico (AIB), 2,4-diclorofenóxiacético (2,4-D), succínico, 2-cloroetilfosfônico (etephon) e, ainda, os gases etileno ( $C_2H_4$ ) e acetileno ( $C_2H_2$ ), o carbureto de cálcio ( $CaC_2$ ), a hidroxietilhidrazina (HOH) e a betahidroxietilhidrazina (BOH). Entretanto, apenas alguns poucos são usados, a exemplo do etileno, acetileno, carbureto de cálcio e etephon. No Brasil, o mais comum é o carbureto de cálcio (precursor do acetileno), talvez por ser mais barato e de fácil manejo, mas, a partir da década de 1970, o etephon (precursor do etileno) teve seu uso bastante difundido. Cooke & Randall (1968) recomendaram o etephon como agente da floração na cultura do abacaxi, apesar de sua eficiência poder ser modificada por alguns fatores externos, conforme sugerido por Py & Guyot (1970), ao indicarem que a chuva e a temperatura alta podem exercer uma ação negativa sobre o referido produto.

Acredita-se que os reguladores vegetais atuam promovendo o aumento do teor de etileno no interior da planta, mais precisamente na zona meristemática (Burg & Burg, 1966), onde a absorção dos produtos é mais rápida, devido à maior atividade celular nessa área, o que torna o ápice caulinar mais sensível aos efeitos da auxina endógena. Antes de poder exercer sua ação, o etileno tem de ser biossintetizado pela planta ou ser suprido exogenamente (Yang, 1987). Como em relação a outros hormônios, pensa-se que o etileno liga-se a uma molécula receptora, formando um complexo ativado que, por sua vez, inicia uma série de reações, incluindo modificações na expressão de genes, ocasionando, assim, uma ampla variedade de respostas fisiológicas. Ainda segundo Yang (1987), as respostas das plantas ao etileno podem ser modificadas, controlando-se ou regulando-se o nível desse produto nos tecidos pela: 1) adição ou remoção; 2) pelo estímulo ou inibição da biossíntese do mesmo nos referidos tecidos; 3) modificando-se a ligação ou a quantidade do receptor com o qual ele interage; e 4) manipulando-se a expressão do gene dependente dele. Bioquimicamente, a produção de etileno é controlada pela concentração do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), pela atividade da enzima formadora de etileno ACCoxidase (Kende, 1993), e pela ACCsintase, que é o fator primário que limita a produção do ACC (Min & Bartholomew, 1993).



Os passos da biossíntese do etileno são os seguintes:



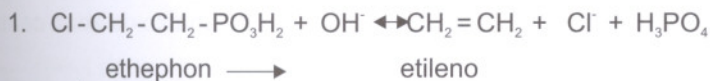
Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico

[Enzimas envolvidas: (a) AdoMetsintetase; (b) ACCsintase; (c) ACCoxidase].

Ahmed & Bora (1987) relataram que a floração do abacaxizeiro ocorreu em resposta ao aumento sequencial de metabólitos (açúcares, proteínas, ácido ascórbico, ácidos nucléicos) na gema apical, o que pode ser causado pela aplicação de alguns fitorreguladores, na concentração e no tempo certos. Foram observadas, também, mudanças estruturais no ápice do caule, que se transformou em inflorescência. Das Biswas et al. (1983) notaram aumentos no nível de etileno no ápice caulinar, com o uso de indutores da floração, independente da época de aplicação, porém de modo mais pronunciado em junho e decrescendo até janeiro.

Vê-se, portanto, que a floração do abacaxizeiro não está apenas relacionada a uma série de fatores externos (duração do dia, temperatura, irradiância), mas também a fatores internos (hormônios produzidos pela própria planta). Dentre esses, citam-se as auxinas, principalmente o ácido indolacético (AIA), auxina endógena no abacaxizeiro, cujas concentrações requeridas são elevadas, 1.000 a 2.000 mg L<sup>-1</sup>. Burg & Burg (1966) usaram o abacaxizeiro para esclarecer algumas contradições aparentes da interação "auxina-etileno" como indutores da floração. Segundo eles, existe uma concentração ótima do AIA no meristema apical da planta, que favorece ou provoca a floração. Dessa forma, para que se proceda à indução do florescimento torna-se necessário apenas a aplicação de substâncias que alterem o nível do AIA nesse meristema, o qual deve permanecer numa determinada faixa durante algum tempo. Gowing (1961) assumiu que o efeito de auxinas sintéticas baseia-se no deslocamento da auxina endógena (AIA) dos seus locais de atividade no meristema apical da planta. O AIA, apesar de ativo, é impedido de atuar *in loco* por inibidores fenólicos.

Ao atingir os tecidos internos da planta, o ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) decompõe-se, liberando etileno e íons clorato e fosfato, desde que o pH do meio esteja acima de quatro (faixa alcalina), pois ele é estável em solução aquosa com valores baixos de pH (ácido). As reações de liberação do etileno pelo ethephon e do acetileno pelo carbureto de cálcio são as seguintes:



O etileno torna os tecidos do ápice vegetativo mais sensíveis à auxina endógena. No entanto, nem sempre a resposta à indução floral artificial causada pelo ethephon é uniforme (Cunha 1989a), como se observa em regiões e períodos de alta temperatura, principalmente a noturna (Min, 1995; Turnbull et al., 1999). Ainda segundo Turnbull et al. (1993, 1999), a alta temperatura ambiente pode ser a causa de falhas parciais ou totais da indução com o ethephon, por determinar uma secagem rápida da solução na superfície das folhas, principalmente quando aplicado no verão, em dias muito quentes. A absorção desse produto é bastante modificada pela temperatura e umidade relativa ambientais,



pelo pH da solução indutora e pela superfície onde as gotas dessa solução são depositadas. O mesmo se observa quando a planta está em fase de crescimento ativo e rápido.

Levando-se em conta que a diferenciação floral do abacaxizeiro é uma resposta fisiológica à elevação do teor de etileno no meristema apical e que o etephon, ao se decompor, libera etileno (Burg & Burg, 1966), deve-se considerar a importância que as modificações na sua concentração e a intensidade dos fatores que influenciam sua decomposição exercem sobre a ação indutora desse produto. Inicialmente, citam-se aqueles que afetam a concentração do produto antes da sua absorção pela planta, tais como o método de aplicação, que interfere diretamente na interceptação do produto pela planta; a chuva, que dilui ou arrasta a solução depositada sobre as folhas (Py & Guyot, 1970); a temperatura alta, causando a decomposição cinética do produto, com perda do etileno; o vento, que arrasta as gotículas antes de serem absorvidas pela planta; e a radiação solar, apesar de que em menor escala, já que o produto é tido como relativamente estável na presença da luz. Lopez de Vélez & Cunha (1983) esquematizaram a influência desses diversos fatores (Figura 2).

Diversos estudos têm demonstrado efeitos drásticos do pH da solução indutora, local de aplicação e condições ambientais (temperatura, umidade relativa) na absorção, translocação e decomposição do etileno na planta (Turnbull et al., 1993).

López de Vélez & Cunha (1983) idealizaram uma curva hipotética de ação de coadjuvantes sobre a atuação do etephon, na qual a fase inicial indica concentrações que não conseguem desencadear o processo de diferenciação floral (talvez por serem muito baixas); a segunda fase corresponde à faixa onde é possível influenciar a ação indutora com a elevação do pH e adição de uréia à solução; na fase seguinte, torna-se praticamente dispensável o uso de coadjuvantes, devido ao aumento efêmero da eficiência do etephon; a última fase é caracterizada por uma faixa de concentração em que a eficiência do referido produto quase não se altera com o uso de coadjuvantes (Figura 3).

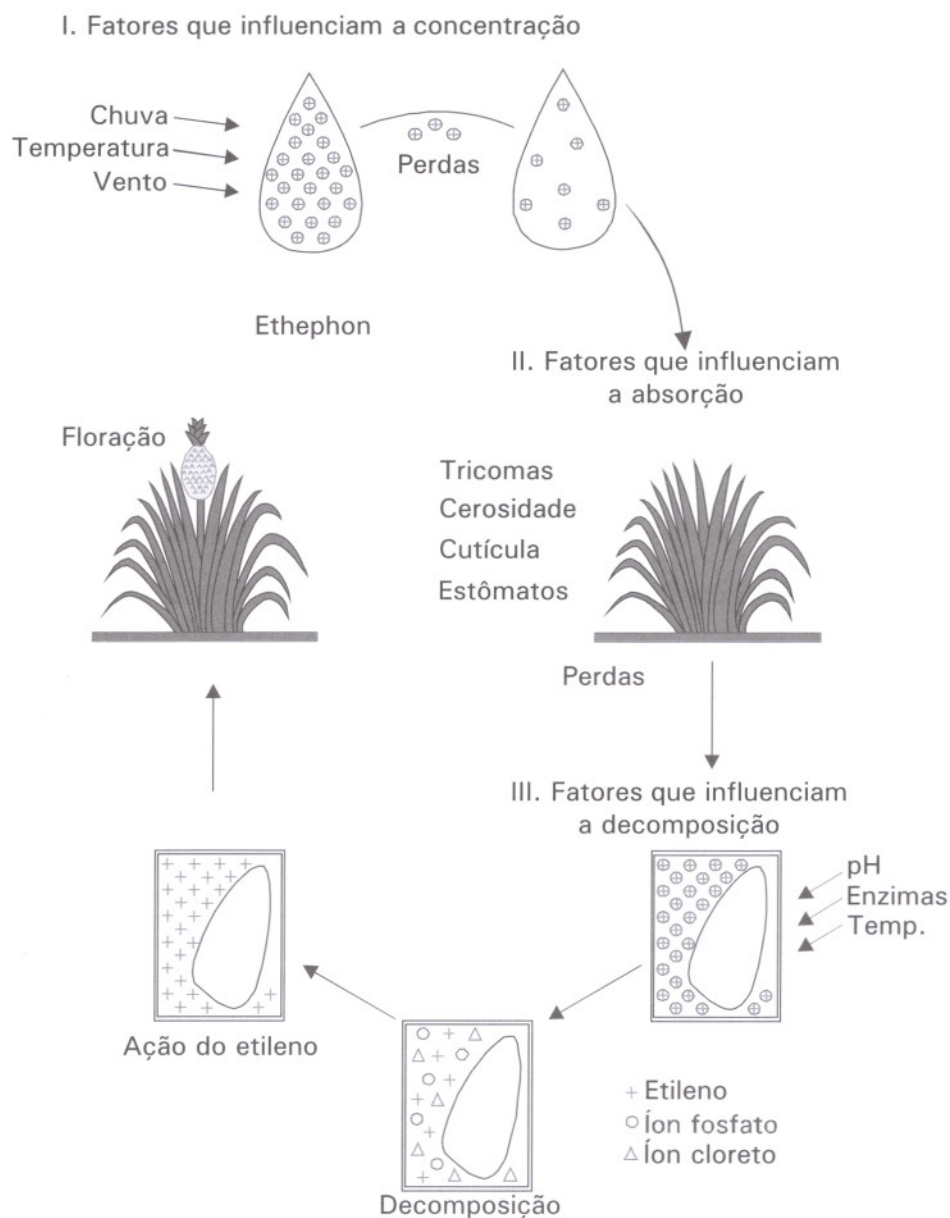
Quando o produto entra em contato com as folhas, defronta-se com fatores que dificultam sua absorção, especialmente a barreira física das camadas cuticulares, celulósicas e cerosas e dos tricomas abundantes. Tais obstáculos exercem um papel de grande relevância, porque o processo de absorção/diluição através da cutícula é bem mais importante que a penetração pelos ostíolos dos estômatos, que estão, em geral, cheios com vapor d'água ou gases. A maior absorção do etileno pelo abacaxizeiro ocorre através da superfície inferior da folha, na parte basal aclorofilada (Turnbull et al., 1993), daí porque esses autores consideram importante que a aplicação do indutor seja dirigida ao centro da roseta foliar. Com essa prática haverá o acúmulo da solução nas axilas das folhas, permitindo, assim, um maior tempo de contato do produto com a epiderme abaxial perto do ápice caulinar. Entrando na corrente citoplasmática, os fatores que influenciam a velocidade de decomposição do etephon adquirem grande importância, dentre os quais destaca-se o pH do citoplasma. A maior taxa de liberação do etileno em solução aquosa ocorre na faixa de pH entre 5,0 e 7,0. Em solução, a liberação do etephon aumenta linearmente até o pH 9,0 (valor máximo testado), enquanto no tecido, a taxa de liberação quase duplicou com a elevação do valor do pH de 4,0 para 6,0. A velocidade de decomposição do etephon depende da fração que está na forma de dianion, encontrando-se essencialmente nesse estado em pH 9,0.

A resposta da planta ao uso de indutores florais é muito rápida, tendo sido demonstrado que aos quatro dias após a aplicação do produto já se pode observar o início da diferenciação, por meio de um corte longitudinal do ápice caulinar, conforme comentado anteriormente. Nota-se, na referida zona, um intumescimento do meristema apical, com aumento do diâmetro da área meristemática, que cessa de produzir primórdios foliares, como ocorre no estágio vegetativo, formando, então, a inflorescência (Kerns et al., 1936). Tal fato pode ser confirmado, também, arrancando-se uma das folhas centrais da roseta foliar e observando-se a sua base. Se estiver avermelhada, é sinal de que a floração já foi desencadeada. Dependendo das condições ambientais, a partir de 40-50 dias depois do tratamento de indução, nota-se o surgimento da inflorescência no centro da roseta foliar. O primeiro sinal da transformação do meristema em primórdio floral é o aumento da atividade mitótica das células imediatamente abaixo da zona central ou parte mais apical (distal) do meristema vegetativo.

Do mesmo modo como acontece no florescimento natural, a resposta ao tratamento de indução artificial varia de acordo com o ambiente, o tipo de muda, seu vigor e taxa de crescimento. Os rebentões são induzidos à floração mais facilmente que os filhotes e as coroas. Esse fato foi comprovado num teste de indução precoce de mudas de diversos tamanhos (20 a 47 cm), da cv. Pérola, tendo sido observada uma graduação na suscetibilidade à floração, com as mudas maiores sendo mais sensíveis (Cunha, 1989b).

Atualmente, estão sendo procuradas novas alternativas de produtos para o tratamento de indução artificial da floração do abacaxizeiro, considerando-se a demanda por produtos oriundos de cultivo orgânico e de produção integrada de frutas. Como exemplos, podem ser citadas a fumaça, água gelada e gelo.



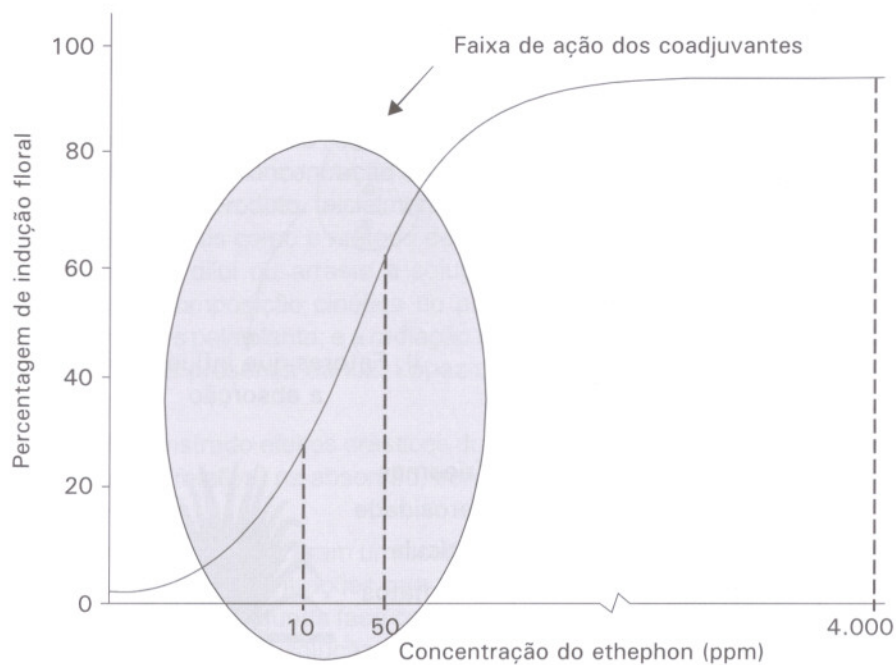


**Figura 2.** Representação esquemática de fatores que influenciam a eficiência do ethephon como indutor floral do abacaxizeiro (Fonte: López de Vélez & Cunha, 1983).

### Modos de aplicação dos indutores florais

Os indutores florais diferem quanto ao modo de aplicação e eficiência, sendo que o carbureto de cálcio, o acetileno e o 2,4-D são aplicados no centro da roseta foliar; o etileno e o BNA em pulverização sobre as plantas, enquanto que o ethephon, o ANA e o BOH tanto podem ser aplicados no centro da roseta foliar, como em pulverização total da planta. O ANA é mais eficiente quando aplicado próximo do período de diferenciação natural (Gowing, 1961; Das, 1964), o que se observa com o tratamento de indução artificial em geral. O carbureto de cálcio (precursor do acetileno) pode ser aplicado sob a forma sólida (granulado ou pó, 0,5-1,0 g planta<sup>-1</sup>) em períodos chuvosos, ou líquida (30-50 mL planta<sup>-1</sup>, de uma solução preparada com base em uma mistura de 350-400 g de CaC<sub>2</sub> por 100 litros de água fria e limpa) em épocas secas. Quando aplicado adequadamente, o CaC<sub>2</sub> pode alcançar uma eficiência de 100 % (Singh & Rameshwar, 1974).





**Figura 3.** Modelo hipotético da ação de produtos coadjuvantes na performance do ethephon, no processo de diferenciação floral do abacaxizeiro (Fonte: López de Vélez & Cunha, 1983).

Com relação ao ethephon, a concentração realmente recomendada é a de um a quatro litros do produto comercial para 1000 litros de água, o que corresponde a concentrações de até  $4.000 \text{ mgL}^{-1}$ . A diminuição da acidez da solução indutora para um pH 8,0 ou 10,0 aumenta bastante sua eficiência, possibilitando o uso de menor quantidade do produto, pois, como já foi visto, a liberação do etileno, do qual o ethephon é precursor, torna-se facilitada em meio alcalino (Dass et al., 1975; López de Vélez & Cunha, 1983), para o que podem ser usadas algumas substâncias alcalinizantes, a exemplo do  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de cálcio),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (carbonato de sódio) e  $\text{Ca(OH)}_2$  (hidróxido de cálcio). Cunha (1989a) obteve ótimos resultados adicionando 35 g de  $\text{Ca(OH)}_2$  a 100 litros da solução, elevando o pH para 10,0. Nesse caso, a concentração recomendada pode ser reduzida para 25 a  $100 \text{ mg L}^{-1}$ , aplicando-se de 30 a 50 mL da solução por planta, o que resulta em mais de 90 % de eficiência na indução da floração. A adição de uréia (2%-3%), 2-3 kg  $100^{-1}$  litros da solução, aumenta ainda mais a eficiência da indução artificial (Fahl et al., 1981; Reinhardt & Cunha, 1982). O ethephon a  $25 \text{ mg L}^{-1}$  +  $\text{CaCO}_3$  (0,04 %) + uréia (2%) aumentou a porcentagem de florescimento e reduziu o tempo de emersão da inflorescência e de maturação do fruto do abacaxizeiro 'Kew'.

O gás etileno também pode ser aplicado diretamente para induzir a floração do abacaxizeiro, sendo preferido em plantios mecanizados por apresentar eficiência comprovada e pelos seus efeitos benéficos sobre a inflorescência, qualidade do fruto e produção de mudas (Py & Silvy, 1954). Porém, seu uso é restrito, por tratar-se de uma substância gasosa e necessitar de equipamento específico para aplicação, sendo, assim, viável apenas em plantios mecanizados. Essa operação consiste na pulverização total das plantas com uma solução saturada desse gás, obtida pela injeção, sob pressão, do etileno proveniente de um cilindro apropriado, em um tanque contendo água fria. A quantidade de etileno indicada por Dericke (1974) é de  $800 \text{ g ha}^{-1}$  por aplicação, sendo o volume de água (6.000 a 8.000 litros) e a distribuição homogênea sobre as plantas muito importantes. Para facilitar a difusão desse gás na água e, portanto, sua eficiência, recomenda-se adicionar um coadjuvante à solução, podendo ser carvão ativado (0,5%, a 1,0%) ou bentonita (1,0%).

A hora de aplicação do regulador vegetal é muito importante, devendo ser efetuada preferentemente à noite, das 20:00 às 05:00 horas da manhã, ou então, em dias nublados (Aldrich & Nakasone, 1975; Abutiate, 1977; Cunha & Reinhardt, 1986). A maior eficiência observada nas aplicações noturnas pode ser o resultado de uma maior concentração do etileno nos tecidos da planta nessas condições e/ou melhor absorção do produto aplicado, levando-se em conta que o abacaxizeiro é uma planta que apresenta, alternativamente, o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), caracterizado, portanto, pela assimilação de  $\text{CO}_2$  e abertura estomática predominantemente noturnas. É importante que os estômatos permaneçam abertos por um período de quatro a seis horas após a aplicação do indutor



(Glennie, 1979). Turnbull et al. (1993) recomendaram que as pulverizações com os indutores florais sejam feitas com alto volume, a partir do final da tarde, evitando-se dias quentes para se reduzir falhas na floração artificial.

A temperatura ambiente durante a aplicação dos produtos é, também, muito importante, não devendo ser superior a 26-28 °C. Segundo Glennie (1979), a alta temperatura diurna provoca uma descarboxilação intensa, elevando bastante o nível de CO<sub>2</sub>, que é um potente inibidor do etileno, contribuindo, assim, para inibir a floração ou reduzir a eficiência da indução artificial.

Alguns produtos requerem a repetição da aplicação, a fim de obter-se uma maior eficiência, o que geralmente é feito dois a três dias subseqüentes à primeira aplicação, como é o caso do etileno e do ANA. Porém, quanto ao etephon, essa repetição é desnecessária, a não ser que chova até seis horas após sua aplicação, o mesmo valendo para o carbureto de cálcio.

Considerando que essas substâncias, quando usadas como indutoras, apenas iniciam o processo de floração, mas não têm efeito sobre a duração da fase reprodutiva, a sua aplicação deve ser planejada de acordo com a época que se deseja efetuar a colheita, isso é, geralmente com cinco a dez meses de antecedência, a depender da região ecológica (Cunha et al., 1994).

Logicamente, a indução floral artificial deve ser realizada antes da época provável ou favorável à floração natural, a não ser naqueles casos cuja finalidade é a uniformização do florescimento já iniciado e que, por algum motivo, ocorreu de modo irregular. Nessas situações pode-se usar os indutores com menores concentrações.

Sabendo-se que existe uma correlação positiva (linear) entre o tamanho/peso da planta e o peso do fruto para uma determinada região (Chan & Lee, 2000), a indução de plantas pequenas ou imaturas pode reduzir consideravelmente o rendimento da cultura. Isso porque, devido à pequena área foliar, pequenos frutos serão produzidos, o que prejudicará, também, a segunda produção, caso pretenda-se explorar a soca. Segundo Chan & Lee (2000), em trabalhos de melhoramento genético deve-se atentar para as progênies que tenham a capacidade de produzir frutos de valor comercial mesmo com uma pequena massa vegetal. No entanto, parece que a suscetibilidade do abacaxizeiro à indução floral está relacionada à condição fisiológica da planta e não apenas à sua idade cronológica ou tamanho (Min, 1995), apesar de Burg & Burg (1966) não terem encontrado correlação entre a produção de etileno e o tamanho da planta.

Por outro lado, sabe-se que uma planta em fase de crescimento ativo não responde satisfatoriamente ao tratamento de indução artificial, o mesmo ocorrendo quando as condições ambientais são adversas à floração, a exemplo de um estresse hídrico severo, que paralisa o crescimento da planta, ou após um período muito seco alternado com um chuvoso, devido à retomada de crescimento da planta (Bartholomew & Kadzimin, 1977). Esses casos podem requerer uma maior dosagem dos produtos. Todavia, deve-se evitar o uso de doses muito elevadas dos reguladores vegetais, a fim de que não ocorram alterações fisiológicas na planta ou prejudiquem a qualidade do fruto. Geralmente, o tratamento de indução floral pode ser efetuado quando o abacaxizeiro atingir sete a 15 meses após o plantio, a depender da cultivar, do manejo da cultura e da região.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A FLORAÇÃO DO ABACAXIZEIRO**

Conforme se depreende pelo que foi apresentado, a floração na cultura do abacaxi assume aspecto relevante, pois uma irregularidade na mesma pode trazer conseqüências danosas ao seu cultivo. Afirma-se inclusive que, sem o domínio dessa técnica cultural, seria difícil pensar-se na exploração econômica dessa frutífera e que devido a esse fato é que os agricultores a cultivam.

Foi abordado o envolvimento de diversos fatores na floração do abacaxizeiro, muitos dos quais determinam o sucesso da indução artificial. Assim é que, após um prolongado período de seca ou durante uma fase de crescimento ativo da planta ou de altas temperaturas, o abacaxizeiro não responde de modo satisfatório à aplicação dos produtos florígenos. Por outro lado, diz-se que após um determinado período do seu ciclo vegetativo, dificilmente o abacaxizeiro responderá aos estímulos do meio ambiente, a não ser ao encurtamento dos dias.

Dentre outros fatores, o peso do fruto do abacaxizeiro depende, especialmente, do estado nutricional e estágio de crescimento alcançado pela planta quando da diferenciação floral.

O tratamento de indução da floração do abacaxizeiro é, assim, uma prática cultural imprescindível, sendo que do seu êxito depende a rentabilidade dessa cultura. Outrossim, a escolha do fitorregulador (indutor) e do método de aplicação, não dependem apenas da sua economicidade e praticidade, mas também da sua eficiência. A penetração dos produtos é mais rápida, próximo do ápice caulinar, devido à sua maior atividade celular, daí porque a maior eficiência quando a aplicação é feita na roseta foliar. Havendo, no entanto, uma falha de aplicação ou uma irregularidade na resposta das plantas ao tratamento, recomenda-se a repetição da indução individual das plantas que



não emitiram a inflorescência, até uns dois meses após a primeira aplicação. O tratamento da indução floral será mais eficiente se as aplicações forem efetuadas à noite.

No entanto, do mesmo modo que agem como estimulantes florais, alguns fitorreguladores atuam, também, como inibidores do florescimento do abacaxizeiro, sendo citados o ANA e o ácido succínico, quando aplicados em concentrações altas, bem como o ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico e o paclobutrazol. Estudos nessa área estão se tornando, cada vez mais, necessários, haja vista o aumento freqüente da floração natural precoce nas diversas regiões produtoras de abacaxi no mundo, causando sérios prejuízos à cultura.

## REFERÊNCIAS

- ABUTIATE, W.S. The effects of concentration and periods of day application of calcium carbide on the flower induction of *Ananas comosus* (L.) Merr. Cultivar Smooth Cayenne in Ghana. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 53, p. 273-278, 1977.
- AHMED, F.; BORA, P.C. Physico-chemical changes during flower bud differentiation in pineapple (*Ananas comosus*, L. Merr.). **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 30, n. 2, p. 189-193. 1987.
- ALDRICH, W.W. ; NAKASONE, H.Y. Day versus night application of calcium carbide for flower induction in pineapple. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Baltimore, v. 100, n. 4, p. 410-415, jul, 1975.
- ALMEIDA, O. de A.; SOUZA, L.F. da S.; REINHARDT, D.H.; CALDAS, R.C. Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro 'Pérola' em área de Tabuleiro Costeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000, Fortaleza. **Resumos...**, Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. v. único, p. 14.
- BARBOSA, N.M.L. **Efeito de fitorreguladores e da adubação nitrogenada no controle do florescimento natural precoce do abacaxizeiro**. 1997. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- BARBOSA, N.M.L.; CUNHA, G.A.P. da; REINHARDT, H.D.; BARROS, P.G. Controle da floração natural do abacaxizeiro 'Pérola' com uréia e reguladores de crescimento, no Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 359-366, dez, 1998.
- BARTHOLOMEW, D.P. Natural flowering. **Pineapple News**, Honolulu, v. 2, n. 1, p. 1-2, mar, 1996.
- BARTHOLOMEW, D.P.; KADZIMIN, S.B. Pineapple. In: ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. **Ecophysiology of Tropical Crops**. New York: Academic Press, 1977. p.113-156.
- BARTHOLOMEW, D.P.; MALÉZIEUX, E. Pineapple. In: SCHAEFFER, B.; ANDERSON, P. **Environmental physiology of fruit crops**. Boca Ratoon: CRC Press, **Vol. II. Sub-tropical and tropical crops**. 1994. p. 243-291.
- BARTHOLOMEW, D.P.; MIN, X.I. Effects of environment on the growth, flowering, and fruiting of pineapple. **Pineapple News**, Honolulu, v. 2, n. 1, p. 21-23, mar, 1996.
- BERNIER, G.; HAVELANGE, A.; HOUSSA, C.; PETITJEAN, A.; LEJEUNE, P. Physiological signals that induce flowering. **The Plant Cell**, v. 5, p. 1147-1155, out, 1993.
- BERNIER, G.; KINET, J.-M.; SACHS, R.M. **The physiology of flowering**. Boca Ratoon: CRC Press. **Vol. I. Chapter 9. The initiation of flowers**. 1981a.



BONDAD, N.D. Effect of ethephon on flowering, fruiting and slip production of 'Smooth Cayenne' pineapple. **Philippines Geographic Journal**. Manila, v. 17, p. 1-10, 1973.

BOTELLA, J.R.; CAVALLARO, A.S.; CAZZONELLI, C.I. Towards the production of transgenic pineapple to control flowering and ripening. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 529, p. 115-120, mai, 2000.

BOWLER, C. ; CHUA, N.H. Emerging themes of plant signal transduction. **The Plant Cell**, v. 6, p. 1529-1541, 1994.

BURG, S.P.; BURG, E.A. Auxin-induced ethylene formation and its relation to flowering in the pineapple. **Science**, v. 152, n. 3726, p. 1269, mai, 1966.

CASTRO, P.R.C. Fitorreguladores. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FISILOGISTAS DO SISTEMA COOPERATIVO DE PESQUISAAGROPECUÁRIA, 1, 1986, Cruz das Almas. Embrapa-CNPMP, ago, 1986. 12 p.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CHAN, Y.K.; LEE, H.K. Breeding for early fruiting in pineapple. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 529, p.139-143, mai, 2000.

COOKE, A.R. & RANDALL, D.I. 2-haloethanephosphonic acids as ethylene releasing agents for the induction of flowering in pineapples. **Nature**, Londres, v. 218, n. 5145, p. 974-975, jun, 1968.

CUNHA, G.A.P. da. Eficiência do ethephon, em mistura com hidróxido de cálcio e uréia, na floração do abacaxi. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 1, n. 1, p. 51-54, 1989a.

CUNHA, G.A.P. da. Teste preliminar sobre o controle da floração natural do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 11, n. 3, p. 59-62, 1989b.

CUNHA, G.A.P. Reguladores de crescimento na inibição da floração do abacaxizeiro cv. Pérola. 2001. 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia). UFC, Fortaleza.

CUNHA, G.A.P. da. Relationship among growth regulators and flowering, yield, leaf mass, slip production and harvesting of 'Pérola' pineapple. **Acta Horticulturae**, Bélgica, n. 666, p. 149-160, jan. 2005.

CUNHA, G.A.P. da; COSTA, J.T.A.; REINHARDT, D.H.R. Alterações na massa foliar, produção de mudas, rendimento e colheita do abacaxizeiro 'Pérola' causadas por reguladores de crescimento. **MAGISTRA**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 97-105, 2002.

CUNHA, G.A.P. da; MATOS, A.P. de; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N.F.; REINHARDT, D.H.R.C. **Abacaxi para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa/SPI, 1994, 41 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 11).

CUNHA, G.A.P. da; REINHARDT, D.H.R.C. Hora de aplicação de fitorreguladores para a indução da floração do abacaxi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986. Brasília, v. 1, p. 37-40, 1986.

CUNHA, G.A.P. da; REINHARDT, D.H.R.C.; CALDAS, R.C. Efeito da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta na indução floral sobre o rendimento do abacaxizeiro 'Pérola' na Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 15, n. 3, p. 43-50, dez, 1993.



DALLDORF, D.B. Flower induction of pineapples. **Farming in South Africa**, Pretoria, v. 6, n. 3, p. 3-8, 1979.

DAS BISWAS, S.; DHUA, R.S.; MITRA, S.K.; BOSE, T.K. Physiological studies on flowering of pineapple in response to chemicals and environment. **Acta Horticulturae**, Hamburgo, n. 137, p. 231-242, jul, 1983.

DAS, N. Studies on the action of ANA on the flowering and fruiting of pineapple. **Journal of Indian Botanical Society**, v. 34, p.38-45, 1964.

DASS, H.C.; RANDHAWA, G.S.; NEGI, S.P. Flowering in pineapple as influenced by ethephon and its combinations with urea and calcium carbonate. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 3, n. 3, p. 231-38, 1975.

DERICKE, J.L. Induction florale par l'éthylène chez l'ananas. **Fruits**, Paris, v. 29, n. 6, p. 457-60, jun, 1974.

EVANS, H.R. The influence of growth-promoting substances on pineapples. **Tropical Agriculture**, v. 36, p. 108-117, 1959.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; FRANCO, J.F. Influência de ethephon com e sem uréia no florescimento de plantas de abacaxi (*Ananas comosus*, L., Merrill) 'Cayenne'. **Planta Daninha**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 83-86, dez, 1981.

FRIEND, D.J.C.; LYDON, J. Effects of daylength on flowering, growth, and CAM of pineapple (*Ananas comosus*, L., Merrill). **Botanical Gazette**, v. 140, n. 3, p. 280-283, 1979.

GIACOMELLI, E.J.; PY, C.; LOSSOIS, P. Estudo sobre o ciclo natural do abacaxizeiro 'Cayenne' no planalto paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 2, p. 629-642, 1984.

GLENNIE, J.D. The effect of temperature on the flower induction of pineapples with ethephon. **Australian Horticultural Research Newsletter**, n. 50, p. 49-52, 1979.

GOWING, D.P. Experiments on the photoperiodic response in pineapple. **American Journal of Botany**, v. 48, p. 16-21, 1961.

GROSSMANN, K.; HAUSER, C.; SAUERBREY, H.; FRITSCH, H.; SCHMITD, O.; JUNG, J. Plant growth retardants as inhibitors of ethylene production. **Journal of Plant Physiology**, n. 134, p. 538-543, 1989.

GUYOT, A.; PY, C. Controlled flowering of pineapple with ethrel, a new growth regulator. **Fruits**, Paris, v. 25, n. 5, p. 341-347, mai, 1970.

HAMILTON, A. J.; LYCETT, C.W.; GRIERSON, D. Antisense gene that inhibits synthesis of the hormone ethylene in transgenic plants. **Nature**, n. 346, p. 284-287, 1990.

JORGENSEN, K.R. Investigation of pineapple fertilizing methods and flower induction. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v. 26, p. 483-493, 1969.

KENDE, H. Ethylene biosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 283-307, 1993.

KERNS, K.R.; COLLINS, J.L.; KIM, H. Developmental studies of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. I. Origin and growth of leaves and inflorescence. **New Phytologist**, v. 35, p. 305-317, 1936.



- KINET, J.M. Environmental, chemical, and genetic control of flowering. **Horticultural Reviews**, v. 15, p. 279-333, 1993.
- KINET, J.M.; SACHS, R.M.; BERNIER, G. **The physiology of flowering**. Boca Raton: CRC Press. **Vol. III. The development of flowers**. 1981.
- KLEE, H.J.; ROMANO, C.P. The roles of phytohormones in development as studies in transgenic plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 13, p. 311-324, 1994.
- LACOEUILHE, J.J. Influence de la nature de rejet planté sur la floraison naturelle de l'ananas en Côte d'Ivoire. **Fruits**, Paris, v. 30, n. 5, p. 307-312, mai, 1975.
- LANAHAN, M.; YEN, H.; GIOVANNONI, J.J.; KLEE, H.J. The 'Never Ripe' mutation blocks ethylene perception in tomato, **The Plant Cell**, v. 6, p. 521-530, 1994.
- LEVER, B.G. Cultar A technical overview. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 179, p. 459-466, 1986.
- LÓPEZ DE VÉLEZ, A.M.; CUNHA, G.A.P. da. Influência do pH e da uréia na ação do ácido 2-cloroetilfosfônico na indução floral do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 11, p. 1199-1205, nov, 1983.
- MEKERS, O.; DE PROFT, M. Prevention of unwanted flowering of ornamental *Bromeliaceae* by growth regulating chemicals. **Acta Horticulturae**, Hamburgo, n. 137, p. 217-224, jul, 1983.
- MILLAR-WATT, D. Control of natural flowering in Smooth Cayenne pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. **Subtropica**, n. 2, p. 17-19, 1981.
- MIN, X.J. **Physiological effects of environmental factors and growth regulators on floral initiation and development of pineapple** [*Ananas comosus* (L.) Merr.]. 1995, 111 p. Tese (Doctor of Philosophy in Agronomy and Soil Science). University of Hawaii, Honolulu.
- MIN, X.J.; BARTHOLOMEW, D.P. Effects of growth regulators on ethylene production and floral initiation of pineapple. **Acta Horticulturae**, Honolulu, n. 334, p. 101-112, out, 1993.
- MIN, X.J.; BARTHOLOMEW, D.P. Temperature affects ethylene metabolism and fruit initiation and size of pineapple. **Acta Horticulturae**, Martinica, n. 425, p. 3129-338, dez, 1997.
- NORMAN, J.C. The influence of flowering compounds on 'Sugarloaf' pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) in Ghana. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 49, p. 157-165, 1975.
- OKIMOTO, M.C. Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. **Botanical Gazette**, v. 110, n. 2, p. 217-231, 1948.
- ONAHA, A.; NAKASONE, F.; IKEMIYA, H. Induction of flowering with oil-coated calcium carbide in pineapple. **Journal of Japanese Horticultural Science**, v. 52, n. 3, p. 280-285, 1983.
- PY, C. Contribution à l'étude du cycle de l'ananas. **Fruits**, v.23, n.8, p.403-413, 1968.
- PY, C.; GUYOT, A. La floraison contrôlée de l'ananas par l'éthrel, nouveau régulateur de croissance. **Fruits**, Paris, v. 25, n. 4, p. 253-262, abr, 1970.



PY, C.; SILVY, A. Traitements hormones sur ananas. Méthodes pratiques pour diriger la production. **Fruits**, Paris, v. 9, n. 3, p. 101-123, mar, 1954.

RABIE, E.C.; TUSTIN, H.A.; WESSON, K.T. Inhibition of natural flowering occurring during the winter months in 'Queen' pineapple in Kwazulu Natal, South Africa. **Acta Horticulturae**, Holanda, n.529, p. 175-184, mai, 2000.

RANDHAWA, G.S.; DASS, H.C.; CHACKO, E.K. Effect of ethrel, NAA and NAD on the induction of flowering in pineapple (*Ananas comosus*, L.) **Current Science**, v. 39, n. 23, p. 530-531, 1970.

RAUL-SALAZAR, C.; DANILO-RIOS, C. Acción de algunas hormonas sobre la floración y frutificación de la piña (*Ananas comosus*, L., Merr.). **Revista ICA**, Bogotá, v. 6, n. 4, p. 379-395, 1971.

REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A.; URIZA-ÁVILA, D.; AGUIRRE-GUTIÉRREZ, L. Inhibición de la floración de la piña con diferentes dosis de Fruitone CPA a dos densidades de siembra. **Acta Horticulturae**, Martinica, n. 425, p. 347-354, dez, 1997.

REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A.; URIZA-AVILA, D.E.; REBOLLEDO, M.L. Rates of Fruitone CPA in different applications number during day versus night to flowering inhibition in pineapple. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 529, p. 185-190, mai, 2000.

REINHARDT, D.H.R.C. **Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral no abacaxi 'Smooth Cayenne' no Recôncavo Baiano**. 1984. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

REINHARDT, D.H.R.C.; COSTA, J.T.A. CUNHA, G.A.P. da. Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral do abacaxi 'Smooth Cayenne' no Recôncavo Baiano. I. Crescimento vegetativo, produção de mudas e florescimento natural. **Fruits**, Paris, v. 41, n. 1, p. 31-41, jan, 1986.

REINHARDT, D.H.R.C.; CUNHA, G.A.P. da. Efeitos do ethephon combinado com uréia na indução floral do abacaxizeiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE AMERICANA DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, Região Tropical, 29, Campinas, 1982. v. 25, p. 29-34, 1982a.

REINHARDT, D.H.R.C.; CUNHA, G.A.P. da. Indução floral do abacaxi cv. Pérola em função da época da última adubação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 4, n. único, p. 7-14, 1982b.

REYES, J.J. Floración prematura en piña *Ananas comosus* (L.) Merr. Cv. Cayena Lisa, en dos tipos de material vegetativo en cinco fechas de plantación, en Loma Bonita, Oaxaca. **Acta Horticulturae**, Martinica, n. 425, p. 254-258, dez, 1997.

RODRIGUES, A.G. Smoke and ethylene and pineapple flowering. **Journal of Agriculture University of Puerto Rico**, v. 16, p. 5-6, 1932.

SAMPAIO, A.C.; CUNHA, R.J.P.; CUNHA, A.R. Influência do nitrogênio e de épocas de plantio sobre o crescimento vegetativo e diferenciação floral natural do pineapple cv. Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 2, p. 169-177, ago, 1997.

SAMPAIO, A.C.; FUMIS, F. de T.; HERNANDES, V.A. de N. Ácido alfa-naftaleno acético (ANA) no controle da diferenciação floral natural do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 353-358, dez, 1998.



- SANEWSKI, G.M.; SINCLAIR, E.; JOBIN-DECOR, M.; DAHLER, G. Studies into the effects of temperature on natural flowering of Smooth Cayenne pineapple in Southeast Queensland. In: THIRD INTERNATIONAL PINEAPPLE SYMPOSIUM, 1998, Thailand. **Abstracts...**, Thailand, ISHS, nov, 1998, v. único, p. 57.
- SANFORD, W.G.; BARTHOLOMEW, D.P. Effects of silver and cobalt ions on floral induction of pineapple by ethephon. **HortScience**, n. 16, p. 442, 1981.
- SCOTT, C.H. The effect of two plant growth regulators on the inhibition of precocious fruting in pineapple. **Acta Horticulturae**, Honolulu, n. 334, p. 77-82, out, 1993.
- SINGH, H.P.; RAMESHWAR, A. Efficacy of calcium carbide in inducing flowering in pineapple in Malnad area of South India. **Indian Journal of Horticulture**, v. 31, n. 2, p. 157-159, 1974.
- SOLER, A. Induction florale de l'ananas par voie solide: le clathrate d'éthylène. **Fruits**, Paris, v. 40, n. 5, p. 321-325, mai, 1985.
- TANIGUCHI, G. Effet de tebuconazole on natural flower induction. **Pineapple News**, Honolulu, n. 6, p. 11, abr, 1999.
- TEISSON, C. Étude sur la floraison naturelle de l'ananas en Côte d'Ivoire. **Fruits**, Paris, v. 27, n. 10, p. 699-704, out, 1972.
- TEISSON, C. Développement et croissance de l'inflorescence d'*Ananas comosus* (Cv. Cayenne lisse). **Fruits**, Paris, v. 28, n. 6, p. 433-439, jun, 1973.
- TURNBULL, C.G.N.; NISSEN, R.J.; SINCLAIR, E.R.; ANDERSON, K.L.; SHORTER, A.J. Ethephon and causes of flowering failure in pineapple. **Acta Horticulturae**, Honolulu, n.334, p. 83-88, out, 1993.
- TURNBULL, C.G.N.; SINCLAIR, E.R.; ANDERSON, K.L.; NISSEN, R.J.; SHORTER, A.J.; LANHAM, T.E. Routes of ethephon uptake in pineapple (*Ananas comosus*) and reasons for failure of flower induction. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, n. 18, p. 145-152, 1999.
- VAN OVERBEECK, J. Flower formation in the pineapple plant as controlled by 2,4-D and naphtaleneacetic. **Science**, v. 102, p. 621, 1945.
- VAN OVERBEECK, J.; CRUZADO, H.J. Note on flower formation in the pineapple induced by low night temperatures. **Plant Physiology**, Maryland, v. 23, p. 281-285, fev, 1948.
- YANG, S.F. Regulation of biosynthesis and action of ethylene. **Acta Horticulturae**, Holanda, n. 201, p. 53-59, 1987.
- YURI, T.; EBE, F.; PAUL, O.; NEAL, G.; BOTELLA, J. Control of flowering in pineapple via genetic engineering. In: FOURTH INTERNATIONAL PINEAPPLE SYMPOSIUM, 2002, Veracruz, México. **Abstracts...**, Veracruz, ISHS/INIFAP, abr, 2002, v. único, p. 72.
- WANG, C.Y. Use of ethylene biosynthesis inhibitors in horticulture. **Acta Horticulturae**, Holanda, v. 201, p. 187-194, 1987.



