

## **CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM CANACRUA**

Prof. Dr. EDIVALDO DOMINGUES VELINI, EDUARDO NEGRISOLI - FCA / UNESP – Botucatu-SP

### **1. Introdução**

Nos últimos anos, tem-se observado, no Brasil, uma rápida expansão da área total cultivada em que é utilizada algum tipo de cobertura morta. O plantio direto, para culturas anuais, apresenta um nível de adoção alto e crescente. Em reflorestamentos, o cultivo mínimo, com manutenção da serapilheira sobre o solo, já é a tecnologia predominante em praticamente todas as regiões e empresas produtoras.

Em cana-de-açúcar, a colheita sem queimada deixa sobre o solo uma espessa camada de palha que pode superar 20 t/ha. A palhada associada às modificações técnicas necessárias para implementar a colheita mecânica da cultura, criam um novo sistema de produção de cana-de-açúcar popularmente denominado de canacrúa. No estado de São Paulo, com maior participação na produção brasileira de açúcar e álcool, dois decretos leis, editados em 1997, estabelecem que em áreas com possibilidade de mecanização da colheita (com menos de 12% de declividade) a queimada da cana estará proibida a partir de 2.005. Nas demais áreas, as queimadas antes da colheita estarão completamente proibidas a partir de 2.012.

As três condições mencionadas (plantio direto, cultivo mínimo em reflorestamento e canacrúa) são completamente distintas em termos de quantidade e composição da cobertura morta, além da periodicidade da produção dos resíduos que a compõem. Contudo, estes três sistemas de produção têm em comum o menor impacto ambiental; a redução do uso de máquinas; a menor movimentação do solo; o controle das plantas daninhas e a modificação da composição da comunidade infestante pela palha; o predomínio do uso de herbicidas aplicados em pós-

emergência, como resultado da dificuldade de utilização de herbicidas de pré-emergência; a necessidade de adaptação de diversas tecnologias.

Quanto a plantas daninhas, poucos trabalhos têm sido feitos, no Brasil, procurando avaliar os efeitos da cobertura morta sobre a sua ocorrência e controle. Quando se considera cana-de-açúcar, especificamente, os trabalhos são praticamente inexistentes. A seguir discutiremos as poucas informações existentes sobre o controle de plantas daninhas em canacrua.

## **2. Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação de plantas daninhas**

Quando se avalia o efeito de coberturas do solo sobre a germinação de plantas daninhas, além da constatação dos efeitos, há a necessidade de procurar determinar a origem dos mesmos. Infelizmente, não foram encontrados trabalhos feitos no Brasil, em que discriminou-se a contribuição de alterações físicas e químicas do ambiente para a ocorrência dos efeitos de coberturas mortas sobre as plantas daninhas. Na maioria das situações, as alterações na comunidade infestante têm sido creditadas aos efeitos de supostos compostos alelopáticos, que até o momento não foram isolados ou identificados. Adicionalmente, muitos dos trabalhos realizados visando estudar ou comprovar a presença de efeitos alelopáticos têm importantes limitações metodológicas que dificultam ou impossibilitam a extração de conclusões a partir dos mesmos.

Os efeitos físicos da cobertura morta sobre a comunidade infestante não podem ser negligenciados, pois a totalidade das espécies de plantas daninhas apresentam dormência ou algum tipo de controle da germinação. A importância da quantidade e qualidade da luz sobre a germinação de plantas daninhas é destacada por TAYLORSON & BORTHWICK (1969), FENER (1980) e ZIMDAHL (1993). Exemplificando, dentre dezoito espécies estudadas pelo segundo autor, apenas duas, *Aschirantes aspera* e *Conyza bonariensis*, mostraram-se insensíveis aos efeitos da

luz em termos de germinação. Outras sete espécies, incluindo *Ageratum conyzoides* e *Galinsoga parviflora*, apresentaram decréscimos nas taxas de germinação sempre que a quantidade de luz incidente sobre as sementes foi reduzida. Outras sete espécies, incluindo *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis*, apresentaram capacidade de germinar na presença ou ausência de luz, mas as sementes entraram em dormência sempre que expostas à radiação filtrada por folhas; a absorção seletiva da clorofila modifica o balanço entre o vermelho (650 nm) e o vermelho distante (730 nm), condicionando dormência nestas espécies. Várias das espécies estudadas por FENER (1980) apresentam grande importância em diversas regiões do Brasil. Embora os mecanismos gerais de controle da germinação pela luz sejam relativamente bem conhecidos, não se sabe, com precisão, quais deles são operantes em cada espécie vegetal.

Os efeitos do regime térmico sobre a germinação de plantas cultivadas têm sido estudados por vários autores. Quanto às plantas daninhas, segundo EGGLEY & DUKE (1985), a amplitude térmica, um dos componentes do regime térmico, interfere de modo decisivo na germinação de muitas espécies. A exigência de maior ou menor amplitude térmica constitui-se no modo mais eficiente de controlar a profundidade de germinação no solo. Através deste mecanismo, algumas espécies de plantas daninhas conseguem suprimir a germinação quando as reservas são insuficientes para alcançar a superfície. Nas Figuras 1 e 2, são apresentadas informações referentes à variação da temperatura do solo a 1 e a 5 cm de profundidade em áreas sem cobertura ou com 7,5 ou 15 t/ha de palha de cana. Observa-se que as duas quantidades de palha reduziram drasticamente a variação da temperatura a 1 e a 5 cm de profundidade. Este efeito certamente contribui de modo decisivo para a redução da germinação de plantas daninhas em áreas de canacrua. Não se conhece exatamente quais espécies têm sua germinação controlada pela amplitude térmica, mas várias gramíneas forrageiras, como *Brachiarias* e *Panicums* que também podem ocorrer como daninhas, apresentam germinação ótima em temperaturas alternadas.

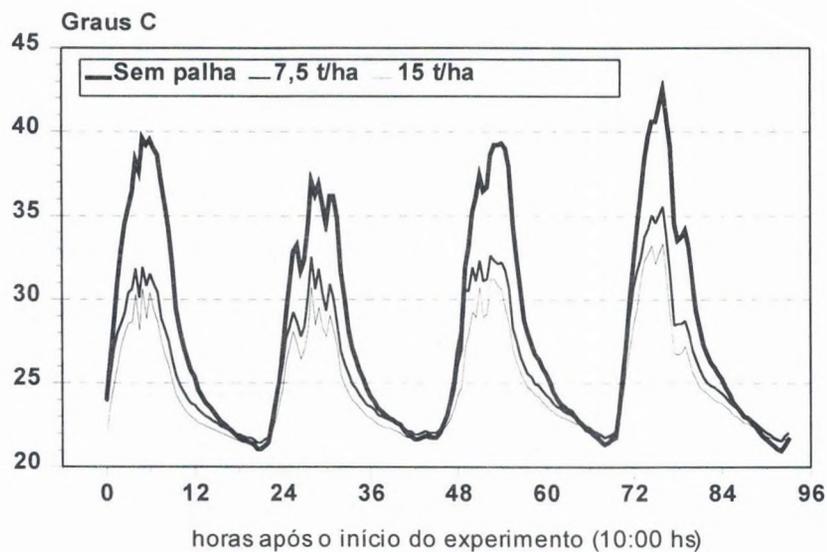


Figura 1 – Variação da temperatura do solo a 1cm de profundidade em função da cobertura com palha de cana-de-açúcar. Botucatu – SP, 2.000.

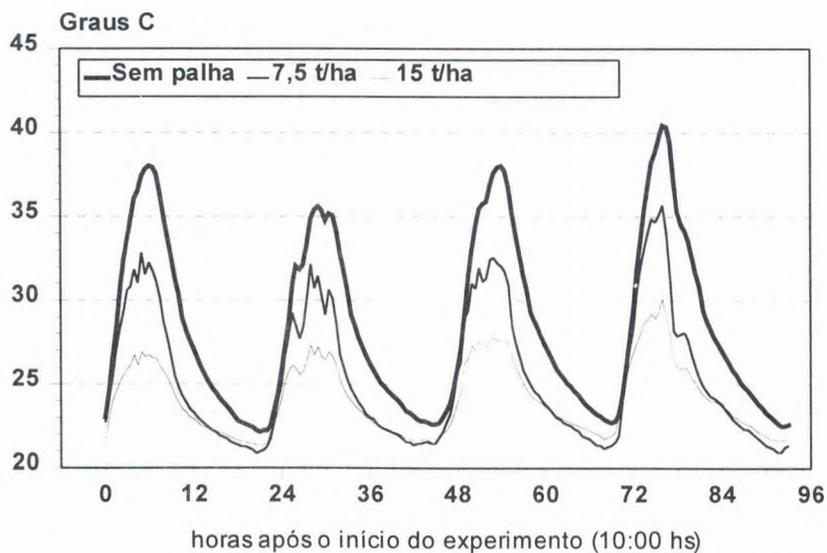


Figura 2 – Variação da temperatura do solo a 5cm de profundidade em função da cobertura com palha de cana-de-açúcar. Botucatu – SP, 2.000.

Gerando um contraste com o que ocorre com as plantas daninhas, praticamente todos os mecanismos de dormência, ou controle da germinação, foram eliminados pelo processo de melhoramento genético das plantas cultivadas. É claro que luz, temperatura média, amplitude térmica e umidade, continuam limitando a germinação de plantas cultivadas, mas, normalmente, esta limitação não passa pela superação ou indução de dormência. Quando isto acontece, como no gênero *Brachiaria*, trata-se, em geral, de espécies ainda pouco melhoradas geneticamente.

Também é de grande relevância a avaliação do potencial alelopático da palha da cana-de-açúcar das variedades mais importantes no Brasil. Existem duas situações em que estes efeitos poderão apresentar importantes implicações econômicas. A primeira refere-se ao próprio potencial de controle de plantas daninhas, que poderia ser incrementado em programas de melhoramento específicos. Em termos mundiais, já existem vários programas de melhoramento procurando obter novas variedades que produzam compostos com capacidade de intoxicar e controlar plantas daninhas. Arroz, cevada e alguns adubos verdes são exemplos de espécies que estão sendo melhoradas para este fim.

A segunda situação refere-se à possibilidade de que os possíveis compostos liberados pela palha de cana gerem a intoxicação da própria cultura. A quantidade de palha deixada sobre o solo quando a cana-de-açúcar é colhida crua é muito maior do que quando ocorre o processo de queima. Supondo a presença de compostos alelopáticos na palha, as quantidades em que são liberados no solo poderão ser aumentadas em decorrência do novo sistema de colheita. Em geral, quando os efeitos alelopáticos são suficientemente potentes para que possam ter utilidade prática, controlando plantas daninhas, deixam de apresentar seletividade, ocorrendo, com intensidade variável, em muitos tipos de plantas, incluindo-se a espécie que o gera.

Devem ser destacados os efeitos de fatores de estresse na produção de compostos e na \* intensidade de efeitos alelopáticos. O trabalho de Dei MORAL (1972) foi um dos primeiros a tratar

do assunto; o autor avaliou os efeitos de diversos tipos de estresse sobre a concentração de ácidos clorogênicos e isoclorogênicos em girassol e verificou que, quando as plantas foram submetidas a deficiência hídrica, deficiência de Nitrogênio, ou as duas combinadas a concentrações destes ácidos foram elevadas em até 15 e 16 vezes, para os dois tipos de compostos, respectivamente. Embora não tenha sido feito em cana-de-açúcar, o maior mérito deste e outros estudos similares é o de demonstrar que o efeito alelopático é uma característica fenotípica e não exclusivamente genotípica, como admitem, implícita e erroneamente, muitos pesquisadores. Ou seja, o efeito alelopático não é característico de uma determinada espécie vegetal, mas sim de um determinado genótipo estudado, em uma determinada condição ambiental.

Quanto à avaliação dos efeitos da cobertura com palha de cana sobre a germinação de plantas daninhas, LORENZI (1983) avaliou os efeitos da remoção 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de uma camada de palha de cana, com 12 t/ha, sobre a germinação das plantas daninhas que infestavam a área (*Portulaca oleracea*, *Amaranthus deflexus*, *Panicum maximum*, *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*). A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a SP 71-6163. O autor observou que o nível de controle aumentou proporcionalmente à quantidade de palha deixada sobre o solo. Mantendo-se ou eliminando-se toda a palha, foram verificadas 2 e 1237 plantas por parcela, respectivamente. Os níveis de controle foram insuficientes quando removeu-se mais de 50% da palha deixada sobre o solo.

VELINI et al (1998) e MARTINS et al (1999) estudaram os efeitos da cobertura do solo com 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 15 t/ha sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas da cana-de-açúcar no Brasil. As principais conclusões dos autores são apresentadas a seguir. As espécies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Sida rhombifolia* apresentaram comportamentos bastantes similares frente à cobertura com a palha de cana-de-açúcar. Dentre estas quatro espécies, a *Sida rhombifolia* foi a menos sensível aos efeitos da cobertura do solo, havendo germinação desta espécie mesmo no tratamento com 15 t de palha /

ha. As espécies *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria plantaginea* apresentaram germinação nula somente na maior quantidade de palha. A espécie *Digitaria horizontalis* mostrou-se a mais sensível aos efeitos da palha, apresentando germinação nula para os tratamentos com 10 e 15 t/ha e grandes reduções na germinação nos tratamentos com quantidades de palha entre 4 e 8 t/ha. Para *Panicum maximum*, houve estímulo à germinação, na primeira fase do experimento, quando o solo foi coberto com 2 t de palha/ha. Com 4 t / ha, o número de plantas foi similar ao verificado na testemunha (0 t/ha). Nos demais tratamentos, a germinação do capim-colonião foi reduzida de modo intenso e significativo. Quanto à *Euphorbia heterophylla*, o efeito dos tratamentos foi não significativo indicando que a emergência da espécie não foi afetada por até 15 t / ha de palha de cana-de-açúcar. Para *Bidens pilosa*, houve aumentos da germinação nos tratamentos com 2 a 8 t de palha/ha e no tratamento com 10 t/ha os resultados foram similares aos verificados na testemunha; somente a maior quantidade de palha reduziu significativamente a germinação do picão-preto. Quanto à *Ipomoea grandifolia*, os tratamentos com quantidades de palha entre 2 e 10 t/ha, promoveram estímulos à sua germinação; somente no tratamento com 15 t/ha houve uma pequena redução na emergência da espécie.

De modo coerente com as informações apresentadas, drásticas reduções na incidência de plantas daninhas, destacando-se as gramíneas, são observadas em áreas de canacrua. Em contraste, altas infestações com *E. heterophylla* e *Ipomoea* spp. têm sido verificadas nestas áreas. Merecem destaque as infestações tardias de *Ipomoeas*, que podem prejudicar ou impossibilitar a colheita mecanizada da cultura.

Como já mencionamos anteriormente, a modificação no sistema de colheita da cana-de-açúcar criou um novo sistema de produção da cultura, exigindo a adoção de um novo conjunto de técnicas culturais. Provavelmente a mais importante refere-se ao espaçamento entre linhas da cultura. As colhedeiças disponíveis no mercado nacional trabalham com espaçamentos entre linhas de ~1,5m, um espaçamento bastante amplo para áreas com solos de baixa fertilidade. Mesmo em

solos mais férteis, a cultura demora um período bastante longo para ocupar completamente a área e inibir a germinação e crescimento das plantas daninhas. Em muitas situações a cultura simplesmente não “fecha” oferecendo condições para o crescimento do mato durante todo o seu ciclo.

Uma falsa impressão de que em áreas de canacrua o controle de plantas daninhas poderá ser suprimido tem sido criada em função da grande redução inicial (após a colheita, com máxima quantidade de palha sobre o solo) na emergência das principais espécies de plantas daninhas da cultura, destacando-se as gramíneas. Contudo, a maioria dos técnicos que tiveram oportunidade de trabalhar com controle de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar com queima da palha (em pré-colheita) e canacrua, consideram que o controle é mais complexo na segunda condição.

Esta redução na contrapartida da cultura em termos de controle das plantas daninhas, associada ao maior espaçamento entre as linhas, é a principal limitação ao uso de programas de controle com uso exclusivo de herbicidas de pós-emergência sem efeito residual, utilizados em área total ou em aplicações localizadas (catações). Em áreas com alta infestação de plantas daninhas, destacando-se as espécies aptas a germinar em áreas com cobertura do solo, menor crescimento da cultura, e camada de palha pouco espessa (variedades com menos palha ou solos menos férteis) pode-se concluir pela necessidade da continuidade do uso de herbicidas com efeito residual. Contudo, a continuidade do uso destes herbicidas em canacrua requer o desenvolvimento de técnicas de aplicação, ainda não disponíveis, que permitam posicionar os herbicidas abaixo da palha.

### ***3. Situação atual do controle de plantas daninhas em áreas de canacrua***

Atualmente, o controle vem sendo feito através da aplicação de herbicidas em catação. São utilizados equipamentos bastante simples, em que dois ou mais operadores abrem, ou não, o

registro da barra de pulverização em função da presença ou ausência de plantas daninhas. Em geral, cada operador controla duas seções da barra, sendo uma para cada conjunto de linha e entrelinha. São vários os herbicidas que podem ser utilizados isoladamente, ou em mistura, neste tipo de aplicação. Merecem destaque os ingredientes ativos ametrina, diuron, 2,4-D, MSMA e hexazinona. Como principais limitações à técnica têm-se: a necessidade de trabalho durante o dia quando a presença das plantas daninhas é facilmente detectada; a baixa capacidade operacional exigindo o uso de um grande número de equipamentos.; os custos elevados em função do uso de grande quantidade de mão de obra e da baixa capacidade operacional; mesmo que, na operação de catação, sejam utilizados herbicidas com efeito residual no solo, a irregularidade da distribuição reduz a utilidade prática do controle em pré-emergência (ou pós-emergência inicial) proporcionado.

A automação da operação de catação é bastante complexa, pois como as aplicações são feitas em pós emergência do mato e também da cultura, o maior desafio é o desenvolvimento de sensores que não só detectem a presença do mato, mas o diferenciem da cultura. Até o momento esta tecnologia não está disponível.

A aplicação de herbicidas em área total também poderia ser feita, mas a ocorrência irregular do mato cria vantagens econômicas para a localização da aplicação. Adicionalmente, os herbicidas de uso mais comum podem gerar queimaduras nas folhas da cultura que forem atingidas pela pulverização; a aplicação localizada reduz a proporção de plantas intoxicadas. As plantas daninhas normalmente ocorrem em pontos de menor acúmulo de palha. Como já mencionamos anteriormente, para várias espécies a germinação só é suprimida com camadas de palha acima de 10 ou 15 t/ha; a irregularidade da cobertura de palha permite que a germinação ocorra em determinados pontos da área. Desse modo, para que o controle de espécies sensíveis à cobertura com palha seja maximizado, é necessário que o resíduo esteja presente nas quantidades / necessárias e regularmente distribuído sobre o solo. Deve-se lembrar que a germinação de plantas daninhas ocorre em função das características de ambientes de dimensões bastante reduzidas

(cm<sup>2</sup> ou mm<sup>2</sup>) e é nesta escala que a irregularidade ou regularidade da camada de palha deve ser avaliada.

Em algumas situações, as grandes quantidades de palha produzidas, associadas ao predomínio de espécies de plantas daninhas sensíveis à ação da palha e ao intenso crescimento da cultura, “fechando” rapidamente a área, têm permitido suprimir o controle de plantas daninhas. Um cuidado importante neste tipo de situação é a avaliação da ocorrência do mato tardiamente, se possível em pré-colheita da cultura.

No sistema de produção predominante atualmente, a implantação da cultura ocorre de modo convencional. Esta é uma oportunidade para o uso de herbicidas de pré-emergência. Alguns produtores têm optado por herbicidas e doses de elevada persistência e eficiência, neste primeiro ano. O objetivo é reduzir o número de plantas da comunidade infestante no próximos anos da cultura.

É consenso entre os técnicos que trabalham com controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar que os herbicidas tradicionais de pré-emergência não conseguem atravessar a camada de palha deixada pela cultura e atingir o solo onde poderiam ser absorvidos pelas plantas daninhas gerando o processo de intoxicação. Para melhor avaliar esta premissa, foi feito um estudo com aplicação do corante FDC-1 (simulando um herbicida) procurando determinar a porcentagem de interceptação do mesmo por camadas de palha de 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 15 t/ha. Foram utilizados bicos XR 110.02 operando a 25psi e espaçados de 0,5m; a velocidade de aplicação foi de 3,6 km/h, condicionando um consumo de calda de 195 l/ha. As porcentagens do corante que conseguiram transpor as camadas de palha são apresentadas na Figura 3.

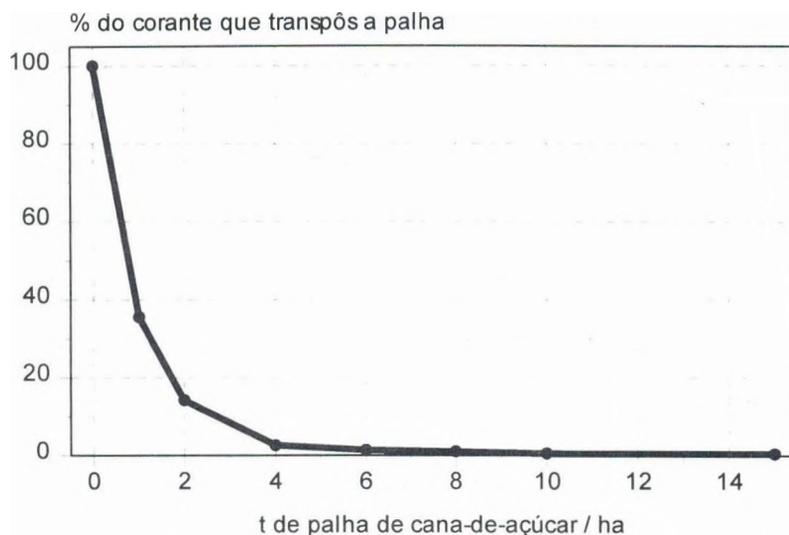


Figura 3 - Porcentagens da calda de pulverização que transpuseram camadas com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar.

Os resultados indicam que com uma camada de palha de apenas 1 t/ha, apenas 35,5% da calda de pulverização atinge o solo. Com 10 e 15 t/ha as porcentagens de interceptação da calda pela palha são de 99,4 e 99,5%, respectivamente. Nas condições normalmente encontradas em áreas de canacrua, praticamente todo o herbicida aplicado sobre a palha é por ela interceptado.

Em resumo, o controle de plantas daninhas em canacrua pode ser dispensável, em alguns casos, mas quando necessário, adquire grande complexidade. A dificuldade encontrada justifica-se por três aspectos:

- Dificuldade de realização e custos da operação de catação.
- Não disponibilidade de tecnologias para automação da operação de catação.
- Há uma grande necessidade de herbicidas com ação sistêmica em pós-emergência e seletivos à cultura. Se existem algumas opções para o controle de

latifoliadas que atendem a estes requisitos (2,4-D e picloran e possivelmente vários outros herbicidas ainda não registrados para a cana-de-açúcar), para gramíneas os herbicidas disponíveis podem apresentar toxidez à cultura, elevado custo ou eficiência limitada.

- O aumento do espaçamento entre as linhas, fazendo com que o fechamento da cultura seja tardio ou não ocorra. Nestas situações justifica-se o uso de herbicidas de ação residual para controlar as infestações tardias de plantas daninhas, destacando-se as Ipomoeas, que podem prejudicar a operação de colheita.
- Embora as gramíneas sejam bastante sensíveis aos efeitos da palha, isto não ocorre para espécies como *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* que podem ter sua germinação estimulada em áreas cobertas com palha. Mesmo para as espécies com alta sensibilidade à cobertura com palha, uma efetiva supressão da germinação só ocorre para camadas de palha superiores a 10 t/ha, ao passo que mesmo camadas de palha de apenas 2-4 t/ha são capazes de interceptar praticamente todo herbicida aplicado sobre a palha, evitando o seu contato com o solo onde poderia exercer sua ação. Camadas mínimas de palha, muito inferiores a 10 t/ha, são suficientes para reduzir a eficiência de herbicidas de pré-emergência mas podem ser insuficientes para suprimir a emergência até mesmo das espécies mais sensíveis aos efeitos da cobertura.
- Ausência de informações sobre a dinâmica na palha, dos vários herbicidas recomendados para a cultura.

#### **4. Efeitos da palha sobre a dinâmica de herbicidas no solo**

O que tem sido observado em todos os sistemas de produção com algum tipo de cobertura de solo é a insistência em trabalhar exclusivamente com herbicidas de pós-emergência. No caso de herbicidas de pré-emergência, normalmente são empregadas as mesmas técnicas de aplicação, as mesmas doses e as mesmas formulações utilizadas nos sistemas de produção sem palha. Em muitas situações em que o controle de plantas daninhas dever ser mantido por longos períodos, os exemplos mais típicos são cana-de-açúcar e reflorestamentos, há urgência na procura de soluções que permitam o uso de herbicidas de ação residual mesmo em áreas com camadas espessas de palha e existem várias alternativas para que este objetivo possa ser alcançados. Tais opções serão discutidas no próximo item.

A palha é apenas uma das barreiras para o uso de herbicidas com ação exclusiva ou preferencial no solo. O acréscimo do teor superficial de matéria orgânica no solo, menos evidente em canacrua do que em plantio direto em função de uma movimentação mínima no momento da colheita mecanizada associada ao preparo e sulcamento quando da reinstalação da cultura, tende a exercer forte sorção dos herbicidas limitando a sua eficiência.

Uma segunda limitação importante refere-se a problemas ambientais. É amplamente conhecido e divulgado que a cobertura com palha diminui a perda de água na superfície do solo e este aspecto associado à abertura de microcanais de drenagem pode facilitar a lixiviação de fertilizantes, herbicidas ou outros agrotóxicos aplicados em canacrua. Há a necessidade de um constante monitoramento dos níveis destes compostos no lençol freático de áreas não só de canacrua, mas também de plantio-direto. Infelizmente, este tipo de avaliação é praticamente inexistente no Brasil e se existe, as informações não vêm sendo divulgadas.

A palha ainda pode atuar retendo herbicidas, liberando-os lentamente ao solo. Este efeito seria bastante interessante, mas ainda não foi adequadamente avaliado para qualquer dos herbicidas disponíveis comercialmente para uso em cana-de-açúcar.

A camada de palha limita, também, a quantidade de luz que incide sobre o solo, podendo reduzir a intensidade da degradação de herbicidas. Estudos recentes conduzidos no Laboratório de Matologia da FCA / UNESP têm indicado que praticamente toda a luz de comprimentos de onda entre 190 e 700 nm (luz ultravioleta e visível) é retida quando incide sobre uma única folha seca de cana de açúcar. Para exemplificar a importância que este aspecto poderia ter, utilizamos o exemplo do oxyfluorfen, um herbicida utilizado em cana-de-açúcar em situações sem cobertura de palha. A degradação deste herbicida ocorre quase que exclusivamente pela ação de luz ultravioleta. Segundo CLIVE (1994) a meia vida do herbicida oxyfluorfen no solo pode ser de 5-55 dias, na presença de luz, e de 292 dias, no escuro. Desse modo, considerando que quantidades mínimas de palha podem praticamente extinguir a luz ultravioleta que atinge o solo, tanto a desintoxicação do solo quanto a persistência do controle de plantas daninhas poderiam ser drasticamente modificados pela presença da palhada de cana-de-açúcar em áreas de canacrua.

#### ***5. Opções para o desenvolvimento de novos programas de controle de plantas daninhas em canacrua.***

Existem várias opções que podem ser adotadas ou desenvolvidas. Mas um primeiro cuidado que deve ser adotado é o de avaliar a ocorrência de plantas daninhas ao longo de todo o ciclo da cultura e não somente nos momentos iniciais logo após a colheita, quando é máxima a quantidade de palha sobre o solo.

Utilizando-se a operação de catação, esta deve ser feita após a germinação da maioria das plantas daninhas. Para determinar o momento correto, basta avaliar continuamente a infestação de áreas pré-fixadas. Deve-se tomar cuidado com as doses pontuais dos herbicidas utilizados. Em muitas situações, mesmo que a dose média em toda a área seja baixa, é importante garantir que nos pontos com aplicação as capacidades de suporte da cultura e do meio ambiente não sejam ultrapassadas. É necessário o desenvolvimento de herbicidas de pós-emergência que conciliem seletividade à cultura, ação sistêmica e bom nível de controle de gramíneas, principalmente.

É fundamental que as empresas e os órgãos de pesquisa estabeleçam rotinas de trabalho procurando estudar a dinâmica de herbicidas na palha-de-cana. No futuro, estas pesquisas certamente conduzirão à seleção de ingredientes ativos ou formulações com menor afinidade com a palha, facilitando a sua remoção e carregamento para o solo com um mínimo de chuvas. Se o herbicida em questão for facilmente removido da palha e tiver a capacidade de ser absorvido pela raiz e controlar plantas em início de desenvolvimento, ele certamente terá um grande potencial de uso em canacrua. Provavelmente vários dos herbicidas utilizados em cana-de-açúcar, após possíveis modificações nas formulações, poderão ser utilizados neste tipo de situação.

Uma outra possibilidade é o uso de herbicidas de longo efeito residual em aplicações sucessivas. O objetivo é manter a concentração do herbicida no solo sempre acima de um valor mínimo necessário para que exista controle efetivo das plantas daninhas. Considerando que as reaplicações poderão ser feitas algum tempo antes do herbicida perder a capacidade de controle das plantas daninhas, as quantidades recém aplicadas não precisarão estar prontamente disponíveis, aumentando o intervalo de tempo (ou mm de chuva) que será necessário para completar o processo de lavagem do herbicida da palha. O sucesso desta técnica certamente dependerá do desenvolvimento de técnicas simples, provavelmente imunoensaios, para determinar com rapidez e precisão as concentrações do herbicida no solo antes que seja reaplicado.

O uso de grânulos também constitui-se em uma estratégia para cruzar a camada de palha. Aplicações terrestres de grânulos em área total são complexas, em função da baixa qualidade dos equipamentos disponíveis. Mas a aplicação aérea é simples e pouco onerosa; o uso de grânulos minimiza uma das maiores limitações às aplicações por aeronaves que é a deriva. Novas técnicas de produção permitem formular praticamente qualquer ingrediente ativo como grânulo; em geral, os custos destas formulações não são proibitivos. Os grânulos não precisam necessariamente ser aplicados após a colheita da cultura; respeitando-se limitações econômicas, toxicológicas e ambientais, as aplicações poderiam ser feitas até mesmo durante a fase de crescimento da cultura repondo-se as quantidades consumidas pelos processos de degradação.

Uma outra possibilidade tem despertado grande interesse e certamente terá alguma importância no futuro. Consiste em combinar a aplicação do herbicida com a colheita da cultura. Entre o ponto de coleta das plantas da cana, no início da colhedeira, até o ponto de lançamento da palha há uma grande distância na maioria das colhedeiros em uso no Brasil. Quando estas máquinas operam, o solo que está logo abaixo delas normalmente está sem cobertura de palha; se for possível montar uma barra de pulverização logo abaixo da colhedeira, é possível aplicar o herbicida antes que a palhada seja lançada sobre a superfície. Esta possibilidade foi inicialmente levantada por pesquisadores da UNESP em discussões envolvendo o “Grupo de Pesquisa em Canacrua” criado pela DuPont do Brasil S.A. e que contava com a participação de pesquisadores ligados a institutos de pesquisa, a Universidades e à Usina Santa Elisa. Atualmente, alguns protótipos vêm sendo desenvolvidos, mas nenhum tem tido grande aceitação, pois para que a operação de pulverização não crie problemas para a operação de colheita, é necessário reduzir drasticamente o volume de aplicação de modo a aumentar a autonomia e reduzir as dimensões do tanque do pulverizador e dotar o pulverizador de sistemas de controle de vazão para fazer frente às variações de velocidade da colhedeira.

Qualquer que seja a técnica empregada, se for possível posicionar o herbicida abaixo da palha, há uma grande possibilidade de aumento de sua eficácia em função do maior nível de umidade do solo e da redução das perdas por fotólise, principalmente. Como já exemplificamos, a meia vida do herbicida oxyfluorfen pode ser elevada de 5-55 para 292 dias quando não há incidência de luz sobre o solo. Talvez estes fatores combinados permitam reduzir as doses aplicadas dos herbicidas, promovendo benefícios, ambientais e econômicos, comparáveis aos das aplicações localizadas, atualmente em uso.

## **6. Literatura Citada**

DEI MORAL, R. On the variability of chorogenic acid concentration. *Oecologia*, 9: 289-300, 1972.

EGLEY, G.H. & DUKE, S. Physiology of weed seed dormancy and germination. In: DUKE, S O. *Weed Physiology. I. Reproduction and Ecophysiology*. Florida, CRC Press, Inc., 1985. pp. 27-64.

FENER, M. Germination tests of thirty-two East African weed species. *Weed Research*, 20:135-138, 1980.

LORENZI, H. Efeito da palha da cana no controle das plantas daninhas. XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. Resumos. P.28-29.

MARTINS, D.; VELINI, E.D.; MARTINS C.C. & SOUZA, L.S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, 17(1):151-161, 1999.

TAYLORSON, R.B. & BORTHWICK, H.A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. *Weed Science*, 17(1):48-51, 1969.

VELINI, E D. & MARTINS, D Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura. Relatório Técnico, Botucatu: FCA / UNESP, 1998.26p.

ZIMDAHL, R.L. *Fundamentals of Weed Science*. 10 Ed. Academic Press, New York, 1993. 450p.