Revista do Departamento de Geografia, 17 (2005) 61-82.

RITMO CLIMÁTICO E SUSTENTABILIDADE SÓCIO-AMBIENTAL DA AGRICULTURA COMERCIAL DA SOJA NO SUDESTE DE MATO GROSSO

Jeater Waldemar Maciel Correa Santos

Resumo: Este artigo tem como principal propósito discutir o papel do ritmo climático na produção de soja no Sudeste de Mato Grosso, que é realizada dentro de um modelo de produção que se desenvolve em propriedades com grandes áreas, produtores capacitados e assistidos por instituições de pesquisa e extensão rural, e que fazem uso maciço de recursos químicos, biológicos, mecânicos para alcançar níveis elevados de produtividade. Partindo-se do pressuposto de que o ritmo climático pode ter reflexos tanto diretos sobre o rendimento final dos cultivos de soja, influenciando o suprimento das necessidades hídricas, quanto indiretas, influenciando a realização das operações agrícolas planejadas pelos produtores, busca-se mostrar quais são as estratégias e tecnologias utilizadas neste sistema de produção agrícola para minimizar sua influência e qual é a sustentabilidade sócio-ambiental das mesmas.

Palavras-chave: Soja (Glycine max (L.) Merrill); Climatologia agrícola; Soja; Cerrado; Sustentabilidade

Introdução

Durante muito tempo, as terras do Cerrado foram consideradas impróprias para produção agrícola. Projetos de aproveitamento agrícola das terras da Floresta Amazônica foram priorizados nos planos federais de desenvolvimento regional, ao invés das do cerrado. A despeito de serem mais próximas aos centros econômicos do país e dos principais portos para escoamento internacional das suas safras.

Entretanto, devido a ações do Governo Federal nesta região, a partir da década de 70, via políticas e programas de desenvolvimento econômico regional (Pró-terra de 1972 a 79, Polocentro de 1975 a 82), foram criadas as condições necessárias (infra-estrutura, pesquisa e extensão agrológica, crédito e financiamento das safras) para a implantação e consolidação do modelo de produção agrícola comercial e empresarial que hoje se encontra instalado nas terras do cerrado do Mato Grosso. (BLUMENSCHEIN et al., 1996; NASCIMENTO, 1997; PEIXINHO, 1998, NEGRI, 2001, SANTOS, 2002).

Este modelo possui características que o tornam singular no cenário nacional, destacando-se, entre outras, o tamanho das propriedades em que é desenvolvido, uma vez que a maioria dos estabelecimentos são empresas rurais que possuem área superior a 1000 ha, em alguns casos chegando a 20000 ha.

Segundo BLUMENSCHEIN et al. (op cit) e PEIXINHO (op cit), este sistema de produção agrícola empresarial “moderno” foi originalmente planejado para desenvolver-se em grandes estabelecimentos, pois o pacote tecnológico obrigatório para receber crédito rural (até 1982) era baseado na utilização intensiva de fertilizantes químicos combinada com o uso de sementes selecionadas adequadas a este tipo de fertilização, no uso de processos mecânicos de reestruturação e condicionamento dos solos e no emprego sistemático de controle químico de pragas e ervas. Desta forma, os pequenos e médios produtores foram deliberadamente excluídos desse modelo agrícola e conseqüentemente das políticas federais de desenvolvimento regional.

Outro motivo para que as propriedades sejam grandes neste sistema de produção agrícola está nas reduzidas margens de lucro, comprimidas pelo elevado custo de produção imposto por este pacote tecnológico. Assim, para compensá-las, é preciso aumentar a escala total do lucro o que é conseguido produzindo-se numa área maior mesmo que seja preciso arrendar outras propriedades.

A administração das fazendas normalmente é feita por agrônomos ou técnicos agrícolas experientes, que representam a figura dos "produtores rurais modernos" idealizados nos programas federais. Estes produtores contam com fácil acesso a instituições públicas e privadas de assistência técnica e crédito para suas safras. Outra marca deste modelo de produção agrícola é a baixa utilização de mão-de-obra, pois todas as fases do cultivo são mecanizadas. Ou seja, tem pouco comprometimento direto com o desenvolvimento social local.

O Mato Grosso tornou-se o maior produtor de soja e detém

os maiores índices de rendimento dessa cultura nos últimos anos no Brasil. Mais especificamente a região Sudeste Mato-grossense tem conseguido elevados níveis de produtividade 15 a 20% acima da média nacional (entre 3 e 3,5 ton/ha), superando níveis alcançados nos Estados Unidos, principal produtor mundial.

A capacidade de evitar, ou pelo menos minimizar, os fatores adversos decorrentes do ritmo climático ao desenvolvimento das plantas de soja, pelo emprego de diversas estratégias e tecnologias, além de muita informação da pesquisa agrológica, é o principal motivo pelo qual os níveis de produtividade física são elevados neste sistema de produção agrícola (SANTOS, 2002).

Destacam-se dentre estas tecnologias e estratégias: (a) uso de cultivares melhoradas geneticamente e diferenciadas quanto a resistência a doenças, ciclos vegetativos, exigências de fertilidade do solo; (b) distribuição temporal e espacial dos cultivares na propriedade; (c) intensificação nos tratamentos químicos de controle de ervas, pragas e doenças em situações climáticas adversas e aplicações preventivas de agrotóxicos (SANTOS, op cit).

O uso de cultivares com características genotípicas diferenciadas na mesma safra evita que uma única doença, ou uma forte variação no regime das chuvas possa comprometer grande parte da produção. Os produtores diversificam também os tipos de manejo do solo, de tratos culturais e produtos químicos utilizados.

Nos últimos seis ou sete anos o plantio direto passou a predominar nesse sistema produtivo. Apesar das suas vantagens em termos de economia de tempo e dinheiro, além de prevenção da erosão, é questionável sua eficiência ecológica, pois favorece a compactação dos solos, sobretudo dos mais argilosos. Também propicia maior proliferação de pragas como o coró, a broca do colo e o percevejo castanho, os quais são altamente resistentes aos tratamentos e implicam um maior uso de herbicidas. Por isso, o sistema de plantio convencional não foi totalmente abandonado, sendo recomendada a rotação entre os dois sistemas.

A aplicação de herbicidas dessecantes na época da maturação fisiológica da soja é outra prática comum, nivelando o estágio de maturação das plantas e garantindo a colheita "no limpo". Esta estratégia também possibilita adiantar em até dez dias o início da colheita, liberando mais cedo a área para outro cultivo. Desse modo, o apelo aos herbicidas tem ocorrido até mesmo na fase da colheita.

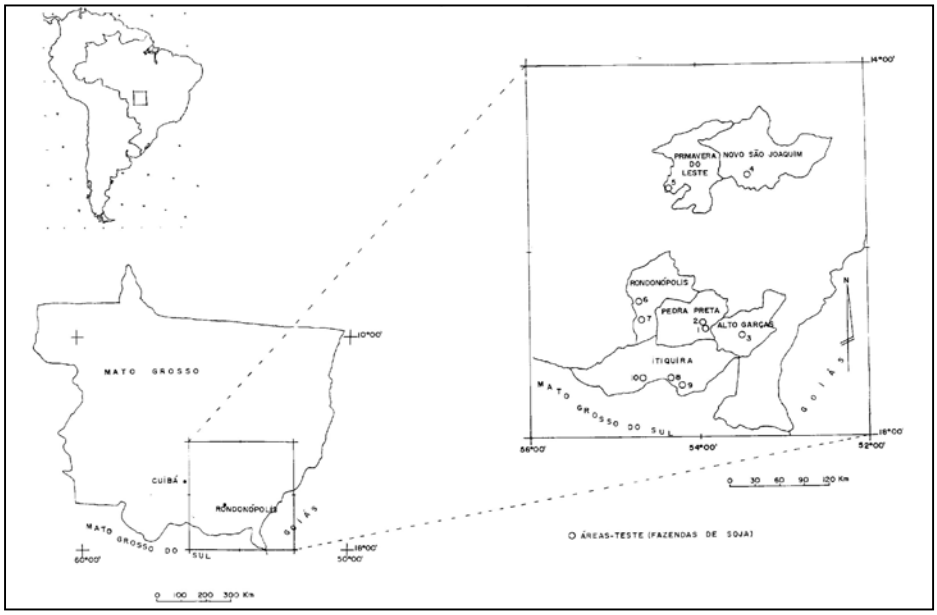

Figura 1 Universo de análise e as áreas teste.

Devido aos elevados níveis de produtividade alcançados por essa cultura no estado de Mato Grosso este sistema de produção transformou-se no "modelo de agricultura moderna". Muitos o consideram como exemplo de sucesso técnico, científico e econômico no campo. Por isso, em sua trajetória de expansão para as novas fronteiras agrícolas, está rapidamente ganhando espaço nas terras da Floresta Amazônica. Assim, é necessário discutir sobre a sua lógica de produção e sua sustentabilidade sócio-ambiental, reveladas, sobretudo, por suas práticas e estratégias, bem como sobre os possíveis efeitos na natureza dos

produtos que emprega em larga escala. Esta discussão permite avaliar o impacto sócio-ambiental deste modelo de produção nos ecossistemas em que se encontra, e fazer um prognóstico do que ele poderá promover onde está sendo implantado. Ou seja, se tal modelo garantirá a "sustentabilidade ecológica" nas áreas onde está se expandindo e se garantirá as "sociedades sustentáveis" que convivem em equilíbrio com os ambientes da região.

Este artigo apresenta alguns dos resultados do estudo "Clima e Produtividade da Soja nas Terras de Cerrado do Sudeste de Mato Grosso" de SANTOS (2002). Especificamente, como as estratégias e tecnologias utilizadas neste sistema de produção agrícola conseguem minimizar os efeitos diretos (nas necessidades hídricas das plantas) e indiretos (nas condições atmosféricas necessárias para a realização das operações agrícolas) do ritmo climático sobre a produtividade física (kg/ha) da soja. Também é avaliado o custo sócio-ambiental deste pacote tecnológico para o Sudeste de Mato Grosso (Fig 1), pois com base na "eficiência técnica e econômica", marcada por alta produtividade física que lhe atribui a competitividade comercial, é que se baseiam as políticas públicas de incentivo a sua reprodução em outras regiões do país.

Métodos, técnicas e dados

Para compreender o papel do clima na organização do espaço regional e na implantação e desenvolvimento dos cultivos neste sistema de produção agrícola do Sudeste de Mato Grosso, o estudo partiu da concepção teórica de que o clima tem papel importante na organização econômica do espaço geográfico (MONTEIRO, 1976, 1981) bem como na regulação da vida econômica e, em especial, da produção agrícola (CURRY, 1952). Seria o "canal condutor" para a compreensão das interações entre o meio ambiente e o sistema de produção da soja e, conseqüentemente, para subsidiar a discussão da sustentabilidade na região.

Entretanto, de acordo com CUNHA et al. (1994) não se encontra na literatura uma definição útil do que seja sustentabilidade da agricultura. Este termo, sustentabilidade, tem sido adotado com forte conotação valorativa refletindo mais uma expressão dos desejos e valores de quem as exprime do que algo concreto de aceitação geral. Após analisar vários conceitos de desenvolvimento sustentável, CUNHA (op cit) identificou quatro aspectos que relacionados entre si e em conjunto permitem uma análise representativa da sustentabilidade de um modelo de produção agrícola: eficiência técnica, sustentabilidade econômica, estabilidade social e coerência ecológica. Sobre a eficiência técnica pesa uma dupla função: a de maximizar ou pelo menos manter os rendimentos em níveis competitivos e garantir a utilização dos recursos naturais a taxas biologicamente sustentáveis.

Sobre a estabilidade sócio-econômica, é importante verificar até que ponto as instituições que geram emprego e renda para a população (tanto no campo como na cidade), neste caso, sobretudo industriais e empresas de serviço atreladas ao sistema de produção agrícola e efetivamente implantadas na região, suportam oscilações da "produtividade" das culturas nela produzidas, as quais poderiam ser decorrentes de reflexos negativos dos impactos deste modo de produção ou mesmo originados por "azares climáticos" pertencentes à própria natureza do ritmo climático. Ou seja, no caso de ocorrência de anos seguidos marcados por eventos climáticos excepcionais, essa estruturação suportaria tal influência?

Sobre a importância do clima, MONTEIRO alerta que:

> "Se os processos de organização agrícola afetam negativamente o quadro ecológico, qualquer evento climático fora dos padrões habituais é capaz de deflagrar uma reação em cadeia que não só afeta a produção agrícola como danifica o ambiente. Ao mesmo tempo, o descompasso entre os benefícios econômicos e o seu retorno social, ao impacto de qualquer risco climático eventual, põe a nu toda a fragilidade da organização social." (MONTEIRO, 1981, p. 32)

Ainda sobre a sustentabilidade sócio-econômica deste modelo de produção agrícola, seria necessário avaliar os seguintes fatores: a) que o mesmo é seletista e excludente quanto aos produtores por ele atendido (o que é no mínimo paradoxal uma vez que este foi estruturado e até hoje é prioritariamente financiado com recursos públicos); b) que sua eficiência sócio-econômica não tem sido medida por sua capacidade (ou incapacidade) de absorção de mão-de-obra, o que, no caso, revela seu fraco desempenho na geração direta de emprego e renda às populações locais apesar dos altos investimentos que demanda em cada safra; c) sua viabilidade social também deve ser avaliada por meio de indicadores econômicos mais realistas sobre a qualidade de vida das populações local e regional, o quais podem ser verificados por avanços sobre a questão da fome, da segurança alimentar, da qualidade de vida das populações (tanto no campo como na cidade), da educação (avaliação quantitativa e qualitativa), etc. Ou seja, por meio de índices sociais mais representativos do que os utilizados no índice de desenvolvimento humano (IDH) considerados nos relatórios de organismos nacionais e internacionais e mesmo por gestores públicos no Brasil.

Para uma avaliação mais representativa da sustentabilidade

sócio-ambiental de um modelo de produção agrícola, seria necessário considerar um número muito elevado de variáveis, dada a complexidade da questão, demandando trabalho a ser realizado por uma equipe multidisciplinar.

Assim, este estudo buscou um suporte teórico que possibilitasse a avaliação de duas componentes básicas desta questão. Uma relativa aos reflexos ecológicos das interações entre as tecnologias (químicas, biológicas e mecânicas) deste sistema de produção e o ritmo climático. Outra relativa à capacidade deste pacote tecnológico, juntamente com as estratégias da pesquisa agrológica, em manter as produtividades dos cultivares elevadas mesmo quando o ritmo climático promove influências negativas sobre as mesmas.

Acredita-se que tal suporte teórico tenha sido encontrado em MONTEIRO (1976) com sua proposta de análise sistêmica da influência do clima na organização espacial e suas interações com as váriáveis do ambiente e em CURRY (1952), com seu modelo de análise do clima enquanto regulador econômico da produção agrícola.

Sob a concepção do papel do clima na organização do espaço, MONTEIRO definiu duas linhas de abordagens:

> "...Assim, deve-se definir, na climatologia atual, duas linhas de abordagem que se complementam: a econômica, onde cumpre avaliar o papel insumidor do clima na organização do espaço, e a ambiente, onde os produtos da ação humana sobre a atmosfera são referenciados em termos de qualidade." (MONTEIRO, 1976:10)

De acordo com MONTEIRO (op cit), dentro da linha de abordagem econômica, o clima é visto como um insumidor de energia e o espaço geográfico, como um sistema aberto. Os demais componentes naturais e antrópicos deste espaço constituem a estrutura do sistema, na qual os atributos e relações de suas partes assumem uma organização funcional. O desempenho desse sistema (organizado) na transformação das entradas de energia gera produtos finais que de acordo com seus resultados, positivos ou negativos, pressupõe uma auto-regulação com o estabelecimento de circuitos de realimentação.

Assim, no intento de compreender as interelações entre as variáveis técnicas, que permitem uma aproximação da compreensão da sustentabilidade sócio-ambiental deste modelo de produção agrícola da soja no Sudeste de Mato Grosso, buscou-se desenvolver o estudo dentro de uma perspectiva sistêmica, articulando diferentes fontes de dados (secundários e primários) e de técnicas de análise, as quais foram ajustadas segundo a escala temporo-espacial das interações dos fenômenos em foco. O estudo articulou análises de aspectos espaciais dos cultivos desde o nível regional até o nível dos talhões das fazendas estudadas e aspectos das variações temporais do ritmo climático desde o nível anual até o diário. Buscou ainda retratar as variações extremas do ritmo climático no universo analisado.

Desse modo, considerou-se necessário trabalhar com uma conceituação de clima que suportasse o emprego de tais pressupostos teórico-metodológicos. O conceito de clima proposto por Max SORRE, em que "o clima, num determinado local, é a série dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual" (SORRE,1954 apud SORRE, 1984:32) garante a flexibilidade da análise temporal e espacial requerida pelo modelo de abordagem teórica abordado.

Isto porque se considera que tal conceito engloba tanto a dimensão dinâmica, ressaltada pela sucessão dos estados atmosféricos que dão ritmo às transmissões de energia (*inputs* da concepção sistêmica), quanto a dimensão espacial, sendo que sobre um determinado lugar este ritmo apresenta um padrão habitual que pode ser considerado na programação da produção agrícola, materializando-se em calendários e zoneamentos agroclimáticos.

Além disso, o termo habitual reflete também a natureza excepcional das variações temporais; a ocorrência de desvios com forte intensidade pode gerar comportamentos extremos (fora do seu padrão habitual), capazes de influir negativamente no rendimento dos cultivos (prejuízos) e frustrar as ações de planejamento e previsões de safra. Ou seja, o clima deve ser estudado e considerado no planejamento econômico (ou outro qualquer) em toda a dimensão de sua natureza dinâmica, a qual, além do padrão habitual abarca também comportamentos excepcionais, que podem figurar em seu ritmo local em ocorrências cíclicas.

Em nível regional, procurou-se retratar o ritmo climático com base em dados climáticos diários (chuva e temperatu-ras) e de solos (teor de argila), os quais foram utilizados para o cálculo de balanço hídrico seqüencial mensal pelo método de THORNTHWAITE e MATHER (1955) e, com valores de evapotranspiração potencial (ETP) estimados pelo método de THORNTHWAITE (1948). Considerando-se a baixa capacidade de retenção hídrica dos solos do cerrado (RANZANI, 1971; MEDINA e GROHMAN, 1966; LOPES, 1983, entre outros), adotou-se o nível de 75 mm como a capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) para tais cálculos.

Com base nos resultados do balanço hídrico foi

determinada a estação de crescimento das plantas (período apto à produção agrícola de sequeiro), segundo metodologia proposta pela FAO (FRÈRE e POPOV, 1986), bem como a variação temporal e espacial de tal estação no universo de análise.

A fim de ajustar tal modelo à realidade regional, foram feitas adaptações na metodologia da FAO: (a) considerando-se que a estação de crescimento tem início quando a precipitação ultrapassa 50% da ETP e, não ocorre, déficit hídrico no mês; (b) considerando-se que o término dessa estação é indicado pelo momento em que a precipitação torna-se inferior a 50% da ETP, acrescido do número de dias necessários para consumir 50% da CAD; (c) na determinação da duração de cada estação de crescimento, considerou-se que a mesma tenha sido contínua enquanto em nenhum de seus meses (meses que cumprissem os dois primeiros critérios) tem sido verificado valor de déficit hídrico superior a 25 mm.

Ainda em nível regional, buscou-se verificar se o calendário de plantio e colheita da soja nas fazendas das áreas-teste, definido com base em informações das datas e totais de áreas plantadas e colhidas, fornecidas pelas próprias fazendas, enquadra-se na estação definida como de crescimento das plantas com base na metodologia da FAO.

Já em nível local (fazendas), buscou-se retratar com base em dados de aplicação de agrotóxicos, entrevistas e apoio na literatura, as estratégias e tecnologias empregadas neste sistema de produção agrícola para minimizar os efeitos diretos e indiretos do ritmo climático sobre o crescimento/desenvolvimento da soja durante as safras. Partiu-se do entendimento que a influência do ritmo climático se dá de dois modos: direto e indireto. O direto seria pela frustração das necessidades hídricas das plantas decorrentes da ocorrência de veranicos e/ou por excessos hídricos durante algumas fases críticas durante o ciclo de crescimento/desenvolvimento das plantas. O indireto, através de condições desfavoráveis (períodos de secas e/ou excesso hídrico no solo, ou ocorrência de chuvas freqüentes sem, no entanto, caracterizar excesso ou déficit hídrico no solo) para realização das operações agrícolas na época em que as mesmas têm que ser feitas e deste modo favorecer a ocorrência de problemas promovidos por ervas daninhas, pragas, doenças e danos mecânicos aos grãos e sementes de soja.

Para compreender tais influências (diretas e indiretas) do ritmo climático, realizaram-se cerca de 50 horas de entrevistas com os produtores, funcionários das fazendas e pesquisadores de instituições públicas e privadas que atuam na região. Estas entrevistas possibilitaram uma avaliação preliminar sobre o papel das técnicas e estratégias de cultivo na manutenção da produtividade da soja e na lógica de atuação dos produtores nas demais culturas temporárias que figuram na agricultura empresarial do cerrado de Mato Grosso.

O ritmo climático regional e o cultivo comercial da soja no sudeste de Mato Grosso

Para compreender o papel do ritmo climático no planejamento e produção das safras, é preciso buscar tal relação em dois momentos. O primeiro, por sua influência na satisfação das necessidades hídricas das plantas (sobretudo nos momentos em que a falta de água é critica para as mesmas) e, o segundo, pelo sucesso na realização das operações agrícolas (plantio, tratos culturais, colheita, etc), os quais em conjunto refletem-se na produtividade realmente alcançada no final da safra.

No primeiro caso, a importância do ritmo climático é direta no momento crítico do desenvolvimento fenológico da planta (principalmente a falta de água); no segundo, é direta e traduz-se pela medida em que foi favorável ou desfavorável para a realização das operações agrícolas no momento em que estas deveriam ter acontecido em cada talhão. Pois cada cultivar tem seu ciclo vegetativo com períodos recomendados para plantio, e se não for observado resulta na queda de produtividade em relação ao seu rendimento potencial. As ervas e as pragas também têm seus ciclos de reprodução bem conhecidos. Deste modo, sabe-se de antemão aproximadamente o período em que se deve realizar as aplicações de pesticidas para mantê-las dentro do nível de tolerância de danos econômicos. Algumas doenças também têm suas épocas de ocorrência bastante associadas com as fases de desenvolvimento dos cultivares de soja, sendo, portanto, os períodos em que os produtores preparam-se para fazer as aplicações de fungicidas.

A Fig. 2 é um esquema que busca retratar esse complexo jogo de sincronismo entre os diferentes ritmos envolvidos na produção da soja (fotoperiodismo e crescimento/desenvolvimento dos cultivares, épocas críticas a doenças correlacionadas com a fenologia dos cultivares, ciclo reprodutivo de ervas e pragas, ciclo de residência da água nas camadas superficiais dos solos e umidade do ar definindo as condições de realização das operações agrícolas, etc), os quais, em última instância, são comandados pelo ritmo climático – sobretudo o ritmo das chuvas.

Assim, nos anos em que o ritmo climático mantém-se dentro de seu comportamento habitual, os produtores conseguem "encaixar" melhor a programação de suas safras e alcançam produtividade elevada com tranqüilidade, pois oferece condições

favoráveis à realização das operações agrícolas, na época em que estas precisam ser realizadas. Por outro lado, nos anos em que o mesmo não apresenta condições favoráveis em épocas específicas, ou seja, há um certo descompasso com os períodos programados para realização das mesmas, os produtores enfrentam uma verdadeira batalha para conseguir realizar tais operações agrícolas.

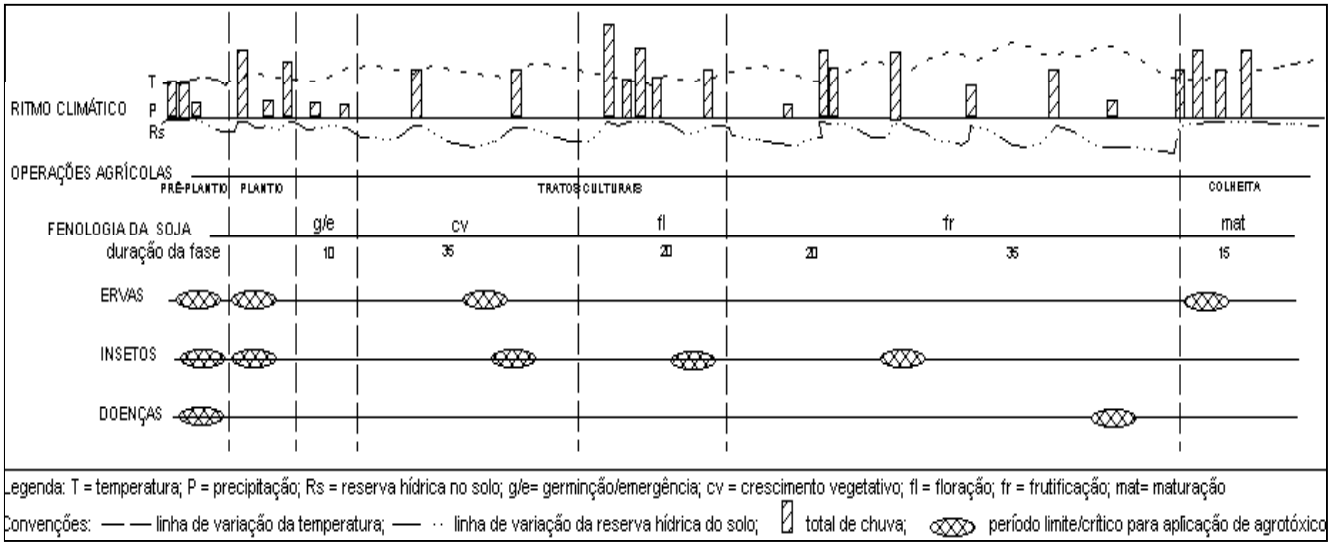

Figura 2 Ritmo climático, crescimento e desenvolvimento de cultivares e operações agrícolas para o plantio, controle de ervas, pragas, doenças e colheita no cultivo comercial da soja. Organizado por Jeater Santos.

Levando-se em conta, o tamanho das propriedades que realizam o cultivo comercial da soja, no modelo intensivo de capital no Sudeste de Mato Grosso, pode-se ter uma idéia do quanto é difícil ter que alterar/ajustar os planejamentos das safras nos anos em que o ritmo climático foge do "habitual".

Entretanto, definir o ritmo climático habitual (seja anual, sazonal, mensal etc) numa região não é uma tarefa muito fácil, apesar de tal dificuldade não ser aparente num primeiro momento. E quando a compreensão do seu comportamento se dá em função de objetivos bem definidos, como é o caso das produções agrícolas, tal dificuldade revela-se de modo mais explícito. Principalmente considerando-se que é importante conhecer o ritmo climático em toda sua dimensão dinâmica, ou seja, conhecer além do seu comportamento habitual também o excepcional.

No estudo da influência do clima na produtividade da soja foram realizadas análises da variação dos principais elementos do clima regional e balanços hídricos seqüenciais mensais e decendiais. Neste artigo optou-se por apresentar apenas os resultados dos balanços hídricos seqüenciais mensais, que embasaram a definição do período climático apto à agricultura de sequeiro nesta região. Entende-se que uma vez que o método do balanço hídrico integra diversas variáveis climáticas e ambientais, ele pode ser suficiente para indicar o ritmo climático, bem como sua influência no desenvolvimento das atividades agrícolas e no rendimento dos cultivos.

Período apto à agricultura de sequeiro

A variação interanual da estação de crescimento das plantas no Sudeste de Mato Grosso, em termos de mês de início e fim e, conseqüentemente, de sua duração, permite ter uma noção da dinâmica do ritmo climático nesta região. O resultados dessa análise (Fig 3) revelam que tanto o início como o fim desse período podem variar em até 4 meses, de um ano para outro, o que constitui complicador no planejamento das safras.

Em alguns anos, o início da estação de crescimento pode ocorrer ainda no mês de setembro e, em outros, somente no mês de dezembro, como em Alto Garças em 1997/98 (Fig. 3). O mês que indica o término dessa estação também se apresenta bastante variável de um ano para outro, podendo ocorrer em março ou somente em junho (Fig. 3).

Devido à expressiva variabilidade interanual dos meses que marcam o início e fim dessa estação, sua duração também apresenta grande variação, ficando, em alguns anos, com apenas 151 dias e, em outros, chegando a 273 dias. Desse modo, a amplitude dessa diferença pode chegar a 122 dias (Fig. 3).

Setor da região	Local	Ano	Estação Cresc. das Plantas		
			Início	Fim	Duração
Setor norte da região	Novo São Joaquim	1994/95	-	maio	-
		1995/96	setembro	maio	273
		1996/97	setembro	maio	273
		1997/98	outubro	abril	212
		1998/99	outubro	março	182
		1999/00	novembro	abril	181
		2000/01	setembro	-	-
	Primavera do Leste	1994/95	-	maio	-
		1995/96	outubro	maio	243
		1996/97	outubro	maio	243
		1997/98	outubro	maio	243
		1998/99	setembro	abril	242
		1999/00	outubro	maio	243
		2000/01	outubro	-	-
Setor sul da região	Rondonópolis	1994/95	-	março	-
		1995/96	outubro	abril	212
		1996/97	novembro	abril	181
		1997/98	novembro	março	151
		1998/99	novembro	abril	181
		1999/00	novembro	março	151
		2000/01	outubro	-	-
	Pedra Preta	1994/95	-	maio	-
		1995/96	outubro	abril	212
		1996/97	novembro	junho	242
		1997/98	outubro	maio	243
		1998/99	setembro	abril	242
		1999/00	novembro	abril	181
		2000/01	novembro	-	-
	Alto Garças	1994/95	-	junho	-
		1995/96	setembro	maio	273
		1996/97	novembro	março	151
		1997/98	dezembro	maio	182
		1998/99	setembro	março	212
		1999/00	outubro	março	182
		2000/01	novembro	-	-
	Itiquira	1994/95	-	junho	-
		1995/96	novembro	maio	212
		1996/97	novembro	junho	242
		1997/98	novembro	abril	181
		1998/99	novembro	abril	181
		1999/00	novembro	abril	181
		2000/01	setembro	-	-

Figura 3 Estação de crescimento das plantas no Sudeste Mato-grossense no período de 1995 a 2000. Org. SANTOS, J.W.M.C. a partir de dados fornecidos pelas fazendas. Nota: (-) sem dados.

Plantio			Colheita		
Período	Setor norte	Setor sul	Período	Setor norte	Setor sul
A	outubro	outubro	A	fevereiro	fev./mar.
B	out. nov.	novembro	B	mar./abril	abril
C	novembro	dezembro	C	abril	abril

Figura 4 Épocas preferenciais de plantio e colheita nas fazendas estudadas no período de 1990 a 2000. Org. por Jeater Santos a partir de dados fornecidos pelas fazendas.

Em termos habituais, no caso considerado como o de maior freqüência no período estudado, a estação de crescimento das plantas concentra-se entre os meses de outubro e maio no setor norte da região, e entre os meses de novembro e abril no setor sul. Conseqüentemente, apresenta, em média, 8 meses no setor norte e 6 meses no setor sul. Entretanto, sua variabilidade demonstra que não é recomendável aos produtores agrícolas dessa região confiar no seu ritmo "habitual".

Calendário de plantio e colheita na agricultura de sequeiro

A fim de se verificar se o calendário de plantio e colheita da soja nas fazendas das áreas-teste, definido com base em informações das datas e totais de áreas plantadas e colhidas fornecidas pelas próprias fazendas, enquadra-se na estação de crescimento, organizou-se o quadro da Fig. 4.

Pelos resultados, percebe-se que entre 1990 e 2000 o período de produção da soja ocorreu sobretudo entre os meses de outubro e abril, enquadrando-se assim na estação de crescimento das plantas (out/maio) retratada no quadro anterior.

Contudo, observa-se que apesar de tal estação apresentar sensível variação interanual, caracterizando-se por uma espécie de movimento pendular (ora iniciando e/ou terminando mais cedo e ora iniciado e/ou terminando mais tarde) que altera de modo significativo sua duração (Fig. 3), os produtores praticamente não mudam as datas de plantio, buscando manter as atividades dentro de um "calendário mais seguro" para suas safras (Fig. 5).

Figura 5 Comparação entre os períodos de variação máxima e de maior freqüência de crescimento das plantas e dos calendários de colheita de soja no Sudeste de Mato Grosso. Fonte: SANTOS (2002).

Estratégias e Técnicas para minimizar os efeitos adversos do clima sobre a produtividade da soja

São muitas as estratégias e tecnologias utilizadas pelos produtores neste sistema de produção agrícola comercial para minimizar os efeitos adversos do ritmo climático e garantir os níveis elevados de produtividade da soja. E para tentar retratar algumas delas, as mesmas serão descritas segundo as principais fases do cultivo, ou seja, pré-plantio, plantio, tratos culturais e colheita.

Contudo, antes de falar sobre algumas delas, destaca-se mais uma vez que se considerou como efeitos adversos diretos do ritmo climático, aqueles que atuam no sentido de dificultar a satisfação das necessidades hídricas dos cultivares, sobretudo nos períodos em que as plantas são mais sensíveis. E como efeitos adversos indiretos, os que atuam no sentido de dificultar (e, às vezes, de impedir) a realização das operações agrícolas na época em que as mesmas devem ser realizadas.

Estratégias e técnicas na fase de pré-plantio

Na fase de pré-plantio realizam-se as seguintes estratégias visando evitar as influências diretas e indiretas do ritmo climático: definição do sistema de cultivo, definição do sistema de cultivo do solo, aplicação de herbicidas e inseticidas para controle fitossanitário das áreas que serão plantadas para evitar ataques de microorganismos e competição por água e nutrientes no momento da germinação/emergência das plantas de soja.

Rotação e sucessão de culturas

O sistema de cultivo é uma das principais estratégias deste sistema de produção agrícola para garantir tanto a conservação do solo como a obtenção de bons rendimentos dos cultivares. E a diversificação das culturas e variedades, orientando-se pelos aspectos ambientais, é importante para que estes objetivos sejam alcançados.

Uma das vantagens na diversificação de culturas e variedades no sistema de cultivo é a redução do risco de que um único problema agroclimático (como veranico, chuvas intensas, ataque de pragas, ervas ou doenças, etc) possa promover quebra de produtividade em grande parte da área total cultivada numa propriedade em determinada safra.

Informações fornecidas pelos administradores que foram entrevistados possibilitam entender que a rotação de culturas nas fazendas de produção de soja nesta região ocorre de dois modos principais.

No primeiro, modelo mais antigo, cultiva-se a soja na safra principal (verão) e a rotação ocorre no período da safrinha com a cultura do milho, ou em segundo plano, com sorgo, arroz e milheto. Assim, plantando-se cerca de 20 a 25% do total da área explorada na propriedade com variedades precoces ou de ciclo médio, que liberam área mais cedo, fazendo-se a safrinha nestas áreas, a cada quatro anos completa-se uma rotação na propriedade.

Este modelo é denominado por alguns autores como "rotação intensiva" ou simplesmente sucessão de culturas, visto que a rotação é realizada dentro de um mesmo ano agrícola

No segundo caso, modelo mais recente, a cultura do algodão passa a dividir espaço e fazer rotação com a soja no período da safra principal. Neste caso, o modelo de "rotação de cultura" volta ao seu sistema convencional, sendo caracterizado por revezamento anual entre o algodão e a soja na safra principal.

Alguns produtores adotam um sistema alternativo, no qual se planta numa determinada área o algodão durante três anos e depois se quebra a seqüência com a soja. Outros preferem manter o algodão por apenas dois anos e, em seguida, entrar com a soja ou milho.

De qualquer modo, hoje os produtores estão conscientes da necessidade de se fazer a rotação de culturas para quebrar o ciclo de evolução das ervas, pragas e doenças, para reposição de nutrientes ao solo (adubação verde), para aumento de matéria orgânica no solo, etc, bem como para reduzir os efeitos adversos decorrentes do ritmo climático no resultado das safras. Assim, aos poucos, a soja vai sendo rotacionada e liberando áreas que em alguns casos estavam sendo ocupadas por ela há mais de 15 anos nesta região. A rotação/sucessão de culturas, além de melhorar a conservação do solo e reduzir os riscos climáticos, também contribui para a diversificação do agrossistema que estava muito centralizado na cultura da soja.

Cultivo anual do solo

A década de 90 marcou a passagem do sistema de preparo convencional do solo para os sistemas de plantio direto e/ou cultivo mínimo. Na verdade, apesar de os dois últimos serem predominantes, o plantio convencional ainda é muito utilizado, chegando a representar cerca de 20 a 30% da área total cultivada nas propriedades.

O cultivo mínimo e o plantio direto têm como principal objetivo diminuir os problemas de erosão causados pelas chuvas intensas na época de plantio, que são agravados quando os solos são preparados no sistema convencional. Assim, realizando-se o plantio sobre uma cobertura vegetal (palhada), a ação destas chuvas, nesse sentido, fica reduzida.

Cultivo mínimo do solo

O preparo do solo com base no sistema de cultivo mínimo é realizado basicamente de dois modos nesta região:

(a) Entre os meses de julho e setembro, o produtor realiza as operações de preparo do solo (gradagem aradora, escarificação, gradagem de nivelamento do terreno, etc) e, em seguida, aproveitando as primeiras chuvas, ainda em meados do mês de setembro ou no máximo no início do mês de outubro, semeia o milheto, (que exige pouca em umidade). Este milheto se desenvolve por cerca de 50 a 60 dias formando a massa vegetal (palhada) necessária para a realização do plantio direto (ou na palha).

(b) No segundo caso, normalmente em talhões com solos muito argilosos, e que são facilmente compactados com a realização das operações agrícolas na safra, após a colheita da soja (meses de março ou abril) é realizada uma operação de escarificação a fim de eliminar esse problema. Alguns produtores utilizam um equipamento que realiza, ao mesmo tempo e de modo combinado, tanto a operação de subsolagem quanto a de plantio do milheto, deixando rapidamente pronta a área para o plantio direto da safra seguinte.

Neste último sistema, as operações de correção e conservação do solo são realizadas um pouco mais cedo (entre os meses de abril e setembro/outubro), ainda na época seca da região, tentando-se evitar que na "época das águas" as chuvas intensas encontrem os solos, nus e soltos causando os problemas de erosão e compactação. Percebe-se que, neste sistema, busca-se ajustar o calendário do preparo do solo ao ritmo climático (estação seca e época das fortes chuvas) para evitar seus danos indiretos na produtividade dos cultivos.

Sistema de plantio direto

No sistema de plantio direto, não é realizada nenhuma operação de manejo de solo. Após a colheita da safrinha (na entressafra – meses de junho e julho), simplesmente semeia-se a cultura que servirá de cobertura morta para o próximo plantio.

A cultura do milheto é a mais utilizada como cobertura morta para o plantio direto nesta região, pois ele é uma planta pouco exigente em termos de umidade no solo (condição climática) e apresenta varias formas de aproveitamento tais como: a) ser colhido como semente; b) servir como pastagem para o gado no período de entressafra e/ou ser colhido para silagem para o gado confinado; c) ser dessecado e incorporado ao solo como adubação verde; d) ocupar e proteger o solo até a época do próximo plantio direto quando servirá de palhada.

Deve-se ressaltar, ainda, como importantes vantagens da introdução dos sistemas de cultivo mínimo e plantio direto nesta região a economia de dinheiro e de tempo na implantação dos cultivos, já que nestes sistemas várias operações são dispensadas. Deste modo e utilizando-se variedades de ciclo curto (precoce), é possível aproveitar melhor o curto período apto para produção agrícola de sequeiro (estação de crescimento das plantas), viabilizando duas safras nesse período, sobretudo no seu setor norte. Assim, pode-se concluir que a adoção destes sistemas também foi uma decisão influenciada pelo ritmo climático desta região.

Estratégias e Tecnologias na fase de Plantio

Na fase do plantio, são empregadas diversas estratégias para evitar os problemas diretos e indiretos decorrentes do ritmo climático, como por exemplo: tratamento das sementes, plantio de diversas cultivares, plantio direto, escalonamento do calendário de plantio, distribuição espacial nas áreas da fazenda (segundo os tipos de solo) e/ou das fazendas, distribuição dos cultivares escolhidos para a safra, etc.

Tratamento de sementes

A operação de tratamento de sementes é realizada em máquinas instaladas dentro dos barracões das fazendas e, deste modo, o comportamento do clima durante esse tratamento pouco pode afetá-la. Contudo, considera-se importante esse tratamento para que as sementes possam resistir a possíveis situações climáticas adversas em sua fase de germinação/emergência. Ela consiste na aplicação de um fungicida para proteger as sementes dos microorganismos do solo antes da sua germinação, bem como na inoculação de estirpes de bactérias. Em algumas circunstâncias, também se aplica fertilizante (micronutrientes como cobalto e molibdênio).

O tratamento com fungicida é de vital importância, sobretudo se logo após o plantio ocorrer um período de estiagem (veranico). Isto porque, uma vez tratada, a semente resiste aos ataques dos microorganismos do solo por vários dias (10 a 15 dias, segundo depoimentos) enquanto aguarda as chuvas que fornecerão as condições necessárias de umidade para germinar. De acordo com os produtores, numa situação dessas (de seca), se as sementes não estiverem tratadas com fungicidas, não conseguem resistir por mais de 5 dias aos ataques dos microorganismos do solo, sendo até preciso fazer o replantio na área.

Plantio de diversos cultivares na mesma safra

As decisões relativas às estratégias do plantio da soja são diferenciadas segundo o tipo de produtor. Assim, o produtor de sementes de soja orienta-se pelas novidades produzidas pelo

setor da pesquisa agrológica (sobretudo de melhoramento genético e/ou transformação de plantas). Desse modo, naturalmente, planta-se um número maior de variedades buscando atender as demandas do mercado regional que apresenta algumas variações das características ambientais das áreas de produção. Já o produtor de grãos de soja destinados ao abastecimento da indústria orienta-se pelo potencial de produtividade dos cultivares, pela resistência a doenças e pelo ciclo vegetativo, plantando um número menor de variedades.

Safra	90/91				91/92				92/93				93/94				94/95				95/96				96/97				97/98				98/99				99/00			
Grupo de maturação/Fazenda	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total	p	m	t	Total
Girassol	0	2	7	9	3	2	6	11	1	2	8	11	1	2	5	8	1	3	5	9	2	3	5	10	2	3	5	10	3	1	4	8	-	-	-	-	4	2	4	10
Farrroupilha	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5	7	2	2	5	9	2	2	7	11	2	2	6	10	5	5	5	15	2	2	6	10	3	2	3	8	3	1	1	5
S. Jerônimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	-	1	2	3	6
Verde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	11	2	1	4	7	1	0	4	5	2	1	4	7	1	2	4	7
SM5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	3	6	2	2	5	9	1	2	2	5
SM1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	7	0	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-
SM3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	5	2	1	0	3	1	1	1	3	1	1	3	5
Sucuri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Juriti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5	7	1	1	4	6	1	1	1	3	3	2	1	6	1	2	2	5	2	0	0	2	0	0	0	0
Los Angeles	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	4	5	0	1	5	6	0	1	4	5	0	2	3	5	1	1	1	3	1	0	2	3	0	0	2	2	1	0	5	6

Figura 6 Total e composição das variedades plantadas nas fazendas segundo o grupo de maturação e safra. Fonte: SANTOS (2002).

Assim, o número de variedades plantadas por safra, naturalmente, é maior quando se trata de fazenda de sementes, mas, de qualquer modo, mesmo os produtores de grãos buscam usar pelo menos três variedades em cada safra (Fig. 6).

A estratégia de não concentrar a produção num único cultivar, mas, ao contrário, trabalhar com diversos cultivares de diferentes grupos de maturação (Fig. 6) garante um vasto espectro de características genotípicas em combinação com características ambientais das áreas de plantio, reduzindo o risco de prejuízos promovidos por diversos fatores, inclusive os relacionados com o ritmo climático.

Plantio direto

A adoção dos sistemas de cultivo mínimo e plantio direto na região é uma estratégia eficiente para reduzir os efeitos das chuvas intensas e dos veranicos nas áreas recém semeadas. Chuvas de forte intensidade são características do Cerrado e têm alto poder erosivo (Fig. 7).

Os veranicos também são uma característica do clima do Cerrado (WOLF, 1977; LUCHIARI JR. et al., 1985, ASSAD et al., 1994a). O plantio direto contribui para reduzir seus efeitos destes quando coincidem com os períodos de germinação ou emergência da soja. Graças à palhada, reduz-se o aquecimento do solo e das plântulas e, ainda, devido à presença das raízes da cultura que serviu de cobertura morta, mantém-se a umidade do solo por mais tempo, o que garante às sementes da soja capacidade de resistir por mais tempo. Ao contrário do que se possa imaginar, a cultura do milheto ainda encontra-se "em pé" na hora da realização da operação do plantio direto (Fig. 8).

Figura 7 No primeiro plano, linhas de erosão em lavoura de milheto, no segundo plano, obras de correção de áreas afetadas. Faz. Verde, Rondonópolis (MT) out./2000. Foto: José Artêmio Saudt.

Figura 8 Plantio direto da soja sobre o milheto. Faz. Verde, dez./1999. Foto: Jeater Santos.

Escalonamento do calendário de plantio e colheita

Esta estratégia refere-se à definição das épocas de plantio de cada cultivar e/ou grupo de maturação. Para tanto, os produtores levam em consideração a necessidade de escalonamento da colheita e ampliação dos estágios fenológicos dos cultivares de soja, segundo os campos cultivados na safra. Assim, plantando-se os grupos em datas defasadas, evita-se que um único episódio climático adverso promova danos severos em todos os campos de lavoura da fazenda, pois os cultivares de soja não se encontrariam no mesmo estágio fenológico em todos os talhões. E, além disso, na época da colheita, as plantas também não se encontrariam todas na mesma etapa de maturação, evitando-se que o excesso de chuvas venha a comprometer esta

operação e, conseqüentemente, a qualidade do produto.

Essa distribuição das fases fenológicas críticas dos cultivares de soja (Fig 9) também evita que ocorram doenças e pragas em vários campos de uma só vez pois sua ocorrência está vinculada tanto às fases fenológicas das plantas de soja quanto às condições climáticas.

Distribuição espacial nas áreas de plantio

Outra estratégia utilizada é a distribuição espacial dos cultivares nas áreas da fazenda e, no caso dos produtores com áreas arrendadas, até mesmo entre as fazendas. Isto evita que uma doença ou praga consiga se disseminar rapidamente de um campo para outro, uma vez que as plantas dos talhões vizinhos na fazenda encontram-se em diferentes estágios fenológicos. Além disso, por possuírem diferentes características genotípicas como, por exemplo, resistência a doenças e/ou pragas, também dificultam tal disseminação.

			Calendário de Plantio										Calendário de Colheita											
			outubro			novembro			dezembro				fevereiro			março			abril			maio		
	Safra	GM	1ºD	2ºD	3ºD	1ºD	2ºD	3ºD	1ºD	2ºD	3ºD	Total	1ºD	2ºD	3ºD	1ºD	2ºD	3ºD	1ºD	2ºD	3ºD	1ºD	2ºD	3ºD	Total
Faz. SM5	97/98	p	0	0	0	6	16	0	0	0	0	22	0	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	22
		m	0	0	0	0	4	16	3	0	0	23	0	0	0	0	0	7	13	3	0	0	0	0	23
		t	0	0	0	0	0	11	22	23	0	55	0	0	0	0	0	0	0	11	22	23	0	0	55
		Soma	0	0	0	6	20	26	25	23	0	100	0	0	0	15	7	7	13	14	22	23	0	0	100
	98/99	p	0	17	4	0	0	0	0	0	0	21	0	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
		m	0	0	17	17	1	0	0	0	0	35	0	7	11	5	5	4	0	4	0	0	0	0	35
		t	0	0	0	0	12	22	10	0	0	44	0	0	0	12	9	11	6	6	0	0	0	0	44
		Soma	0	17	21	17	13	22	10	0	0	100	0	24	14	17	15	14	6	10	0	0	0	0	100
	99/00	p	0	0	24	0	0	0	0	0	0	24	0	0	14	8	2	0	0	0	0	0	0	0	24
		m	0	0	12	23	12	2	0	0	0	49	0	0	0	0	9	38	2	0	0	0	0	0	49
		t	0	0	0	4	8	16	0	0	0	28	0	0	0	3	0	0	22	2	0	0	0	0	28
		Soma	0	0	36	27	20	17	0	0	0	100	0	0	14	12	10	38	24	2	0	0	0	0	100

Legenda: p precoce m médio t tardio GM = grupo de maturação D = decêndio

Figura 9 Percentual de área plantada e colhida na fazenda SM5 em Rondonópolis, segundo os grupos de maturação dos culviares e decêndios das operações. Fonte: SANTOS (2002).

Outro motivo para esta prática deve-se ao fato de na área de grandes propriedades existirem talhões de solo com textura variada. Um determinado déficit hídrico promove efeitos mais pronunciados sobre as plantas de soja nos solos com textura mais arenosa do que nos solos com textura mais argilosa (SANTOS, 2002). A distribuição espacial dos cultivares também é uma estratégia para evitar problemas relacionados com a grande variabilidade da distribuição espacial das chuvas até mesmo dentro das áreas destas grandes fazendas (SANTOS, 2000).

Estratégias e Tecnologias no Trato Cultural e Colheita

Segundo FARRET e MIALHE (1981), "tratos culturais da lavoura de soja são a fase do cultivo que engloba todas as operações executadas entre as fases de semeadura e colheita, com o objetivo de dar às plantas as máximas condições de produtividade possíveis". Nas fazendas pesquisadas, as principais operações dessa fase do cultivo as pulverizações para aplicação de herbicidas, inseticidas, fungicidas e micronutrientes. No caso de produtores de sementes, são realizadas operações manuais de *rouguins*, catação de raízes e combate a focos localizados de formigueiros e cupins (através de métodos químicos).

O controle de ervas, insetos-praga e doenças da soja é feito por meios químicos. Motivo de preocupação tanto na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e conservação dos recursos naturais bem como para a saúde das populações da região. Talvez essas sejam as estratégias que melhor retratam a lógica dominante neste sistema de produção agrícola e que revelam a forma que o meio ambiente é encarado e tratado.

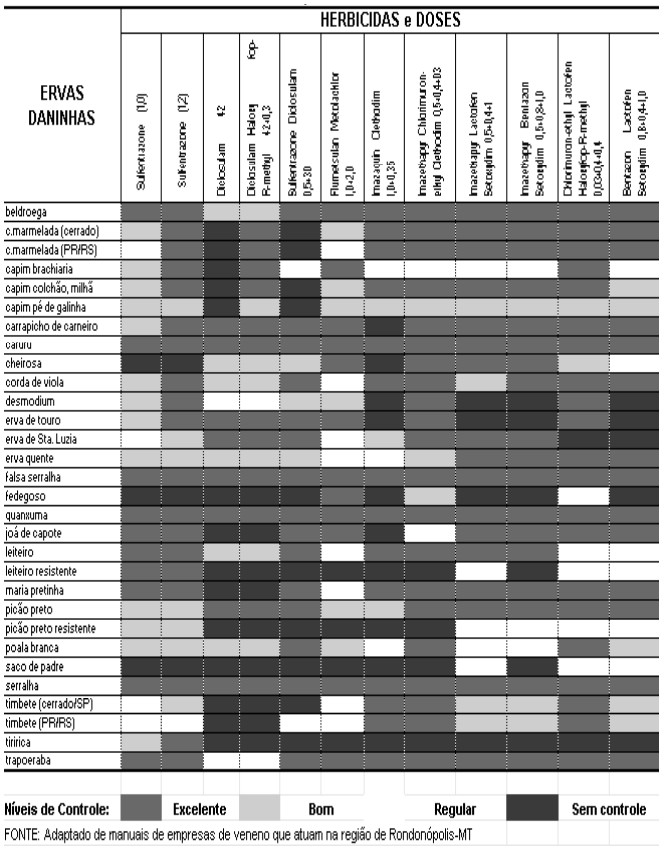

Figura 10 Níveis de controle de ervas por dose ou mistura de herbicidas.

O problema com ervas, insetos-praga e doenças é um efeito colateral da simplificação do ecossistema regional (Cerrado) pelos agrossistemas da soja, milho, algodão e arroz. Com a falta dos inimigos naturais e de condições normais de competição entre as populações desse ecossistema, tais seres vivos competem com as plantas comerciais por luz, água e nutrientes, tornando-se "um problema" neste sistema de produção.

Na busca de resolver tal problema, os produtores lançam

mão de um verdadeiro arsenal de produtos químicos, os quais, paradoxalmente, por vezes acabam por agravá-lo, visto que o número de aplicações, as dosagens dos produtos e suas misturas e combinações, têm que ser cada vez maiores, resultando numa agricultura cada vez mais viciada e na extinção de espécies (eventuais inimigos naturais dos insetos-praga) e no surgimento de genótipos resistentes que acabam por realimentar a ciranda do uso intensificado dos pesticidas. A necessidade de aplicações de misturas de até 6 ou 7 produtos para "cobrir" o espectro de plantas que ocorrem numa fazenda (Fig. 11) revela uma questão preocupante, tanto no sentido da poluição do meio ambiente e contaminação do solo e das águas, como na contaminação dos seres vivos em geral, principalmente dos trabalhadores rurais e das populações urbanas que são abastecidas por água dos que recebem grande parte destes produtos. Esses produtos eles são muito nocivos aos ecossistemas e à saúde humana pois são classificados como extremamente ou altamente tóxicos e altamente ou muito perigosos ao ambiente (Fig. 11).

Grupo químico	Nome comum	nome comercial	época de aplicação	classe toxico-lógica	Periculosidade Ambiental	Ecotoxidade
loroacetanilida	Metolachlor	Dual	pré-emerg	I	II	Tóxico para peixes org. aquáticos e fauna silv.
cidos fenoxicarboxilico	Fluazifop-p-butyl	Fusilade 125	pós-emerg	II	II	Alta mobilidade no solo e extremamente tóxico para peixes
	2,4-D (amina)	Aminol	pós-emerg	I	I	
		DMA 806 BR	pós-emerg	I	*	
	2,4-D (ester)	Esteron 400 BR	pós-emerg	I	*	
il triazolinonas	Carfentrazone-ethyl	Aurora 400 CE	Pós-emerg	II	II	-
	Sulfentrazone	Boral 500 SC	pré-emerg	IV	III	-
piridilios	Paraquat	Gramoxone 200	pós-emerg	II	II	Tóxico para plantas terrestres e aquáticas, peixes e abelhas
	Diquat	Reglone	pós-emerg	II	*	
clo-hexenos	Sethoxydim	Poast	pós-emerg	II	III	-
rgano-clorados	Fomesafen	Flex	pós-emerg	I	II	Extremamente tóxico para peixes; acumu-lação na cadeia alimentar (biomagni-ficação); tóxico para pássaros
		Fusiflex	Pós-emerg	II	*	
rgano-fosforados	Glyphosate	Trop	pós-emerg	IV	III	Altamente tóxico para peixes
		Round-up	pós-emerg	IV	II	
		Round-up WG	pós-emerg	IV	II	
		Glifosato 480	Pós-emerg	IV	III	
oroacetamidas	Dimethenamide	Zeta 900	pré-emerg	I	II	-
ifinil éter	Acifluofen-sódio	Blazer Sol	pós-emerg	I	II	Alta mobilidade no solo
	Lactofen	Cobra	pós-emerg	I	II	Extr. tóxico p/ mamíferos
nitro-anilinas	Trifluralin	Premerlin 600 CE	ppi/pré	II	II	Extremamente tóxico para peixes, algas e fauna bentônica
		Trifluralina	Ppi	III	II	
	Pendimethalin / Imazaquin	Squadron	Ppi	III	I	
alimidas	Flumioxazin	Flumizin 500	pré e pós	III	III	Tóxico p/ peixes
		Sumisoya	pré e pós	III	III	
	Flumiclorac-pentyl	Radiant 100	pós-emerg	I	II	
licinas	Sulfosate	Zapp Qi	pós-emerg	IV	III	-
nidazolina	Imazamox	Raptor 70 DG	pós-emerg	III	III	-
	Imazaquin	Top Gan	Pré-emerg	IV	III	
		Scepter	ppi/pré	IV	III	
	Imazethapyr	Pivot	Pós-emerg	IV	*	
		Vezir	pós-emerg	IV	III	
uinolina	Propaquizafop	Shogun 100 CE	pós-emerg	III	III	-
ulfonamidas	Flumetsulan	Scorpion	pré-emerg	IV	III	-
ulfoniluréias	Dimethylurea	Diuron	Pré-pós	II	*	-
	Oxasulfuron	Chart	pós-emerg	II	III	Pouco tóxico para peixes; Alta mobilidade no solo
	Chlorimuron-ethyl	Classic	pós-emerg	III	III	
		Smart	pós-emerg	III	-	
adiazinas	Bentazon	Basagran 600	pós-emerg	III	III	-
iazinas	Alachlor	Laço CE	pré-emerg	I	II	Altamente tóxico para peixes; mobilidade extraordinária no solo
	Cyanazine	Bladex 500	pré-emerg	III	I	
xima ciclohexanodiona	clethodim	Select 240 CE	pós-emerg	II	III	-
	butroxydim	Falcon 250 WG	pós-emerg	III	II	-
cido ariloxifenoxipropiônico	Haloxyfop-R-methyl	Verdict R	pós-emerg	II	III	-
oxazolidinona	Clomazone	Gamit	Pré-emerg	II	III	-
iazolopirimidina sulfonanilida	Diclosulam	Spider 840 GRDA	Ppi/pré-emerg	II	III	-

LASSE TOXICOLÓGICA: I = Extremamente tóxico (DL50 oral = até 50); II = Altamente tóxico (DL50 oral =50-500); III = Medianamente tóxico (DL50 =500-5000); IV = Pouco tóxico (DL50 = >5000 mg/Kg)

ERICULOSIDADE AMBIENTAL: I =Altamente perigoso; II =Muito perigoso; III= Perigoso; IV= Pouco perigoso

Figura 11 Herbicidas mais utilizados nas últimas safras nas fazendas em estudo no Sudeste de Mato Grosso. FONTE: Org. por SANTOS, J.W.M.C. com base em dados fornecidos pelas fazendas e consulta em: Compêndio de Defensivos Agrícolas (1999); BRASIL (1998); BRASIL (1996). CHRISTOFFOLETI (1998).Nota (-) = sem dados; * Registro de acordo com o Decreto nº 24.114/34.

Entretanto, qual é a importância do ritmo climático neste processo? De algum modo, ele teria algum papel importante dentro dessa "guerra" contra ervas, insetos e doenças? Para compreender a importância ou o papel do ritmo climático nesta fase, é preciso primeiro descrever sucintamente como o processo ocorre e, em seguida, ressaltar sua influência no mesmo.

O apelo às pulverizações de agrotóxicos ocorre em todas as fases deste sistema de produção agrícola. Com a predominância do plantio direto a partir de meados da década de 1990, a utilização destes produtos aumentou. No plantio direto utilizam-se mais agrotóxicos que no plantio convencional (Fig. 12).

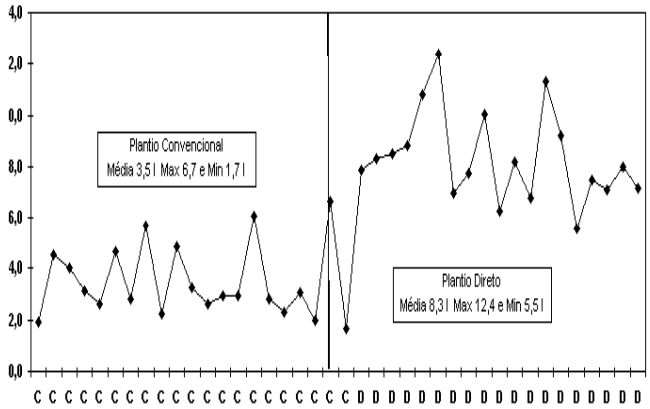

Figura 12 Comparação do consumo de agrotóxicos no plantio convencional e direto na cultura da soja em Rondonópolis na safra 97/98 (ton/ha).

Tanto nos cultivos realizados no sistema de plantio convencional como no direto, os produtores aplicam herbicidas em diversas fases do cultivo da soja (Fig. 13), sendo que os mesmos chegam a representar cerca de 70% do total de agrotóxicos usados neste sistema de cultivo. Para tanto, utilizam herbicidas pré-emergentes, pós-emergentes e dessecantes.

Tratamento/ Época de Aplicação	Semeadura		Crescimento Vegetativo	Colheita
	pré-plantio	pós-plantio	20 a 25 dias após emergência	pré-colheita
Pré-emergente	X	X		
Pós-emergente			X	
Dessecantes	X			X

Figura 13 Principais épocas de aplicação dos herbicidas na cultura da soja no Sudeste Mato-grossense. Organizado pelo autor com base em entrevistas com produtores.

Os herbicidas dessecantes são utilizados em dois momentos, no plantio e na colheita. Servem para realizar a dessecação da cultura que servirá como cobertura morta (palhada), usando-se para isso herbicidas pós-emergentes não-seletivos de ação por contato. A operação de dessecação pode ser feita no mesmo dia do plantio ou com antecedência de, no máximo, 10 dias. O ideal é fazer o plantio logo em seguida, enquanto as plantas de milheto ainda apresentam vigor (estão "tenras", Fig. 8), pois, depois que murcham, é mais difícil fazer o corte da massa vegetal adequadamente com a plantadeira, prejudicando a qualidade da operação.

No segundo momento, a dessecação é utilizada para "limpar" os campos em que a soja encontra-se próxima do ponto de colheita, porém infestada por ervas daninhas. Quando a soja começa a perder as folhas, no fim da fase de frutificação e início da maturação fisiológica (estágios R6 e R7), permite novamente a insolação do solo e, com isto, a emergência das ervas. Caso estas se desenvolvam rapidamente, podem comprometer a qualidade do produto colhido.

Nos campos semeados no sistema de plantio convencional, são utilizados herbicidas pré-emergentes, os quais podem ser aplicados antes do plantio (1 a 5 dias antes) ou imediatamente após e apresentam um efeito residual por cerca de 30 dias quando as condições climáticas são favoráveis.

Mesmo nos campos cultivados no plantio direto, os produtores também podem fazer o tratamento para o controle das ervas daninhas, tanto com herbicidas pré-emergentes como pós-emergentes no período de pós-plantio. Se a opção for por herbicidas pré-emergentes, estes deverão ser aplicados logo após o plantio, com efeito residual também de cerca de 30 dias. Por outro lado, se a escolha for o por tratamento com herbicidas pós-emergentes, em geral são necessárias mais duas aplicações no caso de produção de sementes e, apenas uma, no caso de grãos para a indústria.

Programação da aplicação de inseticidas

Nem todas as espécies de insetos que ocorrem numa lavoura são pragas. Apesar do número de espécies de insetos que se alimentam da soja ser superior a duas centenas (LINK e COSTA, 1988), apenas uma pequena parte causa prejuízos significativos a essa cultura. Os insetos-praga que atacam as plantações de soja são classificados como pragas principais e secundárias.

De acordo com COSTA (1996), as pragas principais da soja são aquelas que implicam em maior atenção por seu potencial de danos, pela abundância, freqüência e dispersão na propriedade. Estariam nesta categoria a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e três espécies de percevejos: o percevejo pequeno (*Piezodorus guildinii*), o percevejo verde (*Nezara viridula*), e o percevejo marrom (*Euschistus heros*). São consideradas pragas secundárias aqueles insetos que eventualmente podem causar danos econômicos ou que ocorrem pontualmente. Entrariam neste segundo

grupo a broca das axilas (*Epinotia aporema*), a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), o tamanduá-da-soja (*Sternochus subsignatus*) e a vaquinha verde (*Diabrótica speciosa*).

Estes insetos-praga têm seus períodos de ataque orientados segundo as fases fenológicas da planta de soja. Logo após a emergência, a broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus*) pode atacar as plântulas. A lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) ataca desde o crescimento vegetativo (fases V1 e V2) até o período de formação das vagens (fases R3 e R4). Já os percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*) atacam mais no período reprodutivo da planta, desde o início da formação das vagens (fase R3) até o ponto de colheita (fase R8) (Fig. 14).

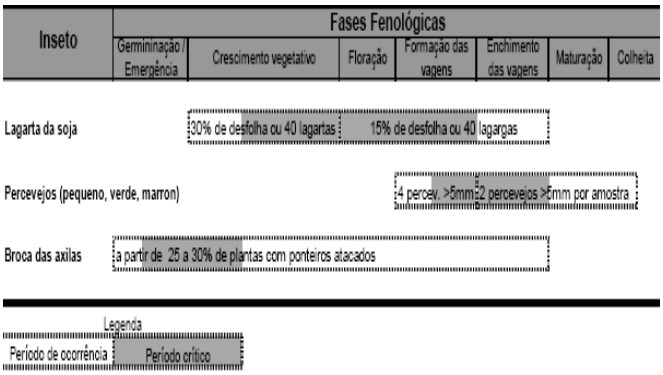

Figura 14 Níveis de ação e controle para as principais pragas da soja. Fonte: Manual de recomendações técnicas para o cultivo da soja na Região Central do Brasil, EMBRAPA, 1998 e Boletim de pesquisa da soja, nº 5, Fundação MT, 2001. Org. SANTOS, J.W.M.C.

A fim de evitar os prejuízos que estes insetos podem promover na produção de soja, foi desenvolvido um programa de monitoramento e controle dos mesmos, o manejo de pragas. Nas fazendas pesquisadas, observou-se que esse monitoramento é realizado por técnicos agrícolas ou estagiários que fazem inspeções semanais na lavoura para acompanhar o número, o tamanho e o nível dos danos promovidos pelos insetos-praga. Conforme aumenta o número de insetos, também aumenta a freqüência com que o funcionário faz as inspeções da lavoura.

Apesar de existirem diversos meios de controle de insetos-praga (meios culturais, físicos, biológicos, químicos, resistência genética, hormonais), nas fazendas pesquisadas predominam os químicos, sendo os meios biológicos pouco expressivos. O controle químico baseia-se na utilização de inseticidas (Fig. 15). Em geral, eles são pouco seletivos acabando por eliminar os próprios inimigos naturais dos insetos-praga. Assim promove-se a simplificação do ecossistema, pela seleção de espécies resistentes, as quais podem apresentar um potencial de danos e prejuízos ainda maior (CARVALHO, 1986).

Esse controle é feito com produtos extremamente a altamente tóxicos e de periculosidade ambiental altamente a muito perigosa (Fig. 15). Assim, como desvantagem adicional, há o risco para funcionários e para o ambiente. Os problemas que provocam na saúde dos trabalhadores rurais, na maioria das vezes, são percebidos em longo prazo. A exposição a estes produtos pode produzir problemas com o passar do tempo, resultantes de anos de acúmulo de resíduos no organismo. Há portanto custos sociais no emprego desmedido dos meios químicos para controle dos insetos (PASCHOAL, 1983).

Nas fazendas de produção de sementes de soja, com intuito de preservar a qualidade, os produtores realizam um número maior de aplicações de pesticidas do que os produtores de grãos de soja. Em anos em que as condições climáticas são favoráveis, os produtores de grãos realizam apenas três aplicações de inseticidas: uma para a broca-do-colo, uma para a lagarta da soja e outra para os percevejos (Fig. 16). No caso dos produtores de sementes, além destas, realiza-se pelo menos mais uma para os percevejos. O controle das pragas secundárias é menos trabalhoso, uma vez que estas, normalmente, não aparecem todos os anos e nem atacam todas as áreas da propriedade. Deste modo, as aplicações são menos freqüentes, além de serem localizadas.

Observou-se nas fazendas pesquisadas que o primeiro tratamento para controle de insetos-praga é realizado na época da semeadura, praticamente junto com a aplicação dos herbicidas (Fig. 16). Assim, nos talhões plantados no plantio convencional, a primeira aplicação de inseticidas, para controlar sobretudo a broca-do-colo, ocorre cerca de 10 dias após o plantio e, nos de plantio direto, cerca de 10 dias antes, junto com os herbicidas dessecantes.

Visto que o início do período de ocorrência da lagarta da soja tem uma certa proximidade com a época em que é preciso fazer a primeira aplicação dos herbicidas pós-emergentes (15 a 20 dias após o plantio), muitos produtores buscam aproveitar esta operação para fazer também aplicação do inseticida (Fig. 16). Deste modo, tal aplicação para o controle das lagartas da soja pode assumir caráter preventivo, uma vez que a população deste inseto pode não estar ainda promovendo danos econômicos que alcancem os níveis recomendados no manejo das pragas.

A última aplicação de inseticidas é direcionada aos percevejos que atacam a soja desde a formação das vagens até o final do desenvolvimento das sementes (Fig. 14).

					índice de Segurança				
grupo químico	nome comum	nome comercial	carência (dias)	Efeito sobre predadores	ÍS Oral	ÍS Dermal	classe toxicológica	Periculosidade Ambiental	Ecotoxidade
carbamatos	Carbofuran	Furadan					I	-	Extremamente tóxico para peixes
	Metomil	Lannate					I		
derivado da uréia	Teflubenzuron	Nomolt 150	30				IV	-	-
diflubenzurone	Diflubenzurom	Dimilin	21	1	>10000	>10000	IV	-	-
Fenil pirazol	fipronil	Isca Blitz					IV	II	-
Inseticida Biológico	Bacilus thuringiensis	Dipel PM	s/ restr.				IV	-	
organo-clorados	Clorfluazuron	Atabron					I		Extremamente tóxico para peixes; acumulação na cadeia alimentar (biomagnificação); tóxico pássaros
	Endossulfam	Dissulfan	30	1	198	421	I	-	
	Endossulfam	Endosulfan	30	1	198	421	I		
	Endossulfam	Thiodan CE	30	1	198	421	I		
	Endossulfam	Thionex					I		
organo-fosforados	Metamidofós	Faro	23	3	8	38	II	-	Tóxico para abelhas, organismos aquaticos e mamíferos. Mobilidade extraordinária no solo.
	Clorpirifós	Lorsban 480	21	2	364	1167	II	II	
	Metamidofós	Hamidop 600	23	3	8	38	I		
	Metamidofós	Metafós	23	3	8	38	I		
	Monocrotofós	Azodrin 400	21	3	9	224	I	I	
	Monocrotofós	Nuvacron	21	3	9	224	I		
	Paratiom metílico	Folidol 600	15	3	3	14	I	-	
	Metamidofós	Tamaron	23	3	8	38	II		
piretróides	Bifenthrin	Brigade 25 CE					II	-	Extremamente tóxico para abelhas, peixes e animais que se alimentam dos peixes; baixa mobilidade no solo
	Cypermethrin	Repcord 100	30				II	-	
	Lambdacyhalothrin	Karate	20				II		
	permethrin	Pounce					II		
	Permetrina	Talcord	60				II		

Legenda
- CLASSE TOXICOLÓGICA: I = Extremamente tóxico (DL50 oral = até 50); II = Altamente tóxico (DL50 oral -500); III = Medianamente tóxico (DL50 -5000); IV – Pouco tóxico (DL50 = >5000
- EFEITO SOBRE PREDADORES: 1= 0 a 20%; 2= 21 – 40%; 3= 41 a 60%; 4= 61 a 100% de redução populacional de
- ÍNDICE DE SEGURANÇA (IS) = 100 x DL50/dose de i. a); considera o risco de intoxicação em função da fórmula e da quantidade de produto a ser manipulado quanto menor o índice menor a .
- MODO DE AÇÃO: A = contato, ingestão, fumigação e profundidade; B= contato e ingestão; C= ingestão; D= sistêmica
- PERICULOSIDADE AMBIENTAL: I =Altamente perigoso; II =Muito perigoso; III= Perigoso; IV= Pouco perigoso

Figura 15 Inseticidas utilizados pelas fazendas em estudo nas últimas safras. Org. por SANTOS, J.W.M.C. com base nos dados fornecidos pelas fazendas e consulta em: Compêndio de defensivos agrícolas, 1999; BRASIL, 1998; BRASIL, 1996; GALLO et al, 1978. Nota: (-) = sem informações.

Programação da aplicação de fungicidas

O controle químico de doenças da soja é realizado tanto com a utilização de fungicidas no tratamento das sementes (na época de plantio) como com aplicações foliares durante as fases em que as plantas são mais susceptíveis (Fig. 17).

Tratamento/ Época de Aplicação	Plantio	Crescimento Vegetativo	Floração/Frutificação	Frutificação
	Cerca de 10 dias antes ou depois	20 a 25 dias após emergência	45 a 65 dias após emergência	Fases r4 a r5
Inseticida	X	X	X	
Fungicida				X

Figura 16 Principais épocas de aplicação dos inseticidas e fungicidas na cultura da soja no sudeste Mato-grossense. Organizado por Jeater Santos com base em entrevistas com produtores.

Grupo químico	Nome comum	Nome comercial	Aplicação	Classe toxicológica	Periculosidade Ambiental	Ecotoxidade
Benzimidazóis	Benomyl	Benlate TS	ts	III	-	Tóxico para abelhas, peixes e microcrustáceos; alta permanência no solo
		Benlate 500	af	III	-	
	Thiabendazole	Tecto SC	ts	III	-	
Carbamato	Thiram	Rhodiauram SC	ts	III	I	Extremamente tóxico para peixes
		Vitavax-Thiram 200 SC	ts	IV	I	
		Vetran	ts	III	I	
	Tiofanato metílico	Cercobin	af	IV	I	
Organoestânico	Fentin hidroxide	Mertin 400	af	I	II	-
Ftalimidas	Captan	Captan 250	ts	III	-	Tóxico para peixes e organismos aquaticos
		Captan 500	af	III	-	

Época aplicação: ts= tratamento de semente; af= aplicação foliar

Classe toxicológica: I = Extremamente tóxico (DL_{50} oral = até 50); II = Altamente tóxico (DL_{50} oral =50-500); III = Medianamente tóxico (DL_{50} =500-5000); IV = Pouco tóxico (DL_{50} = >5000 mg/Kg)

Periculosidade Ambiental: I =Altamente perigoso; II =Muito perigoso; III= Perigoso; IV= Pouco perigoso

Figura 17 Fungicidas mais utilizados nas fazendas nas últimas safras. Organizado por Jeater Santos com base em entrevistas e na literatura.

Diversas doenças da soja podem ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento das plantas (Fig. 18). No entanto, as doenças foliares de final de ciclo representam especial preocupação para os produtores, visto que para estas ainda não existem cultivares resistentes. Deste modo, o seu controle deve ser buscado por outros métodos, como, por exemplo, a rotação de culturas e a aplicação foliar de fungicida.

O papel do ritmo climático na programação e eficiência do tratamento com agrotóxicos

Conforme foi explicado, em anos em que o ritmo climático caminha dentro de seu habitual, normalmente são previstas de 4 a 5 pulverizações de agrotóxicos na área total do talhão nas programações de safra, conforme o tipo de produto, grãos ou sementes (Fig. 18).

Produto	Época de Aplicação				
	Pré-plantio	Plantio	Crescimento vegetativo	Floração frutificação	Colheita
Herbicida	X	X	X		X
Inseticida		X	X	X	
Fungicida				X	

Figura 18 Programação de tratamento dos campos com agrotóxicos durante a safra de soja. Org. por Jeater Santos com base em entrevistas.

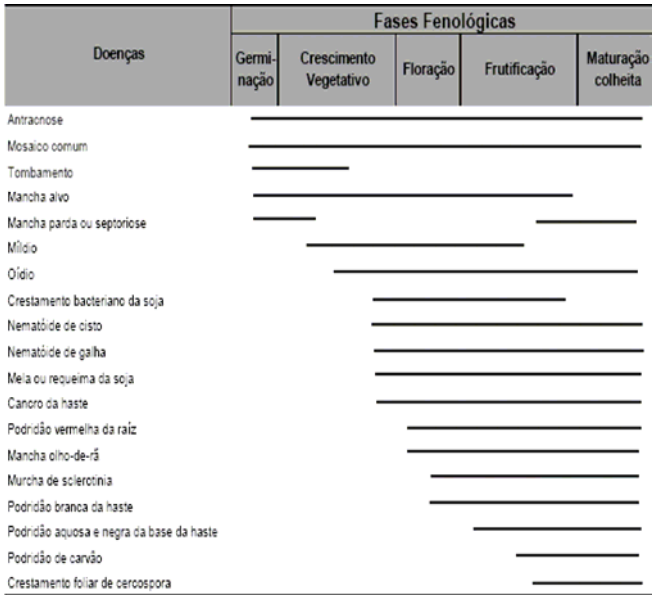

Figura 19 Ocorrência das principais doenças da soja segundo suas fases fenológicas. Fonte: Bol. de Pesquisa da Soja, nº 5, Fundação MT, 2001.

Contudo, nos anos em que o ritmo climático mostra-se fora de seu comportamento habitual, ou mesmo em descompasso com as programações das operações agrícolas, pode-se necessitar de um número muito maior de aplicações em alguns campos da fazenda. Ou seja, nos anos em que o ritmo climático caracteriza-se como muito chuvoso, ou muito seco, ou com ocorrências alternadas de períodos secos (veranicos) com períodos de excessos de chuvas, ou ainda, com ocorrências de chuvas intensas em momentos críticos (logo após o plantio ou as pulverizações), as condições necessárias para as pulverizações (sejam terrestres, Fig. 19, ou aéreas, Fig. 20) ou ação dos produtos aplicados ficam muito prejudicadas e conseqüentemente a eficiência dos tratamentos.

Condição climática	Recomendação
Stress Hídrico (por excesso ou falta de água)	Não aplicar
Umidade Relativa do Ar	> 60%
Temperatura do ar	>10ºC e <30ºC
Ventos	< 8 Km/h
Chuvas	- São benéficas logo após a aplicação no caso dos herbicidas pré-emergentes; - A ocorrência de chuvas até 2 horas após a aplicação reduz drasticamente a eficiência da maioria dos herbicidas de pós-emergência;
Nebulosidade	Alta nebulosidade (céu encoberto) reduz o desempenho de alguns herbicidas como por exemplo o Glyphosate e o Benzaton.
Orvalho	Se abundante na superfície das folhas das ervas não aplicar.

Figura 20 Condições meteorológicas recomendadas para aplicação de herbicidas. Org. por Jeater Santos com base em COSTA, 1998.

Elemento meteorológico	Recomendações
Vento	< 6 – 8 km/h
Umidade Relativa	> 60%
Temperatura	Amena
Potencial evaporativo	Baixo
Chuva	Ausência imediatamente após a aplicação

Figura 21 Condições meteorológicas recomendadas para pulverizações de defensivos por via aérea. Adaptado de CORREA e TERHORST, 1981.

Avaliar o efeito do clima sobre os tratamentos realizados com os herbicidas, inseticidas e fungicidas usados nos tratos culturais da cultura da soja é difícil, pois se trata de uma análise muito complexa. É necessário considerar diversos aspectos ambientais (tipo de solo, topografia, histórico do espectro de ervas, pragas e doenças que ocorrem no local, comportamento do clima durante as épocas das aplicações, etc) bem como os modos de ação dos próprios agrotóxicos utilizados.

No caso dos herbicidas, é preciso considerar sua classe (se é pré-emergente ou pós-emergente), a época de aplicação (pré-plantio incorporado, pré-plantio não incorporado ou pós-plantio) e também seu modo de ação. Quanto ao modo de ação, os herbicidas apresentam diversas variações, tais como ação de contato, ação total, hormonal, hormonal de ação seletiva, ação não-seletiva, não-seletiva de ação total, não-seletiva de contato, seletiva, seletiva de contato, seletiva por dose, seletiva residual, seletiva sistêmica, sistêmica, sistêmica de ação total, sistêmica

não-seletiva. Foram encontrados inseticidas de ação em profundidade, por ingestão, fumigação e ação sistêmica nas fazendas pesquisadas. Os fungicidas de aplicação foliar apresentam apenas dois modos de ação, sistêmico ou não-sistêmico.

Não obstante, nas entrevistas com os produtores e funcionários das empresas de agrotóxicos foi possível conhecer alguns dos problemas que ocorrem quando certos tipos de tempo coincidem com os períodos em que é preciso fazer as aplicações.

Chuvas Intensas e Seqüência de dias chuvosos

Quando estes tipos de tempo coincidem com a época da semeadura da soja, sejam eles originados por passagens de frentes ou por atuação de sistemas convectivos, causam problemas aos tratamentos realizados com os herbicidas e inseticidas, pois, mesmo não se verificando as condições climáticas recomendadas para a aplicação destes produtos (Fig. 20) os produtores precisam fazer a operação.

Considerando-se a hipótese de um campo com plantio convencional onde foram utilizados herbicidas pré-emergentes aplicados no período de pós-plantio, podem ocorrer problemas com excessos hídricos promovidos por chuvas com forte intensidade (superiores a 42 mm/h ou 200 mm em 24h) (SANTOS, 2002). A maioria destes produtos apresenta grande mobilidade no solo e, com a movimentação vertical e lateral da água, o produto, que deveria permanecer na superfície, age em zonas mais profundas atingindo por vezes a própria semente da soja.

Outro problema decorrente do tempo severo é que nas áreas mais deprimidas do terreno ou nos pontos onde a água é barrada pelos terraços construídos para evitar erosão, a concentração do produto pode ser alterada, ficando normalmente acima daquela que foi aplicada, promovendo, também, problemas de fitotoxidade para as plantas de soja. De acordo com relatos tanto de produtores quanto de funcionários das empresas de agrotóxicos, em alguns casos, o grau de dano promovido por esses pré-emergentes na soja, em decorrência destas situações, é tão alto que não há alternativa a não ser dessecar a área e fazer o seu replantio.

Isto não está em discordância com o que é sendo apontado na Fig. 20 sobre o efeito da ocorrência de chuvas logo após a aplicação de herbicidas pré-emergentes, pois as chuvas que COSTA (1996) considera como benéficas, logo após o uso destes produtos, são aquelas moderadas, que contribuem para aumentar a umidade do solo e, assim, facilitar que este absorva o produto sem, no entanto, causar excessos hídricos.

Os períodos de chuvas freqüentes, característicos destes tipos de tempo, coincidindo com a época de plantio, também podem causar alguns problemas nos tratamentos com herbicidas pós-emergentes, usados para fazer a dessecação. O tempo nublado dificulta o bom desempenho dos produtos, os quais necessitam de luz para suas reações, e chuvas pesadas logo após a operação também podem ser prejudiciais à eficiência deles. Em alguns casos é preciso refazer a operação, o que aumenta os custos de produção da soja, a poluição ambiental e a exposição dos trabalhadores a estes produtos.

O aumento dos custos decorre da própria dificuldade de se realizar a operação, pois muitas vezes aproxima-se o momento de fazer a aplicação (indicado pelo desenvolvimento das ervas nos campos e/ou nível de infestação dos insetos-praga) e as condições meteorológicas não são favoráveis, com tempo muito nublado e chuvas freqüentes. Diante desta situação, tenta-se aproveitar os curtos períodos de pausa das chuvas, sendo muitas vezes necessário fazer as aplicações durante a noite, o que não é recomendado, pois além do risco de se passar com o trator por cima das linhas de soja, o produto pode ser lavado das plantas por novas chuvas, reduzindo significativamente o período residual.

De acordo com técnicos das empresas de agrotóxicos, a ocorrência de chuvas logo após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes, os produtos têm seu efeito residual reduzido para cerca de 3 ou 4 dias. Normalmente os pós-emergentes agem durante 7 ou 8 dias. Deste modo, o produtor é obrigado a fazer um número maior de aplicações.

No caso dos inseticidas de ação por contato e ingestão é preciso que os produtos atinjam o inseto e/ou permaneçam sobre a planta por certo tempo. Os tratamentos são prejudicados pela ação de chuvas freqüentes e/ou chuvas intensas, que, além de lavá-los da superfície das folhas (e da planta como um todo), também atuam no sentido de diminuir o seu período de ação residual de 10 a 15 dias em condições climáticas favoráveis.

Seqüências de dias secos (veranico)

Entende-se por veranico a seqüência de dias sem chuvas e com déficit hídrico no solo, na zona das raízes da soja. Ou seja, adotou-se neste trabalho o conceito de "veranico agronômico", tal como proposto por LUCHIARI JUNIOR et al. (1985).

Quando este tipo de tempo coincide com a época de semeadura, os herbicidas pré-emergentes de aplicação em pós-plantio podem ser prejudicados, uma vez que estes tipos de tempo promovem uma significativa redução do teor de umidade do solo, que não absorve adequadamente o produto. Conse-

qüentemente, este não apresentará a eficiência e o efeito residual esperados, cerca de 30 dias, sendo necessário refazer a operação.

O veranico causa outra espécie de problema no caso de herbicidas pós-emergentes aplicados na época de semeadura ou pré-colheita (dessecantes). As plantas tendem a fechar os estômatos para evitar a perda de água por transpiração. Como a maioria dos herbicidas pós-emergentes que são usados tem ação sistêmica, o controle será prejudicado, pois devem ser absorvidos pelas plantas para ter boa eficiência. Pode ser necessário refazer a operação. Diante desta situação, os agricultores são obrigados a aguardar a ocorrência de chuvas que aumentem novamente o vigor vegetativo das plantas para, então, fazer a dessecação.

Com o predomínio de veranicos, a eficiência dos inseticidas fumegantes e de ação sistêmica e a dos fungicidas de ação sistêmica também são bastante prejudicadas.

Como no caso dos herbicidas, também os inseticidas e fungicidas de ação sistêmica têm sua eficiência reduzida devido à falta de condições ideais por parte da planta para absorver adequadamente o produto, que não entra em sua circulação e não chega até o inseto-praga ou aos agentes patógenos. Nessas condições, deve-se optar por produtos com outras formas de ação (contato, profundidade, ingestão) e, mesmo assim, realizar a aplicação nos horários em que as condições atmosféricas estejam mais próximas das recomendadas (Fig. 20 e 21).

Os inseticidas fumegantes são prejudicados pela alta temperatura, baixa umidade relativa do ar (geralmente inferior a 50%) e alta incidência de luz, que aceleram seu processo de volatilização e reduzem seu efeito residual. Como estes produtos necessitam de temperaturas amenas (inferiores a 28ºC) para terem um bom desempenho, as altas temperaturas características da época de ocorrência de veranicos prejudicam a eficiência da aplicação. Assim, durante o domínio destes tipos de tempo, são muito reduzidos os períodos em que ocorrem temperaturas dentro da faixa recomendada e, por conseguinte, os períodos em que os produtos apresentam bom desempenho.

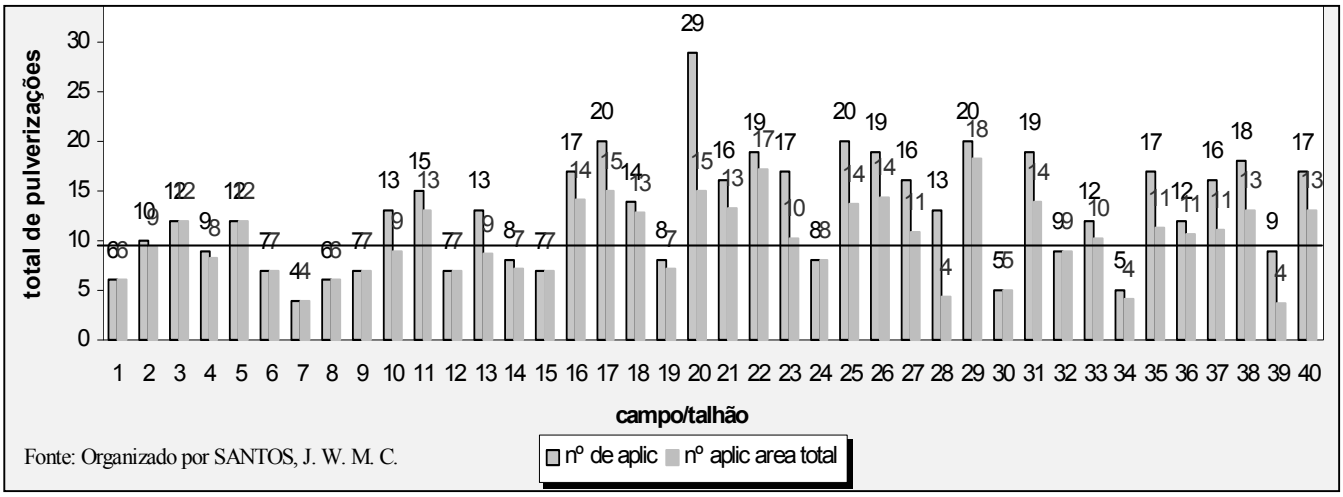

Figura 22 Número de aplicações de agrotóxicos na cultura de soja numa fazenda em Rondonópolis, MT, safra 97/98.

Na época da segunda aplicação dos herbicidas pós-emergentes e também dos inseticidas, cerca de 20 a 25 dias após o plantio, também pode ocorrer este problema. Nesta época, porém, o produtor não pode esperar as chuvas para fazer a aplicação, pois o ponto limite para que a operação seja realizada é determinado pelo desenvolvimento das ervas daninhas no talhão e/ou nível de perdas causadas pelos insetos-praga. Se o ponto crítico do nível de ação for alcançado, os produtores fazem a aplicação destes produtos, mesmo sem as condições meteorológicas ideais. Como conseqüência, o nível de eficiência deles é baixo, sendo necessárias aplicações adicionais.

Considerando-se que todos os tratamentos com herbicidas pós-emergentes também promovem certos danos nas plantas de soja (problemas de fitotoxidade) e, também, que as ervas daninhas apresentam melhor resistência que a soja nestas condições climáticas, a necessidade de aplicações adicionais agrava o problema em toda sua dimensão sócio-ambiental, que pode ainda refletir-se no rendimento da produção.

Buscando amenizar esse problema, em períodos marcados por esse fenômeno atmosférico, as aplicações são feitas em

horários em que as condições atmosféricas sejam mais favoráveis à absorção os herbicidas. Assim, as pulverizações são feitas de manhã bem cedo, no final da tarde ou mesmo à noite. Entretanto, como nessa região normalmente as propriedades são muito grandes, é muito difícil conseguir fazer as aplicações em todas as áreas da propriedade na época necessária, trabalhando-se apenas nestes horários. Deste modo, os produtores são obrigados a trabalhar mesmo em horários desfavoráveis e, como conseqüência, tem-se menor eficiência nos tratamentos e menor tempo residual de ação dos produtos.

Os meios de aplicação dos agrotóxicos em geral são determinados pelo desenvolvimento vegetativo da planta da soja. No início deste desenvolvimento, as aplicações são feitas por via terrestre, mas a partir do momento em que a soja apresenta-se bem desenvolvida, com as ruas da lavoura fechadas, as aplicações são realizadas por via aérea. Assim, as aplicações aéreas são realizadas basicamente para aplicação dos inseticidas e fungicidas nas fases de floração e frutificação da soja, e para aplicação de herbicidas dessecantes na colheita.

Aplicação aérea realizada sem as condições atmosféricas recomendadas (Fig. 21) pode reduzir significativamente o percentual de recuperação do produto aplicado e, desse modo, a eficiência do controle pretendido. Verifica-se que as aplicações feitas por via aérea são mais prejudicadas do que as por via terrestre, sob o domínio deste tipo de tempo. Segundo o responsável técnico da fazenda Verde, sob condições de veranico a perda dos produtos por dispersão é muito grande nas pulverizações aéreas, pois nesta situação o poder evaporativo do ar é elevado, e o produto se perde por dispersão vertical, devido à formação de uma espécie de "câmara de vácuo" na superfície das plantas, agravada pela ausência de ventos. Assim, o produto evapora antes mesmo de chegar à superfície dos vegetais.

Como resultado final destas aplicações em condições desfavoráveis, há a necessidade de realizar um número muito maior de aplicações do que as necessárias em condições favoráveis, Fig. 22.

Considerações finais

O papel do ritmo climático na produtividade das safras de soja nesta região foi minimamente demonstrado com base na explicação de suas influências diretas e indiretas sobre os cultivos neste sistema de produção agrícola. Foi dada ênfase à lógica de produção que norteia as ações dos produtores durante a safra, e ao custo sócio-ambiental das mesmas.

Sabe-se que o pleno desvendamento da relação entre o ritmo climático e a produtividade agrícola está longe de ser alcançado. Contudo, espera-se que a discussão aqui realizada possa contribuir no sentido de abrir novos horizontes para as pesquisas, sobretudo as do campo da climatologia agrícola.

Entretanto, não se deve encerrar tal discussão sem um esforço de contextualizar os efeitos sócio-ambientais que tal modelo de produção (tido por muitos como exemplo de "agricultura moderna") impõe aos ecossistemas desta região e às comunidades que ai habitam. Algumas delas residem na região desde antes da instalação deste modelo, convivendo em equilíbrio com o meio ambiente.

Como principais conseqüências sócio-ambientais deste modelo de produção agrícola que prioriza a produtividade de suas culturas a qualquer custo, tem-se:

(a) a contaminação do solo e das águas (superficiais e subterrâneas) pelo uso maciço de agrotóxicos e adubos químicos. Questão muito grave considerando-se que a Chapada dos Guimarães e do Taquari-Itiquira são áreas de nascentes de vários rios importantes, tanto das bacias norte quanto sul do país, e que as águas de muitos deles são captadas para abastecimento público urbano. Também são áreas de recarga de grandes aqüíferos de importância estratégia para o país, como o Guarani;

(b) a simplificação dos ecossistemas e promoção de desequilíbrios ecológicos devido ao uso de meios exclusivamente químicos para controle de ervas, insetos e doenças, resultando na seleção de organismos resistentes e necessidade de intensificação das dosagens dos pesticidas e da mistura de vários produtos;

(c) extinção de espécies: destruição de germoplasma de valor incalculável para a diversidade biológica destes ecossistemas, muitas das quais sequer chegaram a ser conhecidas;

(d) desestabilização social de comunidades tradicionais do Cerrado e Pantanal do Mato Grosso (indígenas, ribeirinhos, camponeses pantaneiros), visto que algumas espécies extintas de peixe eram a base de sua economia e mesmo de sua dieta;

(e) contaminação dos trabalhadores rurais e transferência para o setor de saúde pública dos encargos sócio-econômicos do tratamento;

(f) forte concentração das terras e da renda gerada. Cerca de 80% da renda fica nas agroindústrias que atuam tanto a montante quanto a jusante do processo produtivo. Nos últimos anos, além de fornecer os insumos e comercializar as safras, também passaram a financiá-las, comprometendo ainda mais a liberdade dos produtores na comercialização dos produtos. A maior parte da renda drenada para essas empresas não fica na região e talvez nem no país;

(g) modelo de produção muito sujeito à variação cambial,

visto que a renda do produtor é obtida por uma margem de lucro pequena. Assim, não raramente os produtores encontram-se fortemente endividados e são forçados a pedir socorro junto ao governo federal, que para atendê-los dispõe de verbas que deveriam ter outra destinação social.

Espera-se que tal modelo não seja considerado como exemplo de sucesso técnico e econômico, nem tenha sua reprodução incentivada nos programas e políticas públicas, nas novas fronteiras agrícolas do Brasil, sobretudo nas terras da floresta amazônica. É preciso buscar outros modelos de produção mais sustentáveis, que tenham na sua base outros valores além do lucro a qualquer custo.

SANTOS, J. W. M. C. (2005). Climatic Rhythm and socio-environmental sustainability of soybean commercial agriculture on the region of Southeast Mato Grosso State (Brazil). *Revista do Departamento de Geografia*, n. 17, p. 61-82.

Abstract: This article has as main purpose to argue the role of climatic rhythm over the production of soybean culture in the Southeast of Mato Grosso, which is carried out under a production model developed in large properties were capable, productors are attended by research institutions and agricultural assistance, making massive use of chemical, biological and mechanical resources to reach high levels of productivity. Having the climatic rhythm influence on the final income of soybean culture, through a direct way – influencing its bioclimatic needs, related to its hydrological status, although an indirect way – influencing the management of agricultural operations planned by produtors – , on aim to show which are the strategies and thecnologies used in this production agricultural system to diminish the climatic impact and, which is the related to sócio-environmental sustentability that can be achieved.

Key words: Soybean (Glycine max (L.) Merrill); Agricultural climatology; Commercial agriculture of the soybean; Cerrado biome; Sustainability

Recebido em 7 de setembro de 2005, aceito em 2 de outubro de 2005.

Referências

ASSAD, E. D. et al. (1994a). Veranicos na região dos cerrados brasileiros: freqüência e probabilidade de ocorrência. In: ASSAD, E.D. (coord.). *Chuva nos cerrados; análise e espacialização*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC; Brasília: EMBRAPA-SPI, 43-48p.

ASSAD, L.L.M. et al. (1994b). Chuvas extremas na região dos cerrados. In: ASSAD, E.D. (coord.). *Chuva nos cerrados; análise e espacialização*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC; Brasília: EMBRAPA-SPI. 49-54p.

BLUMENSCHEIN et al. (1996) O espaço rural na bacia do alto rio Paraguai. In: *Estrutura Socioeconômica e dinâmica dos impactos ambientais na bacia do alto Paraguai*. v8, UFMT – NERU / Universidade de Tubingen; Cuiabá.

CARVALHO, J.P. (1986) *Introdução à entomologia agrícola*. Coimbra: Fundação Calouste Gulbenkian. 358p.

CUNHA, A.S. et al. (Coord.) (1994) *Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados*. Brasilia: IPEA, 203p

CURRY, L. (1952) Climate and Economic Life: a new approach with examples from the United States. *The Geographical Review*, vol. 42(3): 368-383, New York (July).

CHRISTOFFOLETI, P.J. (1998) Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. In: CÂMARA, G.M. (Coord.). *Soja - tecnologia da produção*. Piracicaba; Publique. p. 121-138.

COSTA, J.A. (1996) Cultura da soja. Porto Alegre: I. Manica, J.A. COSTA. 233 p.

FARRET, I.S.; MIALHE, L.G. (1981) Mecanização da Cultura. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). p. 453-475.

FRÈRE, M.; POPOV, G.F. (1986) Prónostico agrometeorológico del rendimiento de los cultivos. In *Produccion y proteccion vegetal,* 73. Roma, FAO. 194p.

GALLO, D. et al. (1978) *Manual de entomologia agrícola*. São Paulo: Agronômica Ceres. 524 p.

IBGE (1998) *Censo Agropecuário de Mato Grosso* 1995 a 96. Rio de Janeiro.

LINK, D.; COSTA, E.C. (1981) Insetos que atacam a soja. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos. p. 153-171.

LOPES, A.S. (1983) *Solos sob "Cerrado": características, propriedades e manejo*. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato / Instituto Internacional da Potassa. 162p.

LUCHIARI JUNIOR, A. et. al. (1985) Manejo do solo e aproveitamento de água. In: GOEDERT, W.J. (editor). *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC / São Paulo: NOBEL. p. 285-322.

MEDINA, H.P.; GROHMANN, F. (1966) Disponibilidade de água em alguns solos sob Cerrado. *Bragantia*, Campinas, v 25 (6), p. 65-75.

MONTEIRO, C.A.F. (1976) O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectivas. *Série Teses e Monografias*, nº28, São Paulo, IGEOG-USP.

MONTEIRO, C.A.F. (1981) Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento – conjecturas sobre o caso brasileiro. In: *Climatologia*, nº10,

IGEOG-USP, São Paulo.

NASCIMENTO, F.A.S. (1997) *Aceleração temporal na fronteira: estudo do caso de Rondonópolis-MT*. Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado.

NEGRI, S.S.A (2001) *Modernização agrícola da mesorregião sudeste de MT*. Instituto de Geografia, UFU, Uberlândia. Dissertação de mestrado.

PASCHOAL, A.D. (1983) Biocidas – morte a curto e longo prazo. In: *Revista Brasileira de Tecnologia*, Brasília, v14 (1), jan./fev. p. 28-40.

PEIXINHO, D. (1998) *Onças vermelhas e amarelas - a ocupação dos Cerrados e a dinâmica sócio-espacial em Rondonópolis-MT*. Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de mestrado.

RANZANI, G. (1971) Solos do Cerrado no Brasil. In: *Simpósio Sobre o Cerrado*, 3. São Paulo: Ed. Blucher/EDUSP. p. 26-43.

SANTOS, J.W.M.C.; TARIFA, J.R. (2000) Variabilidade das chuvas em grandes propriedades agrícolas no sudeste de Mato Grosso. In: IV *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, Rio de Janeiro. Anais... p. 58.

SANTOS, J.W.M.C. (2002) *Clima e produtividade da soja nas terras de Cerrado do Sudeste de Mato Grosso*. FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado.

SORRE, M. (1984) A Adaptação ao meio climático e biossocial - geografia psicológica. In: MEGALE, J.F. (org.). *Max Sorre*; São Paulo: Ática, p. 30-86 (Coleção Grandes Cientistas Sociais).

THORNTHWAITE, C.W. (1948) An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38, p. 55-94.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. (1955) The water balance. In: *Publications in climatology*, 8, n.1. Centerton, New Jersey, Drexel Institute of Tecnology. 104p.