



## CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AGRICULTURA: ALGUMAS LIÇÕES DA HISTÓRIA

ADEMAR RIBEIRO ROMEIRO<sup>1</sup>

**RESUMO** – O trabalho enfoca, basicamente, aspectos relacionados com a história da agronomia, a evolução das práticas agrícolas e os fatores econômicos responsáveis pela adoção dessas práticas. A utilização predominante da química agrícola e a preocupação de uma análise científica do complexo solo/planta/clima indicam práticas agrícolas que, em muitos pontos, coincidem com as recomendações feitas para a agricultura orgânica ou biológica. O texto faz uma abordagem ao exemplo da agricultura americana, de caráter especulativo, em relação à agricultura européia, onde o relacionamento entre o homem e a terra era marcado por profundo respeito. Menciona o uso da fertilização química e da simplificação do sistema de cultivo através da dispensa de técnicas de conservação e melhoramento do solo. Destaca, em análise crítica, a agricultura brasileira, similar à americana no seu aspecto altamente especulativo e na ausência de campesinato como o europeu, detendo-se, principalmente, na pesquisa agrícola do cerrado. Com base em resultados obtidos pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, apresenta soluções técnicas para problemas como: baixa fertilidade dos solos, disponibilidade de água, conservação do solo e controle de pragas.

### SCIENCE AND TECHNOLOGY IN AGRICULTURE: SOME LESSONS OF HISTORY

**ABSTRACT** – This study basically focuses special aspects related to the history of agronomy, the evolution of agriculture and the economic factors responsible for the adoption of these activities. The predominant utilization of agricultural chemistry and the concern with a scientific analysis of the soil/plant/weather complex suggest utilization of agriculture practices that, in many ways, coincide with the recommendations made for organic or biological agriculture. The text deals with the example of American agriculture, of a speculative character, in relation to European agriculture, where the relationship between man and land was marked by a strong respect. It mentions the usage of chemical fertilization and the simplification of tillage systems through critical analysis, it emphasizes Brazilian agriculture, similar to American agriculture in its highly speculative aspect and in its lack of an European-style farmer class. It limits itself mainly to agricultural research on the "cerrado". Based on results obtained by the Center for Agricultural Research on the "Cerrados" (CPAC): low soil fertility, water availability, soil conservation and insect control.

No debate sobre a questão tecnológica na agricultura, as posições tendem a se polarizarem entre, de um lado, aquelas dos que acreditam que o atual padrão de moder-

<sup>1</sup> Doutor em Economia, Prof. do Departamento de Economia da Universidade Federal Fluminense – UFF.

nização agrícola foi e continua sendo a única via possível e, de outro lado, aquelas dos que defendem alternativas técnicas conhecidas sob o nome de agricultura "biológica" ou "orgânica". A falta de credibilidade científica de algumas das teses defendidas por estes últimos tem dificultado o entendimento que a evidência dos graves impactos sociais e ecológicos, provocados pelo atual padrão de modernização, tenderia a favorecer. Mais recentemente, por razões econômicas e com o desenvolvimento das chamadas biotecnologias, novas técnicas ecologicamente mais equilibradas têm sido propostas. A visão correta, não-reducionista, do ecossistema agrícola estaria começando a ganhar mais peso no interior das instituições de pesquisa agropecuária.

No entanto, a história da agronomia nos mostra que muito do que é hoje apontado como uma novidade, na verdade trata-se de algo muito antigo. O progresso da ciência e dos métodos de observação e medida só fez confirmar a visão científica do ecossistema agrícola que havia emergido no início do século XX. Em outras palavras, a evolução das técnicas agrícolas se fez em contradição ao que seria (e foi) recomendado com base na análise científica do complexo solo/clima/planta. Em muitas (se não na maioria) das instituições de pesquisa agrícola, uma clivagem se estabeleceu entre os pesquisadores. De um lado, aqueles, em geral dedicados ao trabalho científico mais fundamental, porém sensíveis à degradação do ecossistema agrícola, provocada pelas práticas agrícolas correntes. De outro lado, aqueles, geralmente trabalhando em pesquisa aplicada, mais em contato com os agentes interessados, agricultores e industriais. Estes últimos têm que levar em conta, portanto, o quadro sócio-econômico e institucional, o qual impõe práticas agrícolas que não levam em conta a reprodutibilidade ecológica do ecossistema agrícola a longo prazo. Apenas a reprodução ecológica, a médio e curto prazos, do ecossistema agrícola é condição necessária para a reprodução econômica da unidade de produção.

Em síntese, a história nos mostra que para se fazer uma crítica radical (no sentido próprio da palavra) ao atual padrão tecnológico de modernização agrícola basta, de um lado, ter em conta os resultados e recomendações de práticas agrícolas de mais de 80 anos de pesquisa agropecuária realizada no interior de respeitáveis instituições de pesquisa agrônoma – resultados e recomendações que, diga-se de passagem, estão de acordo com grande parte das teses defendidas pela agricultura dita orgânica ou biológica – e, de outro lado, é preciso mostrar que os fatores sócio-econômicos e institucionais, responsáveis pela adoção de práticas agrícolas desequilibradas ecologicamente, não são imutáveis, mas, sim, passíveis de mudanças através de uma atitude politicamente determinada.

## 1. Alguns Aspectos da História da Agronomia

### 1.1 Da teoria do húmus ao predomínio da química agrícola

Durante milênios, a agricultura como principal atividade produtiva humana foi objeto de observações atentas de todos aqueles que procuravam melhorar as práticas agrícolas correntes. Autores gregos e romanos que escreveram sobre agricultura com-

pilaram os resultados de longos anos de experiência prática. Como assinala Browne (1944), suas observações sobre a escolha dos melhores solos, sobre o papel benéfico dos fertilizantes (orgânicos e minerais), sobre a melhora da fertilidade da terra através da utilização de plantas leguminosas, sobre as vantagens do pousio da terra, das culturas de cobertura, da rotação e de outras práticas formam a base de um sistema de produção agrícola que, sob muitos aspectos, é reconhecido como correto até nossos dias<sup>1</sup> (Ver Notas ao final). Por outro lado, as explicações “científicas” dos fenômenos observados por estes agrônomo empíricos, completamente equivocados de modo geral, restaram praticamente intocadas até o século XVI, quando Philippus T. Paracelsus (1493-1541) se insurgiu contra a visão aristotélica predominante<sup>2</sup>. A partir de então, a química – ciência que foi na história a mais ativamente ligada à agricultura – avança de forma progressiva, mas não sem dificuldade. A doutrina aristotélica sobre a nutrição vegetal vai receber ainda novas contribuições, notadamente aquelas de Albrecht D. Thaer (1752-1828), apesar de já ser conhecido o trabalho do fundador da química moderna Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).

As idéias de Thaer sobre o poder fertilizante dos restos vegetais e animais decorriam de um tipo de filosofia vitalista, segundo a qual os fenômenos vitais são irreduzíveis aos fenômenos físico-químicos, e manifestam a existência de uma “força vital” que torna viva e orgânica a matéria: “o húmus é um produto da vida e também uma condição da vida” (Browne 1944:181). Estas idéias enraizadas em uma tradição multi-secular se impuseram mesmo, nesta época, sobre aquelas de Theodore De Saussure (1767-1845), que colocou no lugar as fundações da química moderna dadas por Lavoisier. O próprio De Saussure aceitou parcialmente a teoria do húmus sobre a nutrição vegetal; do mesmo modo Jean-Baptiste Boussingault (1802-1887), outro dos gigantes dos começos da química moderna, assumiu uma posição intermediária no conflito que opunha partidários e adversários da teoria do húmus. Coube a Justus von Liebig (1803-1873) dar o “golpe de graça” a esta teoria. O principal defensor desta última teoria na época, contra quem Liebig promoveu um combate sem tréguas, era Gerardus J. Mulder (1802-1880).

O fato de que as plantas pudessem se desenvolver até a maturidade em terras ou na água, sem matéria orgânica, levou Liebig e os outros adversários da teoria do húmus a negar completamente os benefícios deste constituinte do solo para as culturas. Ora, como se sabe, além do papel benéfico da matéria orgânica na estrutura física do solo, esta permite o desenvolvimento de toda uma série de microrganismos úteis, cujas atividades resultam na formação não somente de dióxido de carbono, amônia e nitratos, mas também na liberação do fósforo, do cálcio e de outros elementos nutritivos das respectivas combinações insolúveis, tornando-os disponíveis às plantas. Entretanto, se é verdade que a demonstração destes fatos era impossível na época de Mulder e Liebig (era preciso esperar principalmente o desenvolvimento da microbiologia do solo), é verdade também que o papel benéfico da matéria orgânica era “notório” a todos aqueles que têm como profissão o manejo da terra<sup>3</sup>. É justamente neste ponto em que se situava a diferença entre os dois homens: Mulder respeitava as práticas agrícolas tradicionais e procurava explicar cientificamente os fenômenos observados pelos camponeses, enquanto Liebig menosprezava os conhecimentos empíricos tradicionais<sup>4</sup>.

A formidável acolhida que tiveram as idéias de Liebig<sup>5</sup> se deve não somente ao fato de que ele dizia com uma notável capacidade de convencer, polemista brilhante que era, certas verdades incontornáveis sobre a nutrição vegetal, sobre a origem do calor do corpo animal, sobre as inter-relações entre a vida animal e a vida vegetal, as quais vinham soltar as amarras para o aumento da produção agrícola, mas também aos erros e exageros que ele cometeu. Com efeito, o referido autor insistia em dizer que se poderia dispensar totalmente os fertilizantes orgânicos e que os rendimentos das culturas diminuiriam ou aumentariam na proporção exata da diminuição ou aumento das substâncias minerais levadas junto com os fertilizantes químicos e que, portanto, se poderia calcular (através da análise das cinzas) a quantidade necessária de nutrientes para manter indefinidamente a fertilidade dos solos. Ora, estas proposições, contestadas vigorosamente por Lawes e Gilbert em Rothamsted<sup>6</sup>, **soavam como um canto de liberdade para todos os agricultores, sobretudo nos EUA, para os quais o método tradicional de manutenção da fertilidade tinha-se tornado um grande obstáculo à adaptação do sistema de produção às novas oportunidades oferecidas pelo mercado.**

Na Inglaterra, Willian Grisenthwaite publica um livro onde estão pré-figurados, vinte anos antes, certos princípios gerais anunciados por Liebig (a fertilização correta poderia ser deduzida da análise das plantas adultas e, se faltasse uma das substâncias necessárias, de nada adiantaria aumentar a dosagem das demais – lei do mínimo). Ele deduzia destes princípios que, se as substâncias exportadas do solo com as culturas fossem devidamente repostas a cada safra, a fertilidade dos solos poderia ser mantida indefinidamente, de modo que os agricultores poderiam **abandonar a prática de rotação de culturas** (a qual, na sua opinião, não passava de um paliativo usado pelos agricultores para contornar o problema de falta de fertilizantes) e **aumentar as superfícies consagradas à cultura do trigo**<sup>7</sup>.

As teses de Liebig não agradavam apenas os agricultores para os quais a agricultura era antes um meio de ganhar dinheiro do que um “modo de vida”. É preciso considerar também os interesses da indústria nascente de fertilizantes químicos. Russell (1966), que foi durante muito tempo diretor da famosa Estação Experimental de Rothamsted, nos conta que H.H. Cousins (Wye College), influenciado pelas idéias de Liebig que eram sustentadas vigorosamente, na época, por Georges Ville, professor do Jardim Botânico em Paris, publicou um livro (Chemistry of the Garden), que foi muito popular, onde procurava provar que os compostos orgânicos poderiam ser inteiramente substituídos pelos fertilizantes químicos. Segundo Russell (1966), os experimentos feitos por Cousins estavam falseados pelo fato de que os campos experimentais tinham sido tratados durante muito tempo com compostos orgânicos. Apesar disto, certos fabricantes de fertilizantes químicos, vendo neste trabalho um suporte científico, o aproveitaram, ao máximo, como peça de propaganda. A tal ponto que, quando o próprio Russell, no começo do século (1902), ia fazer palestras aos agricultores, esperava-se que ele começasse por denunciar os compostos orgânicos como algo sem valor, totalmente dispensável, e proclamar a superioridade dos fertilizantes químicos<sup>8</sup>.

Nos Estados Unidos, a popularidade de Liebig em meio aos agricultores inovadores era muito grande por volta da metade do século XIX<sup>9</sup>. Para eles, a química sozi-

na seria capaz de resolver todos os problemas da agricultura, isto é, a baixa dos rendimentos provocada pelo esgotamento da fertilidade dos solos. Como assinala Rosenberg (1971), eles tinham a ilusão, alimentada pelas idéias de Liebig, de que através de simples testes de laboratório seria possível assegurar a fertilidade dos solos; uma vez identificados no tubo de ensaio os nutrientes exportados, o agricultor só teria que aplicar as doses de fertilizantes prescritas e "a fazenda marginal se tornaria novamente uma fonte de lucros". No entanto, os meios disponíveis na época não permitiam a realização das análises de solos que convinham, e as fraudes cometidas pelos fabricantes de fertilizantes se multiplicavam. Isto acabou por provocar um grande ceticismo entre os agricultores com relação à "ciência" agrícola nascente. Segundo Rossiter (1975), por volta de 1870 a desafeição pelas idéias de Liebig era tal que muitos agricultores se voltaram para as idéias de Samuel L. Dana (trata-se de uma teoria vitalista baseada nas teses de Berzelius e de Mulder, apresentada por Dana em 1842, e que conheceu um grande sucesso). Entre os cientistas, o erro de Liebig de ignorar a parte orgânica e as características físicas do solo se tornava claro. A visão simplista e estritamente mineral de Liebig, que reduzia a velha arte de fertilização a uma questão de simples aritmética<sup>10</sup>, foi abandonada em benefício de uma visão mais complexa das relações entre as plantas e o solo<sup>11</sup>.

Já no início do século XIX, Humphry Davy (1778-1829) tinha insistido sobre a importância de se estudar as propriedades físicas do solo, mas foi Gustav S. Schüber (1787-1834) o primeiro a fazê-lo cientificamente. No século XIX, o predomínio da química agrícola no sentido estrito do termo, isto é, como concernente apenas às análises dos componentes químicos do solo, das plantas e dos animais<sup>12</sup>, era tal que P. Pusey, responsável pela publicação de extratos da obra de Schüber (1840), adverte os leitores na introdução dizendo que se trata de um artigo diferente dos anteriores, ocupando-se da teoria e não da prática agrícola. Ele tenta justificar a publicação ressaltando que é importante também conhecer este lado do problema para que a ciência agrícola se torne completa. Pouco a pouco fica claro, apesar de tudo, que a fertilidade de um solo não depende apenas dos elementos minerais presentes, mas também das suas propriedades físicas<sup>13</sup>.

Por volta dos anos 60 e 70 foram realizados progressos importantes, e a ação das bactérias em vários fenômenos observados foi definitivamente estabelecida; ficou claro, por conseguinte, que as bactérias são agentes ativos no solo, e que o processo de decomposição que ocorre em seu interior não é puramente químico como afirmava Liebig. Pasteur tinha estabelecido não somente o mecanismo das fermentações, como também havia demonstrado que a terra, contrariamente ao que se acreditava, longe de ser algo inerte e morto apresentava uma vida microbacteriana exuberante; ele havia enunciado também o fato de que a nitrificação era um processo bacteriológico. Em 1891, em Paris, Winogradsky apresentou na Academia de Ciências um trabalho explicando definitivamente o processo de nitrificação. Um pouco antes (1888), Hellriegel e Wilfarth tinham explicado o processo de fixação de nitrogênio por bactérias vivendo em simbiose nos nódulos das raízes de plantas leguminosas. Assim, havia elementos suficientes para se deixar de considerar o solo do ponto de vista estritamente químico, como um simples meio nutritivo para a planta. "Esta concepção se ampliou e se consi-

dera hoje em dia o solo como sendo a sede de numerosos fenômenos físicos que influem sobre o abastecimento da planta em calor, oxigênio e água, e também como sendo a sede de reações extremamente complicadas devido à existência de numerosas variedades de microorganismos" (Hall 1906:1).

## 1.2 A análise científica do complexo solo/planta/clima

Esta nova visão, verdadeiramente científica, do complexo pedoclimático recebe sua primeira sistematização geral no trabalho pioneiro de Russell (1912), que sucedeu A.D. Hall na direção da Estação Experimental de Rothamsted. O desenvolvimento da ciência em várias disciplinas fundamentais, como a microbiologia, bem como os progressos nos métodos de observação e medida, só veio confirmar esta visão global do ecossistema agrícola que havia emergido no início do século XX. Entretanto, na prática, o solo vai **continuar a ser considerado como um simples suporte e reservatório de elementos nutritivos para as plantas**<sup>14</sup>, e se **continuará a ouvir os cientistas agrícolas falarem da necessidade de se reabilitar o "húmus"** (Zolla 1913, Derno-lon 1946, Henin et al. 1969, Duthil 1971, 1973a, b).

As práticas agrícolas recomendadas com base na análise científica do complexo solo/clima/planta coincidem com muitas daquelas desenvolvidas nos séculos XVIII e XIX pelo campesinato europeu (o sistema de rotações de tipo Norfolk). Antes do advento da revolução industrial, a economia camponesa tinha de contar somente com os recursos disponíveis dentro do ecossistema agrícola. Assim, a **racionalidade**<sup>15</sup> das técnicas agrícolas camponesas consistia em aproveitar ao máximo o potencial que o próprio meio oferece em termos de nutrição vegetal, de obtenção da estrutura física ideal do solo para o cultivo, de controle de pragas etc. Em síntese, **fazer a natureza trabalhar em benefício do homem**. E para isto, as técnicas agrícolas desenvolvidas são forçosamente equilibradas do ponto de vista ecológico. O desenvolvimento recente das chamadas biotecnologias tem levado a uma redescoberta desta racionalidade. A racionalidade das práticas agrícolas ditas modernas, ao contrário, consiste em **lutar contra a natureza** para manter os rendimentos elevados. **É possível mostrar**<sup>16</sup> **que grande parte do esforço de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na agricultura é estritamente condicionado pela necessidade de contornar os efeitos dos desequilíbrios ecológicos sobre os rendimentos**.

Na natureza, diversidade é sinônimo de estabilidade. Quanto mais um ecossistema é simplificado, maior a necessidade de transferências exógenas de energia para mantê-lo em equilíbrio. Assim, por exemplo, a estabilidade dos sistemas florestais, relativamente mais homogêneos, das regiões frias é garantida, em grande medida, pela existência de uma estação fria que reduz o ritmo das atividades vitais do conjunto de microrganismos existentes. Por outro lado, nas regiões eternamente quentes, ao contrário, é a enorme diversidade e complexidade do ecossistema florestal o principal fator de estabilidade. Um ecossistema agrícola representa forçosamente uma simplificação vis-à-vis do ecossistema original. Portanto, ele tem necessidade de uma intervenção permanente do homem para manter a estabilidade. No entanto, esta intervenção pode e

deve ser feita tendo como principais ferramentas as próprias forças da natureza. Por exemplo, pode-se compensar a necessária simplificação da cobertura vegetal através de rotações de culturas.

As rotações de culturas são um notável meio de se manter a estabilidade do ecossistema agrícola no que concerne ao controle de pragas, mas também no que diz respeito à manutenção de um bom estado estrutural do solo. Uma boa estrutura física do solo é essencial, e ela é o resultado de sua história cultural. A prática de rotações de cultura tem, precisamente, como primeiro objetivo modelar esta história em um sentido favorável às culturas, ou seja, no sentido de criar boas condições de absorção de água e nutrientes minerais pela planta (o que se tenta obter de modo principalmente mecânico nas práticas agrícolas convencionais) e manter a fertilidade a longo prazo (Sebillotte & Bourgeois 1978). No caso de sistemas agrícolas muito simplificados, sem rotações de cultura, sobretudo a monocultura de cereais, os fatores desestabilizadores ganham força, obrigando o agricultor a recorrer a técnicas intensivas em energia<sup>17</sup> para obter e manter as condições necessárias ao desenvolvimento dos vegetais, ao custo da degradação do ecossistema agrícola a longo prazo.

Por último cabe assinalar que as práticas agrícolas recomendadas a partir da análise científica do complexo pedoclimático coincidem em muitos pontos com as recomendações emanadas dos defensores da agricultura dita orgânica ou biológica. Restam, é verdade, pontos de desacordo importantes como aquele referente à utilização de fertilizantes químicos, cuja proibição de uso é um dos princípios desta agricultura alternativa. Este e outros princípios da agricultura orgânica são desprovidos de uma base científica mais sólida, decorrendo não raro de teorias neovitalistas. No entanto, a análise dos resultados de mais de 80 anos de pesquisa agrícola no interior de respeitáveis instituições de pesquisa agrícola na Europa nos revela que não é preciso recorrer às teses de movimentos ecológicos radicais para se propor alternativas técnicas viáveis do ponto de vista sócio-econômico e ecologicamente sustentáveis a longo prazo.

## 2. A Evolução das Práticas Agrícolas e a Pesquisa Agronômica

### 2.1 O exemplo americano

Na Europa, o processo de urbanização acelerado, aberto com a revolução industrial havia tornado as práticas agrícolas tradicionais um obstáculo para aqueles agricultores com um senso comercial mais agudo. O sistema de rotação de culturas associado com a criação animal, embora oferecesse uma certa flexibilidade de combinação de culturas, era muito rígido para os agricultores que desejavam cultivar apenas a cultura que fosse a mais rentável. O grande obstáculo para se desfazer do gado e das culturas forrageiras era o problema da manutenção da fertilidade do solo. Os fertilizantes químicos vinham resolver o problema. Logo aparecem agricultores, como M. Röttschke<sup>18</sup>, que abandonam a criação animal e passam a utilizar somente o "esterco" artificial.

Na Inglaterra, as experiências pioneiras sobre "continuous corn growing", realizadas sem interrupção desde 1843 por Lawes e Gilbert, em Rothamsted, haviam mos-

trado que era possível cultivar cereais sobre cereais na mesma terra, durante anos, somente com a utilização de fertilizantes químicos<sup>19</sup>. Em seguida, outras estações experimentais começaram a testar as mais diferentes fórmulas de fertilizantes para resolver os problemas decorrentes da má qualidade dos fertilizantes industriais. Estes, no início, tinham levado à ruína muitos “bons agricultores”, vítimas, sobretudo, da teoria mineral de Liebig, segundo a qual o nitrogênio seria absorvido diretamente do ar pela planta, dispensando, portanto, sua inclusão nas fórmulas de fertilizantes<sup>20</sup>. Uma vez resolvido estes problemas, em vinte anos, como nota Malden (1896), foi o fim do sistema de rotação Norfolk. Uma nova lei (The Agricultural Holding Act, January 1909) veio completar este processo, ao abolir as antigas restrições impostas por contratos de arrendamento no que concerne às técnicas agrícolas a serem utilizadas.

Entretanto, para a grande massa de pequenos camponeses europeus (e mesmo grandes), sobretudo no continente, a idéia de que se poderia dispensar o composto orgânico se chocava com as concepções predominantes sobre nutrição vegetal. Ao contrário, nos países do “Novo Mundo”, com abundância de terras férteis, este obstáculo era inexistente para os camponeses imigrantes, para os quais a América representava o sonho de se enriquecer. Para estes imigrantes, a agricultura na América é menos um “modo de vida” do que um meio de ganhar dinheiro. Eles estavam prontos a abandonar, e o fizeram, as relações tradicionais entre o homem e a terra, marcadas por um profundo respeito, da tradição camponesa européia.

### 2.1.1 Agricultura e especulação

Uma das principais características da agricultura americana, que a diferenciava da agricultura camponesa européia, era seu caráter altamente especulativo. Isto é incompatível com práticas agrícolas que impliquem qualquer rigidez do sistema de produção em face das flutuações do mercado, como era o caso do sistema de rotação de tipo Norfolk (a cultura melhoradora). “Eu não sei o que é uma rotação; eu trabalho para ganhar dinheiro”, protestava M. Hall, um agricultor entrevistado por Dumond (1949:36) numa época em que a rentabilidade do milho era alta.

Alexis de Tocqueville dizia que um elemento de risco está sempre presente no espírito daqueles que vivem sob as condições instáveis de uma democracia (Laurie 1972:269). Uma máxima, apreciada por Keynes, diz que a busca de segurança leva a empresa a “não colocar todos os ovos na mesma cesta”. A esta máxima, a América opunha aquela de Andrew Carnegie para quem o segredo dos grandes sucessos consiste, precisamente em “colocar todos os ovos na mesma cesta, mas vigiando-a” (Cepede 1946:72). Os jornais agrícolas da época são pródigos em descrever as condições necessárias e suficientes para se ter sucesso. Para o “Minnesota Farmer” (1879), o “sucesso ou insucesso para a maioria dos agricultores depende do conhecimento do mercado. Muitos fazendeiros industriais e hábeis falham justamente neste ponto. Eles sabem cultivar mas são maus vendedores. Eles continuam nos velhos caminhos e não variam nunca as proporções relativas de suas culturas em antecipação às condições econômicas mutantes. Por outro lado, os fazendeiros prósperos utilizam os conhecimentos

que possuem do mercado para saber qual o produto que será o mais rentável" (Rome 1982:43). Além dos riscos provenientes das flutuações de um mercado especulativo, é preciso ter em conta os riscos decorrentes das instabilidades da natureza. Estes são tanto mais graves dado que as técnicas agrícolas empregadas são ecologicamente desequilibradas. Todos estes riscos somados seriam suficientes para "terrorizar", segundo Carman & Tugwell (1938:103), um operador profissional de "Wall Street"! Mas o agricultor americano teria "aprendido a se arriscar calmamente".

Entretanto, por volta do final do século XIX, "a vigilância do cesto" havia se tornado cada vez mais difícil. Do lado da demanda, a comercialização da produção tinha-se concentrado cada vez mais nas mãos de grandes complexos comerciais que especulavam fortemente com os produtos agrícolas, em detrimento dos agricultores. Do lado da oferta, os "acidentes" de produção se multiplicavam. Estes resultavam principalmente da degradação ecológica provocada por décadas de práticas agrícolas predatórias. O solo erodido não era mais capaz de reter suficientemente a água para fazer face às flutuações do regime de chuvas. As pestes destruíam as grandes extensões de monoculturas. A fé foi minada no que até então era considerado como as condições necessárias e suficientes para o sucesso: o trabalho duro e a capacidade de previsão individual. Esta situação vinha reforçar o movimento agrário populista que lutava contra os "lobbies" comerciais (no meio oeste a ação da "Chicago Board Trade" era particularmente criticada) e que pregava a diversificação de culturas. No entanto, como nota Lurie (1974), o poder político deste movimento era mais um mito do que um fato real se se considera os resultados que ele obteve. Este movimento fracassou porque ele lutava contra "lobbies" comerciais mais poderosos e melhor organizados que os agricultores. Esta estrutura de comercialização especulativa era considerada eficaz e benéfica por todos os que dela participavam, inclusive os agricultores<sup>21</sup>.

Aparentemente, o agricultor americano se encontra numa posição contraditória. Como a maioria da população, ele tende a condenar a especulação que pode ameaçar os resultados do trabalho duro; mas ao mesmo tempo ele aplaude alguns de seus atributos e benefícios. Seria preciso distinguir o jogo desonesto (gambling) da especulação "normal", o que nem sempre é fácil de se fazer<sup>22</sup>. Assim, a posição do agricultor americano não é contraditória, mas ambivalente. Ela reflete, segundo Lurie (1972), as profundezas do "ethos" especulativo da sociedade americana. A solução para o problema será dada pela intervenção do governo federal, que vai procurar coibir os abusos, porém mantendo o caráter especulativo das estruturas do mercado. Mas, a eficácia real da ação governamental dependerá também dos subsídios que serão doravante destinados aos agricultores. As campanhas para a diversificação de culturas estavam, assim, fadadas ao fracasso<sup>23</sup>.

### 2.1.2 Fertilizantes químicos e simplificação do sistema de cultura

O fracasso das campanhas para a diversificação de culturas no sul é um exemplo muito significativo do que discutimos anteriormente. Os baixos preços do algodão logo após a guerra civil, a degradação do solo e as doenças ("boll weevil") provocaram um

movimento considerável de diversificação de culturas<sup>24</sup>. Entretanto, este movimento teve fôlego curto; ele foi liquidado pelo “boom” dos preços do algodão causado pela Primeira Guerra Mundial. A solução adotada para os problemas causados pela degradação dos solos e as doenças foi a mais rentável e a mais simples: a introdução de fertilizantes químicos<sup>25</sup> e, mais tarde, de pesticidas. Para estes últimos, os custos de pulverização de grandes superfícies se reduziram enormemente com o avião; a aplicação maciça no início era bastante eficaz dado que as pestes não haviam ainda desenvolvido linhagens resistentes. O que não quer dizer que o problema estivesse totalmente resolvido, uma vez que ele persiste até hoje.

Range (1954) nos descreve a esperança suscitada em meio aos produtores de algodão no sul pela chegada do guano peruano, que foi considerado como uma panacéia para todos os males. Muitos, entre eles, acreditaram que **com os fertilizantes seria possível abandonar toda e qualquer prática conservacionista**. Práticas estas que eram recomendadas com insistência cada vez maior pelos agrônomos das estações experimentais locais; trata-se de trabalhos de solo adequados, de rotações, de culturas de cobertura (adubo verde), de compostagem, de terraceamento etc<sup>26</sup>. Evidentemente, os fertilizantes químicos não dispensam um mínimo de trabalho de conservação de solo, que é indispensável para sua utilização eficaz. O que os fertilizantes químicos dispensam, apesar da degradação do solo, são as técnicas de conservação e de melhoramento que fazem parte do método mesmo de cultura. Estas técnicas implicam a diversificação e a complexificação do sistema de produção, como, por exemplo, o sistema de rotação de culturas do tipo Norfolk.

As técnicas européias tradicionais, mais ou menos modificadas em função das especificidades locais, foram muito utilizadas no norte pelas colônias de imigrantes europeus. Elas foram abandonadas com a abertura das grandes planícies à agricultura “mineradora” extensiva. Gehrke (1935) assinala também, no seu trabalho sobre a colonização alemã no Estado de Carolina do Norte, um fator cultural que deve ter tido um papel importante no abandono destas práticas tradicionais. Trata-se da sua “sujeira” (por causa da utilização do esterco) em face da “limpeza” de uma prática agrícola que não coloca nada no solo ou que apenas começava a utilizar os “limpos” fertilizantes químicos. Ele nos descreve a reação da mulher de um agricultor escocês ao observar o método de fertilização dos alemães. Ela diz que não comeria jamais um milho cultivado de maneira tão suja (. . . “she never would eat corn that grew thro’ dirt).

Nas grandes planícies (semi-áridas) e nas pradarias (úmidas), cuja superfície cultivada representa, em 1930, 2/3 da superfície agrícola total (635 milhões de acres sobre um total de 987 milhões), à medida que as estruturas de comercialização se consolidam cada região se especializa no produto que se revela mais rentável – “corn belt”, “wheat belt”, “dairy belt” e “cotton belt” (Schmidt 1934). E isto apesar das campanhas, acompanhadas de prêmios, do serviço de conservação de solos por uma diversificação relativa de culturas, através de sistemas de rotação de culturas simplificados (como, por exemplo, uma alternância simples com leguminosas para a manutenção da taxa de húmus). É de se notar que desta vez não se trata das campanhas ingênuas do movimento agrário populista que pregava uma diversificação radical, tendendo à autar-

quia. Trata-se de campanhas oficiais baseadas em recomendações feitas pelos agrônomos do Departamento de Agricultura Americano, recomendações estas que se defrontavam freqüentemente com as reticências, ou mesmo uma franca oposição, dos agrônomos das estações experimentais locais<sup>27</sup>.

No oeste do Estado de Iowa, o coração do país do milho, os solos eram mais frágeis, apresentando um déficit de colóides minerais e de matéria orgânica. Dumont (1949:116-8) constata que, por causa da erosão, não é mais possível continuar com a monocultura do milho (que é muito erosiva); é necessário tomar algumas medidas de conservação de solos, e entre estas é fundamental introduzir plantas melhoradoras (como as leguminosas forrageiras) em rotação com os cereais. No entanto, a maioria dos agricultores continuam "a plantar milho mais do que deviam . . . mesmo sabendo dos problemas"; principalmente o jovem agricultor preocupado em se liberar rapidamente da dívida de instalação. No limite ocidental do Corn Belt, a rotação recomendada inclui uma planta melhoradora (meliot) quase como uma concessão à qual não era mais possível escapar: aveia (ou centeio) – meliot – milho – milho – aveia – trigo. Não se trata, portanto, de uma rotação propriamente dita, onde as plantas que se sucedem são **associadas**, isto é, elas são tecnicamente complementares. Trata-se simplesmente de uma **justaposição** de culturas<sup>28</sup>.

Do mesmo modo, a criação de porcos muito difundida era simplesmente justaposta à cultura do milho. As dejeções dos animais não eram recolhidas e tratadas para a formação do composto. A manipulação do esterco, em geral, colocava problemas para o fazendeiro americano. Além do problema cultural já mencionado, ligado à "sujeira", a manipulação do esterco representava efetivamente um acréscimo de trabalho, mas que não era muito grande (ela podia ser inteiramente mecanizada). No entanto, o fazendeiro não se dispunha a executar este trabalho mesmo sabendo que deste modo ele melhoraria seu solo. O "marketing" das empresas de fertilizantes químicos e outros insumos modernos, cujo "zelo" Nourse (1918) achava "quase desconcertante", não contribuía, evidentemente, a convencê-lo do contrário.

### 2.1.3 A abertura de terras marginais

Nas grandes planícies semi-áridas ou áridas, o pousio imposto pela baixa pluviosidade ("dry farming") poderia teoricamente permitir uma monocultura de cereais, sem degradar excessivamente a estrutura física do solo e sem provocar as doenças inevitáveis (sobretudo nematóides) quando não se pratica a rotação de culturas. Entretanto, o método de "dry farming" utilizado provocava uma erosão eólica terrível, pois ele consistia em pulverizar a camada superior do solo com o objetivo de impedir a evaporação da água armazenada no subsolo. Hargreaves (1977) nota que no início os agricultores, confrontados com este problema, introduziram pouco a pouco certas modificações neste método de "dry farming". Em vez de pulverizar através de arações e gradeações sucessivas a camada superficial do solo, eles apenas reviravam o solo misturado com restos de cultura, de modo a formar barreiras contra o vento. A semeadura era feita ao abrigo destas barreiras. Quando as plantas se tornavam mais resistentes, estas barreiras eram destruídas com o arado, mas sem pulverizar o solo. Para muitos agricultores, este

método dava a impressão de um trabalho malfeito. Porém, este novo método parece ter sido eficaz. O solo trabalhado menos intensivamente e misturado com palha retém eficazmente a umidade e diminui a velocidade do vento rente ao chão.

No entanto, este método foi contestado por Hardy W. Campbell, considerado o inventor do "dry farming" americano (Hargreaves 1948). Segundo os historiadores, Campbell havia notado que as ervas daninhas cresciam mais onde o solo era compactado pelo pisoteio dos animais e pela passagem das rodas das carroças. A explicação que ele encontrou era que o fenômeno ocorria em virtude da subida da água dos lençóis freáticos mais profundos por capilaridade. O subsolo compactado cumpriria o papel de "mecha". Seu método consiste, então, em compactar o subsolo – para isto ele inventou um novo instrumento ("subsurface packer") – e ao mesmo tempo pulverizar a camada superior para impedir a evaporação da água que sobe. Este método, que teve um grande sucesso, era praticamente o mesmo que tinha sido desenvolvido na estação experimental do Estado de Montana. Entretanto, certos aspectos do método de Campbell deixaram em dúvida os agrônomos do Departamento de Agricultura, especialmente a teoria da capilaridade. Vários experimentos foram então iniciados com o intuito de verificar a validade desta teoria. Após dez anos de experiências, as conclusões foram anunciadas no congresso de "dry farming" de 1915; foi, como assinala Hargreaves (1948:47), um "ataque final não somente aos detalhes do método, mas sobre sua própria base científica".

Eles provaram que a compactação do subsolo não ajudava em nada a subida da água por capilaridade, porque os lençóis freáticos são muito profundos. Além disso, a camada superficial pulverizada, assentada sobre um subsolo compactado, dava origem a uma forte erosão. Estas conclusões não foram bem aceitas pelos líderes das estações experimentais do oeste. O método de Campbell era rentável, apesar da degradação do solo que ele provocava. A capina sistemática das ervas daninhas que competiam por água se mostrou eficaz apesar de tudo. Entretanto, a erosão violenta do solo acabou por comprometer a rentabilidade do método de Campbell. Era preciso tomar medidas de conservação de solo. Voltar-se-á aos métodos que, segundo Hargreaves (1977), haviam sido praticados com sucesso: a camada superior do solo não será mais pulverizada e será misturada com os restos de cultura. Acrescentar-se-ão as curvas de nível, as barreiras de árvores e outros métodos como o "strip cropping" desenvolvido no Canadá em 1920, que consiste em alternar faixas de terra em repouso com faixas sob cultura dispostas em parcelas estreitas e em ângulo perpendicular à direção do vento.

Trata-se simplesmente de medidas de controle mecânico da erosão, indispensáveis, claro, mas não suficientes. As técnicas de conservação e melhoria do solo, baseadas em rotações de culturas associadas ou não à criação animal, vivamente recomendadas por Thomas Shaw e Chilcott (este último era pesquisador do Departamento Americano de Agricultura), não foram adotadas. É verdade que, ao contrário de outras regiões onde estas técnicas também não foram empregadas, nas grandes planícies semi-áridas o emprego do pousio se revelou um método eficaz tendo em vista a falta d'água. Os fertilizantes químicos possibilitaram compensar as perdas de nutrientes graças a uma taxa de erosão menos "selvagem" mas até hoje severa.

### 3. Um Exemplo Brasileiro: A Pesquisa Agrícola no Cerrado

A agricultura brasileira apresenta similaridades com a americana no que concerne a seu caráter altamente especulativo e à ausência de um grande campesinato como o europeu, profundamente ligado à terra e com uma visão conservacionista bem enraizada. Do mesmo modo, a monocultura, isto é, cultivar somente a cultura mais rentável, foi sempre a regra. Se se tratasse de uma cultura como a do café, que era muito exigente e erosiva, praticava-se o que podemos chamar de "rotação pedológica" para manter os rendimentos, ou seja, mudava-se de solo em vez de mudar de cultura: uma vez a terra esgotada, abandona-se e abre-se uma nova terra virgem fértil. Assim, a cultura do café parte do Estado do Rio de Janeiro por volta de 1850 para chegar, um século depois, no Estado do Paraná a 2.000 km ao sul, deixando um rastro de terras degradadas. Diferentemente dos Estados Unidos, porém, o Brasil não conheceu a extraordinária expansão da produção agrícola tanto voltada para o mercado interno quanto para o externo, e que foi realizada por camponeses europeus imigrantes. No Brasil, por razões históricas específicas, os grandes proprietários exportadores conseguiram promover e orientar a imigração européia para substituir o trabalho escravo nas grandes plantações, bloqueando-lhes, ao mesmo tempo, o acesso às terras devolutas existentes.

A história da agricultura brasileira é, portanto, a história das grandes culturas de exportação. A produção de alimentos para o mercado interno sempre foi relegada a um segundo plano. O caso da cultura da soja, mais recentemente, ilustra muito bem este caráter altamente especulativo da agricultura brasileira. A evolução favorável dos preços no mercado mundial provoca um salto na superfície cultivada, que passa de cerca de 200 mil hectares em 1960 para 9,5 milhões em 1985, caracterizando uma verdadeira "corrida do ouro" fortemente subsidiada pelo Estado.

A medida que a abundância relativa de terras diminui, a prática desta "rotação pedológica" se torna cada vez mais difícil. Por conseguinte, será necessário tomar algumas medidas para manter o nível dos rendimentos. Os fertilizantes químicos (subsidiados), acompanhados às vezes de algumas medidas de controle mecânico de erosão (como as curvas de nível), serão, num primeiro momento, as principais medidas tomadas para contornar os efeitos da degradação do solo sobre os rendimentos. Ou seja, os solos continuam a ser degradados, mas se consegue evitar a queda dos rendimentos (ou mesmo aumentá-los com a introdução de novas variedades) graças ao esgotamento da fertilidade química dos mesmos. Num tal clima, era praticamente uma utopia tentar convencer os agricultores a diversificar a produção através de sistemas de rotação onde as culturas se sucedessem segundo as regras agrônômicas precisas.

#### 3.1 Reprodutibilidade econômica e reprodutibilidade ecológica

A reprodução econômica de uma unidade agrícola não é independente de sua reprodução ecológica a curto e médio prazos. Pelo contrário, a degradação da base produtiva bloqueia a reprodução econômica ao provocar, por exemplo, uma queda nos

rendimentos por hectare. No entanto, é possível assegurar a reprodução ecológica do ecossistema agrícola a curto e médio prazos ao preço de sua degradação a longo prazo. É o que ocorre com a chamada agricultura moderna. Dentro do quadro sócio-econômico e institucional atual, a **reprodução econômica** das explorações agrícolas implica a instalação de sistemas de cultura ultra-simplificados, logo altamente instáveis. A reprodução ecológica a curto e médio prazos destes sistemas instáveis é garantida por meios mecânicos e químicos que **não somente não impedem a degradação a longo prazo, como contribuem decisivamente para isto**. Os efeitos da erosão são “disfarçados” com a utilização maciça de fertilizantes químicos, os quais, junto com os pesticidas, destroem progressivamente a fauna e a flora do ecossistema agrícola. Do mesmo modo, com o trabalho mecânico intensivo do solo, altamente erosivo e danoso, tenta-se compensar a degradação de sua estrutura física.

Como já mencionamos, esta situação provoca no interior das instituições de pesquisa agrônômica uma clivagem entre os pesquisadores: alguns são mais críticos que outros em relação às práticas agrícolas ditas modernas; e esta clivagem se desenha frequentemente em função do tipo de pesquisa a que se dedica o pesquisador. Aqueles envolvidos com a pesquisa aplicada são mais expostos às pressões dos grupos de interesse, pois seu trabalho consiste, justamente, em tentar resolver os problemas concretos postos pelos agricultores ou industriais de produtos agrícolas. Aqueles envolvidos com a pesquisa fundamental ou alocados no serviço de conservação de solos<sup>21</sup> se encontram mais ao abrigo destas pressões. É preciso acrescentar que estes últimos têm forçosamente, pela lógica mesma do tipo de pesquisa que fazem, uma visão menos reducionista do ecossistema agrícola. Eles são, portanto, mais conscientes da amplitude dos desequilíbrios ecológicos provocados pelas práticas agrícolas correntes. Assim, se por volta do final do século XIX se observava conflitos nas estações experimentais americanas entre pesquisadores formados dentro do “espírito de pesquisa alemão” e a direção destas sobre o papel da **pesquisa fundamental**, hoje em dia observa-se conflitos sobre os rumos da **pesquisa aplicada**.

Mais recentemente, a própria direção das instituições de pesquisa tradicionais tem aberto espaço para pesquisas menos convencionais. Esta nova postura tem várias causas. Em primeiro lugar, o aumento da consciência ecológica do público em geral que, no que diz respeito à agricultura, se traduziu no desenvolvimento de movimentos ecológicos favoráveis a uma agricultura “biológica ou orgânica”. Em segundo lugar, o fato de que o efeito nefasto de décadas de práticas agrícolas desequilibradas se torna mais visível. Em terceiro lugar, a diminuição da eficácia dos meios químicos e mecânicos desenvolvidos para contornar os efeitos nefastos do desequilíbrio ecológico sobre os rendimentos, acoplado ao aumento dos custos destes produtos<sup>30</sup>. Em quarto lugar, nos países desenvolvidos, uma crise de superprodução que se tornou crônica. Por último, nos países subdesenvolvidos, os problemas sócio-econômicos e ecológicos provocados pela transferência do modelo tecnológico euro-americano. Entretanto, como o quadro sócio-econômico e institucional, no seio do qual a tecnologia agrícola moderna se desenvolveu, não mudou, ou mudou muito pouco, as soluções alternativas continuam limitadas (o que não significa que não possam mudar). As soluções alternativas pes-

quisadas que tendem a predominar, tendo em conta sobretudo as possibilidades abertas pela biotecnologia, seguem ainda a mesma lógica, no sentido de atacar principalmente os efeitos dos desequilíbrios e não as causas.

No Brasil como vimos, o quadro sócio-econômico e institucional dominante representa uma barreira ao desenvolvimento de sistemas agrícolas ecologicamente mais equilibrados. Mais recentemente, no entanto, por algumas das razões evocadas anteriormente, os grandes proprietários fundiários tornaram-se mais sensíveis às técnicas alternativas, desde que o **status quo** não seja tocado. Por outro lado, observa-se também uma preocupação maior dos responsáveis da pesquisa agrícola pelos pequenos agricultores. Geralmente, as técnicas consideradas como "apropriadas" à pequena produção são ecologicamente mais equilibradas. Isto representou uma mudança significativa na orientação geral da pesquisa de uma instituição como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Esta, como se sabe, significou uma importante reestruturação do sistema de pesquisa agrícola no início da década de 70. O novo sistema de pesquisa era destinado a acelerar o "processo de transição da agricultura brasileira de uma indústria baseada em recursos naturais para uma indústria baseada na tecnologia"<sup>31</sup>.

Dois aspectos fundamentais deveriam distingui-la das outras instituições de pesquisa existentes. O primeiro, mais quantitativo, seria o volume claramente superior de recursos disponíveis e o número e o nível de qualificação médio dos pesquisadores. O segundo aspecto, mais qualitativo, seria o modo de organizar a pesquisa. Quanto a este último aspecto, quatro pontos foram explicitamente assinalados: "queimar" etapas através da transferência e adaptação de "pacotes" tecnológicos desenvolvidos no exterior; colaboração mais estreita com a indústria de equipamentos e insumos agrícolas e com os agricultores na definição de projetos de pesquisa; esforço de pesquisa por produto e concentrado nos mais importantes; e, finalmente, reduzir a pesquisa fundamental ao estrito necessário para levar a termo a pesquisa aplicada (caberia à Universidade a pesquisa fundamental) (Pastore & Alves 1975, Alves 1981). Ou seja, a **antítese** de uma orientação de pesquisa não reducionista, com uma visão correta da complexidade do ecossistema agrícola.

Deve-se notar que, no que diz respeito à colaboração com a indústria, o Estado deveria deixar a cargo desta o desenvolvimento de tecnologias que proporcionassem uma rentabilidade elevada e se concentrar no desenvolvimento de tecnologias com alta rentabilidade "social" ainda que com baixa rentabilidade econômica. Como é o caso notadamente do desenvolvimento de variedades mais produtivas de certas culturas (soja e feijão, por exemplo), cujo custo de pesquisa não pode ser recuperado no mercado (as sementes melhoradas podem ser reproduzidas pelos agricultores). O milho híbrido representa o caso inverso (Alves 1981). Aparentemente, tudo contribuía para o não surgimento de uma clivagem entre pesquisadores a propósito dos rumos da pesquisa a desenvolver<sup>32</sup>; o caminho a seguir estava perfeitamente claro. Mas, por força dos fatores já apontados, o sistema EMBRAPA abriu espaço para pesquisas menos convencionais. E a região do Cerrado por suas características ecológicas apresenta-se como um campo privilegiado deste esforço de pesquisa não-convencional.

### 3.2 O quadro sócio-econômico e institucional do Cerrado

Nossa área de estudo compreende a região de atuação do Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro). A área total coberta pelo programa é de 785.472 km<sup>2</sup>. Nesta região, apesar do forte aumento registrado nas superfícies cultivadas, a expansão do emprego foi bastante modesta. Os dados disponíveis mostram, entre 1975 e 1980, uma forte redução da relação pessoal empregado/área agrícola. Isto resultou, por um lado, de um processo acelerado de mecanização e quimificação e, sobretudo, de uma expansão rápida da criação bovina extensiva, e, por outro lado, da destruição da pequena produção familiar.

A pequena produção familiar perdeu espaço para as grandes explorações em quase toda a região. Como mostra a Tabela 1, o grau de concentração da propriedade fundiária que já era elevado, eleva-se ainda mais. O sistema de crédito (subsidiado) contribuiu bastante para isto na medida que ele beneficiou basicamente os grandes proprietários. A Tabela 2 registra que as pequenas explorações familiares (até 50 hectares) foram completamente excluídas dos benefícios do sistema de crédito. As explorações médias (entre 50 e 200 hectares) receberam apenas 2,1% do total do valor do crédito liberado do Polocentro (Tabela 2).

Tabela 1 - Estrutura agrária da região do cerrado compreendida na área de atuação do "Polocentro", 1970 - 1980.

Explorações por classe de área	Participação na área agrícola total%		
	1970	1975	1980
Até 50 ha	2,3%	2,3%	1,8%
De 50 a 200 "	7,5%	8,5%	7,3%
De 200 a 500 "	9,8%	11,7%	11,7%
De 500 a 1000 "	10,7%	11,6%	11,5%
De 1000 a 2000 "	10,9%	12,6%	12,9%
Mais de 2000 "	58,8%	53,3%	54,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Censos Agrícolas, Fundação IBGE

Por outro lado, a infra-estrutura construída (rodovias, silos, energia elétrica etc.), ao favorecer a elevação dos preços da terra através da ação dos especuladores, contribuiu também para a desarticulação da pequena produção. O pequeno proprietário, em dificuldades econômicas, acaba por vender sua propriedade para tentar a chance em outro lugar. Trata-se de um fenômeno semelhante ao ocorrido em outras regiões do País, como no sul a partir da expansão da cultura da soja nos anos 70. Mas, como assinala Leal (1985), na região do Cerrado a situação é mais chocante tendo em vista que esta era uma região de fronteira agrícola destinada, nos planos oficiais, a cumprir um papel importante na absorção justamente dos camponeses sem terra, que haviam si-

Tabela 2 - Distribuição do crédito agrícola por classe de área na zona de atuação do "Polocentro", 1975 - 1982.

Classe de área Distribuição do valor dos créditos	Número de contratos de crédito	Distribuição dos contratos de crédito	Valor dos contratos (1) de crédito
Até 50 ha 0,0%	13	0,4%	C\$ 414.324
De 50 a 200 2,1%	300	8,9%	C\$ 21.969.964
De 200 a 500 12,0%	788	23,4%	C\$ 124.922.571
de 500 a 1000 15,2%	647	19,2%	C\$ 157.505.028
De 1000 a 2000 18,5%	573	17,0%	C\$ 192.385.678
Mais de 2000 42,8%	734	21,8%	C\$ 443.804.214
Contratos s/declaração de área 9,4%	318	9,4%	C\$ 97.087.953
Total 100,0%	3.373	100,0%	C\$ 1.038.089.735

Fonte: EMATER GO/MG/MT e EMPAER MS

(1) C\$ 1.000 a preços de junho 84; deflator: Índice Geral de Preços/  
Disponibilidade Interna, Fundação Getúlio Vargas.

do vítimas do processo de "consolidação" fundiária nas regiões de ocupação antiga. Também os pequenos produtores não-proprietários, trabalhando no interior das grandes propriedades, seja como parceiros ou como posseiros, foram expulsos (Tabela 3) pelos grandes proprietários que temiam ter problemas em fazer valer o "direito de dispor livremente de suas propriedades", isto é, o direito de especular livremente. O resultado final foi uma redução **absoluta** da população rural da região.

Neste contexto, a criação extensiva de gado apresenta-se como a maneira mais cômoda de ocupar grandes extensões de terras com baixo investimento por hectare e principalmente com muito pouca mão-de-obra. Isto explica a "vocaçao natural" da região pela criação de gado, como se ouviu muito falar. Ou então, quando o grande proprietário decide investir na produção agrícola, ele escolherá a cultura ou culturas mais rentáveis, que são, principalmente, aquelas suscetíveis de serem mecanizadas e quimificadas em todas as fases do calendário agrícola, de modo a reduzir ao máximo a quantidade de mão-de-obra empregada. Para estes grandes proprietários, que residem frequentemente em cidades ou mesmo outros estados, a introdução de sistemas de cultura mais complexos e diversificados, que exigem uma participação mais direta diante dos

Tabela 3 - Condição dos produtores na região de atuação do "Polocentro", 1970 - 1980.

Condição dos produtores	Participação na área agrícola total%		
	1970	1975	1980
Proprietário	90,4%	92,8%	94,5%
Arrendatário	3,2%	1,8%	2,1%
Meeiro	0,3%	0,3%	0,4%
Posseiro	6,0%	4,9%	2,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Censos Agrícolas, Fundação IBGE e EMATER.

trabalhos agrícolas – o que Janvry (1978) chamou de "on-line management" – é algo a evitar.

Em resumo, o agricultor típico da região do Cerrado é o grande proprietário, possuindo mais de 500 hectares (79,2% da área agrícola total da região – Tabela 1). Como regra geral, estes fazendeiros dedicam-se à criação extensiva de gado bovino. O arroz é cultivado durante 2 ou 3 anos como cultura de abertura de pastagens. Isto porque o arroz é uma cultura resistente ao alto índice de toxidez de alumínio, que caracteriza os solos da região. Alguns destes fazendeiros reservam uma parte das terras para plantar alguma cultura, seja para os animais como complemento alimentar ou para vender no mercado. Dada a grande quantidade de terra disponível, é possível praticar uma espécie de rotação a meio caminho do que nós chamamos de "rotação pedológica" e o verdadeiro sistema de rotações. Isto é, cultiva-se um pedaço de terra sem se importar muito com medidas de conservação, e quando os rendimentos começam a baixar se introduz a pastagem no lugar da cultura. Por outro lado, os agricultores que dedicam a maior parte das terras às culturas tenderão a fazer uma ou mais monoculturas, em função das flutuações do mercado.

### 3.3 A pesquisa agrícola no Cerrado

Nossa análise está baseada nos relatórios técnicos de pesquisa e nos trabalhos dos pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC), cobrindo o período entre 1975 (ano de criação do CPAC) e 1982.

#### 3.3.1 As características ecológicas do meio

A região dos Cerrados se estende por cerca de 180 milhões de hectares (21% do território nacional), da linha do equador à linha do trópico de Capricórnio. O Cerrado apresenta quatro tipos de cobertura vegetal, segundo o volume da biomassa: Cerradão, Cerrado, Campo Sujo, Campo Limpo. O Cerradão é uma espécie de transição entre a floresta tropical e a vegetação característica do Cerrado propriamente dito, onde predominam essências arbustivas lenhosas, adaptadas ao "stress" hídrico. O Campo Sujo é

caracterizado por uma vegetação arbustiva de pequeno porte e pouco densa, com uma predominância de plantas herbáceas. O Campo Limpo é uma formação herbácea, salpicada de essências arbustivas.

Quanto aos solos há uma predominância (56% da área total) dos Latossolos, os quais constituem o estereótipo dos solos tropicais: ácidos, pobres em bases, elevada saturação de alumínio, retendo muito fortemente o fósforo; mas são solos profundos, com boa textura<sup>33</sup>. Em seguida há os solos arenosos (quartzito) (20% da área) de baixa fertilidade química e física, as lateritas (10%) que drenam mal as águas pluviais, os solos pedregosos pouco profundos apresentando sérias limitações químicas e físicas (9%) e os Utissolos e Alfissolos (5%) de boa fertilidade natural. Do ponto de vista da relação vegetação/solo, observa-se que o volume de biomassa natural aumenta com a elevação do pH, da capacidade de troca de cátions e do teor de elementos minerais disponíveis (Ca, Mg, K, P, Zn, Cu, Mn), independentemente da taxa de matéria orgânica, do teor de ferro e da textura do solo. A topografia da região é plana, e o regime pluviométrico é marcado por uma estação chuvosa (outubro-abril), que concentra 90% das precipitações. Existe, portanto, uma estação seca muito pronunciada, que impede a implantação de uma segunda cultura sem irrigação, no mesmo ano. No entanto, durante a estação das chuvas existem curtos períodos secos ("veranicos"), variando de uma a três semanas. Dada a baixa capacidade de retenção de água da maioria destes solos, este curto período seco pode provocar perdas de até 40% da produção.

### 3.3.2 As soluções técnicas propostas

**A. O problema da baixa fertilidade natural dos solos do Cerrado.** Os solos apresentam uma baixa CTC (Capacidade de Troca de Cátions), além de serem ocupados por íons trocáveis de hidrogênio e de alumínio, o que resulta num baixo pH (elevada acidez), e possuem uma alta saturação de alumínio (toxidez). Isto limita o desenvolvimento radicular das plantas, tornando-as mais suscetíveis às variações da pluviometria no verão (veranico). Para resolver este problema, propõe-se principalmente a calagem. Toda uma série de experimentos foram realizados para determinar a melhor formulação de calcário, o melhor método de incorporação, a dosagem correta etc. Propõe-se também a incorporação de matéria orgânica. Os efeitos benéficos desta são assinalados: melhoria da capacidade de retenção de água dos solos, maior estabilidade dos agregados de terra, maior atividade e eficácia dos microrganismos, redução da saturação do alumínio etc. Vários experimentos foram também postos em prática para se estudar a produção e a manutenção da matéria orgânica (incorporação de restos de cultura e adubo verde), e os primeiros resultados indicam que, se se incorporasse regularmente a M.O., a capacidade de troca de cátions aumentaria de 25% a 50% (Relatório técnico anual 1979).

O segundo problema a resolver é a forte fixação de fósforo, o que o torna pouco disponível às plantas. A solução proposta é a de "saturar" a capacidade de fixação do fósforo do solo através de uma pesada fertilização fosfatada. Do mesmo modo que no

caso anterior, toda uma série de experimentos foram realizados para determinar as condições ideais de aplicação do fósforo, a melhor fórmula etc. Como o fósforo custa caro, estuda-se também a possibilidade de estimular as associações de micorrizas com as raízes das plantas, as quais facilitam a absorção de fósforo. Estes fungos melhoram a eficácia de absorção de nutrientes e de água pelo vegetal ao aumentar a superfície de absorção no interior dos solos (Miranda 1981). A seleção de variedades mais adaptadas (mais resistentes à toxidez do alumínio e com maior poder de extração do fósforo) aparece como uma solução comum aos dois problemas, permitindo reduzir as necessidades de calcário e de fósforo, bem como contornar a dificuldade de incorporação profunda do calcário.

De modo geral, os solos apresentam carências da maioria dos nutrientes minerais. O teor médio de matéria orgânica não é muito baixo (2,3%). No que concerne ao nitrogênio, além dos testes para determinar as dosagens corretas, o interesse concentra-se no potencial de fixação atmosférica. Duas possibilidades complementares são estudadas: primeiro, a fixação do nitrogênio atmosférico pela *Spirillum* sp., uma bactéria que vive associada a raízes de várias gramíneas tropicais, inclusive o milho; em segundo lugar, a fixação, mais conhecida, de nitrogênio do ar pelo *Rhizobium* que vive em simbiose com as raízes das leguminosas. Nos dois casos, o esforço de pesquisa se faz no sentido de melhorar, de um lado, a capacidade de fixação destes microrganismos através de linhagens mais eficientes, e, de outro lado, no sentido de aumentar o grau de infestação das raízes, seja através de técnicas de inoculação, seja através da seleção de variedades de plantas mais suscetíveis de serem infestadas<sup>34</sup>. Para os demais macronutrientes, bem como para os micronutrientes, as soluções estudadas repousam na aplicação de fertilizantes químicos.

**B. O problema da água.** A água é um fator severamente limitante da produção agrícola no Cerrado, em plena estação das chuvas. Duas ou três semanas ou mesmo alguns dias sem chuvas são suficientes para provocar uma quebra importante da produção. Isto se deve, por um lado, ao pouco desenvolvimento radicular das plantas, em virtude do estado estrutural do solo e, por outro lado, à forte demanda de água imposta pelas condições climáticas da região. Assim, a capacidade de transpiração da planta não acompanha a demanda de água imposta pelo clima, levando a planta a se proteger do desequilíbrio hídrico fechando seus estômatos.

No que concerne à capacidade de retenção de água do solo, as medidas estudadas são: reduzir a acidez numa profundidade maior do solo através da incorporação profunda de calcário e melhorar a estrutura física através de práticas culturais apropriadas (incorporação sistemática de matéria orgânica, rotação de culturas etc.). Com isto, espera-se aumentar o desenvolvimento radicular. No que concerne à demanda de água imposta pelo clima, testou-se cobertura vegetais mortas ("mulch"), coberturas de plástico e antitranspirantes químicos. O calcário profundo e a cobertura vegetal mostraram bons resultados. Não se considerou a hipótese de quebra-ventos (barreiras de árvores). Ao nível das plantas, a seleção de variedades mais tolerantes ao "stress" hídrico vem completar o esforço para resolver o problema. Como alternativa resta, evidentemente, a irrigação. Vários sistemas foram estudados. Cabe mencionar que no úl-

timo relatório examinado (Relatório técnico anual 1982), as soluções ao nível do complexo solo/clima/planta não são mais mencionadas. A irrigação aparece como a opção ideal para resolver o problema.

**C. A conservação dos solos.** É preciso dizer de início que, embora seja reconhecida sua gravidade, o problema da erosão é tratado de um modo bastante sumário em todos os relatórios examinados<sup>3 5</sup>. Nos primeiros relatórios, além da descrição de experimentos realizados para medir a amplitude do fenômeno, são descritos alguns testes comparativos entre vários métodos de preparo do campo para a sementeira e tipos de terraceamento que permitam a passagem de máquinas. Além disso, são feitas algumas recomendações gerais: manter o solo sempre coberto (restos de cultura, antecipar a sementeira (para evitar as chuvas mais intensas), adotar sistemas de plantio direto, cultivar uma cultura de cobertura para ser incorporada como adubo verde e adotar algumas rotações culturais (soja/trigo) para manter o solo protegido (Relatório técnico anual 1979). A partir do relatório de 1978/79, observa-se certa mudança de ênfase, e o assunto é tratado de maneira mais detalhada. **Fica mais explícita a idéia de que o problema da erosão só pode ser tratado eficazmente dentro de um conjunto de práticas culturais.** Após toda uma série de experimentos, os pesquisadores chegam à conclusão (7 séculos após Crescenzi) de que não é possível controlar a erosão apenas com medidas de controle mecânico, sem levar em conta os métodos de preparo do solo, a densidade do plantio, a sucessão de culturas, a incorporação de matéria orgânica etc.<sup>3 6</sup>

No relatório de 1979/80 constam dois experimentos destinados a estudar o efeito das práticas conservacionistas mencionadas sobre as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo. Os resultados são positivos. No relatório de 1980/81, a manutenção de uma taxa elevada de matéria orgânica no solo, tendo em vista seu papel benéfico sobre as propriedades físicas do solo, é apresentada, de modo contraditório com o relatório anterior, não como uma prática fazendo parte de um conjunto coerente de técnicas, mas como uma **opção** para aumentar os rendimentos das culturas sem gastar muito na compra de fertilizantes químicos. O papel da matéria orgânica na configuração de um estado estrutural que aumenta a capacidade de resistência do solo à erosão não é mencionado.

São mencionados os principais fatores que impedem a adoção de práticas de conservação de solo: as características topográficas da região favoráveis à mecanização; o desmatamento excessivo; a grande extensão das propriedades; o custo das práticas conservacionistas; a falta de créditos específicos; e o desconhecimento do meio pelo agricultor. Se alguns destes fatores são evidentes, não precisando de explicações suplementares, outros não o são, e nem por isso estas são dadas. Assim, por exemplo, a mecanização pode ou não ser um fator de erosão. Vai depender de como se utiliza os equipamentos. Para concluir, é forçoso constatar que o tratamento dado ao problema da conservação de solos é ambíguo. Ao mesmo tempo que se reconhece sua gravidade, o esforço de pesquisa para encontrar soluções, medido pelo número de experimentos realizados, é modesto. Talvez porque, afinal, sabe-se muito bem quais as causas da erosão, os experimentos não acrescentariam muita coisa. Enquanto não se mudar o

próprio método de cultura, as medidas de controle mecânico da erosão não passam de um paliativo precário, numa região tropical exposta a fortes chuvas.

**D. O controle de pragas.** No que concerne às pragas, o esforço de pesquisa se faz no sentido do estudo das características biológicas, ciclos de infestação etc., visando o desenvolvimento de técnicas de controle integrado, isto é, a utilização de meios de controle mecânico, químico e biológico. Paralelamente, procura-se selecionar variedades mais resistentes. No entanto, somente na parte consagrada ao problema dos nematóides, que é a maior, a luta biológica é tratada de modo mais detalhado. Talvez porque neste caso os agrotóxicos se mostraram pouco eficazes<sup>37</sup>. Entre os métodos biológicos, ressaltam-se as práticas culturais (retorno sistemático de matéria orgânica, rotação de culturas e especialmente a incorporação de adubo verde). Assinala-se, também, os efeitos colaterais benéficos destes métodos no que concerne à fertilidade do solo, à capacidade de retenção de água e redução da erosão. Nota-se também, prudentemente, que estes métodos de controle culturais podem ser especialmente apropriados para as regiões tropicais e subtropicais. Os resultados obtidos nos campos de teste foram excelentes. Constatou-se que a acidez e o desequilíbrio mineral do solo favorecem a infestação de nematóides. Quanto às ervas daninhas, as medidas de controle mecânico e químico são consideradas as mais eficazes. Menciona-se, apesar disto, a existência de vários experimentos, demonstrando que as ervas daninhas necessitam de um mínimo de intensidade luminosa para se desenvolverem (20%). Isto *sugeriria* a possibilidade de controlá-las através de rotações e espaçamentos apropriados.

#### 4. Considerações Finais

A diferença entre a agricultura americana no século XIX (e em certa medida até hoje) em relação à agricultura européia, onde predominava ainda um grande campesinato tradicional, é que a ausência de consciência conservacionista fundada na tradição facilitou o desenvolvimento de uma agricultura comercial especulativa, para a qual conservar o meio representava custos insuportáveis. Fazer seguir uma leguminosa à cultura do trigo ou do milho, de preços atrativos, para conservar o solo seria uma perda de dinheiro impensável para o agricultor americano. Para o camponês europeu, ao contrário, a fertilidade de sua terra representa o fruto do trabalho acumulado de muitas gerações. Assim, ele resiste a adotar métodos de cultura que lhe parecem ir contra as regras estabelecidas de uma cultura "de bom pai de família".

A América fazia os descendentes dos camponeses europeus perderem o sentido do longo prazo de seus ancestrais. A solidariedade diacrônica entre gerações, tão característica da cultura camponesa tradicional, foi liquidada diante da perspectiva de enriquecimento rápido em face da abundância de terras cuja fertilidade era um dom da natureza pronto para "consumir". "Quanto o senhor colheu? 120 dólares por hectare: a resposta é dada sem hesitar. Mas quantos quilos, hectolitros ou arrobas? Para responder, certos agricultores têm que dividir a receita por hectare pelo preço do produto. O camponês europeu, ao contrário, conhece os rendimentos físicos por hectare; ele tem às vezes que multiplicar pelo preço para saber a receita por hectare" (Dumond 1949:26).

Esta passagem do relatório de Dumond ilustra bem o que foi dito sobre a diferença de ver as coisas entre o "farmer" americano e o camponês europeu.

Nos EUA, a conservação do solo só entrava nas preocupações do agricultor quando a degradação ameaçava a rentabilidade do negócio. Então, ele vai tomar as medidas possíveis. Trata-se, fundamentalmente, de trabalhos de contenção mecânica contra o escorrimento da água pluvial e de proteção contra o vento que, com a ajuda de fertilizantes químicos, de pesticidas e de trabalhos intensivos de reestruturação mecânica do solo, lhe permite continuar a fazer monoculturas. As terras muito degradadas para serem recuperadas são abandonadas à criação animal extensiva ou às florestas. Certos economistas, com uma visão estreita do que é a fertilidade de um solo, interpretaram esta situação em termos de um balanço, positivo, entre os ganhos que resultam dos investimentos realizados na terra (fertilizantes químicos) e as perdas ("desinvestimento") das propriedades originais do solo em decorrência da erosão<sup>38</sup>. Assim, enquanto na Europa os investimentos realizados na terra por gerações de camponeses praticando a "cultura melhoradora" vieram melhorar as propriedades originais do solo (ou mesmo quase "construir" um solo novo), nos EUA os investimentos realizados vêm substituir estas propriedades originais que foram degradadas e que não deixarão de ser.

**Os interesses concretos dos agricultores se chocam, portanto, com as recomendações de práticas agrícolas decorrentes da análise científica do complexo pedoclimático.** Isto leva fatalmente a uma clivagem no interior das instituições de pesquisa entre os pesquisadores. Via de regra, esta clivagem se desenha entre aqueles pesquisadores alocados na pesquisa mais fundamental e aqueles trabalhando mais em contato com os agentes interessados (agricultores e industriais). Nos EUA, no começo do século esta clivagem dava-se também entre instituições de pesquisa; entre o Departamento de Agricultura, órgão federal, cujos pesquisadores trabalhavam mais ao abrigo das pressões dos agentes interessados, e as estações experimentais do interior, cujos pesquisadores estavam mais expostos a estas pressões. Os pesquisadores do Departamento de Agricultura tinham mais liberdade que seus colegas das estações experimentais regionais para seguir a lógica própria da pesquisa científica e tirar dela as conclusões necessárias no que concerne às práticas agrícolas a serem recomendadas. Eles sofriram menos o problema que Rossiter (1975) chama de necessidade de conciliar as complexidades da ciência agrícola com a demanda do público por benefícios práticos. O fato de que a pesquisa científica mais aprofundada, o que chamamos hoje de pesquisa fundamental (como, por exemplo, o estudo das propriedades físicas do solo), é muito mais complexa, exigindo experimentos custosos cujos resultados práticos não eram visíveis de imediato; isto era resultado de que nas estações de pesquisa regionais não se fazia este tipo de pesquisa.

As estações regionais nasceram de um vasto movimento de propaganda e de agitação a seu favor, sob o argumento de que elas eram indispensáveis para se por em prática sistemas agrícolas eficazes e rentáveis. Para a maioria dos fazendeiros e jornalistas interessados, o papel que as estações experimentais deviam desempenhar era claro: elas deviam realizar os experimentos que o agricultor individualmente não tinha tempo nem os meios de executá-los. Elas deviam operar como fazendas modelos, cuja preocupação maior devia ser a rentabilidade - "How, after all, could it be presumed a

model if it lost money?" (Rosenberg 1971). No que concerne aos pesquisadores, as qualidades requeridas eram o senso comum, ordem e precisão aliados à "criatividade inata" do homem americano. Somente no que diz respeito à química agrícola, era exigido do "staff" da estação experimental uma qualificação especial. Mas mesmo sobre este ponto, o que se esperava dos pesquisadores era somente testes com as diversas marcas de fertilizantes disponíveis no mercado, seja para identificar as fraudes eventualmente cometidas pelos fabricantes, seja para estabelecer a "receita" adequada para resolver o problema da baixa fertilidade dos solos. O predomínio do problema da fertilização química era mais forte dado que o principal argumento evocado nas campanhas pela criação das estações experimentais era o papel que elas teriam na regulação da composição dos fertilizantes químicos.

Entretanto, logo foi reconhecido por todos os agentes interessados que não seria possível fazer pesquisa aplicada sem um mínimo de pesquisa fundamental. Por exemplo, para se determinar a fertilização apropriada para uma dada cultura é preciso conhecer as características pedológicas do solo em interação com a espécie vegetal em questão; do mesmo modo, a seleção mais eficaz de variedades tendo as qualidades desejadas exige conhecimentos cada vez mais profundos em genética, biologia molecular, fisiologia vegetal etc. Mas, se a pressão dos agentes interessados, que resulta de um **quadro sócio-econômico e institucional dado**, não provoca mais problemas ao nível das relações entre pesquisa aplicada e pesquisa fundamental, ela continua a provocá-los no que diz respeito ao desenvolvimento de técnicas agrícolas que levem em conta a reprodução ecológica do ecossistema a longo prazo.

É o que tentamos mostrar em nossa análise da pesquisa levada a cabo no Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado. A maior consciência ecológica e, principalmente, o aumento dos custos dos insumos agrícolas estimularam a pesquisa de técnicas agrícolas não-convencionais, ecologicamente mais equilibradas. Na região dos Cerrados particularmente, dadas suas características naturais, as economias que se espera obter com estas novas técnicas são significativas. Toda uma série de experimentos foram executados com o objetivo de melhorar a estrutura física dos solos, aumentar a fixação de nitrogênio atmosférico por microrganismos, melhorar a capacidade de absorção de fósforo pelas plantas, selecionar variedades mais resistentes a diversos fatores de "stress" etc.

No entanto, observou-se que algumas destas técnicas podem substituir facilmente os insumos industriais (como, por exemplo, a fixação de nitrogênio atmosférico), não implicando mudança no sistema de cultura. Outras, ao contrário, exigem modificações no sistema de cultura e por isso são dificilmente aceitas pelos agricultores. É o caso da rotação de culturas, sobre a qual boa parte das novas técnicas repousa. Isto explica talvez o caráter ambíguo do tratamento dado ao problema da conservação de solo. **O quadro sócio-econômico e institucional da região se choca com a diversificação de culturas organizadas em sistemas de produção ecologicamente equilibrados.**

Wagner (1982), ao mesmo tempo que recomenda a utilização racional da terra estimulada por uma política agrícola que não privilegie cada cultura isoladamente, adverte contra o estabelecimento de modelos fixos, que não acompanham as **flutuações**

**dos mercados nacionais e internacionais.** Ora, se é verdade que certa flexibilidade dos sistemas de cultura é necessária, e perfeitamente possível, é preciso reconhecer que é virtualmente impossível exigir do agricultor a implantação de sistemas de cultura ecologicamente equilibrados, sem um mínimo de estabilidade ao nível dos preços agrícolas. É através de dois especialistas em conservação de solos, Mondardo & Dedecek (1979:642), que o problema da compatibilização entre a reprodutibilidade ecológica a longo prazo e a reprodutibilidade econômica se coloca sem ambigüidade: para eles a conservação a longo prazo do ecossistema agrícola depende da instalação de sistemas de produção diversificados, associados à criação animal; e para se conseguir isto é necessário definir uma política agrícola "capaz de estabelecer sistemas de produção relativamente estáveis". Até o presente, a política agrícola tem-se caracterizado sobretudo pela ajuda que fornece aos agricultores/especuladores na sua "corrida para o ouro" quando as condições são favoráveis para uma dada cultura.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.R. de A. The challenge of agricultural research in Brazil. In: YEGANIANTZ, L., ed. **Brazilian agriculture and agricultural research.** Brasília, EMBRAPA, 1984.
- ALVES, E.R. de A. A produtividade da agricultura. In: ACOSTA-HOYOS, L.E. **Guia da EMBRAPA e de instituições brasileiras de pesquisa agropecuária.** Brasília, EMBRAPA-DID, 1981. p.13-74.
- BRAY, J.O. & WATKINS, P. Technical change in corn production in the United States, 1870-1960. **J. Farm. Econ.**, 46(4), Nov. 1964.
- BROUSSE, H. **Technologie agricole.** Paris, INSEE, 1947.
- BROWNE, C.A. The relation of chemistry to agriculture. **Science**, 60, Dec. 1924.
- BROWNE, C.A. **A source book of agricultural chemistry.** Waltham, Chronica Botanica, 1944. v.8. (Chronica Botanica, 1).
- CARMAN, H.J. & TUGWELL, R.G. The significance of American agricultural history. **Agric. Hist.**, 12(2), Apr. 1938.
- CAVALCANTI, J.S.B. A preservação do campesinato na área do brejo paraibano; a lógica interna de reprodução das pequenas unidades agrícolas e a intervenção dos programas governamentais de desenvolvimento. **Cad. Dif. Tecnol.**, 1(1):53-69, 1984.
- CEPEDE, M. **Du prix de revient au produit net en agriculture;** essai d'une theorie de la production. Paris, CNIE/Presses Universitaires de France, 1946.
- COLEMAN, J. On the causes of fertility or barrenness of soils. **J.R. Agric. Soc. Engl.**, 16, 1855.
- DAUBENY, C. On the distinction between the dormant and active ingredients of the soil. **J.R. Agric. Soc. Engl.**, 7, 1846.
- DEMOLON, A. **L'evolution scientifique de l'agriculture française.** Paris, Flammarion, 1946.

- DUMOND, R. *Les leçons de l'agriculture américaine*. Paris, Flammarion, 1949.
- DUTHIL, J. Connaissance du milieu. In: *ÉLÉMENTS d'écologie et d'agronomie*. Paris, J.B. Baillière, 1971.
- DUTHIL, J. Exploitation et amélioration du milieu; bases d'une nutrition efficace du végétal. In: *ÉLÉMENTS d'écologie et d'agronomie*. Paris, J.B. Baillière, 1973a.
- DUTHIL, J. Exploitation et amélioration du milieu; emploi des facteurs de la production végétale. In: *ÉLÉMENTS d'écologie et d'agronomie*. Paris, J.B. Baillière, 1973b.
- FITZHARRIS, J.C. Science for the farmer; the development of the Minnesota Agricultural Experiment Station 1868-1910. *Agric. Hist.*, **48**(1), Jan. 1974.
- GABEL, M. **Ho-ping**; food for everyons. New York, Anchor Books, 1979.
- GEHRKE, W.H. The ante-bellum agriculture of the Germans in North Carolina. *Agric. Hist.*, **9**(3), July 1935.
- GOEDERT, W.J. Uso e manejo dos recursos naturais do Cerrado; solo e clima. In: *CERRADO; uso e manejo*. Brasília, EMBRAPA-CPAC/CNPq/Editerra, 1979.
- GUITHER, H.D. Commodities exchanges, agrarian "political power", and the antioption battle; comment. *Agric. Hist.*, **48**(1), Jan. 1974.
- HALL, A.A. **Le sol en agriculture**; propriétés physiques, chimiques et biologiques. Trad. de A. Demolon. Paris, s.ed., 1906.
- HARGREAVES, M.W.M. Dry farming alias scientific farming. *Agric. Hist.*, **22**(1), Jan. 1948.
- HARGREAVES, M.W.M. The dry farming movement in retrospect. *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, **24**(2/3), apr./sept. 1977. Número especial.
- HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Le profil cultural**; l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Paris, Masson, 1969.
- HOWARD, L.O. The rise of applied entomology in the United States. *Agric. Hist.*, **3**(1), Jan. 1929.
- JANVRY, A. Social structure an biased technical change in Argentine agriculture. In: BISWANGER, H.P. & RUTTAN, V.W., org. **Induced innovation, technology, institutions, and development**. Baltimore, Johns Hopkins Press, 1978.
- LAWES, J.B. On agricultural chemistry. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, **8**, 1847.
- LAWES, J.B. & GILBERT, J.B. On agricultural chemistry, especially in relation to the mineral theory of Baron Liebig. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, **12**, 1851.
- LEE, G.A. The historical significance of the Chicago Grain Elevator System. *Agric. Hist.*, **11**(1), Jan. 1937.
- LURIE, J. Commodities exchanges, agrarian "political power", and the antioption battle, 1890-1894. *Agric. Hist.*, **48**(1), Jan. 1974.
- Cad. Dif. Tecnol., Brasília, 4(1):59-95, jan./abr. 1987

- LURIE, J. Speculation and profits; the ambivalent agrarian in the late nineteenth century. *Agric. Hist.*, 46(2), Apr. 1972.
- LIEBIG, J. On some points in agricultural chemistry. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, 17, 1856.
- MCCOLL, A.G. The development of soil science. *Agric. Hist.*, 5(2), Apr. 1931.
- MC CONNELL, P. Rotations. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, 69, 1908.
- MALDEN, W.J. Recent changes in farm practices. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, 7, 1896.
- MALASSIS, L. *Economie des exploitations agricoles; essai sur les structures et les résultats des exploitations agricoles de grande et de petite superficie*. Paris, A. Colin, 1958.
- MIRANDA, J.C.C. *Utilização das micorrizas na agricultura*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1981. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 8).
- MONDARDO, A. & DEDECEK, R.A. Manejo e conservação do solo para as regiões dos cerrados. In: CERRADO; uso e manejo. Brasília, EMBRAPA-CPAC/CNPq/Editerra, 1979.
- NOURSE, E.G. The revolution in farming. *Yale Rev.*, 8(1), Oct. 1918.
- OLSON, L. Columella and the beginning of soil science. *Agric. Hist.*, 17(2), Apr. 1943.
- OLSON, L. Pietro de Crescenzi; the founder of modern agronomy. *Agric. Hist.*, 18(1), Jan. 1944.
- PASTORE, J. & ALVES, E.R. de A. *A reforma do Sistema Brasileiro de Pesquisa Agrícola*. s.l., IPEA/INPES, 1975. (Série monográfica, 17)
- PRIMAVESI, A. *O manejo ecológico do solo; a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo, Nobel, 1982.
- PROUT, W.A. & VOLCKER, J.A. Continuous corn growing in its practical and chemical aspects. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, 66, 1905.
- RANGE, W. *A century of Georgia agriculture, 1850-1950*. s.l., University of Georgia Press, 1954.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1976.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1979/1982.
- RESCK, D.V.S. *Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de cerrados*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1981. (EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 6)
- ROME, A.W. American farmers as entrepreneurs, 1870-1900. *Agric. Hist.*, 56(1), Jan. 1982.
- ROMEIRO, A.R. *Agriculture et progrès technique; une étude sur la dynamique des innovations*. Paris, s.ed., 1986. Tese Doutorado.

- ROSENBERG, C.E. Science, technology, and economic growth; the case of the Agricultural Experiment Station scientist, 1875-1914. *Agric. Hist.*, 45(1), Jan. 1971.
- ROSSITER, M.W. **The emergence of agricultural science; Justus Liebig and the Americans, 1840-1880.** s.l., Yale University Press, 1975.
- RÖTSCHKE, M. Some account of the cultivation of a farm in Silesia by artificial manure alone for fourteen years. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, 13, 1852.
- RUSSELL, E.J. **A history of agricultural science in Great Britain, 1620-1954.** London, G. Allen & Unwin, 1966.
- RUSSELL, E.J. **Soil conditions and plant growth.** London, Longmans, 1912.
- RUTTAN, V.W. **Agricultural research policy.** Minneapolis, University of Minnesota Press, 1982.
- SACHS, I. **Stratégies de l'ecodéveloppement.** Paris, Ouvrières, 1981. (Editions Economie et Humanisme).
- SCHMIDT, L.B. The agricultural revolution in the Prairies and the Great Plains of the United States. *Agric. Hist.*, 8(4), Oct. 1934.
- SHÜBER, G.S. On the physical properties of soil, and the means of investigating them. *J.R. Agric. Soc. Engl.*, 1, 1840.
- SCHULTZ, T.W. The declining economic importance of agricultural land. *Econ. J.*, 61(244), Dec. 1951.
- SEBILLOTTE, M. & BOURGEOIS, A. Réflexion sur l'évolution contemporaine des exploitations agricoles. *Econ. Rurale*, (126), juil/août 1978.
- SERRES, O. **Le theatre d'agriculture et message des champs.** Paris, Maison Rustique, 1600.
- SHARMA, R.D.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V.S. **Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos Cerrados.** Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1982. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 13)
- SOUSA, I.S.F. de & SINGER, E.G. Tecnologia e pesquisa agropecuárias; considerações preliminares sobre a geração de tecnologia. *Cad. Dif. Tecnol.*, 1(1):1-25, 1984.
- SILVER, W.J. C.P.J. Mooney of the Memphis commercial appeal, crusader for diversification. *Agric. Hist.*, 17(2), Apr. 1943.
- THIOLLENT, M. Anotações críticas sobre difusão de tecnologia e ideologia da modernização. *Cad. Dif. Tecnol.*, 1(1):43-51, 1984.
- USHER, A.P. Soil fertility exhaustion and their historical significance. *Q.J. Econ.*, 37(3), May 1923.
- VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R.; SUHET, A.R. **Adubação nitrogenada e inoculação de soja em solos de cerrados.** Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1982. (EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 13)
- Cad. Dif. Tecnol.*, Brasília, 4(1):59-95, jan./abr. 1987

- WAGNER, E. **O programa de desenvolvimento dos cerrados e sua contribuição à produção de grãos e proteína animal**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1982. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 5)
- WATSON, J.S. Some traditional farming beliefs in the light modern science. *Agric. Rev.*, 1, 1953.
- WILEY, B.I. Salient changes in Southern agriculture since the Civil War. *Agric. Hist.*, 13(2), Apr. 1939.
- ZOLLA, D. **L'agriculture moderne**. Paris, Flammarion, 1913.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Lucius Columella, o discípulo romano de Virgílio, tinha perfeita consciência da importância de um bom estado estrutural do solo para se obter boas colheitas; ele desenvolveu métodos empíricos de observação e controle do estado estrutural do solo: o solo devia colar ligeiramente nos dedos e não se desmanchar em pequenos pedaços quando cai por terra. Ou então, cava-se um pequeno buraco e depois torna-se a enchê-lo com a mesma terra; se para tapar o buraco for preciso menos terra do que se havia retirado, isto quer dizer que o solo é bom, que a terra é "gorda" (Olson 1943). Na Idade Média, Pietro de Crescenzi, considerado por Olson como o fundador da agronomia moderna, havia feito certas recomendações para melhorar o solo, muito semelhantes àquelas dos agrônomos modernos: "As recomendações de Crescenzi para melhorar o solo se assemelham àquelas dos modernos agrônomos. Como estes, ele reconhecia a necessidade de se fazer rotações, culturas de cobertura, adubo verde e fertilização sistemática para preservar e melhorar o solo. Todas as suas rotações incluíam leguminosas ou forrageiras, ou uma combinação de ambas" (Olson 1944:37).
- <sup>2</sup> Aristóteles adotou a teoria dos quatro elementos de Empédocles, segundo a qual todas as substâncias existentes resultam de combinações diferentes de quatro elementos fundamentais: a terra, a água, o ar e o fogo. E cada substância pode se transformar em outra a partir de modificações nas combinações entre estes quatro elementos fundamentais; é a teoria da transmutação. Mas cada substância não resulta diretamente destes quatro elementos. Aristóteles adotou também a teoria de Anaxágoras, segundo a qual os elementos que formam cada substância são miniaturas infinitamente pequenas da mesma substância. São estas miniaturas que resultam diretamente da combinação dos quatro elementos fundamentais. Assim, no que concerne à nutrição vegetal, Aristóteles supunha que a matéria orgânica das plantas resultava da soma destas partículas infinitamente pequenas e pré-formadas que, assimiladas pelas raízes, vão se depositar, sem se modificar, nos tecidos e órgãos que têm o mesmo caráter "homoiomerique". Esta doutrina de Aris-

tóteles se mantera durante dois mil anos e foi "aperfeiçoada" com a teoria do húmus nos séculos XVIII e XIX. Paracelsus, embora aceitando o princípio dos quatro elementos, sustentou que os constitutivos fundamentais do mundo material não eram simples substâncias mas sim a mistura de três princípios – enxofre, mercúrio e sal – representando, respectivamente, as qualidades de combustão, de fluidez e de solubilidade. Com estes três princípios, ele concebeu uma nova teoria de nutrição animal e vegetal: ambos tinham necessidade de alimentos orgânicos ou combustíveis (enxofre), de água (mercúrio) e de matéria mineral (sal). Os vegetais os recebem do solo e da chuva. Se falta um destes elementos, o corpo sofre, mesmo se os outros elementos foram abundantes. Browne (1944:25) viu nisto "um obscuro reconhecimento da **lei do mínimo** anunciada três séculos mais tarde".

- 3 "Le fumier des terres est une très-notable partie du Mesnage, étant notoire a tous ceux qui font profession de manier la terre, que c'est lui qui réjouit, rechauffe, engraisse, amollit, adoucit, dompte, et rend aisées les terres fâchées et lasses par trop de travail, celles qui, de nature, sont froides, maigres, dures, amères, rebelles et difficiles a cultiver, tant il est vertueux" (Serres 1600:97).
- 4 A propósito da obra dos dois homens, J.M. van Bemmelen (1901), numa contribuição à biografia científica de Mulder, se exprimia assim: "Liebig expôs seu sistema em asserções dogmáticas, as quais, por causa de seu tom convicto, transformaram e fizeram avançar a ciência agrícola. . . Mulder por outro lado tentou iluminar todos os aspectos de cada problema sem confiná-lo em quaisquer limites do dogmatismo. A todo momento ele tornou evidente a necessidade da ciência. . . Se Liebig rejeitou constantemente as velhas práticas agrícolas, Mulder levou-as em consideração. Não foi Mulder, mas sim Liebig quem controlava a orientação da pesquisa agrícola na Alemanha e no mundo. Somente muito vagarosamente a pesquisa se liberou de sua influência. Devemos, entretanto, dar um grande valor ao esforço de Liebig em impulsionar o desenvolvimento da química agrícola. . . Mas, parece-nos que teria sido bem melhor para a química agrícola se as idéias de Mulder e não as de Liebig tivessem prevalecido. . . Pode-se afirmar que os progressos recentes na química e física agrícolas, embora ainda modestos, têm sido realizados segundo as linhas gerais de Mulder e não de Liebig. Grande parte do progresso futuro da ciência agrícola dependerá, por um lado, da pesquisa sobre as partes gelatinosas do solo (húmus e silicatos) e dos processos químicos que ocorrem em seu interior e, por outro lado, de um maior esforço por descobrir e elaborar regras de práticas agrícolas" (Browne 1944:261).
- 5 Na realidade, Liebig foi aquele que unificou num conjunto coerente as idéias e as descobertas feitas por outros, e que se encontravam dispersas. Liebig, a quem a

modéstia não fazia parte das qualidades, aplicava a ele próprio o que Macaulay disse a propósito de Francis Bacon: "Ele não foi quem abriu aquele caminho; nem seu descobridor; não foi tampouco quem o examinou e mapeou. Mas ele foi quem primeiro chamou atenção do público para a inexaurível mina de riquezas, que tinha sido totalmente negligenciada e cujo acesso só se fazia por aquele caminho. Ao fazer isto ele tornou aquele caminho, até então freqüentado apenas por camponeses e confusos, freqüentado por uma categoria mais elevada de viajantes" (Liebig 1856:326).

- 6 Eles criticavam Liebig não somente pelo fato de que a análise das cinzas não mostrava a presença do nitrogênio, mas também pelo fato de que ele não considerava a ação dos múltiplos elementos atuando no solo, o que tornava impossível calcular com precisão a quantidade de nutrientes minerais necessária (Lawes 1847, Lawes & Gilbert 1851).
- 7 "Ele assinalou que grandes grupos de plantas teriam provavelmente necessidades similares de nutrientes, e uma sucessão de colheitas removerá tanto nutriente que a produtividade da terra baixará. O remédio, ele escreveu, é repor os nutrientes removidos. Os agricultores tentam superar este problema através de rotações de cultura, mas isto apenas posterga o problema; se as substâncias removidas do solo são devidamente repostas em cada estação, então o solo manterá sua produtividade indefinidamente. **As rotações se tornam desnecessárias e a superfície do trigo poderia ser aumentada**" (Russell 1966:77).
- 8 "Apesar disto, um certo número de vendedores de fertilizantes, sentindo que eles tinham suporte científico, divulgaram a idéia de que os fertilizantes químicos poderiam substituir completamente a adubação orgânica. A velha controvérsia foi revivida e ficou ativa um certo tempo: quando eu comecei a fazer palestras a fazendeiros em 1902, era geralmente esperado que eu começasse a denunciar a adubação orgânica como sem valor e desnecessária, e proclamar a superioridade dos fertilizantes químicos". . . (Russell 1966:221). Russell nos conta também que em face das novas teorias vitalistas que surgiram pregando o abandono dos fertilizantes químicos, como aquela de Sir Albert Howard (An agricultural testament 1941) na Inglaterra, os fabricantes de fertilizantes sentindo-se ameaçados entraram com recurso junto a "Royal Society of Arts" para um julgamento parcial (Russell 1966:450).
- 9 É surpreendente que Rossiter (1975:11) possa se perguntar as razões deste entusiasmo dos agricultores pelas idéias de Liebig (e achar que é difícil de determiná-las) os quais, como ela mesma assinala, estavam obsecados pela perda de

fertilidade dos solos, e se recusavam adotar os métodos de fertilização e de conservação recomendados pelos agrônomos (compostos, rotações de cultura, culturas de cobertura etc.).

- <sup>10</sup> "O solo não é um simples suporte para a vegetação. É um meio vivo. . . Não se pode, a partir de uma análise química do solo, deduzir como se fosse uma fórmula matemática as quantidades de fertilizantes a colocar. O agricultor precisa conhecer sua terra" (Brousse 1947:8).
- <sup>11</sup> "A nova escola de químicos agrícolas está caminhando em direção a um conceito dinâmico dos fenômenos do solo que se distancia completamente dos conceitos essencialmente estáticos de Liebig. Em vez de definir a fertilidade em termos de conteúdo mineral, se julga agora essencial considerar a "condição" do solo no que diz respeito às partículas componentes e suas propriedades coloidais; ao volume e estado da matéria orgânica no solo; à população de microorganismos do solo. . . A solução para o solo é provavelmente uma expressão do efeito total de todos estes fatores em interação. Quando todas as condições são favoráveis, quantidades modestas de nutrientes minerais são adequadas para a nutrição das plantas" (Usher 1923:404).
- <sup>12</sup> Browne (1924:579) defende a utilização do termo química agrícola no sentido mais amplo: "É um termo que inclui não apenas a química, mas também mineralogia, meteorologia, fisiologia vegetal e animal, micologia e outras ciências correlatas. A química agrícola não se preocupa, como no início, com a mera análise química dos solos, das culturas e dos animais, mas com o papel dinâmico cumprido pelos constituintes na solução do solo e nos fluidos do organismo vivo. . .
- <sup>13</sup> Coleman (1855) tinha observado que certos solos eram ricos em elementos fertilizantes, mas não eram considerados como férteis. Eles possuíam uma estrutura física ruim: "É por estas razões que a fertilidade parece freqüentemente depender mais de causas físicas do que químicas, embora as duas estejam intimamente combinadas". . . Do mesmo modo Daubeny (1846), o primeiro a distinguir entre nutrientes disponíveis ("active ingredients") e nutrientes não disponíveis ("dormant ingredients"), em função do estado da estrutura física do solo.
- <sup>14</sup> Sebillotte & Bourgeois (1978:22) resumem muito bem o que nós tentamos precisar aqui: "Uma outra evolução das práticas poderia gerar uma história da parcela, de modo a tornar menos necessário as intervenções técnicas de correção. De um lado, é preciso constatar que a informação dirigida aos agricultores não ia neste sentido; por outro lado, as restrições impostas pelo meio ambiente econômico te-

riam permitido uma outra via que não a que foi seguida? A escolha da rotação cultural a seguir, portanto a gestão da história da parcela, só pode ser feita dentro das possibilidades de comercialização existentes. . . Nas condições econômicas recentes (\*) o mercado impõe a escolha das culturas, independentemente dos desequilíbrios ecológicos que possam decorrer; os meios técnicos disponíveis o permitem. **Isto conduzia, entre outras coisas, a reforçar a idéia do solo como um simples suporte das culturas**". Grifo nosso. (\*) Não tão recentes na verdade.

- <sup>15</sup> Recuperar esta racionalidade das práticas agrícolas camponesas num outro nível de conhecimentos científicos e tecnológicos é uma das idéias fundamentais do conceito de ecodesenvolvimento proposto por Sachs (1981).
- <sup>16</sup> Para um desenvolvimento mais completo sobre este ponto ver Romeiro (1986).
- <sup>17</sup> Gabel (1979:94) tem razão quando diz que "o trabalho realizado pela diversidade e complexidade do ecossistema é realizado pelos combustíveis fósseis no moderno sistema alimentar".
- <sup>18</sup> "Depois de algumas consultas ansiosas com meu então vizinho, Baron A. von Gablentz, nós ficamos convictos que os lucros aumentariam se toda a produção do ano fosse vendida sem passar através dos intestinos dos animais mantidos na fazenda. . . Eu não contesto de modo algum a superioridade do esterco, mas eu simplesmente constato que neste país sem mercado para a carne fresca, mas com bom solo, com facilidade para se obter fertilizantes e vender a produção, meu próprio sistema é mais lucrativo (Rötschke 1852:564).
- <sup>19</sup> Continuava o problema da manutenção da estrutura física do solo, o qual, do ponto de vista científico, era pouco conhecido até o começo do século XIX. Sabia-se empiricamente que o esterco tinha uma ação importante na configuração de uma estrutura física adequada. Examinando o resultado do experimento feito em Rothamsted, Prout & Volcker (1905) de Sawbridgeworth chegam à conclusão que seria possível cultivar cereais sobre cereais numa mesma parcela sem deteriorar a estrutura física do solo, se se introduzisse de tempos em tempos uma leguminosa ou deixasse a terra descansar. Entretanto, como assinala Watson (1953), as condições do solo em Rothamsted e em Sawbridgeworth eram excepcionais. Isto era claro para Mc Connell (1908) que se lamenta do abandono das rotações. Ele prevê que a estrutura dos solos arenosos se degrada sob monocultura, apesar dos trabalhos mecânicos de reestruturação que possam ser feitos (ele tinha razão, e não somente para os solos arenosos). "Embora seja possível fazer cereais sobre cereais em bons solos, facilmente preparáveis, a textura e maciez da terra se dete-

rioram a cada ano. Então, mesmo um trabalho de solo extra pode não ser suficiente para prepará-lo". Mas lamentavelmente para ele "a regra hoje em dia é somente cultivar a cultura que se apresente mais rentável a cada momento".

- <sup>20</sup> Com efeito Liebig muda de idéia (a partir da terceira edição de sua obra principal) e chega à conclusão de que o conteúdo de nitrogênio do ar é suficiente e que é absorvido diretamente pelas plantas (Liebig 1856).
- <sup>21</sup> Ver sobre este ponto o artigo de Lee (1937), sobre o significado histórico do "Grain Elevator System" de Chicago.
- <sup>22</sup> Guither (1974) cita a distinção entre especulação e jogo, segundo Thomas A. Hieronymus: "Gambling involves the creation of risks that would not otherwise exist while speculation involves the assumption of necessary and unavoidable risks of commerce". Como saber, então, quando os riscos são necessários ou não?
- <sup>23</sup> É verdade que certas campanhas radicais pela diversificação (como aquela de Seeman A. Knapp cujo "slogan" era "não compre nada que não possa ser produzido no interior da fazenda") não facilitavam a tarefa de convencer os agricultores (Silver 1943).
- <sup>24</sup> Wiley (1939) assinala que os agricultores de uma cidade ao sul do estado de Alabama ficaram tão bem impressionados pelas novas perspectivas abertas com a diversificação que, entusiasmados, erigiram um monumento em homenagem à praga que lhes havia aberto os olhos para o erro que cometiam ao insistir na monocultura. O chefe da Divisão de Entomologia do Departamento de Agricultura Americano, na época, acreditou, que ilusão! que a "lição" seria compreendida de uma vez por todas. "Por causa de nossos próprios métodos de cultura nós estamos criando condições sem precedentes para que certas espécies de insetos se multipliquem. Isto nos força em muitos casos a mudar nossos métodos – diversificar nossos sistemas de cultura. Nós devemos compreender isto de uma vez por todas" (Howard 1929:139).
- <sup>25</sup> Bray (1964) assinala também que antes do uso maciço de fertilizantes químicos certas variedades híbridas com sistemas radiculares mais possantes foram utilizadas para contornar o esgotamento dos solos.
- <sup>26</sup> "Os fazendeiros do Sul receberam os novos fertilizantes como o remédio ideal para seus pobres solos, pobreza e problemas com mão-de-obra. . . com fertilizantes tudo que o agricultor tinha a fazer era 'rolar fora os fardos de algodão e rolar para

dentro os bilhetes verdes' (roll out the cotton bags, and roll in the green backs). . . Muitos pareciam acreditar que os fertilizantes dispensariam a necessidade de preparo correto de solo, de rotações, de culturas de cobertura, de compostagem, de terraceamento, e outras práticas" (Range 1954:120-3).

- <sup>27</sup> O que não é surpreendente dado que, como nota Fitzharris (1974), as estações experimentais locais eram fortemente influenciadas pelos agricultores. Seu "staff" era composto em grande parte de filhos de fazendeiros.
- <sup>28</sup> Segundo a definição de Malassis (1958:79-80), as culturas são justapostas "quando as ligações técnicas entre espécies são fracas ou nulas. O sistema apresenta uma grande plasticidade, e por conseguinte uma grande capacidade de adaptação à conjuntura econômica. . . As culturas são associadas quando as ligações técnicas entre as espécies são suficientemente fortes. As associações mais viáveis são fundadas na ausência de concorrência, ou melhor, sobre a complementaridade técnica que maximiza a produção e conserva o poder produtivo. A associação mais conhecida é aquela de um conjunto de espécies que compõem uma rotação de culturas. A rotação é a alternância de espécies vegetais ordenada por regras de complementaridade técnica entre as espécies. . ."
- <sup>29</sup> A existência mesma de um serviço de conservação de solo no interior das instituições de pesquisa revela a ambigüidade corrente no tratamento dado aos problemas ecológicos. Separa-se num serviço à parte o que deveria fazer parte integrante do esforço para melhorar a produtividade do ecossistema agrícola. No sistema tradicional de rotações de culturas, esta dicotomia não existe, pois a melhora progressiva do meio fazia parte integrante dos objetivos perseguidos pelo agricultor do mesmo modo que a elevação da produtividade.
- <sup>30</sup> Alves (1984:224) nota que se tornou rentável produzir novamente certos insumos no interior da unidade agrícola, como na Inglaterra nos séculos XVIII e XIX.
- <sup>31</sup> "É muito cedo para verificar a eficácia do novo sistema EMBRAPA em gerar novos conhecimentos e tecnologias. . . Parece claro, no entanto, que o Brasil tem feito um esforço maior do que qualquer país latino-americano para estabelecer um sistema de pesquisa agrícola capaz de dar suporte à transição de uma agricultura brasileira baseada em recursos naturais para uma indústria baseada em tecnologia" (Ruttan 1982:100).
- <sup>32</sup> É lógico que isto não impede a emergência desta clivagem. A própria instituição oficializa a reflexão crítica interna. Ver sobre este ponto as reflexões de Sousa &

Singer (1984). Ver também Thiollent (1984) para uma crítica da ideologia de modernização agrícola, e Cavalcanti (1984) sobre a questão da geração de tecnologias agrícolas que levem em conta as especificidades da pequena produção camponesa.

- <sup>33</sup> É de se notar certa falta de precisão quanto às propriedades físicas do solo. Goedert (1979), pesquisador do CPAC, indica que a maioria dos solos do cerrado são de textura argilosa, bem estruturados, com agregados e microagregados apresentando grande estabilidade. Ao mesmo tempo, ele afirma que a capacidade de retenção de água é baixa por causa da composição mineralógica, da textura e da estrutura destes solos. Isto nos parece contraditório, pois como se sabe, um solo bem estruturado retém bem a água. Parece haver aí uma confusão entre textura e estrutura do solo. Um solo com boa textura (composição granulométrica) pode ter uma estrutura ruim por causa da falta de matéria orgânica e da conseqüente baixa atividade de microrganismos (que é a característica dos solos do cerrado).
- <sup>34</sup> É de se notar que o principal argumento a favor da pesquisa sobre a fixação de nitrogênio atmosférico seja a redução nos custos esperada (Vargas et al. 1982).
- <sup>35</sup> Resck (1981), especialista em conservação de solos do CPAC, nos dá talvez a resposta para este tratamento sumário do problema. Ele fala claramente da dificuldade de divulgação e mesmo de aceitação, por parte dos agricultores, dos dados sobre perdas de solo por erosão, na medida que estas perdas não comprometem a rentabilidade a curto prazo do negócio.
- <sup>36</sup> "Esta constatação está orientando o trabalho do CPAC a partir da idéia de que o controle da erosão só é eficaz através de práticas culturais corretas, e não somente através de medidas mecânicas" (Relatório técnico anual 1980:81). É também o que vem dizendo incansavelmente Primavesi (1982).
- <sup>37</sup> Sharma et al. (1982) assinalam que o controle químico seria eficaz, mas que produz efeitos colaterais e custa caro. Por outro lado, a incorporação de adubo verde se mostrou extremamente eficaz no combate aos nematóides, além de seu papel benéfico à estrutura física do solo.
- <sup>38</sup> "A conclusão seguinte se impõe: quando se leva em conta tanto os investimentos como os desinvestimentos, o insumo que nós definimos como terra agrícola tem-se constituído cada vez mais como a soma dos componentes de capital nele acrescentados. . . a economia americana (cada vez menos dependente das propriedades originais e naturais da terra. . . é alegado freqüentemente que os fazen-

deiros têm usado mal o solo, e o resultado tem sido a erosão e degradação do mesmo, de modo que tem havido um substancial desinvestimento da sua produtividade natural. As evidências, entretanto, não corroboram tal generalização. Embora tenha ocorrido em situações particulares tal desinvestimento, estas perdas têm sido, de acordo com opinião informada, mais do que compensadas pelas melhorias ocorridas em outras fazendas. As propriedades produtivas do solo agricultável dos EUA estão provavelmente melhores hoje do que décadas atrás, apesar das perdas" (Schultz 1951:738-9).