

O papel da ciência e da tecnologia na agricultura do futuro^{1, 2}

Kepler Euclides Filho³

Ruy Rezende Fontes⁴

Elísio Contini⁵

Fernando Antônio Araújo Campos⁶

Resumo – O crescimento da população mundial, a melhoria da sua renda e a contínua inclusão de pessoas no mercado, fenômenos que vêm ocorrendo principalmente nos países em desenvolvimento, bem como a demanda por produtos de qualidade e que atendam às exigências de preservação ambiental, serão forças norteadoras das atividades agrícolas futuras. A análise dessas tendências globais, além de ajudar a formular algumas características fundamentais para os sistemas agrícolas do futuro, balizará as discussões aqui apresentadas. Ressalta-se o papel relevante a ser desempenhado pelo conhecimento e pela tecnologia, para a consolidação das cadeias produtivas referentes aos produtos oriundos dos sistemas de produção agrícola. Além de discutir o papel da ciência e da tecnologia, como elemento a fazer frente ao desafio imposto pela sociedade moderna, este trabalho se propôs a elencar e a discutir outros fatores, que desempenharão papel de importância na construção da futura agricultura.

Palavras-chave: novo papel da agricultura, perfil do consumidor, pesquisa agrícola, políticas públicas, sistemas agrícolas do futuro.

The role of S&T in constructing the agriculture of the future

Abstract – World population growth associated to the improvement of income and to a growing potential of inclusion of people in the market, mainly in development countries, and to a demand for products of high quality including strong emphasis concerned to environmental conservation will constitute the main drivers forces for agriculture activities in future. The analysis of such global trends allowed the establishment of some characteristics, which will be important for the agriculture production system of the future and they were the drivers for discussions. It is important to empha-

¹ Original recebido em 24/10/2011 e aprovado em 04/11/2011.

² Os autores agradecem à dra. Valéria P. B. Euclides, pela revisão do texto e pelas sugestões apresentadas.

³ Engenheiro-agrônomo, pesquisador do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: kepler.filho@embrapa.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, pesquisador do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: ruy.fontes@embrapa.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, pesquisador do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: contini@embrapa.br

⁶ Médico-veterinário, pesquisador do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: fernando.campos@embrapa.br

size the role which will be performed by knowledge and technology as central factors for consolidation of supply chains encompassing products from agricultural production systems. In this paper besides the discussion involving science and technology as central element to face the challenge imposed by the modern society, it was discussed other factors which will represent important role for constructing the agriculture of the future.

Keywords: new role of agriculture, consumer profile, agriculture research, governmental policies, future agriculture systems.

Introdução

A tarefa de estruturar uma agricultura sustentável para prover alimentos, energia, fibras, serviços ambientais e lazer a uma população que deverá atingir mais de 9 bilhões de habitantes em 2050 requererá o empenho de vários agentes: a) dos governos, estabelecendo políticas adequadas; b) dos consumidores, influenciando o setor privado a produzir, a comercializar e a processar o que é exigido pelos mercados interno e externo; e c) da ciência, desenvolvendo conhecimentos e tecnologias capazes de assegurar a oferta de produtos de qualidade e em quantidade suficiente, as quais sejam, ao mesmo tempo, ambientalmente corretas e socialmente justas.

À pressão exercida por uma superpopulação sobre os recursos naturais somar-se-ão outras tensões: uma sociedade com maior renda e elevado número de idosos – o que refletirá em mudanças no comportamento alimentar – e também com maior poder de decisão e cobrança, além de mais preocupada com a produção de resíduos poluidores. Essa sociedade será predominante urbana, mais esclarecida e com demandas bem definidas no tocante a questões econômicas, sociais, ambientais, de qualidade do produto ofertado e de saúde. Além disso, requererá maior oferta de energia, sendo mais exigente no que diz respeito à qualidade de vida.

O atual estágio da sociedade, também conhecida como sociedade do conhecimento e da informação, caracteriza-se por fortalecer e/ou criar paradigmas de forma rápida e avassaladora. Foi nesse ambiente que se formou uma nova concepção de qualidade de produtos agrícolas, forjada em novos requerimentos – ambientais, sociais e econômicos –, que se somaram aos tra-

dicionais atributos intrínsecos exigidos do produto ofertado.

O novo papel da agricultura

O papel a ser representado pela agricultura do futuro ultrapassará substancialmente aquele tradicionalmente observado, e exigirá esforço conjunto dos setores público e privado (Figura 1). De acordo com Lal (2007), a agricultura exercerá papel preponderante e crescente, como solução para numerosos problemas ambientais, tais como a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, o enriquecimento da biodiversidade e o sequestro de carbono da atmosfera.

Nesse contexto, a pesquisa agrícola terá papel preponderante no sentido de oferecer tecnologias que assegurem a consolidação de sistemas agrícolas. Esses sistemas, por sua vez, terão de atender ao aumento da demanda por alimentos de alta qualidade, ao mesmo tempo que deverão induzir a redução do uso de insumos, principalmente os químicos, e terão de adotar práticas que contribuam para a manutenção e até mesmo para o enriquecimento dos recursos naturais. Em maior ou menor grau, tais sistemas de produção deverão atender aos seguintes requisitos:

- Fazer uso intensivo de conhecimento e tecnologia, a serem conduzidos de forma integrada com cadeias de produção sustentáveis, e, conseqüentemente, alinhados com as demandas dos líderes das cadeias de valor. Nesse aspecto, desempenharão função importante as denominadas novas biotécnicas, a nanotecnologia e a instrumentação inteligente.

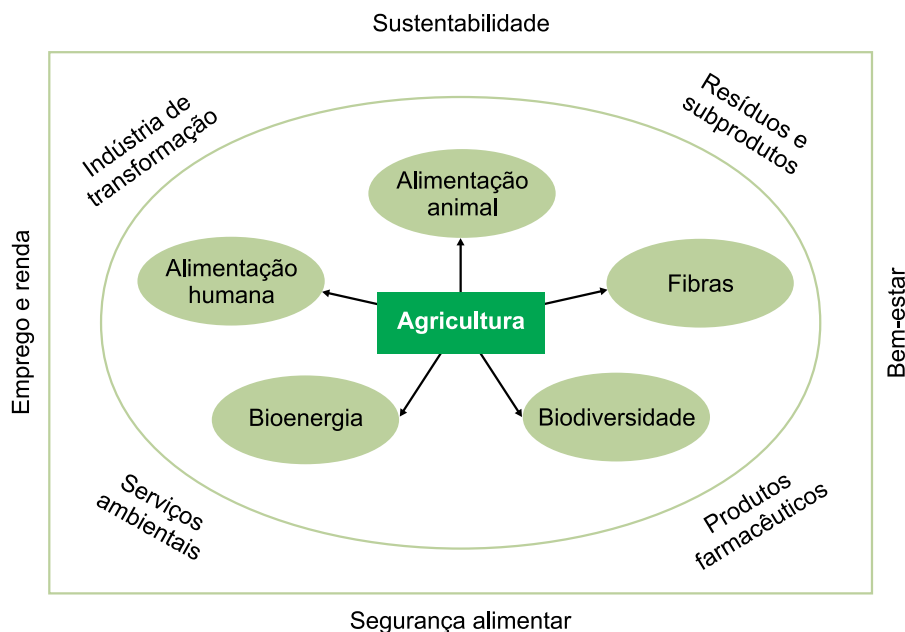


Figura 1. Papel ampliado da agricultura nas sociedades modernas.

- Atender às recomendações das Boas Práticas de Produção.
- Integrar-se às redes sociais direcionadas à agricultura, as quais, por sua vez, ocuparão função importante na integração e na ampliação de negócios, bem como na disseminação de ideias, conhecimentos e tecnologias para as cadeias de produção.
- Responsabilizar-se pela observância da soberania alimentar, oferecendo, ao mesmo tempo, alimentos seguros e funcionais, e contribuindo para o bem-estar da população rural, para a saúde e para a redução de riscos para as populações urbana e rural.
- Contribuir para o bem-estar da população urbana, sendo ainda instrumento efetivo de garantia de segurança alimentar.
- Usar eficientemente os recursos naturais, assegurando, além de sua conservação,

a exploração racional da biodiversidade, sendo fortemente estruturados em tecnologias que garantam a mitigação e/ou a adaptação às transformações impostas pelas mudanças climáticas globais.

- Tomar como base as características locais e regionais, buscando a redução da pressão sobre novas áreas, além de prover serviços ambientais de qualidade.
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida e de renda dos produtores.
- Orientar-se por recursos humanos mais qualificados, com capacitação em gestão e informática, de modo a facilitar a gerência dos novos sistemas produtivos que surgirão.
- Ser capaz de agilizar o processo decisório, permitindo um melhor planejamento das atividades agropecuárias, bem como a otimização da aplicação dos conceitos embutidos nesses sistemas.

Mudança do perfil do consumidor

Nos últimos anos, mudou bastante o ponto de vista dos consumidores sobre o papel dos produtores rurais na sociedade. Reganold et al. (2011) concluíram que a tendência é de que a sociedade imponha, aos produtores rurais, demanda por mais responsabilidades ambiental e social, incluindo considerações relacionadas ao bem-estar animal, aos serviços ambientais, à segurança dos trabalhadores e a seu bem-estar, e ao uso adequado dos recursos naturais, incluindo os genéticos, assegurando sua manutenção e até mesmo sua melhoria.

Consequentemente, tenderão a ganhar espaço aquelas marcas que assegurem a sustentabilidade da cadeia produtiva, bem como os produtos que exibam características de valor agregado. No Brasil, há alguns exemplos de apoio da sociedade a essas iniciativas, particularmente na crescente demanda por produtos orgânicos e no aumento da oferta de produtos com certificação de qualidade no mercado, a exemplo da carne bovina. Aumentam também os exemplos relacionados com a certificação de procedência em cachaça, em vinho, em carne bovina e em queijos, entre outros produtos.

Outro aspecto importante que demandará a participação da pesquisa, em íntima coordenação com políticas de governo, está relacionado com um novo estilo de vida – embasado no sedentarismo e em maus hábitos alimentares –, os quais vêm resultando no crescimento preocupante de casos de sobrepeso e obesidade entre a população.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011), a obesidade no mundo mais que dobrou desde 1980, chegando em 2008 a 1,5 bilhão de adultos com mais de 20 anos apresentando sobrepeso, dos quais mais de 200 milhões de homens e quase 300 milhões de mulheres foram considerados obesos. Sessenta e cinco por cento da população mundial vive em países em que o sobrepeso e a obesidade respondem pela mortalidade de milhares de pessoas. Em 2010, 43 milhões de

crianças com idade abaixo de cinco anos apresentavam sobrepeso. Essa tendência tem levado diversos países a propor políticas de monitoramento da produção de alimentos, bem como programas de esclarecimento da população e de regulamentação da apresentação de produtos, que identifiquem, em rótulos, a presença de elementos denominados não benéficos, especialmente se consumidos em elevada quantidade.

A agricultura, as cadeias de produção de alimentos e uma campanha de orientação nutricional adequada são componentes fundamentais para solucionar a obesidade, questão que está entre os principais problemas nutricionais do mundo, ao lado da fome e da subnutrição. Esta última, por sua vez, atinge quase 1 bilhão de pessoas no planeta.

Nos sistemas produtivos, a atenção deve ser centrada no manejo adequado, principalmente dos químicos usados para controlar pragas e doenças, em virtude de seus efeitos deletérios para a saúde humana quando não usados de acordo com as recomendações. Nos outros segmentos das cadeias produtivas, principalmente nas indústrias de processamento, têm importância os processos usados, os aditivos e os conservantes. As campanhas têm de se concentrar no esclarecimento dos benefícios advindos de uma alimentação balanceada, ao mesmo tempo que desaconselhem a ingestão excessiva de alimentos ricos em gordura, sal e açúcar, e pobres em vitaminas, minerais e outros micronutrientes. Em diversos países, a gravidade da questão alimentar tem levado a economia da saúde a propor novas políticas e um marco legal para regulamentar as cadeias de produção de alimentos.

O papel das políticas governamentais e do mercado

Demanda crescente por alimentos

Uma transformação favorável da agricultura – que resultaria no aumento de sua capacidade de produzir alimentos e outros produtos e

serviços dela esperados, até 2050 – não ocorrerá de forma espontânea ou simplesmente norteadas pelas forças de mercado. Bruinsma (2009) previu a necessidade de aumentar, até 2050, a produção agrícola em 70% nos países ricos, e aproximadamente em 100% nos países em desenvolvimento, para satisfazer o aumento de 40% da população mundial, cujas necessidades alimentares corresponderão à oferta de 3.130 kcal por pessoa, até aquela data. Isso implicaria aumentar, atualmente, em 1 bilhão de toneladas a produção de cereais e em 200 milhões de toneladas a oferta de carnes. Para atender a essa imensa demanda, será preciso que a agricultura ocupe posição estratégica nas políticas de governo. Nesse sentido, caberá a eles estabelecer um marco legal que dê segurança aos investimentos necessários para o fortalecimento e os ajustes nos diversos segmentos das cadeias de produção de alimentos.

Clay (2011) sugeriu uma ação integrada, a ser implementada de forma global e simultânea, como estratégia para a transformação do sistema de produção de alimentos, ação que, concomitantemente, ajudaria a proteger o planeta. Ele apresentou oito estratégias com capacidade para alavancar a oferta de alimentos: a) desenvolvimento e uso de genética melhorada nas principais culturas alimentares; b) capacitação para uso das melhores práticas agrícolas; c) aumento da eficiência de produção, por meio de tecnologias adequadas; d) recuperação de áreas degradadas; e) solução para as questões de direito de propriedade; f) redução das perdas; g) universalização do consumo de alimentos; e h) recomposição da matéria orgânica dos solos.

Borlaug (2002) concluiu que a humanidade deverá encarar novos desafios nos próximos 50 anos. Segundo ele, grandes avanços foram conseguidos com a Revolução Verde, que foi responsável por melhorias em técnicas agrícolas, em sementes e nas tecnologias que foram apropriadas pelos países em desenvolvimento. No entanto, as próximas décadas requererão a produção de mais alimentos do que foi produzido nos últimos 10 mil anos. Sem dúvida, uma tarefa árdua, que levou o autor a sugerir a necessidade

de se proceder a uma segunda Revolução Verde, o que não será possível sem a intensificação tecnológica da agricultura.

O aquecimento da demanda por produtos oriundos da agricultura foi analisado por Buchman et al. (2010), que projetaram um crescimento constante da demanda por produtos agrícolas a partir do ano 2000. Segundo esses autores, a expectativa do crescimento mundial per capita dos produtos ofertados pelos sistemas de produção agrícola pode ser calculada pela taxa de crescimento da população, adicionada de 0,25%, anualmente. Isso será resultado do crescimento da renda e de um incremento de 0,10% ao ano, resultante de demandas por produtos outros que não alimentos e fibras. Assim, os autores concluíram que a demanda por produtos agrícolas corresponderá, em 2025, a 143% daquela em 2000, e a 179% em 2050.

Função transformadora das políticas públicas

Um típico exemplo da importância de política pública e de seu potencial mobilizador se constata nos resultados do programa de aquisição de alimentos do governo federal, que tem alavancado a produção de alimentos oriundos da pequena produção. Outro exemplo bem-sucedido é observado em Mato Grosso do Sul, como resultado do programa de recuperação de áreas degradadas. Segundo Oliveira (2011), um contingente de aproximadamente 5 mil produtores rurais, pequenos e médios, aderiu ao Programa de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

No âmbito federal, o programa coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, denominado de Programa da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, ou Programa ABC, tem potencial transformador da agricultura. Esse programa se encontra assentado em seis linhas de ação: a) plantio direto na palha; b) recuperação de áreas degradadas; c) integração lavoura-pecuária-floresta; d) plantio de florestas comerciais; e) fixação biológica de

nitrogênio; e f) tratamento de resíduos animais. Também incentiva a adoção de boas práticas agrícolas e a integração de sistemas produtivos, atitudes que, além de permitirem a redução da emissão dos gases de efeito estufa, contribuem para a conservação dos recursos naturais.

As políticas de governo que desempenham um papel preponderante no ato de promover a segurança alimentar podem ser analisadas sob duas vertentes. A primeira trata de questões importantes para o País, como: a) a soberania nacional; b) a contribuição para a paz, principalmente no campo; c) a contribuição para a redução da pobreza, particularmente a rural; d) a melhoria do nível de renda e da qualidade de vida; e e) a possibilidade de assegurar, ao Brasil, a posição de importante provedor mundial de alimentos seguros. Na segunda vertente, podem ser mencionados aspectos com potencial negativo em relação à oferta de alimentos, a saber: a) a elevação dos custos de produção, com consequências sobre os preços dos alimentos; b) os potenciais efeitos adversos das mudanças climáticas; c) a possível competição entre a produção de alimentos e a produção de energia; e d) a redução dos estoques mundiais de alimentos, causando até mesmo a volatilidade dos preços. Tratando desse tema, Clay (2011) enfatizou a necessidade de os programas de melhoramento genético atentarem para o papel exercido por algumas importantes culturas de subsistência, que não têm recebido a atenção devida.

Ciência e tecnologia como instrumentos estratégicos para a consolidação da agricultura na sociedade da economia verde

Desafios para a pesquisa agrícola

Considerações gerais

O cenário mundial de aumento da demanda por alimentos com sustentabilidade projeta com clareza a necessidade de a ciência continu-

ar a empenhar-se em áreas estratégicas, como: a) incremento da produtividade de forma sustentável, com uso eficiente dos recursos naturais, inclusive dos genéticos; b) segurança alimentar, procurando mecanismos que contribuam para facilitar o acesso à tecnologia por parte da agricultura de pequeno porte (nesse aspecto, a extensão rural e a transferência de tecnologias têm papéis fundamentais); c) melhoria da qualidade nutricional dos alimentos e oferta de alimentos seguros (com ênfase na redução de contaminantes na produção), aperfeiçoamento dos meios de transporte e das técnicas de armazenamento e de processamento; d) ampliação do entendimento e do uso de sistemas integrados; e) defesa sanitária; e f) redução de perdas pós-colheita, focando em embalagens, em armazenamento, em processamento e no aumento da vida de prateleira. Assim, algumas vertentes de atuação precisam receber atenção especial.

Pesquisa em genética e recursos genéticos

A despeito dos avanços promovidos pela genética, a pesquisa nessa área do conhecimento é uma questão que merece ser encarada de maneira estratégica. A transformação no cenário mundial do setor de commodities agrícolas – que tem resultado no controle do mercado por grandes conglomerados – sugere que as instituições de pesquisa agrícola do Brasil, como a Embrapa, devem concentrar esforços e competências em focos bem definidos e que sejam capazes de criar, para o País, condições necessárias para equilibrar o mercado, ao mesmo tempo em que ofereça, aos produtores nacionais, opções de produção de forma competitiva.

Conforme se observa no mercado de commodities, a oferta de novas cultivares dos grãos mais consumidos no mundo está em poder de seis grandes empresas. Na área animal, predominam, nas empresas transnacionais, os avanços na genética de aves, seguida pela genética de suínos. Na genética de gado de leite e, em menor grau, mas crescendo rapidamente, nas atividades de gado de corte, observa-se o fortalecimen-

to da participação de empresas transnacionais, tanto na genética quanto no processamento e na distribuição.

Além disso, pode-se esperar que a participação dessas grandes empresas nos negócios da genética bovina deva crescer, com a intensificação do uso da seleção genômica. Nesse contexto, considerando-se as tecnologias agrícolas como bem públicos e a oferta de alimentos como tema de soberania nacional, é fundamental que instituições públicas de pesquisa agrícola desempenhem a função de reguladores de mercado, para assegurar maior amplitude de acesso e o uso adequado das tecnologias disponíveis. Dessa forma, convém aplicar-se na condução de ações bem definidas, tanto no ato de priorização das atividades de pesquisa, quanto na atuação em transferência de tecnologia e prestação de serviços.

Por tal perspectiva, é imprescindível a manutenção de recursos genéticos, não só pelo fato de permitir que a exploração do genoma viabilize programas de melhoramento genético para atendimento das principais demandas, mas também para assegurar a manutenção da variabilidade genética, que tende a se reduzir nesse ambiente de seleção eficaz. É importante também usar estratégias para ampliar a diversidade genética, principalmente a transgenia e o uso de espécies naturalizadas e selvagens. Fica clara a necessidade de se estruturarem programas em que a integração da genética quantitativa com a biologia molecular permita o uso efetivo dos recursos genéticos e de sua diversidade.

De acordo com Xamplified (BENEFITS... 2010), há outros benefícios potenciais da transgenia, como: melhoria da qualidade nutricional, maior eficiência da fixação de nitrogênio, plantas resistentes a doenças, melhoria da eficiência de uso de minerais pelas plantas, redução de perdas pós-colheita e desenvolvimento de vacinas. Entretanto, segundo a FAO (1999), é importante que, em seu desenvolvimento, sejam consideradas as avaliações de biossegurança. A FAO entende, como biossegurança, o uso sadio e sustentável dos produtos biotecnológicos, no

tocante ao ambiente, à saúde humana, à biodiversidade e à sustentabilidade ambiental. Assim, são necessárias normas adequadas para a avaliação da biossegurança, da análise de risco, bem como a estruturação de mecanismos e instrumentos para o monitoramento e o rastreamento, de modo a assegurar a inexistência de danos à saúde humana, ao ambiente e à biodiversidade.

Tester e Langridge (2010) revisaram o papel das tecnologias disponíveis para o melhoramento genético em um mundo cambiante. Segundo esses autores, os avanços obtidos por meio do melhoramento genético e de modernas práticas agronômicas foram capazes de produzir incrementos lineares na produção global de alimentos, da ordem de 32 milhões de toneladas métricas por ano. Todavia, para se atender à meta de aumentar a produção de alimentos em 70% até 2050, seria necessário aumentar a produção mundial a uma taxa anual de 44 toneladas métricas, o que, ainda segundo esses autores, representaria um incremento continuado por 40 anos, de 38% acima da taxa histórica. Essa análise aponta para a urgência de se desenvolverem novos conhecimentos e tecnologias, tarefa que ganha proporções gigantescas diante das imposições de ordem ambiental e social. Por esses motivos, os autores sugerem modificação nos alvos do melhoramento genético.

O cenário futuro que se descortina indica, claramente, a necessidade de aumentar a produção de alimentos. Assim, a busca por incrementos de produtividade deve continuar e a intensificação dos sistemas de produção deve ser uma importante premissa. Com relação à intensificação dos sistemas produtivos, Euclides Filho (1996) sugeriu que ela deverá se processar em grau variado, a ser determinado pelas diversas variáveis e forças externas. Entre essas destacam-se quatro grandes grupos. O primeiro é constituído pelas forças inerentes ao sistema de produção, e refere-se à melhoria da eficiência produtiva; o segundo compõe-se pelas variáveis de mercado, que são capitaneadas pela competitividade e pelo atendimento das demandas do consumidor; o terceiro é formado pelas imposi-

ções relacionadas com o meio ambiente e diz respeito tanto ao sistema de produção, no sentido de produzir de forma sustentável, quanto às indústrias de processamento e de transformação, com respeito à não poluição e à produção de alimentos saudáveis; e o quarto, que lentamente começa a se instalar e a ganhar força, envolve o indivíduo no contexto global. Nesse caso, requer-se progresso com desenvolvimento social, crescimento com melhoria da distribuição de ganhos e preocupação com o bem-estar individual e coletivo.

No tocante ao primeiro grupo, tem importância o manejo adequado dos recursos naturais e o uso eficiente das tecnologias disponíveis. Entre as variáveis do segundo grupo, o verdadeiro desafio reside na capacidade de se estabelecer um equilíbrio entre os seguintes atributos relacionados com o produto: qualidade, preço, padronização e constância na oferta. Já para o terceiro, os problemas poderão ser equacionados pelo maior entendimento e pela integração dos segmentos das cadeias produtivas. Isso deve ser complementado com campanhas de esclarecimento sobre o papel da agricultura para a sociedade e sobre a importância de uma alimentação adequada e saudável. Reside aí um grande desafio: o grande volume de informação e de conhecimentos gerados na área agrícola traz consigo a dispersão e a fragmentação, o que, por sua vez, dificulta o acesso. Segundo Amardeep e Vir (2011), há necessidade de estruturar formas mais amplas e aprofundadas para o entendimento e para a melhoria do fluxo de informações agrícolas. Segundo esses autores, comunicação é um elemento vital da complexa empresa chamada agricultura. A comunicação agrícola está enfrentando novas experiências, com o crescimento da tecnologia da comunicação, e essa transformação necessita ser incorporada ao processo produtivo.

Com relação à pesquisa em genética, para atender às novas demandas, algumas características devem receber mais atenção dos programas de melhoramento genético, podendo-se, para plantas, mencionar o aumento do conteúdo nu-

tricional, a maior eficiência na utilização de N, a tolerância à salinidade, à seca, ao sombreamento e ao encharcamento, a maior eficiência no uso de água, a adaptabilidade para consórcios com outras espécies, a maior eficiência fotossintética e a incorporação de apomixia em grãos.

Para animais, devem ser enfatizadas: a maior eficiência no uso de alimentos, maior precocidade de acabamento, maior precocidade reprodutiva, melhor eficiência reprodutiva, prolificidade, menor consumo de água, maior resistência a estresse e a doenças, e maior longevidade. Segundo Green (2009) o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos desenhou um plano de ação, envolvendo pesquisa, extensão e educação na área de genômica animal, no intuito de oferecer as seguintes tecnologias: a) seleção genômica; b) predição do mérito genético de animais baseada na combinação de informações genômicas e fenotípicas; c) integração dos dados genômicos em programas de avaliação genética amplos e uso de informações genômicas para delinear sistemas precisos de acasalamento; d) sistemas de manejo precisos, para otimizar a produção animal, a saúde e o bem-estar; e e) capacidades genômicas que permitam a verificação de parentesco e de identidade, informações a serem usadas em sistemas de rastreabilidade.

Pesquisa na área vegetal

Além da genética, outras áreas necessitam receber atenção, direcionando ações ou fortalecendo as existentes, com o intuito de criar condições favoráveis para a intensificação sustentável da produção agrícola. Entre elas podem-se ressaltar, na área vegetal:

- Controle estratégico de pragas e doenças, incluindo o uso estratégico do controle químico; nesse caso, devem ser priorizadas as seguintes áreas: a) modelagem; b) controle biológico e manejo estratégico da cultura; e c) uso de barreiras vivas e armadilhas, entre outras.
- Desenvolvimento de alternativas para os fertilizantes químicos, combinado

com estratégia de uso daqueles derivados do petróleo.

- Redução de perda pós-colheita.
- Manejo de solo. É ainda de importância crucial desenvolver estratégias de longo prazo para o uso eficiente de água e do solo para plantas, animais e aquicultura, reduzindo a emissão de gases.

Pesquisa na área animal

Para a área animal, merecem destaque:

a) o controle estratégico de parasitas e doenças, incluindo o uso estratégico do controle químico. Nesse caso, devem ser priorizadas as seguintes áreas: a) modelagem, b) controle biológico; c) manejo mais eficiente dos pastos, bem como dos animais, incluindo manejo sanitário; e d) desenvolvimento de vacinas para algumas doenças.

Têm também grande importância os chamados sistemas integrados de produção. Essa expressão foi cunhada para expressar o enfoque de desenvolvimento agrícola de forma integrada, em contraposição ao enfoque dado pela monocultura, o qual prevaleceu por muito tempo. Tem-se projetado principalmente no tipo integração lavoura-pecuária-floresta, que consiste na integração de diversos sistemas produtivos em uma mesma área em consórcio, em rotação ou em sucessão. Segundo Alvarenga e Noce (2005), esse sistema consiste numa estratégia de produção sustentável, que explora, numa mesma área, a agricultura, a produção animal e atividades florestais, de uma forma integrada ou em rotação, procurando capitalizar a sinergia entre os componentes do agrossistema, sem desprezar a adequação ambiental, os aspectos sociais e a viabilidade econômica do empreendimento.

Essa alternativa tem se mostrado um instrumento viável não só por seus resultados econômicos, tanto para as atividades de produção de leite quanto as de carne, mas também por ser recurso importante na melhoria da fertilidade e da estrutura do solo, na redução da erosão, no aumento da produtividade, na diversificação

dos sistemas produtivos e na redução das pressões sobre a expansão de fronteiras. Além disso, ele aperfeiçoa o uso do solo, incrementando a produção de grãos em áreas em que se cultivam pastagens, ao mesmo tempo que aumenta a produtividade da pastagem, quer seja pela sua renovação, quer seja pelo aproveitamento da fertilização residual da lavoura de grãos. Tais características permitem ainda que esse sistema seja usado como recurso de recuperação de áreas degradadas.

Pesquisa em áreas portadoras de futuro

Outras áreas também merecerão cuidados, entre as quais a nanotecnologia, que, em virtude de sua natureza multidisciplinar, representada pela integração entre a física, a química, a engenharia e a biologia, apresenta diversas aplicações na área agrícola, a saber: no diagnóstico de doenças e no monitoramento de pragas; na liberação precisa de fármacos; na medição da poluição e na remediação; no processamento e no armazenamento de alimentos; na instrumentação inteligente; na agricultura de precisão; e nos sistemas de suporte e de decisão.

Pesquisa na área de socioeconomia

Além dessas áreas que compõem parte importante das ciências agrárias no seu componente biológico, é fundamental atentar-se para o papel da socioeconomia no tocante às questões relativas aos sistemas de produção, à análise de agregados de produção, ao uso da terra, à produtividade e às políticas governamentais.

No sistema de produção, o primeiro aspecto da pesquisa socioeconômica refere-se à rentabilidade do negócio, distinguindo-se a existência de produtores empreendedores e de capitalistas. O primeiro assume o risco de empreender a produção, e os seus indicadores de rentabilidade são a renda líquida e a taxa de retorno da atividade agrícola em questão. O capitalista, por sua vez, é proprietário dos fatores de

produção, que abrangem recursos de custeio, e os seus indicadores de rentabilidade são a taxa interna de retorno e o valor presente líquido (MARTHA JÚNIOR et al., 2011).⁷

Entre os problemas que influenciam a rentabilidade dos produtores podem ser citados os seguintes: a) a disponibilidade e as condições do crédito agrícola, ou seja, as taxas de juro para custeio e investimento e os prazos de pagamento dos empréstimos; b) a existência e o funcionamento de um sistema de seguro agrícola eficiente; c) as exigências relacionadas com a legislação ambiental, como as associadas ao Código Florestal e aos requerimentos relacionados com a sanidade animal e a vegetal e à conservação da biodiversidade; d) as políticas macroeconômicas e setoriais agropecuárias que influenciam os preços dos produtos e dos insumos, assim como o desenvolvimento de novas tecnologias; e) as medidas tributárias relacionadas com os insumos e os produtos da agropecuária, tanto para o mercado interno quanto para as exportações; f) a agregação de valor para gerar renda e melhorar as condições de vida no campo; e g) a volatilidade de preços agrícolas.

Outros problemas de natureza mais agregada são dignos de cuidado por parte da pesquisa agrícola. O primeiro refere-se aos potenciais impactos da infraestrutura sobre a produção e a rentabilidade dos produtores, tanto no que se refere à sua melhoria, graças a projetos de governo, quanto aos prejuízos pela sua falta. Ademais, há urgência de mais estudos e análises de políticas públicas, bem como de estratégias para a promoção da produção e da exportação de produtos do agronegócio, e dos impactos potenciais de ações de defesa agropecuária sobre a produção e a exportação. Estudos sobre os impactos das mudanças climáticas sobre o agronegócio e análises relativas à segurança alimentar e à produção de bioenergia são também temas prioritários da agenda de pesquisa da área de socioeconomia. Complementarmente, há carência

de trabalhos sobre cadeias produtivas, uma vez que eles contribuem para o entendimento da importância dos componentes do processo de produção, como insumos e agroindústrias.

Deve ainda ser componente integrante da pesquisa agrícola a análise da viabilidade econômica das tecnologias geradas, seus riscos potenciais, bem como seus processos de adoção por parte dos produtores. As instituições de pesquisa pública devem ainda preocupar-se em desenvolver estudos que quantifiquem os benefícios econômicos, sociais e ambientais das tecnologias por elas geradas. No plano estratégico, pesquisadores em socioeconomia são chamados a elaborar documentos que tratem das grandes tendências de produção, do consumo e do comércio de alimentos e de outras matérias-primas agrícolas, a disponibilidade e o uso de recursos naturais, e as perspectivas de desenvolvimento de mercados agropecuários. Essas análises são insumos essenciais para apoiar a definição de prioridades de pesquisa e a consequente alocação de recursos, tanto para produtos específicos quanto para regiões edafoclimáticas. Acompanhar a evolução da produção e a produtividade de atividades agropecuárias é atividade imperiosa para as instituições de pesquisa agrícola.

No campo social, a migração rural-urbana, com todas as suas implicações, é uma provocação para a pesquisa, principalmente em questões atinentes à produção agropecuária, à pobreza rural, à pequena produção, à distribuição dos benefícios advindos das tecnologias, ao emprego no meio rural, à remuneração da mão de obra, aos direitos trabalhistas e aos processos demográficos, particularmente o envelhecimento das populações.

Quanto aos métodos de pesquisa, dependendo do problema e dos objetivos, e também dos produtos a serem alcançados, podem ser utilizados instrumentos que vão desde a apresentação de ideias para discussão, passando

⁷ MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. Artigo submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, da Embrapa, para publicação.

do pelas análises tabulares de dados, até métodos econométricos e modelos de simulação. Há muitas informações secundárias e trabalhos técnico-científicos disponíveis, produzidos por organizações públicas e privadas, que podem servir como subsídios importantes. Alguns temas demandam trabalhos de levantamento de informações de campo. Portanto, entre outros aspectos, o desenvolvimento de redes de informações e o estabelecimento de parcerias profissionais são mecanismos essenciais para a execução da pesquisa em socioeconomia.

Finalmente, a ampla agenda de pesquisa em socioeconomia tem por objetivo cooperar com as decisões estratégicas para o posicionamento das instituições de pesquisa e com a definição de políticas públicas, principalmente oriundas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Ministério do Desenvolvimento Rural. Além disso, alguns trabalhos têm o propósito de contribuir para que os produtores rurais se mantenham na atividade e possam produzir mais alimentos e outras matérias-primas para o mercado nacional e para a exportação.

A sociedade, a qualificação de pessoal e a transferência de tecnologia

A agricultura e a sua integração com a sociedade

A natureza multifacetada do desafio, que abrange o papel das políticas governamentais adequadas ao setor, o enfoque integrado na busca de soluções, envolvendo agentes das diversas cadeias produtivas, das universidades e das instituições de pesquisa, impõem a obrigação de dar mais esclarecimentos à sociedade sobre a importância da agricultura e do seu papel no dia a dia da população. Segundo sugere Buchman et al. (2010), é fundamental que informações atualizadas sobre a ciência sejam divulgadas para os responsáveis pela construção de políticas e para os legisladores, mantendo um canal

de comunicação contínua que facilite as tomadas de decisão em prol impactos positivos para a agricultura. Segundo esses autores, o consumidor americano demandará alimentos que sejam seguros, nutritivos e com preços razoáveis, mas a expansão da demanda industrial sobre produtos não tradicionais será avassaladora.

A importância desses fatores externos para a tomada de decisão do produtor rural foi sintetizada por Reganold et al. (2011), conforme se lê na Figura 2.

O produtor rural e a tomada de decisão

Como se pode observar na Figura 2, os principais indutores da decisão do produtor estão relacionados com as dimensões político-sociais, econômicas e tecnológicas. Aí, deve-se acrescentar a dimensão ambiental que, além de atuar diretamente influenciando a decisão do produtor, tem também ação direta sobre as atitudes político-sociais, bem como sobre o direcionamento da ação das instituições de pesquisa e nas demandas de mercado. No campo individual, a decisão do produtor depende diretamente da sua capacidade de adotar tecnologia, da sua habilidade para usá-las eficientemente e para lidar com o mercado, assim como das suas aspirações e valores. Além disso, o direito à propriedade da terra é cabal na decisão do produtor em adotar tecnologias e, principalmente, em investir em práticas sustentáveis. Essa decisão pessoal é ainda influenciada por fatores externos, expressos pelo mercado, pelas políticas e pela oferta tecnológica. Com relação à oferta tecnológica, convém atentar para a importância da eficiência dos processos de transferência tecnológica. Sob essa ótica, não se pode deixar de reconhecer a importância da qualificação de pessoal.

A importância da qualificação de pessoal para a nova agricultura

Conforme pensa Euclides Filho (2006), à medida que se move o foco da geração e da co-

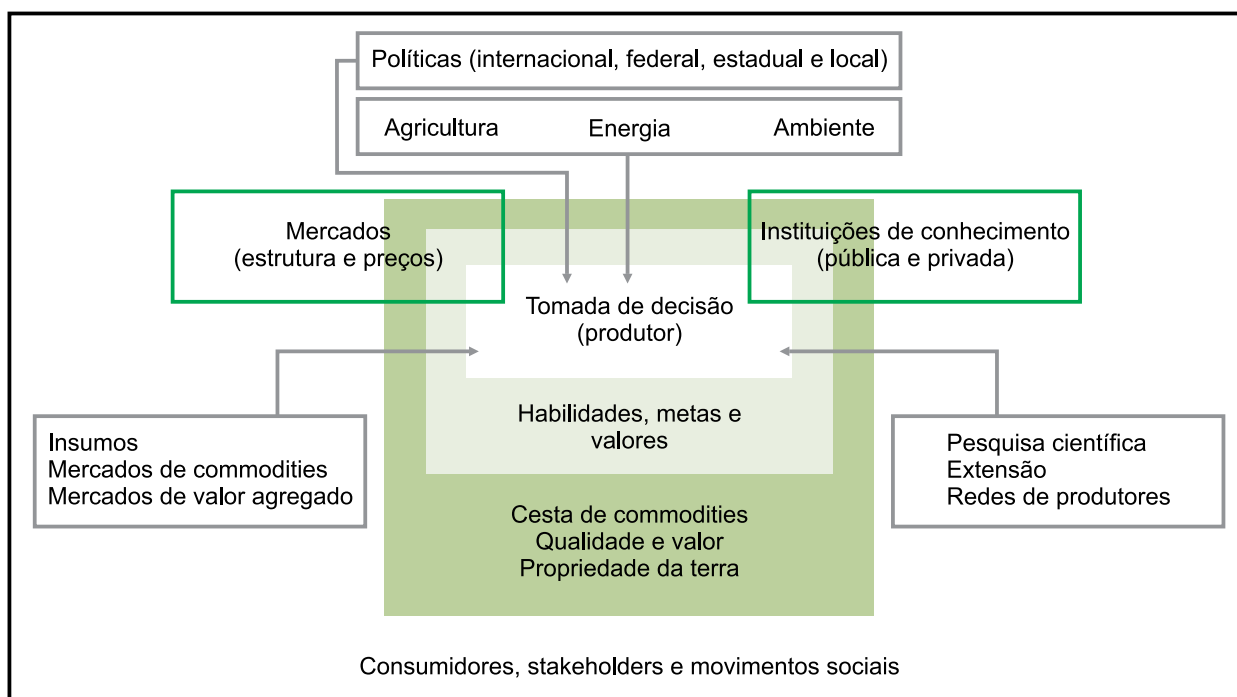


Figura 2. Forças impulsionadoras e impeditivas que influenciam a decisão do produtor rural.

Fonte: adaptado de Reganold et al. (2011).

municação de uma tecnologia de forma isolada para a geração e a comunicação de tecnologias em um contexto de cadeia produtiva e/ou de *cluster* (Figura 3), cresce a demanda por atividades mais complexas, como os trabalhos em rede, e por profissionais altamente especializados, desde o agente que responde pela pesquisa até aquele que recebe a tecnologia pronta, passando pelo comunicador e pelo multiplicador, em um clima de interação e parceria. Os setores responsáveis pela formação de pessoal devem, portanto, voltar sua atenção para esses requisitos.

O desenvolvimento de pesquisa em cadeias produtivas ou em *clusters* tem como pressuposto o estabelecimento de alianças estratégicas e de construções de arranjos institucionais. Como resultado, há produtos com maior valor e, conseqüentemente, com mais potencial de promover o desenvolvimento. É importante notar que o avanço verificado ao se deslocar o foco da tecnologia isolada para o da cadeia produtiva é fruto das imposições feitas pelos con-

sumidores e pela competição. Assim, o sistema de produção moderno, além de produzir com eficiência, tem de atender aos requisitos de qualidade de vida, de competitividade, de oferta de alimentos seguros e que sejam ambiental, social e economicamente adequados.

Isso posto, convém observar que os avanços alcançados pela pesquisa científica e tecnológica, em qualquer setor, constituem componentes do desenvolvimento social apenas quando incorporados às respectivas cadeias produtivas. A inovação obtida tem de ser repassada e utilizada adequadamente pelo usuário, pois, só assim, representará uma inovação útil. Observa-se que tal repasse ocorre em razão direta da interação entre o produtor do bem (conhecimento, produto, tecnologia, processo, serviço) e o seu usuário, sendo a qualidade de tal interação o ponto mais importante desse relacionamento. É preciso reconhecer, porém, que, apesar de os produtores rurais estarem cada vez mais dependentes de informações e de tecnolo-

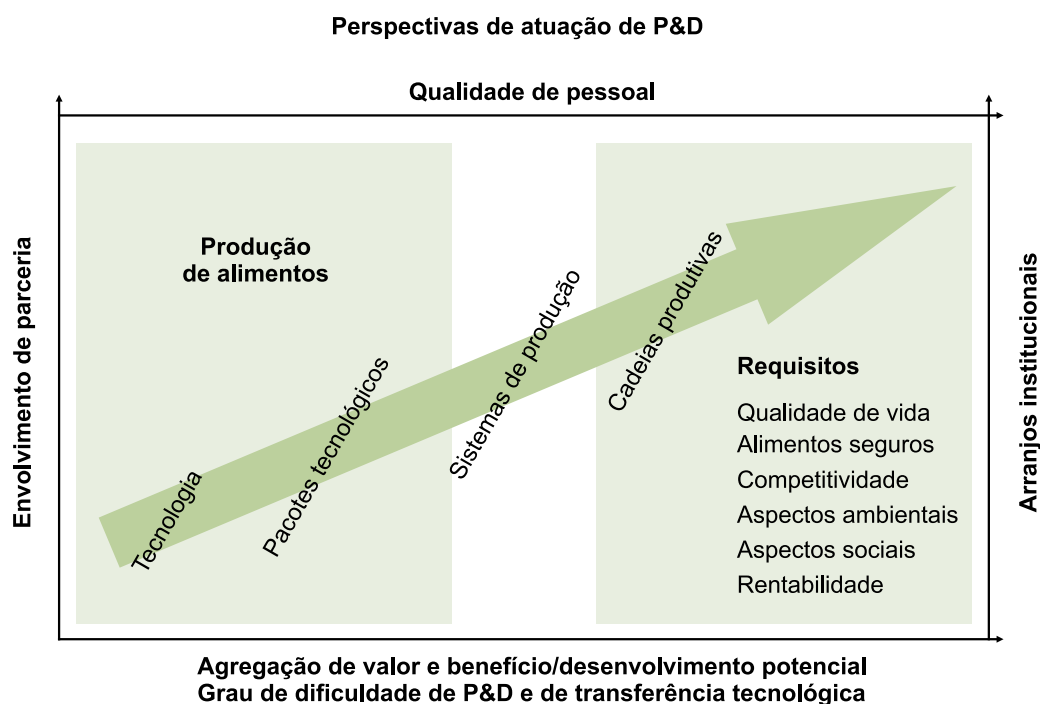


Figura 3. Tendências de alguns fatores fundamentais para a pesquisa agrícola à medida que se aumenta a complexidade das demandas.

Fonte: Euclides Filho (2006).

gias para poder tomar decisões que atendam às suas necessidades de produção e satisfaçam às novas demandas da sociedade, tais decisões têm de ser tomadas em sintonia com as orientações relativas às questões ambientais, às forças políticas, às exigências sociais e econômicas, bem como consoante as demandas do consumidor.

Para Euclides Filho (2006), no atual contexto globalizado, a capacidade de competição determina o desempenho futuro. Sem dúvida, para vencerem nesse ambiente competitivo, todos os segmentos, além de se ajustarem internamente, deverão ajustar-se entre si, devendo o conjunto adequar-se às demais variáveis do ambiente geral. Se é verdade que o processo de globalização vivenciado hoje tem sido responsável, desde suas primeiras manifestações, pela uniformização de conceitos, pela padronização de demandas e pelo estabelecimento de regras gerais, também é verdade que ele exige maior eficiência, eficácia e competitividade dos diversos setores da economia. E é isso que norteará o

desenvolvimento e a adequação dos empreendimentos agrícolas no País.

Considerações finais

A pesquisa agrícola desempenhará papel preponderante como instrumento para a melhoria da qualidade de vida das sociedades rural e urbana, bem como para a sobrevivência do planeta.

Além das pesquisas relacionadas com as áreas biológicas e com as ciências sociais, torna-se fundamental envidar esforços para o fortalecimento das pesquisas em áreas portadoras de futuro.

A área de socioeconomia deverá desempenhar papel preponderante para o sucesso das pesquisas agrícolas do futuro.

Políticas para reduzir a pobreza e a fome, e que possam contribuir para a redução das assimetrias regionais, deverão ser construídas com base na ciência e no conhecimento, em sintonia com as principais tendências mundiais, que nor-

tearão os sistemas agrícolas do futuro. Será também com base nessa integração que os governos poderão encontrar meios para mitigar os efeitos deletérios das mudanças climáticas globais.

Além de atender aos desafios apresentados pela sociedade urbana, as instituições de pesquisa agrícola necessitam assumir um papel proativo na solução dos problemas da agricultura, ao mesmo tempo que capitalizam as oportunidades que a favorecem.

É fundamental que as redes de comunicação tecnológica sejam fortalecidas. Além disso, há necessidade de que haja uma integração efetiva entre elas e as instituições de pesquisa.

Referências

- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura e pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).
- AMARDEEP; VIR, K. **Communication education in agriculture**: experiences and future strategies. Presented in International Conference on Communication for Development in the Information Age: Extending the Benefits of Technology For All, 07-09 January 2003, Varanasi, India. Disponível em: <<http://agropedia.iitk.ac.in/openaccess/sites/default/files/MDC%2021.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2011.
- BENEFITS of genetic engineering in agriculture. Xamplified, 2010. Disponível em: <<http://www.xamplified.com/benefits-of-genetic-engineering/>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- BORLAUG, N. E. **The green revolution revisited and the road ahead**. 2002. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-lecture.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2011.
- BRUINSMA, J. The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? In: EXPERT MEETING ON HOW TO FEED THE WORLD IN 2050, 2009, Rome, IT. **Proceedings...** Rome, IT: FAO, 2009.
- BUCHANAN, G.; HERDT, R. W.; TWEETEN, L. G. **Agricultural productivity strategies for the future: addressing U.S. and global challenges**. Ames: Cast, 2010. (Cast Issue Paper, 45).
- CLAY, J. Freeze the footprinting of food. **Nature**, London, GB, v. 475, n. 7356, p. 287-289, 2011. Comment.
- EUCLIDES FILHO, K. A pecuária de corte brasileira no terceiro milênio. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. p. 118-120.
- EUCLIDES FILHO, K. Produção animal no bioma Cerrado: uma abordagem conceitual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 116-137.
- FAO. **Biotechnology**. Committee on Agriculture. Rome, IT, 1999. 12 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/x0074e.htm>>. Acesso em: 24 ago. 2011.
- GREEN, R. D. Asas Centennial paper: future needs in animal breeding and genetics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 2, p. 793-800, 2009.
- LAL, R. Soil science and the carbon civilization. **Soil Science Society of America**, Madison, v. 71, n. 5, 2007.
- OLIVEIRA, J. N. Produtores de MS integram lavoura e pasto: programa estadual tem permitido aos produtores aumentar a renda e também recuperar áreas de pasto degradado. **O Estadão**, São Paulo, 20 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,produtores-de-ms-integram-lavoura-e-pasto,747143,0.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2011.
- REGANOLD, J. P.; JACKSON-SMITH, D.; BATIE, S. S.; HARWOOD, R. R.; KORNEGAY, J. L.; BUCKS, D.; FLORA, C. B.; HANSON, J. C.; JURY, W. A.; MEYER, D.; SCHUMACHER JUNIOR, A.; SEHMSDORF, H.; SHENNAN, C.; THRUPP, L. A.; WILIS, P. Transforming U.S. agriculture. **Science**, Washington, DC, v. 332, n. 6030, p. 670-671, 2011. Police Forum.
- TESTER, M.; LANGRIDGE, P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. **Science**, Washington, DC, v. 327, n. 5967, p. 818-822, 2010.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity and overweight. **Fact sheet**, n. 311, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>>. Acesso em: 24 ago. 2011.