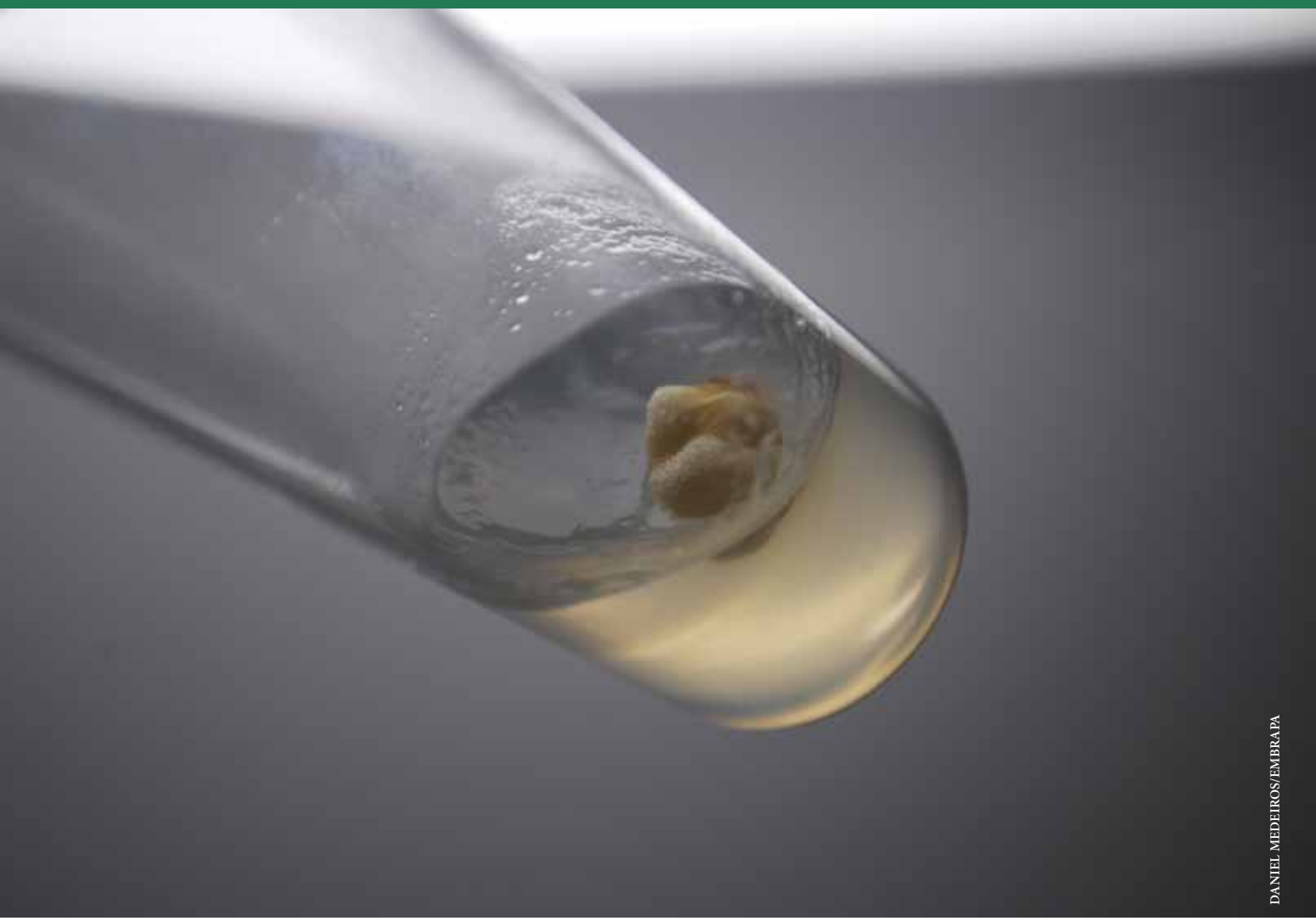
AGRICULTURA, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA



DANIEL MEDEIROS/EMBRAPA

Embrapa

Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia

Maurício Antônio Lopes[1]
Elisio Contini[2]

Introdução

Sete bilhões de habitantes sobre a terra, marca já atingida em 2011, segundo as Nações Unidas! E as projeções apontam que a humanidade atingirá a nove bilhões de pessoas em 2050, ou seja, dois bilhões a mais que a população atual. Na visão presente da caminhada humana pela história, estes números podem ser vistos como conquistas no prolongamento da vida, pelas ciências médicas (ainda que com taxas decrescentes de crescimento populacional); e melhor alimentação e nutrição devido ao avanço das ciências agrárias. O outro lado da moeda são os desafios para a agricultura: alimentar uma crescente população, com aumento de renda e urbanização acelerada.

Para superar este desafio, é premente aumentar a produção de alimentos, com segurança, qualidade e uso sustentável da base de recursos naturais. Inovação agropecuária é componente crítico do processo de desenvolvimento sustentável e condição para melhoria da alimentação e nutrição no mundo. Além de alimentos, a agricultura é demandada a suprir a sociedade de outras matérias-primas necessárias para o bem-estar humano. A sociedade espera da agricultura contribuição significativa na produção de energia renovável (bioenergia), substituindo parte dos finitos recursos de energia fóssil, novos usos de produtos e subprodutos da agricultura na bioquímica e em vastos setores da economia, como propõe a nascente bioeconomia. Em resumo, o desafio fundamental é atender a demandas crescentes utilizando os recursos naturais finitos de forma inteligente.

O Brasil precisará continuar respondendo à necessidade de produzir volumes crescentes de alimentos e matérias-primas, com rentabilidade econômica, para que aumente a nossa capaci-



WANDERLEY PORFRIO/EMBRAPA

dade de investimentos. Ademais, o País vem assumindo papel de destaque na redução da volatilidade no sistema alimentar mundial, e dele espera-se contribuição para o equilíbrio entre a demanda e a oferta de alimentos e para alívio da fome no mundo. Embora a agricultura brasileira tenha como primeira responsabilidade o abastecimento regular do mercado interno, expectativas crescerão em torno da possibilidade de o País contribuir para a segurança alimentar de países com limitadas capacidades de produção, em especial no mundo em desenvolvimento.

As pressões nacionais e internacionais sobre a conservação de recursos naturais e as novas exigências quanto à redução do desmatamento para minimizar os efeitos dos gases de efeito estufa são uma realidade. Assim, os aumentos na nossa produção agropecuária devem ser obtidos, prioritariamente, via aumento da produtividade. Ainda, as pressões de mercados cada vez mais dinâmicos e competitivos exigirão da pesquisa agropecuária avanços em diversificação, agregação de valor, produtividade, segurança e qualidade, com velocidade e eficiência superiores àquelas alcançadas no passado. Portanto, para se garantir a competitividade e a sustentabilidade da agricultura frente às mudanças climáticas e à intensificação de estresses bióticos e abióticos previstos para as próximas décadas, serão necessários substanciais avanços em diversos campos do conhecimento científico e tecnológico.

Junto com os demais elos das cadeias produtivas para frente e para trás, a pesquisa agropecuária, pública e privada, será um



PAULO LANZETTA/EMBRAPA

instrumento básico para o aumento da produtividade e da sustentabilidade. O aumento da demanda por alimentos, fibras e bioenergia exigirá sofisticação tecnológica que racionalize o uso dos insumos ambientais, isto é, os recursos naturais (água, solo, biodiversidade etc.) e dos serviços ambientais (reciclagem de resíduos, suprimento de água, qualidade da atmosfera etc.) necessários à produção agropecuária e florestal. É também chegado o momento de se investir, de forma mais agressiva, em inovações para agregação de valor às *commodities*, criando mais oportunidades para a agroindústria brasileira, em especial em mercados mais competitivos, sofisticados e rentáveis.

A Trajetória Recente da Agricultura Brasileira

O Brasil, que nos anos 70 ainda dependia da importação de alimentos básicos, teve nas últimas quatro décadas um dos mais destacados desempenhos mundiais em inovação e produção agropecuária. O salto da nossa produção agropecuária não teve paralelo em nenhuma outra região do mundo. No início dos anos 60, quando o Brasil tinha uma população de cerca de 70 milhões de habitantes, o País colheu 17,2 milhões de toneladas de grãos, cultivando uma área de, aproximadamente, 22 milhões de hectares. A produtividade média era muito baixa, de 783 quilos por hectare.

Em 2010, a produtividade média dos cultivos de grãos no Brasil já alcançara 3.173 quilos por hectare, um salto de 774%. Portanto, a ideia de que a agricultura brasileira é atrasada e seus produtos de baixo nível tecnológico é falsa e ultrapassada. Com estes avanços em eficiência, a agricultura brasileira foi capaz de responder às demandas de uma população urbana crescente, ofertando alimentos mais acessíveis e baratos, que contribuíram para a redução de pressões inflacionárias e para o alívio das desigualdades sociais no País. Adicionalmente, a diversificação e a intensificação das exportações agrícolas, ao longo das últimas décadas, geraram substanciais superávits na balança comercial brasileira. A Embrapa, as organizações estaduais de pesquisa, as universidades e o setor privado tiveram papel decisivo nesse processo. O Brasil se tornou líder em inovação agropecuária no mundo tropical, consolidando a imagem de grande produtor de alimentos, capaz de contribuir para um maior equilíbrio entre a demanda e a oferta em âmbito global. Além disso, o País tem uma pujante base de capacitação de recursos humanos, com grande número de universidades, faculdades e escolas técnicas, que contribuem para o contínuo treinamento de técnicos, multiplicadores e produtores.

Mas apesar dos avanços em incorporação de inovações pela agricultura, um grande número de propriedades rurais brasileiras ainda utiliza baixo conteúdo tecnológico em sua produção, conforme comprovado por publicação recente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea, 2010).[3] Muitos produtores no País ainda têm dificuldades para acessar e utilizar processos e métodos modernos na produção, como fertilizantes, corretivos de solo, defensivos, tratores, unidades armazenadoras, além de financiamento, orientação técnica, cooperativismo, entre outros recursos. Do total de 5,2 milhões de estabelecimentos rurais no Brasil, identificados no Censo Agropecuário do IBGE de 2006, 983 mil usavam alta tecnologia e apenas 19% dentre os estabelecimentos considerados de agricultura familiar. Consequente-

mente, a renda na agricultura estava fortemente concentrada, com 8,19% dos estabelecimentos alcançando 84,89% do valor da produção, enquanto 3.776 mil estabelecimentos produziam menos de 10% deste valor.[4]

Apesar de os processos de inovação tecnológica na agricultura terem possibilitado grandes avanços, é importante reconhecer que convivem no Brasil uma agricultura tecnificada e dinâmica e outra ainda muito carente, à margem do mercado. Os pequenos agricultores brasileiros precisam, mais que nunca, ter acesso a informações, conhecimentos e inovações tecnológicas. E as instituições de fomento, pesquisa e extensão devem atuar de forma inteligente e concertada para desenvolvimento de soluções que viabilizem a elevação do desempenho e a inserção econômica dos pequenos agricultores, respeitando as diversidades regionais e culturais que marcam o nosso país continental. Políticas públicas de apoio e suporte, tecnologias adequadas, crédito e capacitação estão entre os ingredientes críticos para que esses segmentos menos favorecidos possam acessar e utilizar inovações agropecuárias. Ampliação de capacidade gerencial, além de maior ênfase em associativismo e outras estratégias para ganho de escala, eficiência e acesso a mercados são também componentes importantes para se viabilizar a inclusão ao mercado de enorme contingente de pequenos produtores rurais brasileiros.

Inovações para Competitividade e Sustentabilidade

Os desafios no horizonte são enormes. Tecnologias mais eficientes serão necessárias para permitir o atendimento das necessidades básicas de alimentos para a sociedade brasileira, além da produção de excedentes exportáveis para o mundo, constituindo em oportunidade de negócios e responsabilidade social, nacional e mundial. Ao mesmo tempo, estas mesmas tecnologias deverão incorporar práticas para a preservação dos recursos naturais, como solo, água, florestas e biodiversidade. Acrescente-se a esperada contribuição para o mais recente desafio do aquecimento global e seus potenciais efeitos sobre a produção agrícola.

FABIANO BASTOS/EMBRAPA



Apesar da dimensão dos desafios, conta a nosso favor o fato de que o avanço tecnológico, em diversas frentes, é impressionante. Verdadeiras revoluções estão acontecendo em vários campos do conhecimento, na biologia com a genômica, na física e na química com a nanotecnologia, nas tecnologias da informação e da comunicação, com inúmeras inovações que aumentam a nossa capacidade de responder a riscos e desafios. A biologia vem produzindo tremendos avanços nos estudos dos genomas, que nos permitem ampliar a compreensão de mecanismos complexos em plantas, animais e micro-organismos. Daí surgirão soluções que permitirão à agricultura avançar em diversificação, agregação de valor, produtividade, segurança e qualidade.

Inovações nos campos da tecnologia da informação e da comunicação, do sensoriamento remoto, da instrumentação avançada, da automação e da robótica indicam que a agricultura de precisão emergirá como prática comum nas propriedades do futuro. Tais ferramentas e processos permitirão o uso da nossa base de recursos naturais de forma mais inteligente, garantindo mais produtividade, eficiência e sustentabilidade à nossa agricultura. A nanotecnologia, com inovações na escala do bilionésimo do metro, também promete revolucionar o desenvolvimento de múltiplos produtos, processos e instrumentos. Sensores avançados viabilizarão o monitoramento de sistemas produtivos com grande precisão, novos materiais permitirão construir máquinas e equipamentos mais eficientes, precisos e duráveis.

A seguir, são destacadas algumas vertentes de inovação que deverão receber prioridade das organizações de pesquisa agro-



GUSTAVO PORPINO/EMBRAPA

pecuária brasileiras, em função dos riscos, de oportunidades e desafios apontados:

Melhoramento Genético: A produção de novas cultivares vegetais e de raças animais mais adaptadas e produtivas, resultado do processo de melhoramento genético, representa uma das principais formas de atuação de instituições públicas e privadas de P&D e sustentáculo para a agropecuária brasileira. Inovações em genética e melhoramento vegetal e animal para desenvolvimento de sementes melhoradas, raças e sistemas de produção animal adaptados são fundamentais para o Brasil, em especial quando se esperam crescentes desafios decorrentes das mudanças de clima.

Água e Agricultura: Apesar de ser o setor que mais consome água, a agricultura irrigada tende a crescer no futuro, levando-se em conta as mudanças climáticas e secas cada vez mais intensas. Um grande desafio para o futuro será a busca da otimização do uso da água pela agricultura de forma a reduzir a pressão sobre os recursos hídricos e liberar água para outros fins. Inovações que racionalizem o uso da água e evitem ou reduzam o seu desperdício serão críticas para se responder à crescente demanda por alimentos.

Segurança Biológica e Defesa da Agricultura: Um dos desafios críticos para a agricultura brasileira é o movimento de organismos ou espécies invasoras exóticas de uma região para outra, em função do comércio, transporte, trânsito e turismo. À medida que o Brasil avança como grande produtor de alimentos e competidor mundial, maior número de barreiras técnicas aos produtos nacionais será colocado. Assim, forte ênfase em inovação tecnológica é fator crítico para o atendimento à diversidade de demandas de países importadores e alinhamento aos rígidos padrões de conformidade que se consolidam em âmbito internacional.

Monitoramento da Agricultura: A produção agropecuária do Brasil deverá orientar-se, progressivamente, de acordo com uma visão moderna e sustentável de expansão da capacidade produtiva do País. Avanços no desenvolvimento passarão, inevitavelmente, pelo desafio de acomodar, de forma planejada e inteligente, as atividades agrossilvopastoris, as florestas naturais, os recursos hídricos, as cidades etc. Assim, o Brasil precisará construir um arcabouço de políticas públicas e estratégias inovadoras de ordenamento territorial e de planejamento do uso sustentável da sua rica base de recursos naturais. Tecnologias de monitoramento por satélites, sensoriamento, modelagem, zoneamento de riscos, dentre outros, terão papel cada vez mais importante no embasamento de tais processos.

Mecanização, Automação e Precisão na Agricultura: À medida que o Brasil avança em educação, renda e qualidade

GUSTAVO PORPINO/EMBRAPA



de vida, os produtores rurais terão crescentes dificuldades para encontrar mão de obra no campo. E o foco em automação e sistemas de precisão aumentará à medida que se elevarem os custos de insumos, como água, fertilizantes, sementes, energia etc. Assim, os agricultores brasileiros precisarão contar com novas alternativas de mecanização, automação e tecnologias para aumento de precisão que os ajudarão a superar problemas como o decréscimo na disponibilidade de mão de obra no campo, elevados custos de insumos e pressões para a redução de desperdícios e produção com sustentabilidade, qualidade e eficiência.

Avanços no Manejo e na Tropicalização dos Insumos: Não há mais dúvidas de que a agricultura será pressionada a buscar alternativas ou substitutos eficientes para os fertilizantes químicos e defensivos derivados do petróleo. Muitos dos insumos convencionais, além de contribuírem para crescentes custos na produção de alimentos, têm impactos no meio ambiente e afetam direta ou indiretamente processos de aquecimento global. É, portanto, crítico que se busquem fontes alternativas de nutrientes, como o fósforo, além da viabilização da fixação biológica de nitrogênio em gramíneas. Estes são exemplos de tecnologias alternativas que poderão mudar definitivamente a capacidade competitiva da agricultura tropical.

Qualidade e Funcionalidade de Alimentos e Matérias-Primas: A integração dos conceitos de alimentação-nutrição-saúde aparenta ser um caminho inevitável, em função das mudanças demográficas (aumento da idade média das populações) e da exaustão dos sistemas de saúde e previdência social, inclusive nos países desenvolvidos. Prevenção, ao invés de cura de doenças e males, tenderá a se tornar a norma da sociedade, e o desenvolvimento de alimentos com alta densidade nutricional e funcional se tornará cada vez mais prioritário no futuro.

Sistemas Integrados e Redução das Emissões de Gases: Tecnologias que permitam a intensificação do uso da base de recursos naturais do País deverão receber cada vez mais atenção no futuro. Estima-se que o Brasil tenha em torno de 50 milhões de hectares de pastagens formadas nas décadas de 1970 e 1980 hoje degradadas. Essas são as áreas ideais para expansão da agricultura, da pecuária e da base florestal brasileira, sem a necessidade de novos desmatamentos. Inovações como a integração lavoura, pecuária e floresta serão fundamentais para sustentação do Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que prevê incentivos para processos tecnológicos que reduzam a emissão de gases de efeito estufa e promovam inten-

sificação e uso sustentável da nossa base de recursos naturais.

Avanços Gerenciais na Agricultura: Os avanços da tecnologia da informação com a sofisticação de redes de comunicação e transmissão de dados abrem imensas perspectivas para novas formas de integração de atores e cadeias – e o agronegócio brasileiro precisa ocupar este espaço para continuar competitivo no futuro. Essas tecnologias têm potencial de aumentar a eficiência dos sistemas de produção e comercialização, com diminuição de custos de transação e de custos financeiros. Ademais, abrem possibilidades de inovação nos processos de comercialização e relacionamento com os consumidores de produtos do agronegócio. É plausível se conceber que grande parte da agregação de valor aos produtos no futuro virá de inovações derivadas dessas possibilidades.

Rentabilidade na Agricultura: Em conjunção com as ciências biológicas, automação, tecnologia da informação etc., pesquisa de natureza socioeconômica precisará focar a análise da rentabilidade dos sistemas de produção, em especial frente às rápidas mudanças de paradigmas. De pouco adianta propor tecnologias ambientalmente mais eficientes se o agricultor não tiver rentabilidade para progredir em seu negócio e a sociedade como um todo não tiver ganhos. Acompanhar os mercados, sua evolução e perspectivas, possibilita o estabelecimento de prioridades de pesquisa e recomendações para políticas agrícolas que contribuam para a manutenção de uma agricultura saudável e competitiva. O comportamento do mercado internacional precisa também ser monitorado e estudado sistematicamente, pois oferece indicadores para alavancar produtos ou recomendar aos produtores a redução da produção.

Agricultura, a Indústria do Futuro?

A agricultura do futuro deverá estar balizada por conceitos, métodos e aplicabilidades multifuncionais, muito além da visão convencional, da agricultura dedicada à produção de alimentos, fibras e energia. Os padrões tecnológicos do agronegócio mundial já estão sendo alterados pela introdução de novas tecnologias resultantes de avanços muito recentes do conhecimento científico. Sustentada em tais avanços e sintonizada com a emergente Economia Verde, a agricultura deverá se nortear por um novo conjunto de funcionalidades e requisitos, como os exemplificados na figura abaixo, que deverão conformar o padrão tecnológico do agronegócio do futuro.



Estes novos requisitos e funcionalidades delineiam um agronegócio organizado em torno de vertentes tecnológicas voltadas para a consolidação de sistemas agroalimentares e agroindustriais limpos, com balanço positivo de carbono, que integre qualitativamente a relação campo-cidade, com cadeias e arranjos calcados na sustentabilidade e na inclusão produtiva, principalmente dos agricultores familiares e pequenos produtores.

E conforme aumenta o interesse por diversificação e agregação de valor à agricultura, na forma de novos alimentos, fibras, aromas, biomateriais e outras matérias-primas aplicáveis a diversos ramos industriais, o interesse dos programas de P&D agrícola se voltará de forma mais intensa para a biodiversidade, buscando diversificação de espécies, sistemas e processos. Muitas funções biológicas importantes, adequadamente estudadas e conhecidas através da biotecnologia moderna, poderão ser gradualmente incorporadas à agricultura.

A biotecnologia moderna pode estabelecer uma base científica e tecnológica radicalmente nova, que vai muito além da atual transgenia aplicada às *commodities*. Entre as principais rotas que a biotecnologia deve abrir estão o domínio dos processos metabólicos dos organismos (plantas, animais e micro-organismos) e o seu direcionamento para a produção de materiais e substâncias de alto valor agregado, direcionados para usos não alimentares (usos químicos e bioquímicos, médicos, farmacêuticos, nutricionais, energéticos etc.).

Avanços recentes apontam para a consolidação de diversas frentes da biotecnologia moderna, representadas pela engenharia genética, pela genômica integrada ao melhoramento genético, pela engenharia metabólica, pelas tecnologias avançadas de reprodução e clonagem animal, dentre outras, que irão transformar os mercados do ponto de vista da ampliação do leque de oportunidades. O sofisticado embasamento técnico e a natureza genérica da biotecnologia moderna estão possibilitando a criação de uma nova bioeconomia, com influências em diversos campos do conhecimento e com possibilidades de desenvolvimento de imensa gama de novos produtos e processos.

O Brasil, como nenhum outro país no mundo, tem condições de alavancar os potenciais econômicos e de sustentabilidade da nova bioindústria, tanto para intensificar a produção de alimentos, fibras e energia limpa, como para desenvolver uma nova e pujante indústria de químicos renováveis, sem competição com a produção de alimentos. É urgente que se definam estratégias para preparar o Brasil, e a nossa agricultura, para a nova bioeconomia. As nossas instituições de pesquisa científica e tecnológica e as empresas do agronegócio precisam olhar adiante, vencer obstáculos, ultrapassar barreiras. Não há tempo a perder!

Inteligência Estratégica

Quando se avalia a dimensão e complexidade dos desafios à frente, é fácil concluir que o Brasil precisa investir mais em processos de inteligência para o agronegócio. Consolidação de "inteligência estratégica" e "inteligência competitiva" se torna uma necessidade cada vez mais destacada nesta era de rápidas mudanças e constantes quebras de paradigmas. O mundo muda com muita rapidez, e os alvos se tornam cada vez mais difusos e móveis, dificultando decisão e ação de forma rápida e tempestiva.

As revoluções no mundo da ciência e da tecnologia indicam que instituições de pesquisa e as empresas do agronegócio não podem trabalhar "mirando o retrovisor". É preciso que a agricultura brasileira se sustente em forte capacidade de antecipação de riscos, de oportunidades e de desafios, além de processos coordenados de decisão e ação. A agricultura brasileira precisa de maior número de *think tanks*, que realizem, de forma sistemática, a coleta, a análise e a disseminação de informações sobre tendências gerais dos mercados e possíveis trajetórias do processo de inovação e suas implicações para o agronegócio. Tal capacidade é essencial para suporte à construção de políticas públicas adequadas, para subsídio à tomada de decisão, em vários níveis, e para o atingimento de metas estratégicas do agronegócio brasileiro.



SAULO COELHO/EMBRAPA

1. Diretor Executivo de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa
Fone: (61) 3448-4346 / E-mail: mauricio.lopes@embrapa.br
2. Pesquisador e Chefe Adjunto do Núcleo de Estudos Estratégicos do Centro de Estudos e Capacitação da Embrapa
Fone: (61) 3448-1769 / E-mail: elisio.contini@embrapa.br

3. Gasques, J. G.; Vieira Filho, J. E. R.; Navarro, Z. A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas, Ipea, Brasília, 2010. 293 págs.
4. Vieira Filho, J.E.R.; Santos, G.R. Heterogeneidade no Setor Agropecuário Brasileiro: contraste tecnológico. Radar nº 14: tecnologia, produção e comércio exterior. Ipea, Brasília, 2011. Págs. 15-20.