



XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
Juazeiro (BA)/Petrolina (PE), 2 a 6 de agosto 2009
Complexo Multieventos da UNIVASF



CONVÊRGENCIA DE TECNOLOGIAS EMERGENTES NA ÁREA AGRÔNOMICA E ENGENHARIA AGRÍCOLA

EVANDRO C. MANTOVANI¹, LEVON YEGANIAN TZ², MARLENE DE ARAÚJO³

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador A, Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Brasília - DF, Fone (61) 3448-4466, evandro.mantovani@embrapa.br.

² Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Aposentado/Consultor, Embrapa, Brasília - DF

³ Jornalista/Gestora de C&T, Analista, Embrapa, Brasília - DF

Apresentado no
XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola- CONBEA 2009
2 a 6 de agosto de 2009 - Juazeiro-BA/Petrolina-PE

RESUMO: O objetivo do artigo é propor uma metodologia para estudos de convergência de tecnologias emergentes na área agrônômica e de engenharia agrícola, utilizando conceitos como os mapas tecnológicos. A importância desse trabalho está em demonstrar que os conceitos mencionados podem gerar parceria natural entre setor público e privado no financiamento da Pesquisa e Desenvolvimento - P&D, promovendo desenvolvimento da agricultura brasileira. A formulação das idéias e conceitos foram produtos da revisão da metodologia utilizada no planejamento estratégico da Embrapa. O trabalho conclui que as características da nova tecnologia para a agricultura tropical é resultado da sinergia e das relações simbióticas entre inovações “empurradas pela ciência” – *science pushed* financiadas pelo setor público e outras inovações induzidas pela demanda de mercado, principalmente do setor privado – *demand pulled*. A idéia principal explica que as tecnologias das áreas biológicas e agrônômicas desenvolvidas pela Embrapa utilizaram recursos públicos, enquanto as tecnologias do setor de mecanização, armazenagem e transporte foram desenvolvidas pelo setor privado. Na área agrônômica, o “plantio direto” foi um exemplo típico de iniciativa do setor público enquanto a oferta dos equipamentos foi resposta à demanda do setor privado.

PALAVRAS-CHAVE: TRIZ, TRM, inovação.

CONVERGENCE OF EMERGENT TECHNOLOGIES IN AGRONOMY AND AGRICULTURAL ENGINEERING

ABSTRACT: The objective of this article is to propose a methodology for studies of convergence of emergent technologies in agronomy and agricultural engineering, using concepts as the technological roadmaps. The importance of this work consists of demonstrating that these concepts can generate natural partnerships between public and private sector in the financing of the Research and Development, promoting development of Brazilian agriculture. The ideas and concepts is the products of revision of the strategic planning methodology of Brazilian Corporation of Agricultural Research-Embrapa. The study concludes that the new technology for tropical agriculture are the results of the synergetic and the symbiotic relations between innovations that are “science pushed” and financed by the public sector and induced “demand pulled” innovation are originating from the market. The main idea is that the technologies of the biological and agronomics areas developed by the Embrapa had used public funds, while the technologies of the mechanization sector, storage and transport had been developed by the private sector. In the agronomic area, the “no tillage” was a typical example of initiative of the public sector while the adaption and production of equipment was the reply to the demand of the private sector. The same process, at present, is occurring with biofuels.

KEYWORDS: TRIZ, TRM, innovation.



XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
Juazeiro (BA)/Petrolina (PE), 2 a 6 de agosto 2009
Complexo Multieventos da UNIVASF



INTRODUÇÃO: Existe grande preocupação com o fato de que em países em desenvolvimento, como o Brasil, o setor privado participa pouco no financiamento da pesquisa. Na verdade, a participação do setor privado existe e vem aumentando com a modernização da agricultura, particularmente na mecanização. O investimento público, via inovações na área biológica, como na produção de novos cultivares e espécies que possibilitam o aumento da oferta da variedade, nutrientes e preços dos alimentos consumidos. A possibilidade da oferta de novos produtos oferece condições para promover sinergia entre o setor privado e público por meio das inovações. Neste contexto, a oferta de tecnologia – como “bem público” – resultantes de investimentos públicos geram demandas (*demad pulled*) na área de mecanização que pode ser inclusive considerado “bem privado”. A existência de patentes e outras formas de propriedade intelectual permitem a cobrança de *royalties* e recuperação de investimento feito em P&D. A importância dessa sinergia entre investimentos públicos e privados na P&D envolve alto nível de criatividade e integração para garantir que novas tecnologias produzam demandas para outras inovações, que por sua vez, podem ser financiados pela setor privado e garantem retornos via propriedade intelectual. Os métodos sugeridos para fortalecer a criatividade e gerar inovações é o TRIZ – Resolução de Problemas Criativos, o qual permite a identificação de princípios universais de invenção. Por meio de técnicas padronizadas ensinam princípios e permitem a geração de novas idéias que levam ao aprofundamento e dinamização do processo criativo e o método *techonoly roadmaps- TRM* ou mapas tecnológicos permite priorizar as tecnologias em função das tendências.

MATERIAL E MÉTODOS: O método de Resolução de Problemas Criativos –TRIZ consiste nos seguintes fundamentos idealidade, contradição, recursos, visão de sistemas e funcionalidade. Idealidade - o conceito de que os sistemas (técnicos ou não) evoluem no sentido do aumento das funções úteis e da diminuição das funções inúteis e prejudiciais. Contradição - o conhecimento de que uma das formas mais comuns de evolução dos sistemas técnicos é a resolução de contradições que o sistema contém. Recursos para resolver o problema identificando e usando ativamente elementos da própria situação problemática para resolvê-lo. Sistemática - idéia de enxergar dentro de um contexto que envolve tempo, espaço e interações. Funcionalidade - consiste na modelagem de elementos concretos das situações problemáticas e das soluções na forma mais abstrata. Mas, o principal método utilizado para promoção da identificação de novas tecnologias e sinergias são os mapas tecnológicos ou *techonoly roadmaps- TRM* que fazem parte das ferramentas das tecnologias emergentes. O conceito desse método é definido como “um olhar ampliado do futuro de um determinado campo de pesquisa, composto pelo conhecimento coletivo e a imaginação sobre as mais importantes forças motrizes naquele campo” (GALVIN, 2004). As formas de padronização necessitam ser vistas e tratadas durante a fase de planejamento das atividades e a arquitetura e o processo de *roadmapping* precisam ser levados em paralelo. Os *roadmaps* promovem o compartilhamento de informação e facilitam o desenvolvimento de uma visão coletiva que induz a ação e a colaboração. O método TRM, segundo COELHO (2005) pode ser melhor caracterizado e compreendido em função das várias aplicações, como: *roadmaps* de Ciência/ Tecnologia que visam compreender melhor o futuro, identificando tendências, gerando previsões e definindo metas de desenvolvimento para o setor. Os *roadmaps* da indústria objetivam estabelecer as expectativas de desenvolvimento da tecnologia em termos de desempenho para a competitividade do setor. Os *roadmaps* de produtos/tecnologia buscam alinhar as decisões de desenvolvimento de produto com as tendências de mercado e tecnologias de uma empresa específica. Os *roadmaps* de produto, também, objetivam articular a direção e o cronograma da evolução de um produto e/ou famílias de produtos de uma empresa. Simplificando, o TRM é um método visual que tem como objetivo prever as necessidades futuras do mercado, alinhar ações presentes na empresa para que se faça um planejamento estratégico de desenvolvimento de tecnologias e processos. O TRM permite o gerenciamento de informações, idéias e conhecimento para dar suporte ao planejamento estratégico da empresa (PORTAL DO CONHECIMENTO, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As pesquisas da agropecuária brasileira, ao longo dos anos, criaram um conjunto de plantas, animais e práticas que possibilitam um modo inovador de produzir alimentos.



Com altos índices de inteligência agregados às práticas produtivas, a nova agricultura tropical transformou regiões pouco produtivas em áreas de maior produtividade de grãos, carnes, hortaliças, fibras e futuramente energia renovável. Ampliação da oferta, variabilidade de produtos agrícolas, redução da sazonalidade, estabilização no abastecimento das cidades e safra recordes são alguns benefícios que essa nova agricultura sociabiliza para a população brasileira. A riqueza no campo é resultados de investimentos do governo, particularmente obra dos pesquisadores bem preparados, abrigados na EMBRAPA e outras instituições do sistema cooperativo de pesquisa agropecuária. Eles levaram a soja, um produto de clima temperado, para cerrados e outras regiões tropicais e aumentaram a eficiência dos produtores de carne com novas pastagens adaptadas a essas regiões. No Brasil, desde a década de 1970, projetos inovadores permitiram que carros movidos a gasolina circulassem com álcool. O álcool trás vantagens por ser: 25% menos poluentes que gasolina. Considerando todo o processo de produção (cana no campo mais o processo industrial), a taxa média de crescimento na produção do álcool entre 1970 e 2005 foi de 4% ao ano. No caso do Biodiesel, como se trata de uma tecnologia nova, ainda em desenvolvimento, há uma grande demanda por avanços científicos e tecnológicos reais em toda a cadeia de produção que podem ser orientados usando TRIZ. O biodiesel é um dos principais vetores da mudança na cadeia energética mundial, sendo utilizado principalmente na Alemanha, França, Itália e EUA, embora haja iniciativas e interesse de vários países, como a China e o Japão. Não é à toa que acontece um forte estímulo científico e financeiro dado, por diversos países, ao biodiesel. Isso ocorre devido o potencial que combustível possui na redução de emissão de poluentes causadores do efeito estufa. Ao mesmo tempo, todos esses países estão buscando a inovação na área de energias alternativas ou modernas e para isso utilizam metodologias mais avançadas de planejamento, avaliação e acompanhamento tanto na pesquisa quanto na a produção. Entre elas, está o TRM, o TRIZ e outros instrumentos como *science foresight*. O aprendizado de outros países oferece aos estudiosos brasileiros oportunidade de acompanhar e aperfeiçoar estas técnicas para aplicação no Brasil. Para ilustrar um exemplo de inovação e de contribuição do setor privado na área de biocombustíveis vale à pena mencionar a John Deere. Essa empresa está lançando a nova colheitadeira, a 3520; ela é mais produtiva e econômica e possui um conceito inovador de eficiência que reduz os custos do plantio da cana-de-açúcar. A série de inovações tecnológicas desenvolvidas para aumentar a produtividade nos canaviais inclui ainda novos opcionais para os tratores 7715 e 7815 e a ensacadora de fardos cilíndricos 568, que pode ser utilizada para o recolhimento do palhicho da cana, facilitando o uso desse resíduo para a co-geração energia pelas usinas. A nova 3520 tem motor de maior capacidade com grande economia de combustível. Outra inovação que contribui para ampliar a capacidade de trabalho é a hélice reversível do radiador. Na cabine da colheitadeira, novos displays multifuncionais oferecem maior quantidade de informações e permitem melhor controle das funções do equipamento pelo operador. O plantio da cana torna-se muito mais rápido com uma velocidade de 5 a 6 quilômetros por hora e pode completar o plantio de uma área de 1.3 hectares em uma hora e atingir 10 hectares no período de 8 horas. A utilização de máquinas com sistemas de piloto automático, na cultura da cana, ganha eficiência ainda maior quando direcionada por satélite. O Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), em Campinas estuda a mecanização de baixo impacto para o plantio direto de cana-de-açúcar. Na utilização de máquina no processo de plantio direto exige a implantação dos requisitos típicos desse sistema nos canaviais. O plantio direto é um sistema diferenciado de manejo do solo usado com grande sucesso no Brasil em lavouras de soja, milho, feijão, trigo e arroz. Este sistema não necessita de aragem do solo e os restos vegetais das colheitas são mantidos sobre o terreno, isto gera maior sustentabilidade no campo devido menor tráfego de implementos agrícolas. Tais iniciativas reduzem o custo de produção, protegem o solo contra compactação, reduz perdas de nutrientes e erosão e possibilitam uso mais racional de água. Entretanto, a implantação desse sistema na cana-de-açúcar enfrenta alguns obstáculos em caso de mecanização. Normalmente, precisa-se de uma máquina que consiga operar nos canaviais conforme os preceitos dessas técnicas. Utiliza-se nesse caso, o equipamento de bitola larga que percorre um mesmo trajeto pré-definido em todas as fases de utilização, com isso, o tráfego de máquina cai de 50 a 60% para menos de 10%. Maior parte de máquinas e equipamentos foram pesquisados e desenvolvidos pelo setor privado enquanto a parte agrônômica foi de contribuição do setor público.



Hoje além de atender as necessidades internas, o Brasil produz máquinas e equipamentos para exportação. Segundo os números compilados pelo Departamento de Economia e Estatísticas da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas - ABIMAQ, o setor de máquinas e implementos para agricultura fechou o ano de 2008, com faturamento de ordem de R\$ 8,34 bilhões - o que representa um crescimento de 42,5% sobre o ano anterior. No mês de dezembro de 2008, o setor de máquinas e implementos agrícolas empregava 42.920 pessoas (4,8% a mais do que no mesmo período do ano anterior) e o nível de utilização da capacidade instalada (NUCI), também no mês de dezembro, foi de 73,02%. A média do ano foi 80%. Todos esses números mostram que no Brasil, o setor de máquinas e implementos agrícolas estava aquecido, empregando e exportando.

CONCLUSÕES: A emancipação da tecnologia para a agricultura tropical e a inter-culturação tecnológica da agricultura tropical e de clima temperado ocorreu por meio da quebra de paradigmas e tradições. Isso só foi possível devido à transferência de conhecimento de várias ciências, por meio de treinamento maciço o que levou a geração de tecnologias adequadas e a sua consequente transferência. Agricultura tropical quando comparada com agricultura de clima temperado é mais complexa e multivariada precisando grande esforço de planejamento estratégico na locação de recursos de P&D, tanto pelo setor público como privado. O uso de instrumentos avançados como TRM e TRIZ para identificar sinergias entre áreas agrônômicas e de engenharia agrícola podem significar melhores decisões e ganhos de competitividade em projetos de desenvolvimento de tecnologias. A reflexão sobre as abordagens, métodos e técnicas para antecipar, modelar e construir o futuro deve ser vista como um meio para aperfeiçoar a atividade prospectiva e seus resultados, ou seja, para responder adequadamente às indagações quanto ao futuro, em seus diversos níveis e interesses. É sempre bom lembrar que existe um amplo espectro de métodos que podem ser escolhidos conforme o objeto do projeto de desenvolvimento. No mundo atual, a habilidade de antecipar-se ao futuro torna-se cada vez mais importante para permitir a remodelação das organizações, aumentando a capacidade de mobilidade em direção a futuros desejados para alcançar bons níveis de desenvolvimento sustentável, criando riqueza e melhorando a qualidade de vida. Esta habilidade pode se refletir, também, no aumento das capacidades para gerenciar as características conflitantes do processo de tomada de decisão, em curto, médio e longo prazos. Um dos objetivos dessa proposta é sensibilizar para o desenvolvimento e adaptação de metodologias de planejamento que induzem a inovação na geração de tecnologias convergentes para produção de biocombustíveis e produtos agroalimentares em sistemas integrados, aproveitando de sinergias desses dois setores tanto nas regiões de clima tropical quanto nas subtropicais.

AGRADECIMENTOS: Ao Sr. Davi Aparecido Trevizolli, UNESP-Jaboticabal, por seu apoio e orientação na preparação e na apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- GALVIN, R. Roadmapping: a practitioner's update. *Technological Forecasting & Social Change*, v.71, p.101-103, 2004.
- COELHO, G.M.; SANTOS, D.M.S.; MIRANDA FILHO, M.; FELLOWS, L. Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: Technology Roadmapping - um olhar sobre formatos e processos. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-CGEE, 2005. p.199-231.
- PORTAL DO CONHECIMENTO. PDPNET Knowledge Network. TRM. Technology roadmap. Disponível em: < [Http://www.portal.do.conhecimento](http://www.portal.do.conhecimento). Acesso em: 10 dez. 2008.