

Nanotecnologia e gestão da inovação tecnológica no negócio frutihortícola

O agronegócio brasileiro, diante dos avanços da ciência e tecnologia e da crescente demanda por produtos de qualidade, tem direcionado seus esforços na busca constante pelo desenvolvimento de técnicas agrícolas que venham assegurar a produtividade e a segurança dos alimentos, incorporando ao seu produto fatores diferenciados, com o intuito de agregar valor e tornar-se competitivo diante das novas exigências de mercado. Como importante setor da economia brasileira, o mesmo precisa acompanhar as frequentes mudanças ocorridas no mundo globalizado, através de nova gestão baseada na utilização das modernas tecnologias existentes, a fim de manter a sua posição de destaque, além de conquistar novos espaços no mercado internacional. É nesse contexto que surge a notícia mais relevante em termos de inovação tecnológica, trata-se da nanotecnologia, que se refere à manipulação de átomos.

Nanotecnologia - Os fundamentos essenciais da nanotecnologia foram primeiramente propostos pelo físico norte-americano Richard Feynman em uma palestra proferida em 1959 com o título "There's Plenty Room at the Bottom". Anos mais tarde, em 1981, com a criação do microscópio de tunelamento, tornou-se possível obter imagens de átomos em uma superfície. O prefixo nano vem do grego e significa "anão", equivale a um bilionésimo do metro, que chama-se nanômetro (nm). Para se ter uma idéia, o diâmetro de um fio de cabelo é de 80 mil nanômetros. A nanotecnologia refere-se a tecnologia em que a matéria é manipulada à escala atômica e molecular para criar novos materiais e processos com características funcionais diferentes dos materiais comuns e, através dessas combinações, formular produtos que serão posteriormente comercializados. A nanotecnologia utilizará a capacidade da moderna tecnologia em manipular moléculas e átomos, para gerir e desenvolver produtos e processos das cadeias produtivas.

Papel da Nanotecnologia no Negócio Frutihortícola - Os nanobiocientistas, através de técnicas de manipulação molecular a nível nanométrico, estão desenvolvendo cultivares diversificados que se adequam às condições edafoclimáticas de acordo com o local onde os mesmos serão cultivados, além de terem uma maior capacidade produtiva e serem mais resistentes a doenças e pragas. As frutas e hortaliças percorrem várias etapas até chegarem à mesa do consumidor; esse pro-



cesso abrange desde a seleção das sementes até o transporte. Para que as mesmas tenham uma boa aceitação no mercado, os produtores precisam mantê-las livres de quaisquer alterações que venham a comprometer sua alta qualidade. É com esse intuito que são utilizados agroquímicos nas plantas para que possam estar livres de pragas e doenças. Esses resíduos consequentemente causam danos à saúde dos consumidores e ao meio ambiente. Com a nanotecnologia torna-se possível o desenvolvimento de novos produtos que proporcionam um ótimo resultado no combate a pragas e que são degradados pelo solo e transformados em nutrientes absorvidos pelas plantas. Dessa forma a nanotecnologia contribui para que os consumidores possam ter uma vida mais saudável, além de reduzir a emissão de poluentes, preservando assim o meio ambiente.

Quando as plantas encontram-se infectadas por alguma doença, normalmente leva-se dias e até meses para que o distúrbio se torne visível e/ou perceptível e seja detectado. Durante esse período é possível ocorrer uma proliferação do patógeno e a intensificação do problema, o que torna a doença mais resistente. A solução para esse problema poderá ser encontrada por meio da nanotecnologia, a partir da integração de um sistema que tornará possível, através de dispositivos sensoriais, detectar, monitorar e controlar as doenças antes mesmo que se possa percebê-las.

No agronegócio, a inovação da nanotecnologia trará grandes perspectivas

para o avanço das pesquisas e, conseqüentemente, criará vantagens competitivas para as exportações brasileiras de produtos **agropecuários que, em 2005, alcançaram US\$ 43,6 bilhões**. Os produtos frutihortícolas frescos participaram apenas com 1% no mercado internacional. Apesar da diversidade de frutas que dispõe, de tropicais, subtropicais e temperadas, o que é uma vantagem comparativa, o Brasil precisa avançar muito nessa área. O país tem condições edafoclimáticas adequadas e mão-de-obra abundante para conseguir uma maior participação nas exportações de frutas e hortaliças; basta investir e reintegrar-se ao processo de inovação tecnológica. Neste caso, chama-se a atenção para as novas contribuições provenientes da nanotecnologia e nanociência, que possibilitarão avanços expressivos no ramo da frutihorticultura, desenvolvidas com uma gestão de alta performance. Entre o período de 2005 a 2006 o Brasil investiu R\$ 71 milhões em nanotecnologia; estima-se que entre 10 a 15 anos, o faturamento mundial com nanotecnologia seja de US\$ 1 trilhão; o Brasil poderá assim, conquistar a meta de 1% das exportações, cerca de US\$ 10 bilhões.

Conforme edital do CNPq, pelo caráter estratégico, deverão ter mais atenção os investimentos nas áreas de melhoramento genético, sistemas de produção e segurança ambiental, pós-colheita e transferência de tecnologia para fruticultores. A unidade de pesquisa, Instrumentação Agropecuária da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA),

situada em **São Carlos-SP**, desenvolveu um sistema sensor gustativo, com filmes ultra-finos de macromoléculas produzidos com controle nanométrico, chamado de **“Língua Eletrônica”**. Os filmes presentes nesse equipamento permitem uma sensibilidade que chega a ser 10.000 vezes maior que a do ser humano. Dentre outros parceiros, o projeto da Embrapa contou com a participação da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), que teve maior objetivo de avaliar a qualidade de cafés, cachaças e sucos. A língua eletrônica poderá ser utilizada também em leite, vinhos e na avaliação de qualidade da água. Outra nova tecnologia desenvolvida é uma embalagem com camadas super finas que serve para proteger tanto as frutas como parte delas contra microorganismos decompositores, e também para retardar o amadurecimento das mesmas, fazendo com que durem até 50% mais tempo do que o normal. Essas películas são aplicadas nos frutos logo que saem do pomar, através de sprays ou de banho, e são tão finas que se confundem à casca. Formuladas com certo tipo de açúcar, essas películas são comestíveis e tão imperceptíveis que o consumidor nem mesmo perceberá a presença das mesmas. Lotado na Embrapa Instrumentação Agropecuária (**São Carlos-SP**), o **Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA)**, terá **R\$ 4 milhões de investimentos para impulsionar as pesquisas no setor agropecuário e garantir a com-**

petitividade do Brasil frente ao agronegócio. Para elevar padrões de qualidade e competitividade da fruticultura brasileira, a nanotecnologia propõe o desenvolvimento de ferramentas para biotecnologia e para a manipulação de genes e materiais biológicos, além da criação de nanopartículas para liberação controlada de nutrientes, pesticidas e drogas.

A manipulação de alimentos e da agricultura a nível molecular permitirá obter plantas anatomicamente modificadas, para melhor atender as exigências dos consumidores. Serão fabricados flavorizantes artificiais e nutrientes naturais engenheirados para agradar ao paladar. A fruticultura passará a ser automatizada com uso de sensores moleculares e sistemas moleculares de liberação de substâncias. O fruticultor poderá então gerir sua produção de forma mais eficiente, pois serão possíveis um manejo da irrigação, detecção e aviso de condições climáticas adversas, cronograma de colheitas, contenção e medição de controle da qualidade da água.

Na comercialização, o fruticultor poderá obter maior rastreabilidade de seu produto, podendo estabelecer uma melhor comunicação entre os elos integrantes da cadeia de suprimentos.

Gestão Estratégica do Negócio Frutihortícola Focada no Desempenho da Inovação Nanotecnológica - Essa tecnologia deverá passar por sistemas que permitam a avaliação sistematizada que ofereça informações precisas de sua utilização, neste caso, na fruticultura. Para determinar a alta performance da nanotecnologia na fruticultura, utilizar-se-ão ferramentas gerenciais no agronegócio, tais como, SWOT, benchmarking, Balanced Scorecard, as cinco forças competitivas e valor agregado.

Com a ferramenta da análise do SWOT, será permitido avaliar os pontos fortes, os pontos fracos, as oportunidades e as ameaças do mercado globalizado, onde a empresa frutihortícola está atuando.

A empresa frutihortícola faz o benchma-

rking para obter melhores processos e, conseqüentemente, a maximização da performance empresarial, da alta qualidade de produtos frutihortícolas, serviços, processos da cadeia do agronegócio, redução de custos e agregação de valor, comparando com empresas líderes nos mercados-alvo.

Há ainda a necessidade de aplicação da ferramenta do Balanced Scorecard para monitorar, mensurar e avaliar o desempenho das estratégias do agronegócio de frutas e hortaliças, aplicando a nanotecnologia, com a finalidade de elaborar um balancete relacionado que responda as questões da perspectiva financeira, perspectiva do cliente/mercado, perspectiva dos processos internos do agronegócio, perspectiva do capital humano (aprendizado e crescimento contínuo).

A nanotecnologia é uma inovação tecnológica, que poderá trazer várias vantagens competitivas com base em processos integrados de planejamento de demanda no negócio frutihor-

tícola, já que esta detém a capacidade de manipular átomos, podendo fornecer à sociedade fatores essenciais para seu desenvolvimento. Para os fruticultores e empresários rurais brasileiros é uma inovação tecnológica que esses necessitam conhecer e aplicar de maneira eficiente, para dessa forma, obter a possibilidade de fornecer ao consumidor produtos de alta qualidade mercadológica e diferenciados, com baixos preços, a fim de conquistar o sucesso nas exportações de frutas e hortaliças no mercado de bilhões de consumidores na base da pirâmide social.

¹Ph.D., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido na área da Gestão Tecnológica do Agronegócio de Produtos Frutihortícolas, CP:23, 56302-970, Petrolina-PE.

moha mmad@cptsa.embrapa.br - ²Estagiária da Embrapa Semi-Árido. marta melo82@gmail.com - ³Bióloga - elenizemelo@gmail.com