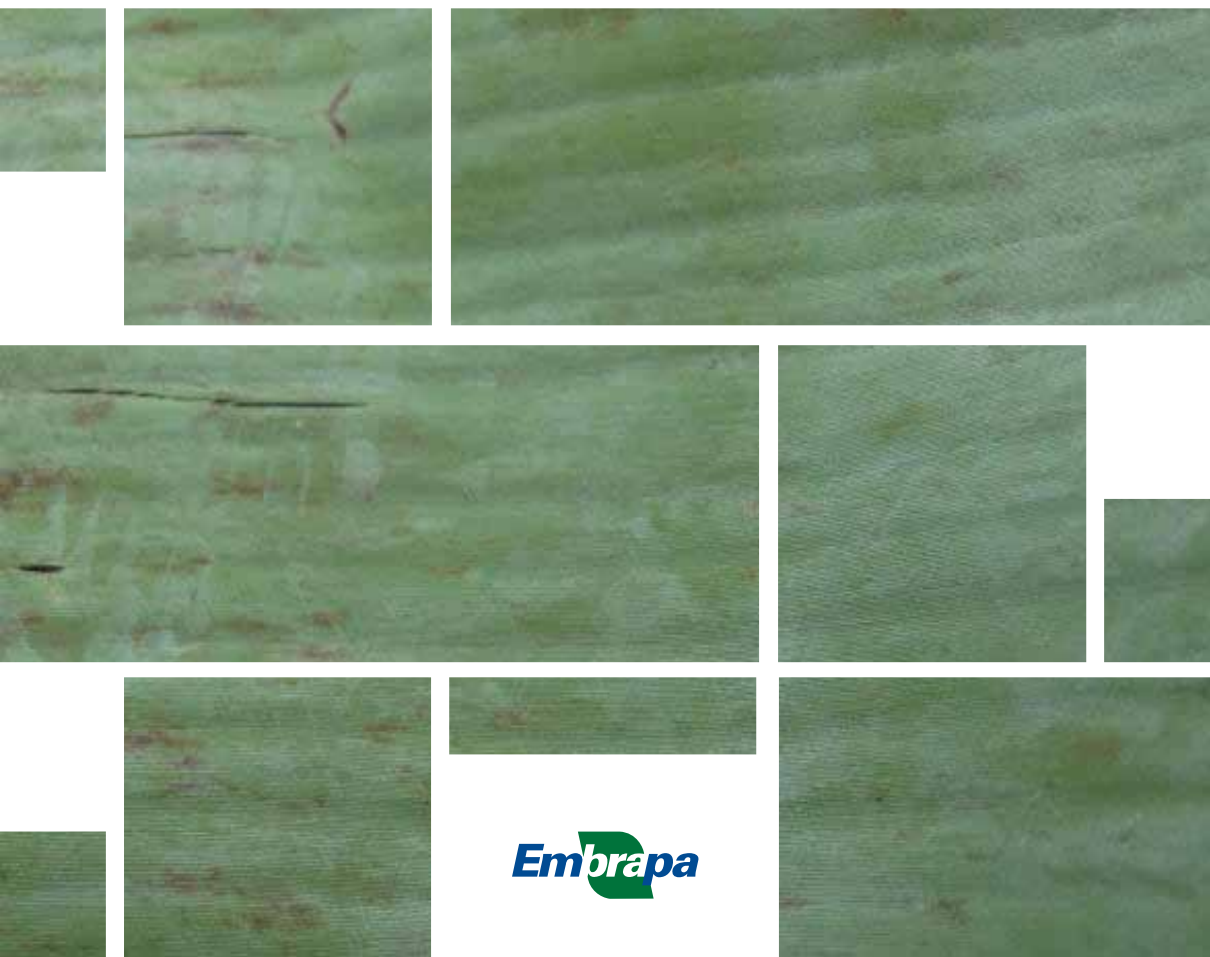


Portfólio de Sanidade Vegetal 2015 a 2017

Documento Síntese



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 234

Portfólio de Sanidade Vegetal

2015 a 2017

Documento Síntese

Francisco Ferraz Laranjeira
Edson Hirose
Fernando Hercos Valicente
José Maurício Cunha Fernandes
Márcio Elias Ferreira
Miguel Michereff Filho
Rafael Major Pitta
Ricardo Adaime da Silva
Rodrigo Mendes
(Autores)

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
Fax: 75 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento, Marcio Carvalho Marques Porto

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Adriana Villar Tullio Marinho

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Foto da capa
Léa Ângela Assis Cunha

1ª edição
On-line (2019).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Portfólio de Sanidade Vegetal 2015 a 2017: documento Síntese. Francisco Ferraz Laranjeira.... [et. al.]. – Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

18 p. il. ; 21 cm. - (Documentos/ Embrapa Mandioca e Fruticultura, 234).

ISSN 1809-4996, 38.

1. Praga vegetal. 2. controle de doenças. I. Laranjeira, Francisco Ferraz II. Hirose, Edson III. Valicente, Fernando Hercos V. Fernandes, José Maurício Cunha VI. Ferreira, Márcio Elias VII. Michereff Filho, Miguel VIII. Pitta Rafael Major IX. Silva, Ricardo Adaipe da X. R Mendes, Rodrigo XI. Título. XII. Série.

CDD 632.9

© Embrapa, 2019

Apresentação

Esta publicação é um registro histórico das ideias que nortearam o Portfólio Sanidade Vegetal da Embrapa desde seu estabelecimento em 2015 até sua reformulação em 2018. As ideias embrionárias que deram origem ao portfólio foram apresentadas à Diretoria da Embrapa em 2014 pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, disparando o processo de discussão sobre o tema e a posterior implantação do Portfólio.

Essas ideias tinham como base o desenvolvimento de stealth crops ou cultivos furtivos. Ou seja, o desenvolvimento de um arsenal de tecnologias que, usados em conjunto, fossem capazes de diminuir a localização, contato, reconhecimento e sensibilidade das plantas aos agentes de estresse biótico. Essa ideia foi aperfeiçoada em conjunto por pesquisadores de diversas Unidades da Embrapa, culminando no trabalho final que deu início ao Portfólio.

Nota-se que o embasamento original do Portfólio de Sanidade Vegetal ainda é atual. Também podem ser traçados paralelos entre essas bases e o atual Macroprocesso de Inovação da Embrapa.

Este documento certamente atenderá a quem busca entender a evolução do pensamento científico dentro de nossa empresa.

Sumário

Escopo	7
Objetivo Geral	7
Objetivo Especifico	7
Antecedentes e situação atual	8
Princípios	8
Diretrizes	12
Linhas de trabalhos e tecnologia.....	14
Identificação de prioridades.....	17

Escopo

Restrições bióticas ao potencial produtivo de cultivos em regiões tropicais e subtropicais.

Objetivo geral

Desenvolver bases científicas e tecnologias que permitam reduzir significativamente as perdas de produção e os custos globais de manejo de estresses bióticos na agricultura brasileira, assegurando o incremento dos serviços biológicos dos agroecossistemas e a produção de alimentos seguros.

Objetivos específicos

- Desenvolver e aprimorar tecnologias analíticas e biomatemáticas que auxiliem a prevenção da entrada de uma praga em região geográfica ainda não infestada, com ênfase para agentes de *status* quarentenário;
- Desenvolver e otimizar tecnologias avançadas de amostragem e detecção para eliminação/redução populacional da praga em área infestada;
- Desenvolver tecnologias de confundimento para agentes bióticos que diminuam a visibilidade/atratividade dos cultivos;
- Desenvolver tecnologias de aplicação de barreiras físicas, químicas ou biológicas, constitutivas ou não, que diminuam a sensibilidade dos cultivos aos agentes bióticos;
- Fomentar plataformas para o uso de métodos avançados de manipulação gênica na imunização contra agentes bióticos, e fenotipagem de linhagens quanto à resistência;
- Desenvolver pesquisas básicas para a geração de tecnologias constitutivas (inerentes às plantas) para restauração da sanidade de cultivos;

- Aprimorar tecnologias sustentáveis de micromodificação do ambiente, tornando-o localmente impróprio para o desenvolvimento de agentes bióticos deletérios;
- Aprofundar as bases científicas de zoneamentos e sistemas de alerta visando tomadas de decisão para a evasão ou controle em micro, meso e macroescalas espaciais.

Antecedentes e situação atual

As preocupações com a fitossanidade sempre se refletiram na atuação da Embrapa. A empresa apresenta casos de grande sucesso, tais como o uso de baculovírus para o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*); a indicação de rotação de culturas para o manejo das doenças radiculares do trigo; o controle biológico dos pulgões do trigo com parasitoides; o melhoramento preventivo para resistência à Sigatoka Negra da bananeira; além dos diversos programas de manejo integrado de pragas.

Esses são casos mais relevantes, mas os problemas fitossanitários são múltiplos. O enfrentamento de tais problemas não é recente, porém as inovações na área são muitas vezes esporádicas, pontuais, transitórias. O risco de se incorrer nos erros mencionados é altíssimo. Consultas a entidades representativas do setor produtivo ou ligadas à sanidade vegetal apontam a necessidade de diálogo permanente com a Embrapa. O desafio da Embrapa no âmbito da sanidade vegetal é complexo, em especial tendo em vista que o fluxo de ideias científicas e novas descobertas deve ser livre e criativo. No entanto, são convenientes a organização e a orientação das iniciativas de pesquisa. O portfólio de sanidade vegetal permitirá o estabelecimento de foco a longo prazo e a aglutinação de competências em torno de linhas de pesquisa mais eficientes. Permitirá ainda induzir a integração com outras ações da empresa, e também a tradução de nossas atividades para os interessados em sanidade vegetal.

Princípios

O desafio de sustentar bilhões de pessoas com alimentos baratos em quantidade e ricos em qualidade ainda precisa ser vencido; a produção

agrícola deve ser incrementada. No entanto, não se pode subestimar seu potencial impacto ao ambiente e, por consequência, as outras facetas da qualidade de vida das pessoas.

Assim, o aumento da produção não deve ocorrer pela expansão da área produtiva, pois a extensificação às custas de impactos ambientais não é viável. Nesse contexto, a **Intensificação Sustentável (IS)** é uma ideia orientadora dos esforços de pesquisa. A IS tem como princípio o aumento da produção sem impacto ambiental adverso e sem o cultivo adicional de terra. Isso seria possível por meio de dois movimentos: (i) *cobertura das lacunas produtivas* pelo aumento sustentável da produtividade em áreas já cultivadas pela aplicação de tecnologias e conhecimentos já disponíveis; e (ii) *aumento da produção potencial* por meio do desenvolvimento de novos conhecimentos científicos para aumentar a produção de maneira sustentável.

Para que o paradigma da IS possa ser implementado, deve-se considerar que o foco não será apenas cultivo-específico, mas sim o modo como a terra é usada. Nesse contexto, e no âmbito da sanidade vegetal, deve-se falar em manejo integrado da paisagem agrícola (MIPA), para o qual os desafios bióticos são apenas uma vertente.

Um desafio de pesquisa tão multifacetado quanto o manejo integrado em paisagem agrícola exige que as informações geradas sejam efetivamente compreendidas pela sociedade. Para transformar a informação em conhecimento adotável pela sociedade, deve-se fazer um esforço contínuo e integrado de tradução. Alinhado a isso, percebe-se que a IS não depende apenas da pesquisa ou da transferência do conhecimento gerado, mas também de estruturas organizacionais que a apoiem.

Um caminho para implementar o paradigma da IS é a visão de **Pesquisa Translacional**. Esse enfoque implica em projetos como a organização multidisciplinar efetiva, em constante contato com a sociedade. Mais que isso, é pressuposto da Pesquisa Translacional que atores da sociedade compreendam claramente os objetivos a serem alcançados, sejam membros participantes dos projetos de pesquisa e não meros clientes.

Unidades gerenciais (projetos, arranjos e portfólios) de pesquisa translacional requerem que os membros das equipes sejam tradutores de informação

entre cada segmento interdisciplinar e intersetorial (pesquisa, transferência e usuário), quer sejam pessoas ou instituições. Para isso é necessário que se forneça aos atores desse processo um arcabouço teórico e prático no qual eles possam apoiar suas ideias e estruturar suas ações. No âmbito da sanidade vegetal, esse arcabouço já existe desde a primeira metade do século 20: os **Princípios de Manejo**.

Os **Princípios de Manejo** foram inicialmente aplicados a doenças, mas podem ser estendidos a qualquer agente biótico deletério às plantas. Cada um desses princípios atua em um dos vértices dos biosistemas (ambiente, planta, agente biótico), cada um deles com um propósito específico de interferência no ciclo das relações planta-agente. Embora possam ser apresentados separadamente e tenham uma lógica sequencial, devem ser entendidos como peças de uma mesma engrenagem, com atuação simultânea:

- i) Exclusão: prevenção da entrada de uma praga numa área ainda não infestada;
- ii) Erradicação: eliminação da praga de uma área em que foi introduzida;
- iii) Proteção: interposição de uma barreira protetora entre as partes suscetíveis da planta e a praga;
- iv) Imunização: desenvolvimento de uma população de plantas resistentes ou imunes, por meios naturais ou artificiais, em uma área infestada com a praga;
- v) Terapia: restabelecimento da sanidade de uma planta com a qual a praga já estabeleceu uma íntima relação;
- vi) Regulação: modificação do ambiente, tornando-o impróprio ao desenvolvimento da praga;
- vii) Evasão: plantio em áreas e/ou épocas desfavoráveis à praga ou ao desenvolvimento da doença/infestação.

É o posicionamento das ideias e dos projetos dentro dos **Princípios de Manejo** que estruturará as ações em todas as fases da geração das tecnologias, facilitando a tradução de qualquer projeto de pesquisa para a sociedade.

Para que isso seja logrado, há necessidade de ações integrativas e de transferência de tecnologia que mantenham os projetos conversando entre si e com a sociedade. Essas **Ações Integrativas** não seriam necessariamente projetos à parte, mas sim diretrizes a serem incorporadas às unidades gerenciais. As Ações Integrativas podem ser organizadas em três grupos: (i) Avaliações de adoção e impacto de tecnologias; (ii) Prospecção, ações integrativas de transferência de tecnologias e comunicação; e (iii) Fomento a políticas públicas de defesa fitossanitária.

O funcionamento do portfólio de sanidade vegetal, considerando em conjunto a Intensificação Sustentável, a Pesquisa Translacional, os Princípios de Manejo e as Ações Integrativas, permitiria o desenvolvimento de tecnologias capazes de diminuir a localização, o contato, o reconhecimento e a sensibilidade das plantas aos agentes de estresse biótico. Uma das formas de organização seria o direcionamento por grupos de estresses bióticos em função do aspecto afetado na fisiologia das plantas:

- i) Agentes que destroem os órgãos de reserva ou consumo, por exemplo, larvas de moscas-das-frutas e podridões pós-colheita;
- ii) Agentes que causam danos em plântulas, por exemplo, fungos oriundos do solo;
- iii) Agentes que danificam as raízes e o colo das plantas, afetando a absorção de água e nutrientes, por exemplo, nematoides, podridões radiculares e insetos de raízes;
- iv) Agentes que atacam o sistema vascular, afetando a translocação de água e nutrientes, por exemplo, brocas de tronco, nematoides e patógenos causadores de murchas vasculares;
- v) Agentes que interferem na fotossíntese, por exemplo, lagartas desfolhadoras e fungos causadores de manchas foliares;
- vi) Agentes que interferem no aproveitamento de fotossintatos ou no metabolismo secundário, por exemplo, insetos sugadores, plantas daninhas e viroses em geral.

Essa organização não é a única possível. Em casos específicos, será necessária à organização por problema (e.g. *Helicoverpa armigera*, HLB

dos citros) ou mesmo por temática (e.g. pragas quarentenárias). Uma outra forma de organização poderia ser voltada a alvos tecnológicos de alto impacto como, por exemplo, cultivares de altos rendimentos, mais resistentes a doenças e a pragas de grande importância econômica, adaptadas e mais eficientes no uso da água e nutrientes. Para tanto, a organização do projeto valer-se-ia de iniciativas em diversas áreas que se interconectariam. Independente da organização prática, deve-se indicar aos participantes das ações: (i) as diretrizes do portfólio; (ii) as linhas de trabalho associadas a cada princípio de manejo; e (iii) o curso de ação para identificação de problemas/tecnologias prioritárias.

Diretrizes

O foco principal das ações deste portfólio deve ser a resolução de problemas. Embora pareça óbvio, é observado que muitos projetos apresentam a questão a ser resolvida apenas como uma justificativa para ações de pesquisa pautadas pela preocupação com a área de conhecimento. A diretriz, portanto, é que os projetos sejam explícitos em apontar o problema, mas também em detalhar os passos necessários para sua resolução mesmo no longo prazo.

Assim, indicar problemas a serem resolvidos não é suficiente. Isso implica em constante sondagem das tendências e das necessidades dos atores em sanidade vegetal. O que se indica é a promoção de um esforço – agora no âmbito de cada projeto – para trazer o setor produtivo e as entidades representativas da sociedade a contribuírem como colaboradores e não apenas como clientes da pesquisa.

Serão quatro as vertentes de pesquisa prioritárias para o portfólio, quais sejam: (i) Inteligência quarentenária; (ii) Aprofundamento do uso de técnicas de melhoramento como ferramenta na resolução de problemas de sanidade vegetal; (iii) Visão multitrófica dos agroecossistemas com ênfase em serviços biológicos; (iv) Promoção da abordagem de manejo integrado em paisagens agrícolas.

Inteligência Quarentenária. Há necessidade de intensificação de desenvolvimento de técnicas de detecção de pragas. Além disso, nota-se a necessidade de ações integradas com as agências de defesa

no desenvolvimento de modelos biomatemáticos de risco de invasão, estabelecimento e disseminação das pragas em diversas escalas espaciais. O tripé da inteligência quarentenária será complementado por ações de melhoramento preventivo.

Técnicas avançadas de melhoramento aplicadas à sanidade vegetal.

Reconhece-se que linhagens resistentes ainda são a maneira mais efetiva de incorporar soluções de sanidade vegetal nas cadeias produtivas. No entanto, essa vertente não deveria ser dedicada ao desenvolvimento de cultivares comerciais. O foco seria a utilização de métodos de biologia integrativa (ômicas) que, associadas a plataformas de fenotipagem, permitissem um esforço mais concentrado na obtenção de um estoque de médio-longo prazo de ativos biológicos que fossem de interesse para a sociedade.

Visão multitrófica dos agroecossistemas.

Essa terceira vertente entra no contexto de pesquisas envolvendo diversidade florística, inimigos naturais e suas interações com pragas e outros integrantes do sistema biológico. Como na segunda vertente, deve haver uma associação entre abordagens clássicas e métodos de biologia integrativa (ômicas). Essa visão é necessária para que se possa explorar práticas agrícolas que favoreçam serviços biológicos. Essa abordagem também engloba o impacto de plantas com resistência varietal, plantas transgênicas e outros OGM nos agroecossistemas. Essa vertente é essencial para que o conceito de intensificação sustentável possa fazer sentido no âmbito do portfólio.

Promoção da abordagem de manejo em paisagens agrícolas.

Com a intersecção com a visão multitrófica dos agroecossistemas e com a inteligência quarentenária, é o reflexo do fato de que os desafios fitossanitários não conhecem fronteiras. Mais ainda, em muitos casos os agentes deletérios são generalistas que usam as diversas espécies vegetais como hospedeiros ou como abrigos para sobrevivência. Assim, sua disseminação é ampla e seu manejo tende ao fracasso quando executado em microescala espacial (glebas ou propriedades). A pesquisa em sanidade vegetal precisa dessa mudança de paradigma para desenvolver táticas de manejo mais eficientes. Um reflexo desse novo modo de ver o manejo fitossanitário é a necessidade de trabalhos integrados com associações de produtores, os serviços públicos e privados de assistência técnica e entidades de fomento ao desenvolvimento rural em nível regional.

Linhas de trabalho e tecnologias

Os princípios e as diretrizes do portfólio devem ser traduzidos e incorporados na forma de possíveis linhas de trabalho e tecnologias. Nem todas as indicações se aplicam a todos os sistemas de produção ou a todas as paisagens agrícolas; as especificidades deverão ser trabalhadas dentro das propostas a serem submetidas ao portfólio. As linhas de trabalho e as tecnologias prioritárias foram agrupadas em função do princípio de manejo ao qual sejam mais afeitas. Tendo como meta a sua completa adequação às cadeias produtivas e à aplicação sustentável em paisagens agrícolas, seu uso integrado permitiria diminuir localização, contato, reconhecimento e sensibilidade das plantas aos agentes de estresse biótico. Os itens sublinhados indicam temáticas tecnológicas imprescindíveis, que a empresa não pode deixar de atender.

Exclusão

Tecnologias que previnam a entrada do agente deletério em região ou área ainda não infestada, desde a micro até a macroescala espacial.

- i) Ferramentas biomatemáticas de estimativa de risco espaço-temporal de invasão e dispersão, baseadas em modelagem epidemiológica;
- ii) Tecnologias de detecção rápida de infecto-infestações;
- iii) Tecnologias de eliminação ambientalmente segura de infecto-infestações.

Erradicação

Tecnologias para eliminação do agente deletério de uma área em que foi introduzido.

- i) Desenvolvimento e/ou melhoria da amostragem em diversas escalas espaciais;
- ii) Desenvolvimento de métodos físicos, bioquímicos e moleculares para diagnose precoce de infecto-infestações;

- iii) Análise de impactos socioeconômicos e ambientais de invasões e erradicações em micro e mesoescala espacial para subsidiar tomadas de decisão.

Proteção

Tecnologias para interposição de barreiras entre praga e hospedeiro.

- i) Prospecção de barreiras físicas, químicas e biológicas;
- ii) Desenvolvimento e otimização de tecnologias de interposição das barreiras, incluindo manejo de resistência;
- iii) Melhoria de tecnologias para conservação e aplicação de agentes de controle biológico;
- iv) Intensificação do manejo via agricultura de precisão;
- i) Robótica *lato sensu* aplicada à proteção de plantas;
- i) Implementação de sistemas de alerta baseados em dados epidemiológicos, com apoio de modelagem e simulação.

Imunização

Tecnologias para imunizar ou deixar mais resistentes os hospedeiros.

- i) Plataforma cultivo-independente de métodos avançados de prospecção e manipulação gênica para imunização contra agentes bióticos, incluindo:
 - a) Bioinformática aplicada à biologia integrativa de sistemas;
 - b) Cisgenia e transgenia dirigidas e integradas ao manejo;
 - c) Metagenômica, metatranscriptômica e metabolômica aplicadas à resistência;
 - d) Epigenética e biologia sintética;
 - e) Tecnologia de RNAi;

- f) Seleção à que marcadores assistem;
 - g) Seleção genômica;
 - h) Tecnologias de biologia sintética;
- ii) Plataforma de fenotipagem da resistência a agentes deletérios.

Terapia

Tecnologias para restauração da sanidade de cultivos.

- i) Nanotecnologias químicas ou físicas constitutivas;
- ii) Tecnologias químicas ou físicas não constitutivas.

Regulação

Tecnologias de modificação microambiental para favorecer o hospedeiro ou desfavorecer o agente deletério.

- i) Tecnologias sustentáveis de modificação microambiental. Incluem-se aqui estudo com e para:
 - a) Tecnologias de recuperação e otimização da homeostase;
 - b) Interações multitróficas (interações entre o micro/macrobioma e a planta hospedeira em diversas escalas, incluindo técnicas de biologia integrativa);
 - c) Diminuição da favorabilidade aos agentes bióticos deletérios;
 - d) Aumento da favorabilidade aos agentes bióticos benéficos;
 - e) Aumento da favorabilidade ambiental ao hospedeiro, visando modulação fisiológica para escape ou para expressão de resistência.
- ii) Tecnologias de confundimento dos agentes bióticos, incluindo estudos básicos de:
 - a) Bioquímica de voláteis, exsudatos e do crescimento radicular;

- b) Ecologia química de comunidades rizosféricas e comunidades epifíticas;
- c) Ecologia química de pragas e seus inimigos naturais, manejo baseado em semioquímicos.

Evasão

Tecnologias para deslocar o hospedeiro para locais e períodos desfavoráveis ao agente deletério.

- i) Detalhamento dos ciclos das relações praga-hospedeiro, incluindo detecção e quantificação de fatores de risco bióticos e abióticos;
- ii) Ecologia de pragas em paisagens agrícolas;
- iii) Zoneamentos para tomada de decisão de evasão em meso e macroescala espacial;
- iv) Desenvolvimento de tecnologias rápidas de microzoneamento.

Identificação de prioridades

A sociedade cobra cada vez mais o atendimento de demandas reais e prioritárias. As UDs devem realizar um esforço de priorização estratégica de grandes desafios bióticos alinhados diretamente com os desdobramentos identificados no Macrotema 4, o documento Visão 2014-2034. O correto planejamento dos projetos do portfólio dependerá da qualidade da identificação das prioridades. O diálogo permanente com entidades representativas e câmaras setoriais é fundamental para detecção de problemas fitossanitários emergentes. Isso deve trazer mais flexibilidade ao portfólio na medida em que tais problemas possam ser discutidos antecipadamente.

A priorização sem uma proposta concreta de resolução do problema pode levar a esforços dispersos. O ponto-chave é a correta identificação de tecnologias que apresentem potencial de viabilidade técnica, econômica e operacional, além do detalhamento dos passos para obtê-las.

Nesse processo, sugere-se que sejam exercitadas análises de oportunidade. Uma possibilidade seria analisar a tecnologia proposta em termos de seu provável impacto para a resolução do problema e sua abrangência em termos de aplicabilidade em diversos sistemas de produção. Uma terceira dimensão nessa análise poderia ser a probabilidade de obtenção da tecnologia proposta por um dado projeto ou metodologia de pesquisa.

Este documento, com suas diretrizes, princípios e priorizações, deve ser visto como o ponto de partida para um direcionamento de longo prazo das pesquisas em fitossanidade da Embrapa. Tendo como objetivo esse direcionamento, não pode ser usado como amarra da criatividade científica. A tendência é que as diretrizes do portfólio de Sanidade Vegetal evoluam para que reflitam de maneira harmoniosa as necessidades da sociedade associadas às visões de futuro e ao avanço da ciência.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL