



Centro Universitário do Triângulo

Métodos de Controle: Cultural e Físico

Curso: Engenharia Agrônômica
Período: 5º - Noturno
Professor: João Eduardo Ribeiro da Silva

Introdução

“O manejo de doenças compreende a aplicação integrada de um conjunto de medidas para reduzir os danos causados pelos patógenos em culturas de interesse econômico”

Fonte: Bedendo et al. (2011)

Introdução

- Estas medidas de controle podem ser de natureza diversa, envolvendo métodos:

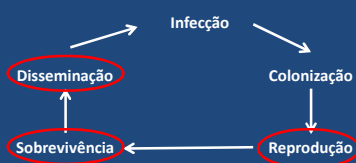
- Genético
- Químico
- Biológico
- Cultural
- Físico

Controle Cultural

- Algumas práticas culturais podem ser usadas para minimizar o efeito de doenças sobre cultivos
- Preferencialmente combinadas
- **Objetivo:** Atuar sobre hospedeiro e patógeno, favorecendo o primeiro e criando condições desfavoráveis ao segundo

Controle Cultural

- Na maioria das vezes as práticas interferem na sobrevivência, reprodução e disseminação dos inóculos



Controle Cultural – Rotação de culturas

- Princípio: eliminação do substrato que favorece o agente patogênico
- Plantio alternado de distintas espécies, na mesma área de plantio e na mesma época do ano, ao longo dos anos

Controle Cultural – Rotação de culturas

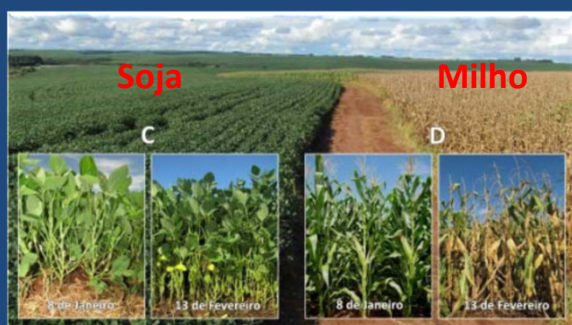
- Rotação x Sucessão
- Exemplos (em uma mesma área):
 - Sucessão = Soja na safra de verão e milho na safrinha (2ª safra)
 - Rotação: Soja na safra de verão no ano 1 e milho na safra de verão no ano 2

Controle Cultural – Rotação de culturas



Sistema soja/milho + brachiária = sucessão
≠ rotação

Controle Cultural – Rotação de culturas



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Rotação de culturas



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Rotação de culturas



Rotação de culturas (feijão/soja com milho/sorgo) cultivadas com PD sobre palhada de braquiária

Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Rotação de culturas

- Monocultura: aumenta o inóculo de patógenos necrotróficos (patógenos facultativos) com o tempo
- Patógenos facultativos: retiram nutrientes tanto de tecidos vegetais em atividade como de tecidos mortos
- Fase patogênica (hospedeiro) e fase saprofítica (restos de culturas)

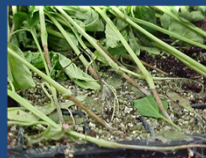
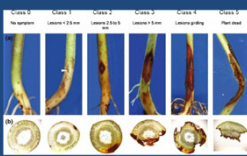
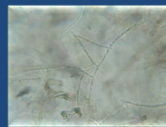
Controle Cultural – Rotação de culturas

- Características do patógeno que influenciam no sucesso da rotação de culturas
 - Baixa capacidade saprofítica no solo
 - Sobrevivência exclusiva em restos de cultura do hospedeiro (especificidade)
 - Patógenos biotróficos (parasitas obrigatórios)
 - Não apresentam estruturas de resistência

Controle Cultural – Rotação de culturas

- Exemplo: *Rhizoctonia solani*
 - Patógeno facultativo
 - Vários hospedeiros: Algodão, Alho, Amendoim, Arroz, Batata, Café, Canola, Cebola, Cenoura, Feijão, Fumo, Girassol, Milho, Pastagens, Soja, Sorgo
 - Estruturas de sobrevivência: escleródios

Controle Cultural – Rotação de culturas



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Rotação de culturas

- Prática viável e desejável para o controle de doenças
- Fácil implantação, fornece bons resultados e reduz gastos com fungicidas
- Maior importância no sistema de plantio direto (SPD)

Controle Cultural – Rotação de culturas

- SPD = acúmulo de restos culturais favorece o aumento de patógenos saprofíticos



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Sementes, mudas e órgãos de propagação saudios

“Na implantação de uma cultura, em pequena ou grande escala, em campo ou cultivo protegido, em substrato sólido ou sistema de hidroponia deve ser observada a qualidade sanitária de sementes, mudas e órgãos de propagação vegetativa”

Fonte: Bedendo et al. (2011)

Controle Cultural – Sementes, mudas e órgãos de propagação saudios

- As plantas doentes logo no início do ciclo da cultura servirão de fontes de inóculo para as demais plantas
- O plantio de materiais portadores de agentes causais de doenças pode;
 - Introduzir um novo patógeno na área
 - Aumentar o inóculo de um patógeno pré-existente

Controle Cultural – Sementes, mudas e órgãos de propagação saudios



Escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo-branco) e sementes de soja

Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Sementes, mudas e órgãos de propagação saudios

- Realizar teste de sanidade em sementes e mudas
 - Lotes de sementes podem introduzir patógenos
 - Complementa o teste de germinação

Controle Cultural – Sementes, mudas e órgãos de propagação saudios

- Tipos de testes de sanidade:
 - Método do papel de filtro (“blotter test”)
 - Método do papel de filtro com congelamento (“deep freezing method”)
 - Método de incubação em BDA
- Objetivo: inibir a germinação da semente e estimular a esporulação do fungo

Controle Cultural – Eliminação de plantas

- Arranquio ou “rouguing” – eliminação de plantas da própria cultura durante o ciclo
- Eliminação de plantas voluntárias - plantas da cultura que permanecem no campo após a colheita
- Eliminação de hospedeiros alternativos – outras espécies hospedeiras do patógeno

Controle Cultural – “Rouguing” ou arranquio

- Consiste na eliminação de plantas doentes da própria cultura
- Redução do inóculo e diminuição da dispersão
- Exige inspeções periódicas no campo
- Maior sucesso em doenças transmitidas por insetos (pulgões, tripses, cigarrinhas, psilídeos) = viroses, bacterioses

Controle Cultural – “Rouging” ou arranquio



Mosaico comum da soja (VMCS)



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Eliminação de plantas voluntárias

- Originárias de sementes, tubérculos e bulbos que não foram colhidos
- Podem abrigar o patógeno durante o período em que o hospedeiro principal estiver ausente

Controle Cultural – Eliminação de plantas voluntárias

- Especialmente importante para patógenos biotróficos
- Pode abrigar patógenos e vetores, causando maior fonte de inóculo no início da cultura

Controle Cultural – Eliminação de plantas voluntárias

Exemplo: vazio sanitário da soja – ausência de plantas de soja no campo entre 1º de julho e 30 de setembro (Instituto Mineiro de Agropecuária)



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Eliminação de hospedeiros alternativos

- Muitos agentes causais de doenças são polípagos
- Os hospedeiros alternativos podem ser espécies cultivadas, daninhas e silvestres
- Garantem a sobrevivência e multiplicação das estruturas reprodutivas

Controle Cultural – Manejo do solo

- Consiste em manejos realizados no solo com a finalidade de reduzir a quantidade de inóculo
 - Eliminação de restos de cultura
 - Preparo do solo
 - Incorporação de matéria orgânica ao solo

Controle Cultural – Eliminação de restos de cultura

- Enterrio do material que serve de alimento a patógenos saprófitos
- Aração e gradagem...
- Substrato se torna acessível à microfauna natural do solo

Controle Cultural – Eliminação de restos de cultura



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Preparo do solo

- Promove a exposição de estruturas de resistência dos patógenos a ação de raios solares
- Efeito da temperatura associado a ação letal da radiação ultravioleta elimina estruturas infectivas e inviabiliza estruturas de resistência

Controle Cultural – Incorporação de matéria orgânica ao solo

- Incorporação de matéria orgânica e adubação verde
- Favorece a competição da microfauna do solo
- Supressão de alguns patógenos e aumento da microfauna do solo

Controle Cultural – Incorporação de matéria orgânica ao solo



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Manejo do plantio/semeadura

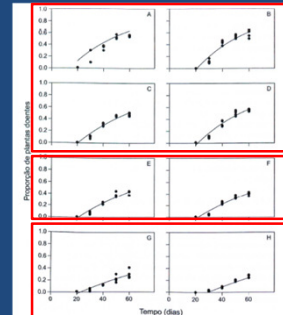
- Consiste em táticas visando o favorecimento do hospedeiro na hora do plantio/semeadura
 - Época de semeadura
 - Densidade de plantio
- Obs.: Devem obedecer as recomendações técnicas para cada espécie e/ou cultivar

Controle Cultural – Época de semeadura

- Antecipar ou retardar a época de semeadura
- Evitar que a época mais favorável ao desenvolvimento de determinado patógeno coincida com a época de maior suscetibilidade do hospedeiro

Controle Cultural – Época de semeadura

Incidência de *Tobacco Streak Virus* em soja, de acordo com a época de plantio



Outubro

Novembro

Janeiro

Manual de Fitopatologia, Vol. 1

Controle Cultural – Densidade de plantio

- Aumento da densidade de plantio, buscando maior produção
- Microclima favorável a patógenos
- Maior intensidade de doenças pode desencadear epidemias

Controle Cultural – Irrigação e Drenagem

- Estresse hídrico (excesso ou falta de água) predispõe o hospedeiro ao ataque do patógeno
 - ↑ água = ↓ O₂, desenvolvimento de raiz é prejudicado; alguns patógenos podem morrer
 - ↓ = absorção de água e nutrientes é prejudicada

Controle Cultural – Irrigação e Drenagem

- Irrigação por aspersão – forma lâmina d'água sobre as folhas que favorece a germinação e penetração de estruturas infectivas no tecido
- UR alta no geral favorece o desenvolvimento de fungos e bactérias

Controle Cultural – Irrigação e Drenagem

Área abaixo da curva de progresso da doença (Míldio) de acordo com a lâmina de irrigação e o turno de rega, na cultura da melância

Lâmina de água ²	AACPM ¹ (intervalos de irrigação) ³		
	In 1	In 2	In 3
L1 (100 mm)	63,75 aA ⁴	60,50 bA	57,25 bA
L2 (300mm)	130,50 aA	133,75 abA	194,00 abA
L3 (500mm)	101,00 aA	266,00 aA	266,00 aA
CV (%)	30,86		

¹Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (averages followed by same letter do not differ by Tukey test at 5% probability)

Fonte: Santos et al. (2013)

Controle Cultural – Nutrição mineral

- Desequilíbrio nutricional – falta ou excesso – diminui resistência da planta ao ataque de patógenos
- Usar recomendação com base em análise de solo e foliar
- ↑ N – tecidos ficam tenros

Controle Cultural – Nutrição mineral

- ↓ N – diminui o vigor da planta
- Forma de N disponível; NH_4^+ ou NO_3^{-2} – favorece algumas doenças
- Influência da forma de N no pH; pH (des)favorece fungos - NH_4^+ acidifica e NO_3^{-2} tende a pH neutro/alcalino

Controle Cultural – Nutrição mineral

- K – aumenta a resistência do hospedeiro
- P – em doses adequadas favorece o desenvolvimento do hospedeiro
- Importante: nutrientes de forma equilibrada

Controle Cultural – Nutrição mineral

Área abaixo da curva de progresso da doença (crestamento gomoso) de acordo com a dose de adubação potássica, na cultura da melância

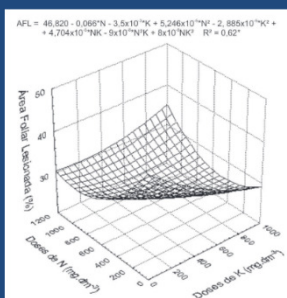
Doses de potássio (kg/ha)	AACPCG ¹
0	443,5 a
50	454,9 a
100	376,5 a
CV (%)	26,26

¹Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (averages followed by same letter do not differ by Tukey test at 5% probability)

Fonte: Santos et al. (2013)

Controle Cultural – Nutrição mineral

Área foliar lesionada por Antracnose em função de doses de N e K no solo, na cultura do milho



Fonte: Carvalho et al. (2013)

Controle Cultural – pH do solo

- pH alto ou baixo – indisponibilização de nutrientes – pH ideal entre 5,5 e 6,5
- Fungos – pH ácidos
- Bactérias – pH neutros a alcalinos

Controle Cultural – pH do solo



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Poda de limpeza

- Melhora as condições da copa – comum em fruteiras tropicais
- Microclima desfavorável ao patógeno - arejamento
- Aberturas naturais a patógenos – usar fungicidas protetores

Controle Cultural – Poda de limpeza



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Barreiras físicas

- Diminui a entrada de vetores (insetos)
- Diminui a velocidade do vento – menor inúria às plantas
- Barreiras com plantas (milho, Pinus, eucalipto) ou malha

Controle Cultural – Barreiras físicas



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Superfícies repelentes

- Cobertura de solo com material capaz de repelir insetos
- Geralmente materiais de polietileno, de diversas cores, ou vegetais, como casca de arroz
- Reflete a luz UV

Controle Cultural – Superfícies repelentes



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural - Desinfestação

- Desinfestação de tesouras, facões, canivetes utilizados em desbrotas, coleitas e enxertias
- Limpeza de caixas usadas para transporte
- Limpeza de máquinas ao muda de área

Controle Cultural - Desinfestação



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural -Profundidade de semeadura

- Semeadura profunda – diferenciação dos tecidos mais lenta – emergência mais lenta
- Maior ataque de patógenos de solo
- Utilizar recomendações técnicas para a cultura

Controle Cultural -Profundidade de semeadura



Fonte: Google Imagens

Controle Cultural – Plantio na direção contrária ao vento predominante

- Técnica utilizada em áreas extensas
- Semeadura demora dias para ser completada
- Começar a semeadura em áreas opostas ao sentido do vento – evita espalhamento de inóculo na lavoura
 - Ex.: Brusone do arroz (*Pyricularia oryzae*) no centro-oeste

Controle Físico

- Princípio: utilização de fatores físicos para controlar doenças de plantas
- Mais comuns: temperatura e radiação
 - ↓ T: redução de desenvolvimento do patógeno e senescência do hospedeiro
 - ↑ T: redução de inóculo
 - Eliminar comprimentos de onda que favorecem patógeno
 - Radiação ultravioleta
 - Radiação ionizante

Controle Físico – Refrigeração de produtos armazenados

- Pós colheita – transporte e armazenamento
- Desenvolvimento do patógeno é prejudicado
- Retarda senescência e desenvolvimento de lesões latentes
- “Chilling injury” – algumas frutas abaixo de 15 °C

Controle Físico – Refrigeração de produtos armazenados



Fonte: Google Imagens

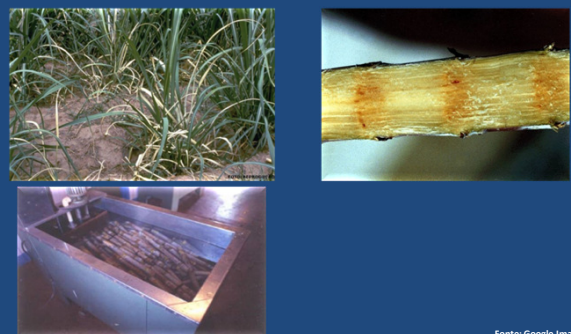
Controle Físico – Tratamento térmico de frutas e legumes

- Duas variações: tratamento por ar quente (“cura”) ou por imersão em água quente
- “cura” – longo (semanas) – 28-32 °C – ajuda na cicatrização de ferimentos
- Imersão em água quente – rápido (5-10 min) – 50-60 °C – reduzir infestação superficial e infecções latentes

Controle Físico – Tratamento térmico de órgãos de propagação

- Semelhante ao item anterior
 - Ex.: Cana-de-açúcar – raquitismo da soqueira – bactéria *Leifsonia xyli* f. sp. *Xyli*
 - 52 °C por 30 min, ou 50 °C por 2h
 - Obs.: binômio tempo x temperatura deve ser estudado pra cada caso

Controle Físico – Tratamento térmico de órgãos de propagação



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Tratamento térmico do solo por vapor

- Aquecimento do solo por vapor d'água – redução da carga de patógenos
 - Pequenas áreas – viveiros, estufas
 - Substitui o Brometo de metila
 - Não tóxico
 - Elimina microfauna benéfica

Controle Físico – Solarização

- Uso da energia solar para o aquecimento do solo
 - Solo úmido
 - Plástico transparente – 25 a 100 µm
 - Um mês de duração – pequenas áreas
 - Eficiente na redução de patógenos de solo
 - Efeitos duradouros – 2 a 3 safras
 - Sobrevivência de microfauna benéfica
 - *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Macrophomina*, *Ralstonia*

Controle Físico – Solarização



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Solarização



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Solarização



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Solarização



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Solarização



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Radiação ultravioleta germicida

- Comprimento de onda entre 200-280 nm (UV-C)
- Pouco penetrante, mas altamente eficaz
- Reduz inóculo superficial sobre frutos armazenados

– Ex.: *Penicillium expansum* em maçã

Controle Físico – Radiação ultravioleta germicida



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Radiação Ionizante

- Uso de raios gama
- Reduz drasticamente patógenos e insetos, diminui senescência dos frutos
- Cobalto-60 e Césio-137
- Tratamento na embalagem final – altamente penetrante
- Modificação no DNA do patógeno
- Alto custo e baixa aceitação do mercado

Controle Físico – Radiação Ionizante



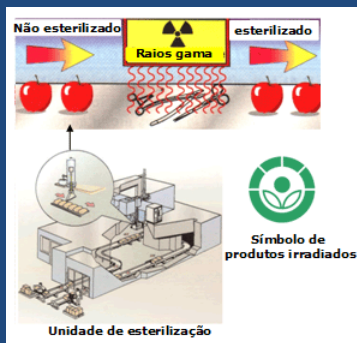
Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Radiação Ionizante



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Radiação Ionizante



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Radiação Ionizante



Fonte: Google Imagens

Controle Físico – Atmosfera modificada

- Ajuste das concentrações de O_2 e CO_2
- Composição normal do ar: 78% N, 21% O_2 , 1% CO_2
- Recobrimento de frutos: filmes plásticos, ceras
- Atrasa a senescência, inibe o desenvolvimento de patógenos
 - O_2 – níveis de 1-8%
 - CO_2 – níveis de 2-6%