



# PANAMA DISEASE IN *MUSA SPP.*



- Panama Disease
- *Formae speciales* & rassen
- Symptomen
- Epidemiologie
- Management
- Contact
- Referenties

## Panama Disease

Panama disease, ook wel bekend als Panama Wilt of Fusarium Wilt, is een verwoestende schimmelziekte die planten in het geslacht *Musa* aantast, waaronder bacoven en bananen (voor info over *Musa spp.* zie factsheet 02\_Moko Disease in *Musa spp.*)

Deze ziekte wordt veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum f. sp. cubense (Foc)*. Het vormt een aanzienlijke bedreiging voor de wereldwijde bacoven- en bananen industrie, omdat deze ziekte complete bananenplantages vernietigt en in de bodems voor tientallen jaren kan (over)leven.

### **Forma speciales**

"*Forma specialis*" is een taxonomische classificatie die wordt gebruikt in de plantenziektekunde om gespecialiseerde vormen van een schimmelziekteverwekker aan te duiden die zijn aangepast om specifieke variëteiten binnen een plantensoort te infecteren.

Elke "*formae specialis*" heeft een unieke reeks genetische eigenschappen die nodig zijn voor de infectie van een specifieke waardplant of variëteit. Deze classificatie is nuttig om de diversiteit en specificiteit van pathogene schimmels binnen een soort te begrijpen en is van belang bij het ontwikkelen van ziektebeheersingsstrategieën.

Vele "*formae speciales*" zijn pathogeen voor één enkel gewas (bijvoorbeeld *Foc* op banaan en *F. oxysporum f. sp. vasinfectum* op katoen). Sommige vallen echter meer dan één gewas aan.

Binnen *Foc* zijn er verschillende rassen of stammen die zich richten op specifieke soorten of variëteiten van *Musa spp.* Deze rassen zijn onderverdeeld op basis van hun pathogeniciteit tegenover bepaalde bacove- of banaanrassen.

Elke ras heeft specifieke eigenschappen die van invloed zijn op zowel de symptomen van de ziekte als de vatbaarheid van verschillende *Musa spp.* Het begrijpen van deze rassen is van cruciaal belang voor de ontwikkeling van resistente variëteiten en strategieën voor ziektebeheersing.

### Rassen:

De meeste *formae speciales* van *F. oxysporum* bestaan uit twee of meer rassen. *Foc* wordt ingedeeld in vier rassen, op basis van het gastheerbereik van **cultivars** waarop ze ziekten veroorzaken:

- Ras 1 valt Gros Michel, Silk, Pome en Latundan cultivars aan.
- Ras 2 valt dezelfde cultivars aan als ras 1 maar ook de cultivar Bluggoe.
- Ras 3 valt *Heliconia spp.* aan. Ras 3 veroorzaakt geen ziekte bij banaan en wordt daarom niet langer beschouwd als onderdeel van de *Foc*-rasstructuur.
- Ras 4 is pathogeen voor Cavendish-bananen en alle cultivars die vatbaar zijn voor rassen 1 en 2. **Isolaten** in ras 4 worden verder onderverdeeld in *Foc* 'tropisch' en *Foc* 'subtropisch', op basis van het al dan niet veroorzaken van ziekten op Cavendish-bananen onder tropische omstandigheden.

Isolaten waarvan is vastgesteld dat ze cultivars aanvallen in de Cavendish-subgroep (AAA-genoom) in de sub-tropen behoren alleen tot *Foc* subtropisch ras 4 (STR4). Isolaten die Cavendish-cultivars in tropische omstandigheden kunnen aanvallen, behoren tot *Foc* tropisch ras 4 (TR4).



### Cultivars:

Cultivars, verwijzen naar plantenvariëteiten die bewust zijn geselecteerd en gekweekt vanwege specifieke kenmerken die hen onderscheiden van de wilde of oorspronkelijke soort.

Cultivars worden vaak ontwikkeld voor verbeterde eigenschappen zoals kleur, grootte, smaak, ziekteresistentie of groeigewoonten. In de landbouw en tuinbouw zijn cultivars van groot belang, omdat ze gewenste eigenschappen kunnen versterken en aanpassen aan specifieke klimatologische en teeltomstandigheden.

### Isolaten:

In de plantenziektenkunde verwijst "isolaten" naar individuele isolaties van een ziekteverwekker, zoals een schimmel of een bacterie, die zijn geïsoleerd of gekweekt uit een specifieke gastheerplant of locatie. Elk isolaat vertegenwoordigt een unieke stam van de ziekteverwekker, en het kan verschillen in termen van genetische eigenschappen, virulentie (ziekteveroorzakend vermogen), resistentie tegen bestrijdingsmiddelen en andere kenmerken.

### Gastheerspecificiteit:

Dit verwijst naar de mate waarin een parasiet, ziekteverwekker of organisme in staat is om zich te vermeerderen, te overleven of schade te veroorzaken bij een specifieke gastheer of gastheersoort. Het heeft betrekking op de affiniteit van het organisme voor een bepaalde gastheer en kan variëren van zeer specifiek tot breed.

### Pathogeniciteit:

Dit betekent het vermogen van een micro-organisme (zoals bacteriën, virussen, schimmels of parasieten) om ziekte te veroorzaken of schadelijke effecten te hebben bij zijn gastheerorganisme. Dit vermogen om ziekte te veroorzaken is een belangrijk kenmerk van veel ziekteverwekkers en is vaak het resultaat van complexe interacties tussen het micro-organisme en de gastheer.

## Symptomen

*Foc* komt de plant binnen via de minuscule wortelharen, reist door de wortels en de stam door naar de watergeleidende weefsels. Er worden sporen geproduceerd die de waterstroom blokkeren en een verwelking veroorzaken. De *Fusarium* schimmel neemt dan de water- en voedingstoevoer over, met als uiteindelijk gevolg het afsterven van de hele plant; een proces dat de voorkeur geniet in slecht vocht doorlatende bodems.

Een ander soort sporen, chlamydosporen, worden in de grond geproduceerd; dit is dikwandig en biedt de schimmel de mogelijkheid te overleven als er geen gastheer is om te infecteren. *Foc* koloniseert via de chlamydosporen en blijft bestaan in secundaire waardwortels, inclusief die gerelateerd aan banaan en sommige onkruidsoorten, hoewel deze planten geen symptomen vertonen in het veld.

Panama disease veroorzaakt twee soorten externe symptomen: "yellow leaf-syndroom (geelblad syndroom) "en" green leaf-syndroom (groenblad syndroom) ":

**Yellow leaf syndrome:** dit is het meest opvallende en klassieke symptoom van Panama disease. Het wordt gekenmerkt door de vergelende rand op oudere bladeren. De vergeling van de bladeren vordert van oudere naar jongere bladeren. De bladeren vallen geleidelijk in elkaar, buigen bij de bladsteel, gewoonlijk dicht bij de hoofdnerf en naar beneden hangend, die een "rok" vormen van dode bladeren rond de pseudostem.

**Green leaf syndrome:** in tegenstelling tot het "yellow leaf syndrome" blijven de bladeren van aangetaste planten in sommige cultivars overwegend groen totdat de bladstelen buigen en instorten.

De chlorose van bladeren en het gebrek aan plantkracht treedt op als gevolg van het verval van de transportweefsels in de stengel, wat leidt tot een verminderd transport van water en voedingsstoffen.

Over het algemeen zijn jongere bladeren de laatsten die symptomen vertonen, vaak ongewoon rechtop blijven staan, het geven van een borstelachtig uiterlijk. Bij sommige variëteiten splitst de stam zich.

Intern komen bruine, rode en gele ringen voor in de stengel, eerst in het midden en later, in geval van ernstige infectie, verspreiden die zich door de stengel. Uiteindelijk zullen alle plantendelen boven en onder de grond verrotten en sterven. Er zijn geen symptomen in de vruchten.



## Epidemiologie

*Fusarium oxysporum f.sp. cubense (Foc)* wordt als invasief beschouwd omdat het zich van locatie tot locatie en van land tot land kan verspreiden via geïnfecteerd plantmateriaal, sporen en aangetaste gronddeeltjes die vast zitten aan landbouwgereedschap, schoenen, voertuigen en dergelijke andere middelen. Ook irrigatie- en drainagewater en vooral overstromingen spelen een cruciale rol in de verspreiding van de ziekte. Als het landbouwgrond eenmaal vervuild is kunnen vatbare cultivars alleen met veel moeite en met veel oogstverlies worden geteeld.

*Foc*, wat tientallen jaren na de dood van een besmette plant kan overleven in de bodem, groeit onder in vitro omstandigheden tussen 9 en 38 ° C, met een gunstig groeibereik tussen 23 en 27°C. Meestal is *Foc* intenser tijdens de warmere en natte maanden van het jaar. De belangrijkste factoren voor de ontwikkeling van *Foc* is de mate van resistentie/gevoeligheid van het in het gebied aanwezige *Musa* genotype, cultivar of variëteit, alsook het aanwezige ras van het *Foc*-type. Tenslotte hebben andere factoren zoals drainage, omgevingscondities en bodemtype ook een belangrijke invloed op de ziekte ontwikkeling.

## Management

### A. Voorkomen van besmetting

- Wees kritisch bij het binnenhalen van plantmateriaal.
- Informeer over de herkomst van het plantmateriaal.
- Controleer op aanwezige ziekten. Laat bij twijfel de planten onderzoeken, markeer ze en behandel ze.
- Pas hygiënische praktijken toe, inclusief het dragen van handschoenen en/of het wassen van handen tussen het hanteren van variëteiten, en gebruik voetbaden bij de ingang van de velden. Medewerkers/bezoekers kunnen zodoende hun schoeisel desinfecteren voordat ze het veld binnenkomen en bij vertrek.
- Gereedschappen zoals schoppen en (kap)messen moeten worden gedesinfecteerd met een schimmeldodend middel, de gereedschappen besproeien na het voltooiën van de taken voor elke plant.

### B. Maatregelen bij besmetting

- Meld de besmettingen bij het Ministerie van Landbouw, Veeteelt en Visserij (LVV).
- Verwijder besmette planten en planten die in aanraking zijn gekomen met besmette planten, in gesloten plastic zakken.
- De zakken met verwijderde planten in afgesloten, lekvrije containers opslaan en vervoeren.

- Onder bepaalde voorwaarden mogen besmette planten worden gecomposteerd.
- Beter is om verwijderde planten te laten afvoeren naar een erkende afvalstortlocatie.
- Maak alle materialen en oppervlakken (leidingen, kleding, deurknoppen) die mogelijk met de schimmel in aanraking zijn geweest grondig schoon en ontsmet ze.
- Materialen die moeilijk schoon gemaakt en ontsmet kunnen worden, moeten verwijderd en vervangen worden door nieuw materiaal.
- Laat bezoekers wegwerpoveralls, handschoenen (nitril, vinyl of latex) en overlaarzen aantrekken.
- Markeer besmette planten met lint of labels. Voer werkzaamheden in besmette zone als laatste uit met een vaste medewerker en ontsmet gereedschap.
- Behandel niet besmette afdelingen/rassen/kassen/locaties(entiteit) gescheiden. Voer uiterste hygiëne uit alvorens van entiteit te wisselen. Houd bij voorkeur materialen en medewerkers per deel gescheiden.


**C. Maatregelen teeltwisseling bij besmetting**


- Laat besmette en verdachte planten (materialen) en grond die in aanraking zijn gekomen met besmette planten, afvoeren naar erkende stortlocaties.
- Maak zones waar besmette planten stonden, geheel vrij van plantenresten. Geen enkel deel van het gewas mag meer zichtbaar zijn.
- Ontsmet de zone waar besmette planten hebben gestaan grondig en voer de rest van de planten en materiaal af.
- Verwijder al het organisch materiaal en de plantenresten.
- Ontsmet de gehele teeltruimte.
- Reinig en ontsmet ook het watergeefstelsysteem.

**Contact**

Het Plantenziektenkunde Laboratorium (PZL) van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname (CELOS) maakt gebruik van traditionele diagnostische technieken en moderne technologieën voor diagnose van plantenziekten in de Surinaamse teelt.

Het laboratorium is uitgerust om te testen op plant pathogenen zoals schimmels, bacteriën, virussen, insecten en aaltjes. Neem voor meer informatie over onze diensten contact op met het Plantenziektenkunde Lab.

 Prof. Dr. Ir. J. Ruinardlaan P.O. Box 1914  
Paramaribo – Suriname, Zuid Amerika

 (+597) 490128

 [plantenziekten.lab@celos.sr.org](mailto:plantenziekten.lab@celos.sr.org)

 [www.celos.sr.org](http://www.celos.sr.org)

**Auteurs**

Sita Gobiend, B.Tech., Laboratorium analist

Naomi Tull, B.Tech., Laboratorium analist

Krishna Gopie, MSc., Wetenschapper

**Disclaimer**

De informatie in deze factsheet is voor educatieve doeleinden bestemd. Het CELOS kan niet verantwoordelijk worden gesteld voor het niet opvolgen of niet op de correcte manier toepassen van maatregelen.

**Referenties**

- Fourie, Gerda & Steenkamp, Emma & Ploetz, Randy & Gordon, T & Viljoen, Altus. (2011). Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae specialis *cubense* within the *Fusarium oxysporum* complex. *Infection, genetics and evolution : journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases*. 11. 533-42. [10.1016/j.meegid.2011.01.012](https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.01.012).
- Maymon, M., Sela, N., Shpatz, U. et al. The origin and current situation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in Israel and the Middle East. *Sci Rep* 10, 1590 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58378-9>
- Warman Noeleen M., Aitken Elizabeth A. B. The Movement of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Sub-Tropical Race 4) in Susceptible Cultivars of Banana (2018). *Frontiers in Plant Science* VOLUME=9. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2018.01748>
- Ploetz Randy C. Panama Disease. A classis and destructive disease of banana. (2000). *Plant Health Progress*. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-2000-1204-01-HM>
- Ploetz. R. C. *Fusarium Wilt of banana*. (2015). *Phytopathology*. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW>
- Pérez-Vicente, Luis F. & Dita, Miguel & Parte, Einar. (2014). Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium Wilt* (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (TR4). [https://www.researchgate.net/publication/308514358\\_Technical\\_Manual\\_Prevention\\_and\\_diagnostic\\_of\\_Fusarium\\_Wilt\\_Panama\\_disease\\_of\\_banana\\_caused\\_by\\_Fusarium\\_oxysporum\\_f\\_sp\\_cubense\\_Tropical\\_Race\\_4\\_TR4](https://www.researchgate.net/publication/308514358_Technical_Manual_Prevention_and_diagnostic_of_Fusarium_Wilt_Panama_disease_of_banana_caused_by_Fusarium_oxysporum_f_sp_cubense_Tropical_Race_4_TR4)
- Australian Centre for International Agricultural Research. *Pacific Pests and Pathogens Fact Sheet. Banana Fusarium wilt* (176). [https://www.pestnet.org/fact\\_sheets/banana\\_fusarium\\_wilt\\_176.htm](https://www.pestnet.org/fact_sheets/banana_fusarium_wilt_176.htm)