

# MODELLING THE TEMPORAL EVOLUTION OF COCOA BLACK POD DISEASE CAUSED BY PHYTOPHTHORA MEGAKARYA

Christian Nembot

Patrice Takam, Ambang Zachee

Faculty of Science University of Yaoundé 1, Cameroon - CIRAD, France

## Abstract

Cacao (*Theobroma cacao* L.), is one of the most important tropical perennial cash crops worldwide. However, cacao production is severely impacted by diseases and account for losses estimated at around 30% of total yield worldwide. Cacao black pod rot, due to several *Phytophthora* spp., is the most important disease globally and the main cacao disease in Africa, responsible for yield losses up to 50-80% in the absence of control measures. In Cameroon, cacao black pod rot due to *Phytophthora megakarya* can even be responsible for losses up to 80-90%. Understanding diseases epidemics allows slowing or even stopping disease outbreaks by means of identification of adequate management strategies. This will ultimately help ensure sustainable cacao production. One way to improve the understanding of plant disease epidemics and the factors governing their spatio-temporal dynamics is mathematical modelling. It is well known that mathematical modelling allows better understanding of the mechanisms behind epidemics as well as help in identifying gaps in our knowledge. Although black pod rot of cacao is of major concern and much attention has been dedicated to it, there are still many questions regarding the factors that govern the disease dynamics. For instance the relative importance of the two different sources of inoculum (primary and secondary) and spore dispersal dynamics are not well understood. In an attempt to provide answers to these questions, a temporal mathematical model has been developed based on empirical data from and expert knowledge on cacao black pod epidemics. The model allows simulating and predicting disease outbreaks in a cacao plot and will enable us to identify control levers and sustainable management strategies. The general aim of this modelling study is to investigate different scenarios of epidemic evolution in order to highlight determinant factors on which management strategies could be build. To achieve this, we analyze the epidemiological model and follow the evolution of primary and secondary inoculum according to model parameters and pod maturity. Our analysis highlight two threshold parameters that drive all possible dynamics of the system. We also provide several simulations to illustrate our results and discuss their implications in terms of control.

## Résumé

Le cacao (*Theobroma cacao* L.) est l'une des cultures commerciales pérennes tropicales les plus importantes du monde. Et pourtant, la production du cacao est gravement affectée par des maladies et représente des pertes estimées à 30% de la production totale dans le monde entier. La maladie de la cosse noire du cacao, due à plusieurs *Phytophthora* spp., est la maladie la plus importante au niveau mondial et la principale maladie du cacao en Afrique, responsable de pertes de rendement de 50-80% en l'absence de mesures de contrôle. Au Cameroun, la maladie de la cosse noire du cacao cause par la *Phytophthora megakarya* peut être même responsable de pertes de 80-90%. Le fait de comprendre les épidémies des différentes maladies permet de ralentir, voire d'arrêter les accès d'épidémies grâce le repérage de stratégies de gestion adéquates. Ceci aidera finalement à assurer la production durable du cacao. Une façon d'améliorer la compréhension des épidémies de maladies des plantes et les facteurs qui régissent leur dynamique spatiale et temporelle est le modelage mathématique. Il est connu de tous que le modelage mathématique permet une meilleure compréhension des mécanismes derrière les épidémies et aide à repérer des vides dans nos connaissances. Bien que la maladie de la cosse noire représente un souci important et qu'elle fasse l'objet de beaucoup

d'attention, on se pose encore des questions par rapport aux facteurs qui gouvernent la dynamique de la maladie. Par exemple, l'importance relative des deux sources différentes de l'inoculation (primaire et secondaire) et la dynamique de dispersion de spores n'est pas bien connue. Dans un effort de fournir des réponses à toutes ces questions, un modèle mathématique temporel basé sur des données empiriques et les connaissances d'un expert en matière d'épidémies de cosses noires du cacao a été développé. Le modèle permet de simuler et de prévoir les accès de maladies dans une parcelle de cacao et nous permettra également de repérer des leviers de contrôle et des stratégies de gestion durable. L'objectif général de cette étude de modélisation est de faire des recherches sur différents scénarios d'évolution épidémique afin de mettre en valeur les facteurs déterminants sur les stratégies de gestion que l'on pourrait mettre en place. Pour ce faire, nous analysons le modèle épidémiologique et nous faisons un suivi de l'évolution de l'inoculation primaire et secondaire selon les paramètres du modèle et de la maturité de la cosse. Notre analyse met en valeur deux paramètres seuil qui encouragent toutes les dynamiques possibles du système. Nous fournissons également plusieurs simulations pour illustrer nos résultats et discuter leurs implications dans des termes de contrôle.

### Resumen

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos comerciales perennes tropicales más importantes del mundo. Sin embargo, la producción de cacao se ve severamente afectada por enfermedades y representa pérdidas estimadas en alrededor del 30% del rendimiento total en todo el mundo. La enfermedad de la vaina negra del cacao, debido a varias *Phytophthora* spp., es la enfermedad más importante a nivel mundial y la principal enfermedad del cacao en África, responsable de pérdidas de rendimiento de hasta 50-80% en ausencia de medidas de control. En Camerún, la enfermedad de la vaina negra del cacao debido a *Phytophthora megakarya* puede incluso ser responsable de pérdidas de hasta 80-90%. Comprender las epidemias de enfermedades permite identificar o incluso detener los brotes de enfermedades mediante la identificación de estrategias de gestión adecuadas. Esto finalmente ayudará a asegurar la producción sostenible de cacao. Una forma de mejorar la comprensión de las epidemias de enfermedades de las plantas y los factores que rigen su dinámica espacio-temporal es el modelado matemático. Es bien sabido que el modelado matemático permite una mejor comprensión de los mecanismos detrás de las epidemias y ayuda a identificar vacíos en nuestro conocimiento. Aunque la enfermedad de la vaina negra del cacao es una preocupación importante y se le ha dedicado mucha atención, todavía hay muchas preguntas con respecto a los factores que gobiernan la dinámica de la enfermedad. Por ejemplo, la importancia relativa de las dos fuentes diferentes de inóculo (primaria y secundaria) y la dinámica de dispersión de esporas no se conocen bien. En un intento de proporcionar respuestas a estas preguntas, se ha desarrollado un modelo matemático temporal basado en datos empíricos y conocimiento experto sobre epidemias de vainas negras de cacao. El modelo permite simular y predecir brotes de enfermedades en una parcela de cacao y nos permitirá identificar palancas de control y estrategias de gestión sostenible. El objetivo general de este estudio de modelización es investigar diferentes escenarios de evolución epidémica para destacar los factores determinantes sobre cuáles estrategias de manejo se podrían construir. Para lograr esto, analizamos el modelo epidemiológico y seguimos la evolución del inóculo primario y secundario de acuerdo con los parámetros del modelo y la madurez de la vaina. Nuestro análisis resalta dos parámetros umbral que impulsan todas las dinámicas posibles del sistema. También proporcionamos varias simulaciones para ilustrar nuestros resultados y discutir sus implicaciones en términos de control.



**MARS**



**PERÚ**

Ministerio  
de Agricultura y Riego

**International  
Symposium**  
on Cocoa  
Research

2017

**BOOKLET  
OF ABSTRACTS**



**LIVRET  
DES RÉSUMÉS**



**FOLLETO  
DE RESUMENES**

**13-17 November 2017, Swissôtel, Lima, Peru**



INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION



[icco.org/iscr2017](http://icco.org/iscr2017)



 [icco.org/iscr2017](http://icco.org/iscr2017)