

EPIDEMIOLOGIE COMPAREE DE LA CERCOSPORIOSE NOIRE ET DE LA CLADOSPORIOSE CHEZ LE BANANIER EN CÔTE D'IVOIRE

D. KONE¹; J.Y. KOUADIO², S. TRAORE³, K. KOBENAN³ et S. AKE¹

¹Laboratoire de Physiologie Végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22 Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Biologie et Amélioration des plantes, UFR Sciences de la Nature, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Phytopathologie, IDEFOR/DFA, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 1740 Abidjan 01 Côte d'Ivoire

RESUME

La cercosporiose et la cladosporiose sont les principales maladies observées dans les bananeraies de Côte d'Ivoire. Une étude comparée de ces deux maladies a été effectuée dans des conditions naturelles d'infestation sur les cultivars de bananiers Corne 1, Orishele et Grande Naine. Des inoculations ont été faites *in vitro* en vue de déterminer les périodes d'apparition des premiers symptômes de ces maladies et leur évolution et de les comparer à ceux observés au champ. Les paramètres PJFT, PJFN, PJF3 et PJFEN ont été suivis en plantation, de même que le comptage des périthèces sur les feuilles nécrosées. Les résultats montrent une sensibilité du cultivar Grande Naine avec apparition précoce de nécroses. Les périodes d'incubation et le cycle de la maladie ne sont pas significativement différents chez les 3 cultivars. L'apparition des premiers symptômes dépend du stade cigare de chaque bananier. La cladosporiose a été observée chez tous les cultivars. Les symptômes de stade 1 ont été observés sur les feuilles de rang 1 à 3 en fonction du stade cigare, mais n'ont pas évolué au delà. En conditions contrôlées, l'apparition précoce des symptômes de cercosporiose noire, par rapport à ceux de la cladosporiose, a été mise en évidence.

Mots clés : Cercosporiose noire, cladosporiose, bananiers, épidémiologie, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

EPIDEMIOLOGY SURVEY OF BLACK SIGATOKA DISEASE AND CLADOSPORIOSE SPECKLE IN BANANA IN IVORY COAST

Sigatoka disease and cladosporium speckle are the 2 main diseases affecting banana leaves in Côte d'Ivoire. A study was conducted to compare their evolution on three banana cultivars (Musa AAB : cvs Orishele, Corne 1; Musa AAA : cv Grande Naine). In vitro inoculations were conducted to evaluate the occurrence of the first symptoms of both diseases in the field and to compare them with naturally occurring field symptoms. Parameters such as PJFT, PJFN, PJF3 and PJFEN were monitored in the field and the number of peritheces was counted. The results show a great susceptibilities of cv Grande Naine. Incubation period and the cycle of the diseases were not significant in all the 3 banana cultivars. The first symptoms were different from one banana to the other. The first symptoms of cladosporium speckle occurred in all the 3 banana cultivars. These symptoms were observed first on leaves of rank 1 to 3 but, not progressing beyond the stage 1. In vitro, first symptoms of cladosporium speckle were confirmed. Leaf stomatal penetration show the aggressivity of cladosporium musae speckle like Mycosphaerella fijiensis during the first stage of infestation.

Key words : Sigatoka disease, cladosporim speckle, banana, epidemiological, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

La cercosporiose noire due à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet constitue une menace importante pour la culture bananière en Côte d'Ivoire. Elle est sévère dans les bananeraies au Sud du pays, à altitude basse (Koné, 1998). Le cycle de la maladie varie selon que les groupes génomiques des bananiers (Fouré et Moreau, 1992, N'Guessan *et al.*, 1996). La propagation de l'épidémie est favorisée par des conditions climatiques propices à la maladie et à la coexistence des feuilles à plusieurs stades de déroulement du cigare (Romero, 1997). Au Venezuela, les bananiers appartenant au sous groupe génomique AAA sont plus sensibles à la cercosporiose noire (Martinez, 1997). Mobambo *et al.* (1997) ont pu effectuer un criblage des variétés par la détermination de leur sensibilité et leur résistance à la cercosporiose noire. Mourichon *et al.* (1989) ont, à partir d'inoculations contrôlées, déterminé la sensibilité ou la résistance des bananiers à la cercosporiose noire.

La cladosporiose due à *Cladosporium musae* Mason sévit dans toutes les bananeraies de Côte d'Ivoire (Koné, 1998). L'évolution des symptômes varient selon les cultivars et les conditions climatiques. Frossard, (1963) a décrit 5 stades dans l'évolution de la maladie sur le cultivar Poyo en Côte d'Ivoire. Des études récentes ont permis d'établir le cycle de la maladie sur le cultivar Figue Sucrée dans la localité d'Azaguié (Koné, 1998).

Ces études ont porté sur, la corrélation entre les paramètres caractérisant les symptômes foliaires du pathogène d'une part. D'autre part, le cycle de la maladie, traduit par les délais d'observation des symptômes chez les 3 cultivars de bananier et les périodes d'apparition des fructifications sexuées du champignon et enfin, l'apparition des symptômes et leur évolution *in vivo* et *in vitro*.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

Matériel végétal

Les expériences en plantation ont été suivies sur 2 cultivars du sous-groupe des bananiers Plantain (*Musa* AAB, cultivars Orishele et Corne 1) et 1 cultivar du sous-groupe des bananiers Cavendish (*Musa* AAA, cultivar Grande Naine). Pour les inoculations fongiques, des plantules de cultivars Orishele et Grande Naine obtenues en culture *in vivo* ont été utilisées.

Matériel fongique

Les expériences en plantation ont été réalisées dans les conditions d'infestation naturelles, sans inoculation artificielle. Concernant les inoculations, les espèces *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (isolé sur le cultivar Orishele) et *Cladosporium musae* MASON (isolé sur le cultivar Figue Sucrée) ont été utilisées. Des suspensions de spores issues de cultures âgées de 6 j sur milieu PDA (potato dextro agar) ont été utilisées pour les inoculations.

METHODES

Site d'étude et plantation

Les travaux ont été réalisés à la ferme de l'Université d'Abobo - Adjamé. Avant la trouaison un labour au tracteur suivi d'un pulvérisage ont été effectués. Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher avec 2 répétitions. Les bananiers ont été plantés selon les écartements de 2,60 x 2,60 x 2,60 m, soit une densité de 1479 plants/ha. Avant plantation des rejets, un apport de fumure organique constitué de litière de volaille et de bouse de vache a été ajouté à chaque trou.

Corrélation entre stades du cigare et paramètres étudiés

Les observations foliaires ont été effectuées en considérant les rangs et les stades de déploiement du cigare (Figure 1). Elles ont été faites sur 250 pieds, dont 50 pour chacun des 5 stades de déploiement du cigare. Une analyse en composantes principales (ACP, Philippeau, 1986) a été appliquée aux données. Pour chaque cultivar, 250 observations ont été effectuées.

Une première ACP a permis de réduire le nombre d'observations pour des valeurs identiques des variables. Les corrélations ont concerné un paramètre décrivant la dynamique de croissance des bananiers et précisant le rang foliaire atteint par la cercosporiose noire ou la cladosporiose : PJFT (plus jeune feuille touchée), PJF3 (plus jeune feuille présentant le stade 3), PJFN (plus jeune feuille nécrosée), PJFEN (plus jeune feuille entièrement nécrosée).

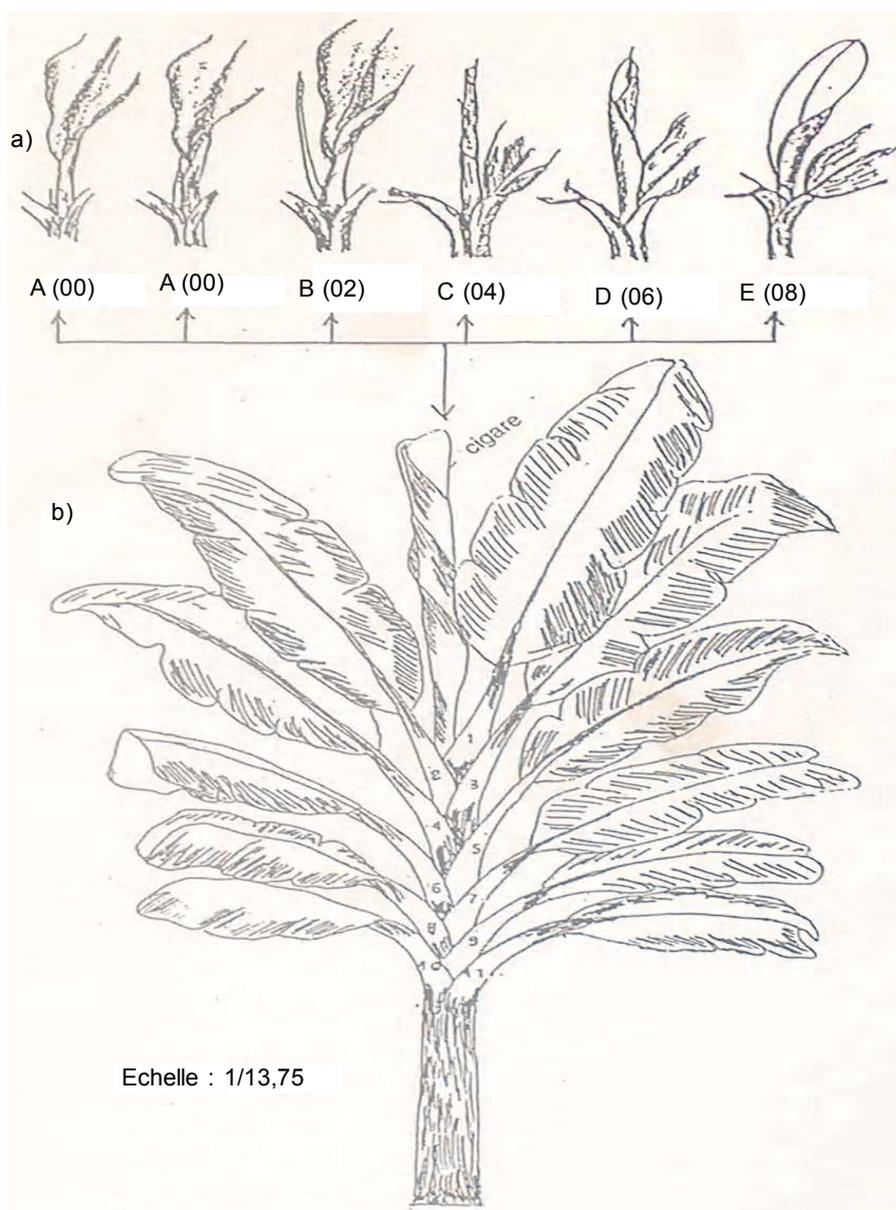


Figure 1 : Stades de déploiement du cigare (a) d'après Brun (1963) et rangs foliaires (b) chez un bananier (Koné, 1998).

Cigar development stages (a)(Brun, 1963) and foliar ranking (b) in banana tree (Koné, 1998).

Cycle de la cercosporiose noire

Période d'incubation maximale

L'incubation maximale a été définie comme étant la période séparant l'infestation au champ et l'apparition des premiers symptômes de la maladie (Brun, 1963). Cette étude a été basée sur une méthode utilisée au Cameroun (Mouliom Pefoura, com. pers., Fouré et al., 1990). Celle-ci consiste à marquer au moins 10 bananiers ayant leur cigare au stade 02 et à suivre son évolution jusqu'au déploiement total et l'apparition des premiers symptômes sur la feuille émise. Mais, compte tenu des possibilités de dépôt des propagules infectieuses jusqu'à la base du pétiole, nous avons choisi au moins 10 bananiers ayant leur cigare au stade 00. En effet, le nouveau cigare, avant sa sortie, ou avant qu'il n'atteigne le stade 02, peut être en contact avec les spores déposées dans le pétiole de la feuille qui le précède et celles dispersées par le vent. Il peut donc y avoir contamination pendant que le cigare adhère au pétiole. Dans le souci de mieux définir la période d'incubation, la notation a été élargie à tous les 5 stades de déploiement du cigare, avec 10 bananiers choisis par stade cigare, soit 50 bananiers notés par cultivar.

Durée d'apparition des tâches

Le développement des symptômes est essentiel dans la détermination de la sensibilité ou de la résistance d'une variété. Mais ce ne sont pas les seuls critères de germination des spores et de pénétration des filaments germinatifs (Brun, 1963 ; Frossard, 1980). Sur les bananiers atteints de la cercosporiose noire (cultivars Orishele, Corne et Grande Naine), les feuilles marquées pour la période d'incubation sont suivies après l'observation des premiers symptômes jusqu'à leur nécrose entière. Ainsi, de la période d'apparition des premiers symptômes (PJFT) jusqu'à la nécrose entière de la feuille (PJFEN), les délais d'apparition des stades III (PJF3 et PJF3) et du stade nécrose (PJFN) ont été enregistrés. Les observations ont été effectuées 2 fois par semaine. A la fin de celles-ci, la durée moyenne des symptômes a été déterminée, à partir de celle obtenue pour chacun des 10 bananiers.

Sensibilité des cultivars Orishele et Grande Naine

Préparation des inocula

La production de spores est basée sur le mode de sporulation du champignon (Koné, 1998). Le thalle des cultures âgées d'au moins 6 j a été étalée sur toute la surface d'un milieu de culture PDA (5 à 10 boîtes) pour *Mycosphaerella fijiensis*. Deux à trois boîtes ont suffi pour *Cladosporium musae*, en raison de sa sporulation abondante. Les spores formées ont été suspendues au bout de 6 j dans l'eau distillée stérile qui ont ensuite été comptées sur lame de MALASSEZ. Les quantités de spores utilisées pour les 2 champignons ont été de 35×10^3 conidies/ml pour *Mycosphaerella fijiensis* et $34,667 \times 10^3$ /ml pour *Cladosporium musae*. Ces suspensions ont été pulvérisées sur la face inférieure des deux plus jeunes feuilles.

Observations

Des rondelles de feuilles inoculées ont été observées toutes les heures afin de déterminer la période de germination. Après celle-ci, les observations ont été effectuées toutes les 4 h en vue de déterminer les périodes de la pénétration. Les brunissements observés au niveau des cellules de garde des stomates, qui constituent les sites de pénétration ont été notés.

Le nombre de stomates brunis ou jaunis par cm^2 de chaque cultivar, après les inoculations, a été compté tous les 3, 5, et 10 j à l'aide d'une lame de microscopie au centre duquel est inscrit un rectangle de 1 cm^2 (divisé en 10 petits rectangles de $0,1 \text{ cm}^2$).

RESULTATS

CORRELATIONS ENTRE STADES DU CIGARE ET SYMPTOMES FOLIAIRES

L'analyse en composantes principales (ACP) montre une corrélation négative entre le stade du cigare (CIG) et les paramètres liés aux symptômes foliaires de la maladie. Des

corrélations ont été observées entre les différents stades du cigare et l'apparition des premiers symptômes de la maladie (PJFT) en fonction des cultivars : $r = 0,359$ (cultivar Grande Naine) ; $r = 0,649$ (cultivar come 1) et $r = 0,514$ (cultivar Orishele). Chez ce dernier cultivar, les paramètres CIG, PJFT, PJF3 et PJFN participent à l'élaboration de l'axe horizontal (Figure 2). La PJFT et le CIG sont bien représentés dans le plan principal. Ces deux paramètres, de sens opposé, sont étroitement corrélés entre eux. Les paramètres PJFN, PJFEN et PJF3 sont médiocrement représentés. La répartition des bananiers par stade cigare en fonction de leur PJFT montre les corrélations entre les différents paramètres (Figure 3). Chez le cultivar Grande Naine, la configuration des paramètres sur les axes se rapproche de celle du cultivar Orishele. Le coefficient de corrélation entre PJFT et CIG ($r = -0,359$) est supérieur en valeur absolue à ceux des paramètres PJFN ($r = 0,294$) et PJF3 ($r = 0,079$). Parmi les paramètres étudiés, la PJFT a été la plus

influencée par l'évolution du cigare. Les coefficients de corrélation avec le CIG ont été supérieurs à ceux des autres paramètres. Une corrélation négative a été observée entre la plus jeune feuille atteinte par la cladosporiose (PJFTCl) et celle atteinte par la cercosporiose (PJFT). Les coefficients de corrélation ont été en valeur absolue, plus élevée chez les cultivars Orishele ($-0,778$) et Corne 1 ($-0,821$) que chez le cultivar Grande Naine ($0,359$). Ces deux paramètres ont été négativement corrélés, avec le stade de déploiement du cigare. Les deux paramètres PJFT et PJFTCl ont été liés entre eux. En effet, lorsque le cigare du bananier est au stade 00, la PJFT correspond à la feuille de rang 3 chez *Mycosphaerella fijiensis* et à la feuille de rang 2 chez *Cladosporium musae*. Lorsque le cigare passe du stade 00 au stade 02, les premiers symptômes de cercosporiose sont observés sur la feuille de rang 2 ou 3 et ceux de cladosporiose sur la feuille de rang 1 ou 2.

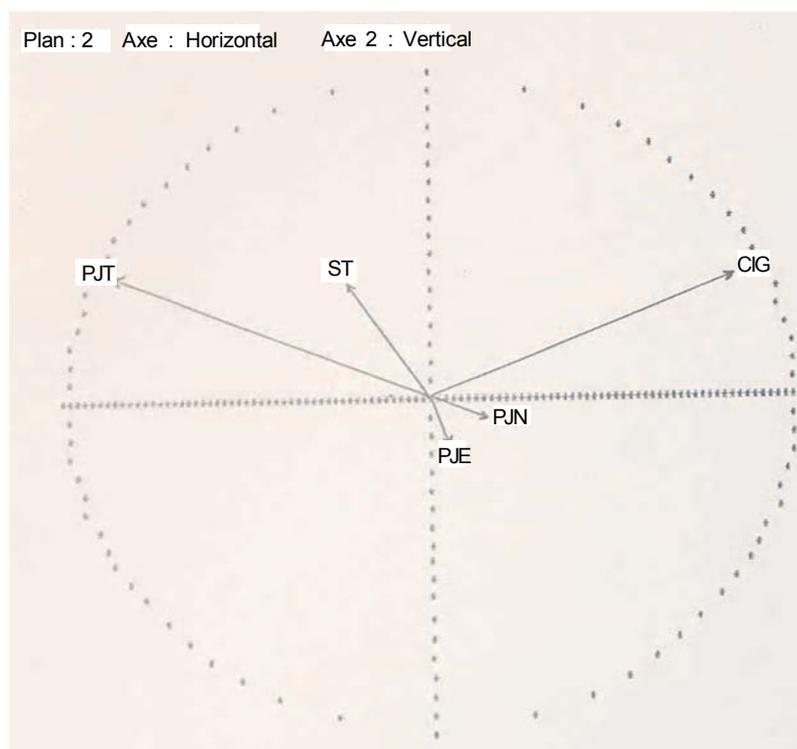


Figure 2 : Corrélation entre les stades du cigare et les paramètres d'évolution de la cercosporiose noire chez le cultivar de bananier Orishele.

Correlation between cigar stages and black sigatoka development parameters in Orishele banana cultivar.

CIG : stade cigare ; PJFT : plus jeune feuille atteinte ; PJF3 : plus jeune feuille portant le stade 3 ; PJFN : plus jeune feuille nécrosée ; PJFEN : plus jeune feuille entièrement nécrosée

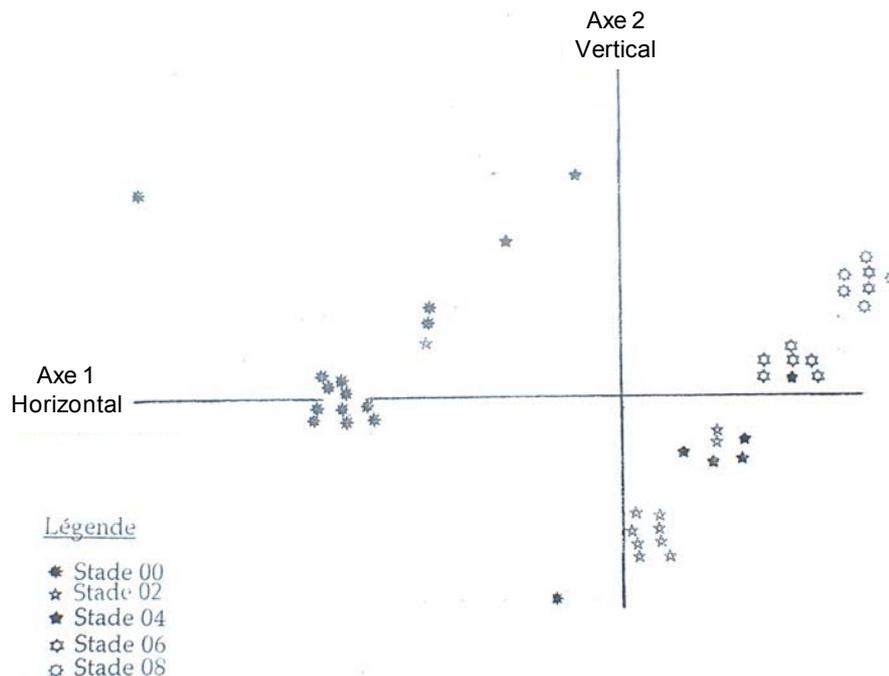


Figure 3 : Répartition des bananiers sur les axes principaux selon les stades de déploiement du cigare.

Distribution of banana on main axes following cigar development stages.

CYCLE DE LA MALADIE

Période d'incubation

Chez les cultivars Orishele, Corne 1 et Grande Naine, les délais d'apparition des premiers symptômes de cercosporiose noire et la durée moyenne d'apparition des symptômes correspondent au cycle de la maladie (Tableau 1). La période d'incubation est plus longue chez les cultivars de bananiers Plantain comme Orishele et Corne 1 (14 à 20 j) par rapport au cultivar Grande Naine (11 à 14 j). Ces différences entre les délais d'apparition des premiers symptômes ont été significatives à partir du stade 06 du cigare chez les cultivars Orishele et Corne 1. Les premiers symptômes de la cladosporiose ont été observés entre 9 et 10 j en fonction des cultivars (Tableau 1).

Durée d'apparition des symptômes

Deux à 4 j séparent l'apparition des symptômes de la cercosporiose noire, du stade I au stade II. Au delà du stade III, des différences ont été observées entre les deux cultivars de bananiers plantain. Le stade III est plus précocement observé chez le cultivar Orishele (40,75 j) que

les cultivars Corne 1 (42,45 j) et Grande Naine (41,95 j) (Tableau 1). De plus, le temps de passage du stade I (stade tiret) au stade III (stade tache, stade I à III) est plus court chez le cultivar Orishele (21,6 j) que chez les cultivars Corne 1 (24,1 j.) et Grande Naine (25,3 j).

Les périodes d'apparition des premières fructifications sexuées du champignon ont été indiqués par le rang de la PJFN (Tableau 1). Chez le cultivar Grande Naine, les premiers symptômes nécrotiques sont apparus entre 21 et 32 j (26 j). Le passage du stade I au stade nécrotique s'effectue au bout de 11 à 15 j (12,6 j). Chez les cultivars Orishele et Corne 1, les premières nécroses apparaissent respectivement entre 28 à 39 j (34 j) et entre 28 à 36 j (31,7 j). Les feuilles présentant les premiers symptômes de cercosporiose noire se nécrosent entièrement (délais de la PJFEN) au bout de 44 à 58 j (52,3 j) chez le cultivar Grande Naine de 44 à 58 j (56,4 j) chez le cultivar Corne 1 et de 46 à 62 j (55,3 j) chez le cultivar Orishele.

Les premiers symptômes de cladosporiose ont été observés sur les feuilles de rang 1 à 2 en fonction de l'évolution du stade du cigare. Sur les feuilles de rang élevé, donc plus âgés, le nombre pointillés a augmenté.

Sporulation sexuée

Le nombre de périthèces par stomate a été plus important chez le cultivar Grande Naine que chez les cultivars Orishele et Corne 1 (Tableau 2). Chez les bananiers plantain, le nombre de périthèces observés a été supérieur chez le cultivar Orishele que chez Corne 1. Les temps d'apparition des PJFN, marquant la formation des fructifications sexuées du champignon, ont été plus courts chez Grande Naine avec un nombre très important de fructifications sexuées (périthèces) sur la face supérieure des feuilles que chez les 2 cultivars de plantain.

INOCULATIONS EXPERIMENTALES

Mycosphaerella fijiensis

Les conidies ont germé entre 6 et 8 h (Tableau 3) et la pénétration stomatique a été obtenue au bout de 60 h. Celle-ci a été suivie de la croissance des filaments mycéliens et de la formation des premières conidies, au nombre de 1 à 4 entre 72 et 96 h, qui engendreront de nouvelles conidies. Ainsi, la production conidienne augmente tout en assurant la croissance mycélienne suivant le mode de croissance du champignon. Les premiers signes de jaunissement ont été observés 6 j après les inoculations à travers les stomates qui constituent les sites de pénétration chez *Mycosphaerella fijiensis*. Les cellules voisines ont ensuite été colonisées par le champignon. Les premiers symptômes ont été observés 21 j après les inoculations (Tableau 3). Au niveau des stomates une décoloration brun jaunâtre est apparue et s'est étendue aux cellules voisines donnant l'aspect d'un tiret de 0,5 à 1 mm de long. Ces symptômes macroscopiques se présentent sous forme de tirets brunâtres qui

évoluent en taches puis finissent par se nécroser. Les taches se nécrosent plus rapidement chez le cultivar Grande Naine que chez celles observées chez le cultivar Orishele malgré le fait que les périodes d'incubation ont été similaires chez les 2 cultivars.

Cladosporium musae

La germination a eu lieu 3 à 4 h après inoculation suivi de la pénétration stomatique au bout de 16 h (Tableau 3). Comme avec *Mycosphaerella fijiensis*, chez le cultivar Orishele, la germination et la pénétration sont suivies du développement des filaments mycéliens et de la formation des premières conidies (Tableau 3). Les conidies formées entre 18 et 20 h apparaissent en chaînes sur des conidiophores courts (4 à 30 µm de long). Les conidiophores typiques, présentant à leurs sommets des conidies en touffes, sont formés 17 j après les inoculations. Les premiers symptômes sont observés après 36 h (Tableau 3) au microscope photonique. Elles se sont traduites par le brunissement des cellules de garde des stomates. Le nombre, de stomate avec les cellules de garde brunies a été inférieur à 140 au 3^e jour, a augmenté au 5^e j jusqu'à 147 chez Orishele et 141 chez Grande Naine. Des différences significatives ont été observées entre les cultivars Orishele et Grande Naine au niveau du nombre de stomates pénétrés. Le nombre de stomates infesté a été très important, atteignant 411 chez Grande Naine et 500 chez Orishele (Tableau 3). Les premiers symptômes ont été observés en moyenne 5 j après les inoculations (Tableau 3). Ceux-ci se présentent sous la forme de pointillés brun-rougeâtre traduisant le brunissement des cellules sur 250 à 500 µm de long. Ceux-ci n'ont pas évolué en taches chez les cultivars Orishele et Grande Naine, mais on observe plutôt des pointillés brun-rougeâtres regroupés.

Tableau 1 : Evolution des symptômes de cercosporiose noire et de cladosporiose sur les cultivars de bananiers Orishele, Corne 1 et Grande Naine.

Development of black sigatoka symptoms on Orishele and Grande Naine banana cultivars.

Stades de la maladie	Durée des stades (j) selon les cultivars					
	Orishele		Corne 1		Grande Naine	
	cercosporiose noire	cladosporiose	cercosporiose noire	cladosporiose	cercosporiose noire	cladosporiose
I	16,60 a	9a	16,40a	9,8b	13,90a	9,4b
II	2 – 4	-	2 – 4	-	2 – 4	-
III	40,75a	-	42,45a	-	41,95a	-
I – III	21,26a	-	24,10a	-	25,30b	-
VI (PJFT)	33,95a	-	31,70a	-	26,00a	-
I – VI	14,80b	-	14,50a	-	12,60b	-
PJFEN	68,35a	-	66,00a	-	65,30a	-
I – PJFEN	53,30a	-	56,40a	-	52,30a	-

- : stade bloqué

Les chiffres suivis d'une même lettre (a ou b) ne présentent pas de différences significatives au seuil de 5 %.

Tableau 2 : Comparaison des nombres moyens de périthèces chez les cultivars de bananier Orishele, Corne 1 et Grande Naine.

Mean number of stomata compared in Orishele, Corne 1 and Grande Naine banana cultivars.

Cultivars	Nombre de périthèces sur la face supérieure	Nombre de stomates / mm ²	
		face supérieure	face inférieure
Orishele	25,73a	27,13a	145,70a
Corne 1	20,23b	06,55b	146,49a
Grande Naine	29,80c	33,68c	146,64a

Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5 %.

Tableau 3 : Développement des maladies foliaires dues à cercosporiose et cladosporiose chez deux cultivars de bananiers après inoculation de *Mycosphaerella fijiensis* et de *Cladosporium musae*.

*Sigatoka and cladosporium diseases development on leaves of two banana cultivars after inoculation of *Mycosphaerella fijiensis* and *Cladosporium musae*.*

Stades de développement		Agents pathogènes	
		<i>Mycosphaerella fijiensis</i>	<i>Cladosporium musae</i>
Germination		6 – 8 h	3 – 4 h
Pénétration stomatique (h)		36 – 80 h	16 – 18 h
Formation de conidies (h)		48 – 96 h	18 – 20 h
Premier brunissement stomatique (j , h)		6 j	36 h
Nombre de stomates brunis			
3 j	Orishele	0	126a
	Grande Naine	0	125a
5 j	Orishele	0	147a
	Grande Naine	0	141a
10j	Orishele	8a	500a
	Grande Naine	8a	411b
Apparition des symptômes (j)			
Stade I	Orishele	20,5	5
	Grande Naine	21	5,5
Stade II	Orishele	41,25a	SI
	Grande Naine	34,50b	SI
Stade I - VI	Orishele	21,00a	SI
	Grande Naine	13,50b	SI

DISCUSSION

Les paramètres caractérisant les symptômes foliaires (PJFT, PJF3, PJFN et PJFEN) ont évolué différemment selon les stades de déploiement du cigare. Ce qui montre que dans une bananeraie non traitée contre la cercosporiose et la cladosporiose, l'observation des premiers symptômes est liée aux stades de déploiement du cigare. L'évolution de celui-ci renseigne sur le rang de la plus jeune feuille présentant les premiers symptômes de la maladie (PJFT). La PJFT correspond à la feuille de rang 3 au stade cigare 00 ; mais correspond à la feuille de rang 2 lorsque le cigare est aux stades 02, 04, 06 et 08. Les bananiers qui ont leur PJFT correspondant à la feuille de rang 3 sont différents des autres groupes. Ainsi, lorsque les bananiers ont leur stade cigare égale à 00, les premiers symptômes peuvent être observés sur la feuille de rang 2 dans un faible pourcentage de cas. De même, lorsque les bananiers ont leur stade cigare correspondant à 02, les premiers symptômes peuvent, dans certains cas, être observés sur la feuille de rang 3. En fonction donc de la pression d'inoculum et avant que le cigare n'atteigne le stade 02, où il n'adhère plus à la nervure centrale de la feuille de rang 1, les symptômes peuvent être observés sur la feuille de rang 2. Les variations des rangs de PJFT en fonction des stades du cigare montrent que deux bananiers de stades cigare différents ne présentent pas les mêmes rangs de PJFT.

L'absence de corrélation des autres paramètres, avec le stade du cigare et entre eux, traduit le fait que certains bananiers bien qu'ayant le même stade cigare, n'ont pas la même PJFN et les rangs de leurs feuilles, portant le stade III, ne sont pas les mêmes. Ce qui explique la forte dispersion des bananiers par rapport aux axes horizontaux et verticaux. Dans les périodes favorables au développement de la maladie, les phénomènes de coalescence des symptômes aux stades II et III font que l'observation de nécroses (PJFN) est faite avant l'apparition du stade III. L'analyse en composante principale confirme la précocité des nécroses sur les feuilles de rang 3, liée aux phénomènes de coalescence des symptômes au stade I ou II de la maladie. Il n'est donc pas exclu que les observations de stade III sur les feuilles de rang 5 soient, dans certains cas, liées à ces phénomènes de coalescence, donc à la sévérité de l'infection liée à l'augmentation de la pression

d'inoculum (Fouré, 1992). Concernant le cycle de la maladie, la période d'incubation et les intervalles de temps entre le stade I et les stades III et VI ont été déterminés. Ces études ont porté sur les délais de nécrose de feuille entière. Chez la Grande Naine, la courte période d'incubation et l'apparition rapide de la nécrose indiquent sa plus grande sensibilité vis à vis de la maladie, par rapport aux cultivars Orishele et Corne 1. L'apparition des premiers symptômes est influencée non seulement par la pression d'inoculum, mais aussi par l'action de la température. L'évolution des taches et la durée de passage d'un stade à l'autre montrent la manifestation de tous les stades de la maladie sur les 3 cultivars. Les différences observées au niveau de l'évolution des symptômes sont liées aux caractéristiques de croissance de chaque cultivar. Le stade III, qui apparaît plus rapidement chez Orishele, explique les écarts observés pendant l'évolution des taches.

Les courtes périodes d'apparition des nécroses chez Grande Naine confirment l'évolution rapide des taches pour ce cultivar. Les taches allongées et moins larges chez la Grande Naine se nécrosent plus rapidement que celles sur Orishele et Corne 1. Chez la Grande Naine, ces nécroses rapides expliquent les courtes durées de cycle sexué du champignon, soit 55 à 73 j chez la Grande Naine, 60 à 76 j chez Orishele et 55 à 71 j chez Corne 1. Ces observations sont semblables à celles faites par Mayorga (1984), qui a noté une durée de 75 j pour le cycle complet avec 17 j entre les premiers symptômes et l'apparition des taches dans les bananeraies de Colombie. Le nombre élevé de périthèces sur les feuilles des cultivars Orishele et Grande Naine, par rapport aux feuilles du cultivar Corne 1, sont en accord avec leur densité stomatique plus importante (Vasquez *et al.*, 1989).

Au niveau des interactions hôtes-pathogènes, les inoculations montrent la rapidité de germination des spores de *Cladosporium musae*, par rapport à celles de *Mycosphaerella fijiensis*, une dégénérescence cellulaire d'abord chez les feuilles inoculées avec *Cladosporium musae*, entre les 3^e et 5^e j après inoculations. Ces inoculations confirment l'apparition des symptômes dus à *Cladosporium musae* (cladosporiose) avant ceux causés par *Mycosphaerella fijiensis* (cercosporiose noire). Beveraggi *et al.* (1998) ont aussi montré que les modifications cellulaires liées à la présence de *Mycosphaerella fijiensis* n'étaient observées que 2 j au moins après inoculation. Toutefois, les

résultats montrent que les premiers symptômes de cladosporiose apparaissent plus tôt que les délais de 4 semaines évoqués par Frossard (1963). Mais, les symptômes n'évoluent pas en taches comme observées en plantation. La surface foliaire présente des pointillés dont le nombre évolue avec l'âge de la feuille chez les cultivars Orishele et Grande Naine. Les attaques sont caractérisées par le brunissement des stomates et de quelques cellules voisines des sites de pénétration. La période d'incubation vraie obtenue en condition expérimentale (104 h) de *Cladosporium musae* est plus courte que celle d'incubation maximale observée en plantation (7 à 10 j selon les cultivars). Ainsi, l'observation des premiers symptômes sur les cigares en plantation serait liée à la durée de la période d'incubation, qui est atteinte avant le déploiement total du cigare.

CONCLUSION

Les périodes d'incubation ont été similaires chez les différents cultivars. Toutefois, les symptômes de cercosporiose sont plus précoces avec une évolution plus rapide (succession des stades évolutifs de la maladie) chez Grande Naine par rapport aux cultivars Orishele et Corne 1. La variable CIG présente une corrélation fortement négative avec les descripteurs de positionnement de la maladie (PJFT). Les premiers symptômes de cladosporiose se présentent sous forme de ponctuations liées au brunissement des cellules. Elles se traduisent par des symptômes variables selon leur forme et leur coloration. Chez les cultivars Corne 1, Orishele et Grande naine, les premiers symptômes ont été observés sur les feuilles de rang 1 ou 2 selon le stade du cigare. Ainsi, le blocage des symptômes est observé à ce stade de la maladie. Ceux de cladosporiose

sont plus précoces que ceux de la cercosporiose noire. Ces derniers apparaissent plus rapidement (5 j) par comparaison à ceux observés en plantation.

REFERENCES

- Beveraggi (A.), Mourichon (X.) et (G.) Salle. 1998. Etude comparée des premières étapes de l'infection chez les bananiers sensibles et résistants infectés par le *Cercospora fijiensis* (*Mycosphaerella fijiensis*) agent responsable de la maladie des raies noires. Canadian journal of Botany (CAN), vol. 73, 1328-1337.
- Brun (J.). 1963. La cercosporiose du bananier en Guinée. Etudes présentées à la faculté des Sciences de l'Université de Paris, centre d'Orsay pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences. Paris, France. 196 p.
- Fouré (E.). 1983. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Sélection de molécules fongicides nouvelles. Fruits, 38 (1) : 21-34.
- Fouré (E.). 1992. Etude de la dynamique saisonnière de *Mycosphaerella fijiensis* au Cameroun. Doc.int. CRBP.
- Fouré (E.) et (A) Moreau. 1992. Contribution à l'étude épidémiologique de la cercosporiose noire dans la région de Mounjo au Cameroun de 1987-1989. Fruits, vol., 47 (1) : 3-16.
- Fouré (E.), Mouliom Pefoura (A.) et (X) Mourichon. 1990. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et des plantains à *Mycosphaerella fijiensis* MORELET au Cameroun. Caractérisation de la résistance au champ de bananiers appartenant à divers groupes génomiques. Fruits vol 45 (4) : 339-345.
- Frossard (D.). 1963. Une cladosporiose du bananier en Côte d'Ivoire. Fruits, vol. (18) 10.

- Frossard (D.). 1980. Apparition d'une nouvelle et grave maladie foliaire des bananiers et plantain au Gabon, la maladie des raies noires due à *Mycosphaerella fijiensis* MORELET, Fruits, 35 (9) : 519-527.
- Koné (D.). 1998. Contribution à l'étude des cercosporioses et de la cladosporiose des bananiers en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat 3^e cycle, Laboratoire de Physiologie Végétale, UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan Côte d'Ivoire, 219 p.
- Martinez (G.). 1997. La situation actuelle de la cercosporiose noire au Venezuela. Infomusa, vol.6 (1) : 16-17.
- Mayorga (P. M. H.). 1984. Informe annual de Actividades. Programa fitopatología - ICA, Regional 4, Tulenapa. 30p (mimeographed).
- Mobambo (K. N.), Pasberg Gauhl (F.) and (K.) Zuofa. 1997. Host response to black Sigatoka in «*Musa* germplasm of different ages under natural inoculation condition». Crop Protection (GBR), vol. 16 (4) : 359-363.
- Mourichon (X.), Beveraggi (A.) and (G.) Salle. 1989. Performed substances as protectants against *Mycosphaerella fijiensis*. In banana leaves : presence of performed compounds toxic for *Mycosphaerella fijiensis* . in : «Fullerton (R.A). and (R.H) Stover. (1989). Sigatoka leaf spot diseases of banana. Proceedings of an International workshop at san José, Costa Rica, March 28 - April 1.
- Philippeau. (G.). 1986. Comment interprétez les résultats d'analyse en composantes principales. Service des études statistiques. Institut technique des céréales et des fourrages. 8 avenue de Président Wilson 75116 Paris.
- Romero (R. A.). 1997. Avances en epidemiologia y manejo de la sigatoka negra del banano. Agronomia costarricense. Vol. 21 (1) : 77-81.
- Vasquez (N.) Tapia (A. C.) and (J. J.) Galindo. 1989. Ultrastructural studies of the infection of *Mycosphaerella* on *Musa* cultivar. in : «Fullerton (R.A). and (R.H) Stover. 1989. Sigatoka leaf spot diseases of banana». Proceedings of an International workshop at san José, Costa Rica, March 28 - April 1.