

COMPTE RENDU DE MISSION AU BRESIL DE P.-Y. TEYCHENEY
XVII^e REUNION ACORBAT - JOINVILLE, BRESIL - 15-20 OCTOBRE 2006
REUNION IMTP/INIBAP – BALNEARIO CAMBORIU, BRESIL - 23-25 OCTOBRE 2006

1- Présentation générale de la réunion Acorbat

Les réunions Acorbat se tiennent tous les deux ans et rassemblent les principaux acteurs latino-américains et caribéens de la filière banane-plantain (producteurs, sociétés de ventes de produits et de services, chercheurs, ...). La XVII^e édition de cette réunion s'est tenue du 15 au 20 octobre 2006 à Joinville (Etat de Santa Catarina, Brésil). La liste des communications que j'ai présentées dans le cadre de cette réunion est donnée en annexe 1.

Au cours de cette réunion, le bureau de l'association Acorbat et les représentants nationaux ont été renouvelés. Eric Bureau (Total) est le nouveau représentant français, en remplacement de T. Lescot qui n'a pas souhaité se représenter. La prochaine édition de cette manifestation se tiendra à Guayaquil (Equateur) en octobre 2008.

2- Principales communications scientifiques (*l'ensemble des actes du congrès est disponible sur CD-ROM auprès des participants CIRAD: L. de Lapeyre, M. Dorel, T. Lescot et P.-Y. Teycheney*)

Lors de la session inaugurale, **Gert Kemma** (PRI, Pays-Bas) a une nouvelle fois présenté le plan d'action supposément révolutionnaire visant à réduire de 50% en 10 ans l'utilisation de pesticides pour combattre les cercosporioSES. Ce plan s'inspire d'initiatives similaires entreprises pour réduire l'utilisation de pesticides dans la lutte contre *Phytophtora infestans* ou *Mycosphaerella graminocola*. En ce qui concerne son volet recherche, les premiers résultats tangibles de ce plan sont le séquençage de 30,000 EST à partir de banques génomiques de *M. fijiensis*, ayant abouti à l'identification de 223 loci SSR. Le séquençage complet du génome de *M. fijiensis* est actuellement en cours aux Etats-Unis. Un des objectifs de ce travail est d'identifier des gènes impliqués dans le pouvoir pathogène du champignon. Ce plan a également pour objectif de développer des bananiers cis-géniques, par expression dans des variétés commerciales de gènes de résistance identifiés chez des cultivars sauvages ou non commerciaux. Selon G. Kemma, cette approche permettrait d'accroître l'acceptabilité par les consommateurs de plantes génétiquement modifiées, ce qui, de mon point de vue, est une pure vue de l'esprit. De façon générale, la mise en place de ce plan d'action est perçue avec scepticisme par de nombreux chercheurs.

Globalement, peu de communications ont été consacrées à la **transformation génétique**. Il s'agit d'une évolution notable par rapport à la précédente édition de l'Acorbat (2004). **K.Z. Ahmed** (Minia University, Egypte) a présenté ses travaux sur la germination de *M. balbisiana* et l'embryogenèse somatique. Ces travaux, réalisés en collaboration avec R. Swennen (KUL), ont pour but d'obtenir du matériel végétal pouvant être transformé par bombardement. **M. Teixeira** (EMBRAPA, Brésil), est revenu, lors d'une présentation particulièrement soporifique et mal ciblée sur son auditoire, sur les apports des programmes de génomique pour le développement de plantes cis-géniques, notamment grâce à l'identification chez les espèces *Musa* de séquences régulatrices (promoteurs) utilisables pour construire des transgènes « acceptables ».

En revanche, beaucoup communications portant sur ***M. fijiensis*** ont été présentées. Quelques présentations sur la situation particulière de certains pays (Brésil : **L. Gasparotto**, EMBRAPA ; Cameroun : **L. De Lapeyre**, CIRAD/CARBAP ; Colombie : **L. Hoyos-Carvajal**, Université de Magdalena ; Venezuela : **G. Solorzano**, INIA-CENIAP). Pour ce qui est des méthodes de lutte, **M. Guzman** (Corbana, Costa-Rica) a présenté les résultats d'un essai conduit par Syngenta sur son produit

Boost, dont les composés minéraux permettraient d'activer les résistances naturelles des bananiers contre *Mycosphaerella*. Dans le même ordre d'idée, et tout aussi peu convaincants, plusieurs posters vantant les mérites de Cal Phos, un produit riche en calcium et supposé lui aussi activer des défenses naturelles ont également été présentés. **L. Patino** (*Politecnico Colombiano, Colombie*) a présenté pour sa part l'utilisation de bactéries lytiques de la chitine en pulvérisation, seules ou associées à des fongicides, pour lutter contre *M. fijiensis*. Les résultats sont là encore peu convaincants.

Plusieurs communications portaient sur la **virologie**. Ainsi, **J.-P. Bussogoro** a présenté un protocole d'assainissement par chimiothérapie vis-à-vis du virus de la mosaïque atténuée du bananier (BanMMV). L'utilisation de ribavirine dans les milieux de culture de méristèmes permet d'assainir 100% des vitroplants régénérés. **J.C. Robinson** (*Du Roi, Afrique du Sud*) a présenté pour sa part les travaux réalisés par **J. Meyer** sur le virus de la mosaïque en tirets du bananier (BSV). Des vitroplants de FHIA 21 (AAAB) ont été obtenus par culture *in vitro* à partir de germplasm sain (fourni par le centre de transit de Louvain) : 13% (9/67) des plants régénérés se sont avérés infectés par le BSV, à la suite de l'activation d'EPRV infectieux. Trois espèces de cochenilles (*P. citri*, *D. brevipes* et *P. ficus*) se sont avérées capables de transmettre le virus à partir de ces plants infectés, avec des efficacités respectives de 100% (10/10), 80% (8/10) et 20% (2/10). En revanche, aucune transmission par *P. longispinus* n'a pu être obtenue. Ces résultats corroborent ceux obtenus au CIRAD (par M. Folliot et S. Galzi) quant au pourcentage d'activation par culture *in vitro* pour FHIA21.

R. Sikora (*Université de Bonn, Allemagne*) a présenté ses travaux sur la capacité de certains sols, dits suppressifs, de protéger les plantes contre des agents pathogènes ou des ravageurs. Certaines populations de *Fusarium oxysporum* non pathogènes et associées aux systèmes racinaires des bananiers permettent par exemple, en condition de laboratoire, d'observer une diminution de la taille des larves de *Cosmopolites sordidus* et des populations de nématodes (probablement par effet répulsif). Les essais de *Trichoderma* et *F. oxysporum* au niveau de la parcelle pour le contrôle des nématodes présentés par **L. Pocasangre** (CATIE, Costa Rica), sont beaucoup moins concluants.

T. Pattison (QDPI&F, Australie) a pour sa part présenté ses travaux portant sur la mise au point de bio-indicateurs (bactériens, fongiques) de la qualité des sols et sur le contrôle des nématodes dans les exploitations bananières du nord Queensland (qui regroupe 95% de la production bananière australienne). Ces travaux ont abouti à la promotion de systèmes de culture proches de ceux que promeut le CIRAD aux Antilles. A ce titre, il serait sans doute intéressant de développer des collaborations avec cette équipe.

3- Visite de la station expérimentale EPAGRI d'Itajai (<http://www.epagri.rct-sc.br>)

Cette station expérimentale regroupe 42 chercheurs et 58 techniciens. Elle possède notamment un laboratoire de micropropagation produisant annuellement 400 000 vitroplants de bananiers et d'excellentes installations pour la conservation des pieds mères et le sevrage des vitroplants en condition insect proof (figure 1A et 1B). Les plants sont vendus sevrés (1.6 BRL le pied, soit environ 0.6€) en godets de petite taille (figure 1C), donc à un état peu avancé de croissance –ce qui interdit toute sélection des variants- et d'enracinement (figure 1D).

Cette station possède également une unité de production et de conditionnement de *Beauveria bassiana*, vendu aux planteurs pour le contrôle biologique de *C. sordidus*. Cette méthode est actuellement utilisée par environ 80 planteurs sur une surface cultivée d'environ 500 ha, pour le seul état de Santa Catarina. La station d'Itajai possède également une collection de *Musa* regroupant essentiellement des variétés locales et des hybrides produits par la FHIA ou l'EMBRAPA. Certains hybrides interspécifiques présentent des symptômes foliaires d'infection par le BSV (voir figure 2). J'ai donc collecté une douzaine d'échantillons foliaires qui feront l'objet d'indexations et de typages d'espèces virales lors de ma mission à l'INRA de Bordeaux fin 2006, l'importation de matériel végétal *Musa* étant proscrite en Guadeloupe pour des raisons de quarantaine.

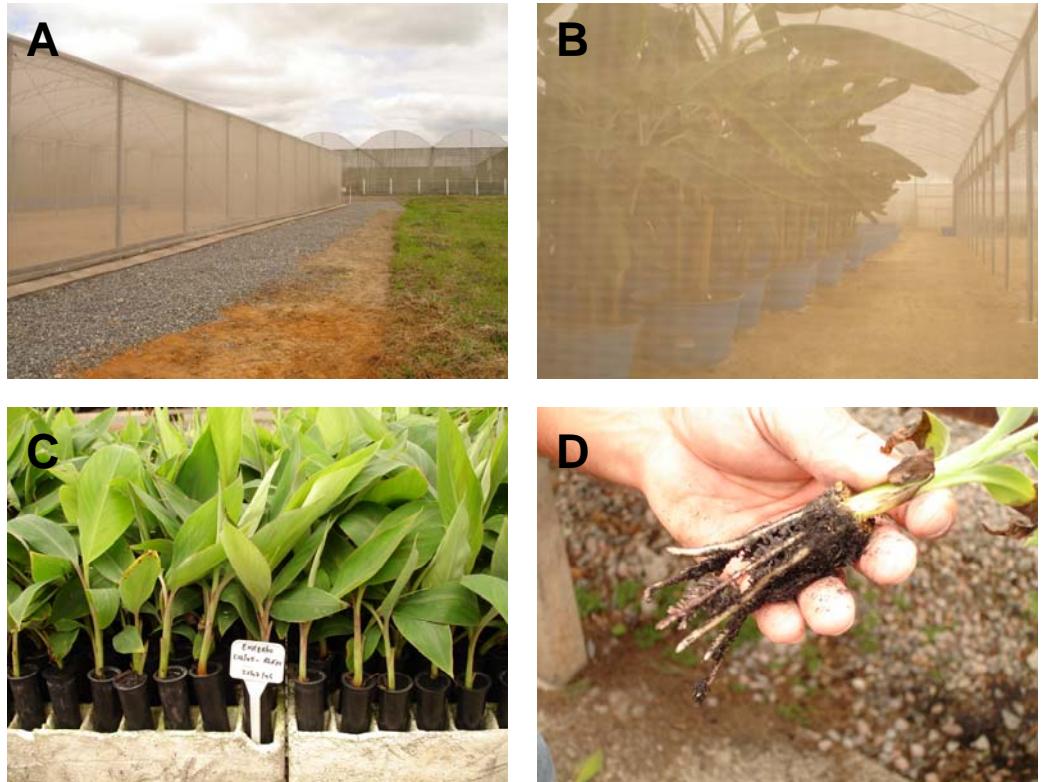


Figure 1 : Serres de conservation et de sevrage de la station EPAGRI d'Itajai et vitroplants sevrés prêts à être commercialisés.

A : serre de sevrage

B : serre de conservation des pieds mères

C et D : vitroplants en fin de sevrage

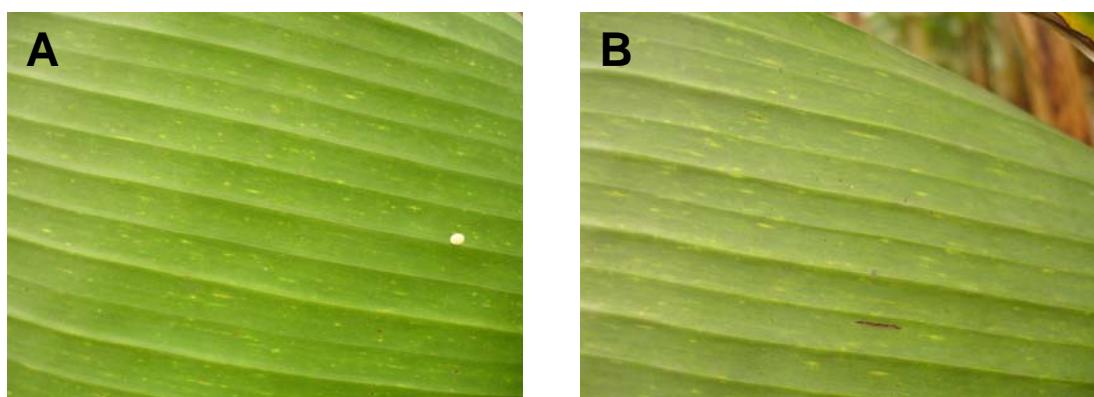


Figure 2 : Symptômes foliaires de BSV observés sur cultivar Thap mao (A) et hybride PV 42-68 (B)

4- Discussions tenues en marge de la réunion Acorbat

Des discussions ont été tenues avec les collègues suivants :

- **M. Perea Dallos et G. Cayon Salinas** (*Universidad Nacional de Colombia, Bogota*) : ces discussions ont permis de résoudre un certain nombre de problèmes logistiques obéissant la tenue de l'atelier sur la détection du BSV et du BanMMV pour lequel nous avons obtenu un financement MAE au titre de l'année fiscale 2006. Ces problèmes ayant été résolus, l'atelier se tiendra donc finalement à Bogota du 11 au 15 décembre 2006.
- *M. Teixeira de Souza Jr (Labex EMBRAPA à Wageningen, Brésil)* : le montage d'un projet Interreg portant sur l'impact du déploiement d'hybrides interspécifiques *M. acuminata* x *M. balbisiana* résistants à *M. fijiensis* sur (i) l'évolution des populations de *M. fijiensis* et leur capacité à contourner ces résistances et (ii) le risque de diffusion du BSV à grande échelle est prévu courant 2007. Un partenaire a déjà été identifié (IDIAF, République Dominicaine). L'EMBRAPA constituerait un second partenaire de choix, compte tenu de la qualité scientifique de ses chercheurs, et permettrait d'avoir accès à des hybrides différents de ceux diffusés en République Dominicaine ainsi qu'à des conditions de culture différentes. Ces discussions ont permis de mesurer l'intérêt de l'EMBRAPA pour développer en collaboration avec le CIRAD un projet de ce type.

5- Réunion IMTP

J'ai participé sur invitation de l'INIBAP à la réunion de synthèse de la phase 3 du programme IMTP (*International Musa Testing Programme*). Ce programme a pour vocation d'évaluer par des tests multisites une sélection de cultivars et d'hybrides pour des caractères de résistance aux ravageurs et aux maladies. Depuis son lancement en 1987, ce programme, dont la phase III s'achève, a vu une augmentation du nombre de cultivars et hybrides testés (24 pour la phase III, voir tableau 1), de sites d'évaluation (37 dans cette même phase III) et de pays participants (voir tableau 2). La réunion qui s'est tenue à Balneario Camboriu du 23 au 25 octobre 2006, avait pour objectif de faire le point sur la phase III du programme et de réfléchir à la mise en œuvre d'une éventuelle phase IV.

Ont également participé à cette réunion :

- INIBAP : Richard Markham (Montpellier), Franklin Rosales et Luis Pocasangre (LAC), Gus Molina et Inge van den Bergh (Asie-Pacifique), Guy Blomme (Afrique)
- EMBRAPA (Brésil) : Sebastiao Oliveira et Claudia Ferreira (généticiens)
- INISAV (Cuba) : Luis Perez Vicente (mycologue cerco)
- CORBANA (Costa Rica) : Mauricio Guzman (pathologiste)
- QDPI&F (Australie) : Jeff Daniells (généticien)
- CIAT (Colombie) / IPGRI : Andrew Jarvis (SIG)
- FABI (Afrique du Sud) : Altus Viljoen (mycologue *Fusarium*)
- TBRI (Taiwan) : Chih-Ping Chao (pathologiste)

Durant la phase III du programme, qui a débuté en 2001, l'accent a été mis sur la résistance à *M. fijiensis*, *M. musicola*, *M. eumusae*, *F. oxysporum* et aux nématodes. Compte tenu de l'absence de financement spécifique du programme, les évaluations ont été effectuées bénévolement par les institutions partenaires. Ceci explique les délais importants avec lesquels ont été effectuées ces évaluations, certaines défections ainsi que le fait que beaucoup de données n'ont toujours pas été envoyées à l'INIBAP (voir tableau 2), retardant la synthèse des résultats.

Tableau 1 : liste des cultivars et variétés évalués dans le cadre de la phase III du programme IMTP

Hybrid	Type	Characteristic*
FHIA-01	Dessert/cooking	Resistant to BS and FW
FHIA-02	Dessert/cooking	Resistant to BS
FHIA-03	Dessert/cooking	Resistant to BS and FW, drought tolerant
FHIA-17	Dessert/cooking	Tolerant to BS and resistant to FW race 1.
FHIA-18	Dessert	Resistant to BS
FHIA-21	Plantain	Resistant to BS
FHIA-23	Dessert/ cooking	Tolerant to BS and FW
FHIA-25	Cooking	Resistant to BS
SH-3640	Dessert/ cooking	Resistant to BS
BITA-2	Cooking	Resistant to BS, Susceptible FW
BITA-3	Cooking	Resistant to BS
CRBP-39	Plantain	Resistant to BS
SH-3436-9	Dessert	Tolerant to BS
IRFA-911	Plantain	Resistant to BS
GCTCV-119	Dessert	Resistant to FW race 1
GCTCV-106	Dessert	Resistant to FW race 1
GCTCV-247	Dessert	Resistant to FW race 1
Yangambi Km5	Dessert/ cooking	Reference clone (Sigatoka)
Pisang Ceylan	Dessert	Reference clone (Sigatoka)
Gros Michel	Dessert	Reference clone (Fusarium)
Williams	Dessert	Reference clone (Fusarium)
Cultivar Rose	Dessert	Reference clone (Fusarium)
Cachaco	Cooking/dessert	Reference clone (Fusarium)
Pisang Jari Buaya	Dessert	Reference clone

* BS = black sigatoka FW = fusarium wilt

Tableau 2 : liste des sites participant à la phase III du programme IMTP

Country	Institute	Official endorsement	Scientific officer	Date LOA signed	Actual start date	Actual end date	Date germplasm sent	Mycosphaerella leaf spot	Fusarium wilt	Nematodes
AP	Bangladesh	Bangladesh Agricultural Research Institute (BAR)	SM Monowar Hossain -> Hussain	Md Abdul Hoque	16-juil-01	16-juil-01	26-avr-01	performance	performance	
AP	China	South China Agricultural University (SCAU)	Chen Houbin	Chen Houbin	20-juil-01	20-juil-01	30-août-01	performance	performance	
AP	Philippines	Bureau of Plant Industries	Orlando Pascua --> Lorna Herradura	Lorna Herradura	21-févr-01		21-juin-01	in-depth	in-depth	
AP	Philippines	Lapanday Foods Corporation	Francisco M. Lorenzo	Dr. Emily Fabregar, Nic Dawi, Dennice Gervacio	10-avr-01	10-avr-01	23-mai-05	05-juin-01	in-depth	in-depth
AP	Philippines	STANFILCO, Dole Phil. Horticultural Crop R&D Institute (HORDI), Department of Agriculture + Agricultural Research Station	Edwin Raros Yayawardena --> P. Periyasamy --> Jina De Zoysa	Sai Leng	11-avr-01	11-avr-01	05-juin-01	in-depth		in-depth
AP	Sri Lanka			Sujatha Weerasinghe	12-juin-01	12-juin-01	10-déc-01	performance	performance	
LAC	Nicaragua	Universidad de Leon (UNAN Leon)	Dr. Medina Sandino	Maritza Vargas, Francisco Blanco, Reinerio Rivera	21-déc-01		10-août-01	performance		
ESA	Uganda	National Agricultural Research Organization (NARO)	Prof. Mukibi	Dr. Tush, Margaret Nakyanzi	28-nov-01		25-janv-01	performance		
AP	Australia	Queensland Horticultural Institute	Bob Williams	Matt Darcy (NTDPI&F)					in-depth	
AP	Vietnam	Vietnam Agricultural Science Institute (VASI)	Ho Huu Nhi	Ho Huu Nhi, Vu Van Tung	31-août-01	31-août-01	29-oct-01	performance	performance	
ESA	Uganda	National Agricultural Research Organization (NARO)	Dr. Tushemereirwe Wilberforce	Dr. Tushemereirwe Wilberforce; Sam Mpiira, Josephine Namaganda, Alex Barekye, Carine Dochez						in-depth
ESA	Rwanda	Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR)		Dr. Svetlana Gaidashova			25-nov-01		performance	performance
ESA	South Africa	Institute for Tropical and subtropical Crops (ITSC)	Dr. Mieke Daneel	Mieke Daneel, Zaag De Beer			08-oct-01		performance	in-depth
WA	Cameroon	Centre Africain de Recherches sur Bananiers et Plantains (CARBAP)	Dr. Eric Foure	Dr. Catherine Abadie				in-depth		
LAC	Colombia	Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria (CORPOICA)	Dr. Gerardo Cayon	Dr. Gerardo Cayon; Maria Ruby Orozco	20-mars-01			in-depth		in-depth
LAC	Dominican Republic	Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF)	Dr. Rafael Duverge	Dr. Rafael Duverge	11-juin-01	11-juin-01	19-avr-01	performance		
LAC	Peru	Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)	Dr. Elsa Carbonell Torres	Dr. Julio Marin	29-juin-01	29-juin-01	10-mai-01	performance		
LAC	Mexico	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	Dr. Jose Orozco	Ir. Jose Guadalupe Garza				in-depth		
LAC	Costa Rica	Corporacion Bananera Nacional (CORBANA)	Dr. Ronald Vargas, Dr. Jorge A. Sandoval	Dr. Jorge A. Sandoval, Ir. Mario Araya, Ir. Mauricio Guzman; Thomas Moens			03-déc-01	in-depth		in-depth
LAC	Peru	Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)					10-mai-01			
LAC	Colombia	AUGURA-URABA	Dr. Luis F. Patino	Dr. Luis F. Patino				in-depth		
LAC	Honduras	Fundacion Hondurena de Investigacion Agricola (FHIA)	Dr. Adolfo Martinez	Dr. Dale Krigsvold	28-nov-01		12-oct-01	in-depth		
AP	India	National Research Centre for Banana (NRCB)	S. Sathiamoorthy	S. Sathiamoorthy	27-mai-01	27-mai-01	08-mars-01	in-depth	in-depth	in-depth
AP	Indonesia	Indonesian Centre for Horticultural R&D (ICHORD)	Ahmad Dimyati --> Agus Muhamar	Ika Djatnika, Agus Sutanto (IFRI)	27-juil-01	27-juil-01	05-juin-01	performance	performance	
AP	Malaysia	Malaysian Agricultural R&D Institute (MARDI)	Siti Hawa Jamaluddin	Siti Hawa Jamaluddin	24-juil-01	24-juil-01	20-sept-01		in-depth	in-depth

Afin d'éviter pareille mésaventure lors de la phase IV, il est nécessaire de :

- Mettre sur pied un système de saisie en ligne des données par les partenaires effectuant les évaluations
- Assurer le financement du programme
- Sélectionner des partenaires fiables, sur la base de leur participation réussie à des phases antérieures du programme

Le choix des sites d'évaluation pourra s'appuyer sur les données météorologiques maintenant disponibles sur internet. Certains outils, tels le serveur Worldclim (<http://www.worldclim.org/>), qui permet de consulter les données météo recueillies à l'échelle mondiale avec une résolution de 1 km², pourraient s'avérer très utiles dans les analyses de corrélation de l'impact de certaines maladies avec les facteurs climatiques. Il en va de même pour les données recueillies en temps réel par satellite et disponibles sur le site <http://srtm.csi.cgiar.org/>. Par ailleurs, ces données devront être prises en compte dans l'évaluation des interactions génotype x environnement (G x E) ou génotype x pathogène/ravageur x environnement (G x P/D x E).

Les principales conclusions de cette réunion sont les suivantes :

- L'objectif principal du programme demeure l'évaluation de cultivars ou d'hybrides en fonction des contraintes –notamment parasitaires- à des fins de diffusion au profit des populations locales, dans le but d'accroître la sécurité alimentaire. Toutefois, il est bien entendu que les plants évalués sont détruits à la fin des essais et que toute diffusion ne peut se faire qu'avec l'accord de l'organisme obtenteur.
- Les critères de sélection retenus pour la phase IV du programme sont, par ordre de priorité :
 - Résistance aux fusariose
 - Résistance à la MRN
 - Résistance aux nématodes
 - Performance agronomique
 - Acceptabilité par les consommateurs locaux
- Feront éventuellement l'objet d'études, selon les objectifs des institutions hébergeant les essais :
 - Résistance au BBT
 - Résistance à *Xanthomonas*
 - Résistance à la maladie de Moko
 - Comportement post-récolte (pathogènes, DVV, dégrain)
 - Résistance aux charançons
- Les contraintes imposées par les risques de diffusion du BSV via la distribution de germplasm comportant le génoype B devront être prises en compte, notamment en cas de multiplication végétative par culture *in vitro* avant distribution. De façon générale, le matériel utilisé devra être garanti indemne de virus.
- Sont d'ores et déjà candidats pour une évaluation dans le cadre de la phase IV du programme les hybrides, variants ou cultivars suivants :
 - PK2 (variant de FHIA21, AAAB)
 - DPM25 (mutant obtenu par irradiation γ de Dwarf Parffitt ; QPI&F)
 - 5 hybrides triploïdes de type à cuire et 2 à 3 plantains améliorés (CARBAP)
 - 2 hybrides dessert AAA (CIRAD ; à compter de début 2008)
 - 2 tétraploïdes AAAA (TV8 et TC6 ; IITA)
 - Plusieurs mutants du programme du TBRI, en fonction des autorisations gouvernementales taiwainaises

- Hybrides de Yangambi km5, de Prata año, de Pacovan (EMBRAPA)
 - 1 variant somaclonal de Saba (ABB), 2 mutants de Mysore, 1 mutant nain de FHIA21 (INIVIT)
- Compte tenu des délais requis pour l'analyse des résultats de la phase III et pour la recherche de bailleurs potentiels, la phase IV du programme ne débutera au mieux que début 2008.

En marge de cette réunion, R. Markham a présenté la nouvelle organisation de l'INIBAP, qui disparaîtra en tant que tel au 1^{er} janvier 2007 au profit d'une nouvelle structure en charge de la promotion de la biodiversité des bananiers et plantains, du palmier et du cacaoyer. Cette entité sera baptisée *Bioversity International*. Cette réorganisation parachève la prise de contrôle de l'INIBAP par les IPGRI.

Annexe 1 : Programme des communications de la réunion ACORBAT

- Papiers invités :**

A BANANICULTURA BRASILEIRA - Zilton José Maciel Cordeiro & Raul Soares Moreira
A HISTÓRIA DA BANANA NO BRASIL - Raul S. Moreira & Zilton José Maciel Cordeiro

BACTERIAS LITICAS Y SUSTRATOS EN LA FILOSFERA DE BANANO Y PLÁTANO PARA
EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA - Luis Fernando Patiño Hoyos; Lina Maria Salazar
Peláez; Juan Carlos Collazos Villa; Ramón Antonio Piedrahita Restrepo & Elkin
Bustamante Rojas

BIOTECNOLOGIA: ALGO MAIS QUE PLANTAS TRANSGÉNICAS - Janay Almeida dos
Santos-Serejo; Antônio da Silva Souza; Lucymeire Souza Moraes; Taliane Leila
Soares; Fernanda Vidigal Duarte Souza; Adilson Kenji Kobayashi; Cláudia Fortes
Ferreira & Sebastião de Oliveira e Silva

CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A FUNGICIDAS EN
Mycosphaerella fijiensis EN BANANOS - Ronald A. Romero

EL CULTIVO DE PLATANOS EN ECUADOR - Luis Tazán C.

EL CULTIVO DEL PLÁTANO (BANANO, *Musa acuminata* COLLA AAA, SUBGRUPO
CAVENDISH) EN LAS ISLAS CANARIAS - Víctor Galán Saúco & Juan Cabrera Cabrera
ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS DEL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA
EN AMÉRICA LATINA - Mauricio Guzmán

ESTANDARIZACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PARA BANANO EN AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE - Alba Stella Riveros; Franklin E. Rosales; Johanna Romero; Catalina
Romero; María Isabel Jiménez; Ramón Jiménez; Oscar Acuña; Pánfilo Tabora;
Rafael Segura; Luis E. Pocasangre & Mario Villalobos

FUNGICIDE RESISTANCE MANAGEMENT IN BANANA - A CONTINUOUS CHALLENGE -
Karl-Heinz Kuck

GENOME STUDIES: PROGRESS AND APPLICATION IN THE IMPROVEMENT OF
MUSACEAS - Manoel T. Souza Júnior

GUIA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD Y LA SALUD DE SUELOS BANANEROS -
Franklin E. Rosales; Luis E. Pocasangre; Javier Trejos; Edgardo Serrano; Oscar
Acuña; Alvaro Segura; Eduardo Delgado; Tony Pattison; Werner Rodriguez &
Charles Staver

HIBRIDOS DE BANANA DESENVOLVIDOS PELA FHIA - Juan F. Aguilar Morán
HONGOS ENDOFÍTICOS COMO AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROL DE
FITONEMATODOS EN BANANO - Luis E. Pocasangre; Roy Donald Menjivar; zum
Felde Alexandra; Alba Stella Riveros; Franklin E. Rosales & Richard A. Sikora

IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS EN LA CALIDAD DEL SUELO
PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DEL BANANO EN COSTA RICA - Edgardo
Serrano; Jorge Sandoval; Luis Pocasangre; Franklin Rosales & Eduardo Delgado

LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA CALIDAD Y SALUD DE SUELOS
- Oscar Acuña; Wagner Peña; Edgardo Serrano; Luis Pocasangre; Franklin Rosales;
Eduardo Delgado; Javier Trejos & Alvaro Segura

MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA IN CAMEROON - L. de Lapeyre de Bellaire; J.
Essoh Ngando; C. Abadie; J. Carlier; T. Lescot & E. Fouré

MANEJO ALTERNATIVO DE LA SIGATOKA NEGRA CAUSADA POR *Mycosphaerella*
fijiensis MORELET EN BANANOS Y PLÁTANOS - Luis Pérez Vicente

MANEJO DA SIGATOKA-NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA
- Luadir Gasparotto & José Clério Rezende Pereira

MANEJO SUSTENTABLE DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO:
CONOCIMIENTO DEL PATOSISTEMA, PRÁCTICAS CULTURALES Y CONTROL QUÍMICO
- Mario Orozco-Santos & José Orozco-Romero

MINERAL NUTRITION OF BANANA AND ITS INTERACTION WITH IRRIGATION -
Emanuel Lahav; Anat Aycicegi-Lowengart & Hanan Ben Shalom

NEW BANANA CULTIVARS WITH MARKET POTENTIAL - Jeff Daniells

PRESENT AND FUTURE SITUATION OF BANANA PRODUCTION IN THE SUBTROPICS - J. C. Robinson

RENOVACIÓN DE PLANTACIONES BANANERAS, UN NEGOCIO SOSTENIBLE, MEDIANTE EL USO DE UMBRALES DE PRODUCTIVIDAD, FIJADOS POR AGRICULTURA DE PRECISIÓN - Moisés Soto

SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA - SAPI - J. R. Andriguetto; L. C. B. Nasser & J. M. A. Teixeira

SOIL QUALITY IMPROVEMENT AND NEMATODE MANAGEMENT ON BANANA FARMS IN AUSTRALIA - Tony Pattison; Jenny Cobon & Richard Sikora

THE CONCEPT OF A SUPPRESSIVE BANANA PLANT: ROOT HEALTH MANAGEMENT WITH A BIOLOGICAL APPROACH - Richard A. Sikora & Luis Pocasangre

THE PESTICIDE REDUCTION PLAN FOR BANANA - Gerrit H.J. Kema

THE ROLE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN SMALL-SCALE BANANA FARMING - A CARIBBEAN PERSPECTIVE - Clayton A. Shillingford & Joseph E. Edmunds

TRANSCONTINENTAL DISEASES THAT ARE POTENTIAL THREAT TO THE BANANA INDUSTRY IN LATIN AMERICA - Agustin B. Molina Jr.

- **Communications orales et posters**

BOTANIQUE, GÉNÉTIQUE & AMÉLIORATION, PHYSIOLOGIE

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DIPLOÍDES DE BANANEIRA À SIGATOKA-AMARELA - Jucilayne Fernandes Vieira; Zilton José Maciel Cordeiro; Aristoteles Pires Matos & Sebastião de Oliveira e Silva

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS TETRAPLÓIDES DE BANANEIRA À SIGATOKA-AMARELA - Zilton José Maciel Cordeiro; Jucilayne Fernandes Vieira; Aristoteles Pires Matos & Sebastião Oliveira e Silva

BANANA VARIETIES RESISTANT TO BLACK SIGATOKA IN BRAZIL - Aristoteles Pires de Matos; Zilton José Maciel Cordeiro & Sebastião de Oliveira e Silva

BREEDING OF CERTAIN *Musa* CULTIVARS AND HYBRIDS FOR RESISTANCE TO NEMATODES AND Fusarium WILT (FOC- Race-I) - Kavitha Perianna Gounder Shanmugam; Balamohan Thangappan Narayani & Poornima Kizhakoot

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN GENOTIPOS DE PLÁTANO (*Musa* spp.) - Lianet González Díaz; Sergio Rodríguez Morales; María Isabel Román; Teresa Ramírez Pedraza; Miguel Hernández Estrada; Yoel Beovides García; Osmany Molina Concepción; Juan Ramón Gálvez Guerra & Eliécer Reinaldo Álvarez

COMPARISON OF BAP AND KINETIN ON PROLIFERATION RATE OF BANANA (*Musa* sp.) CV. BASRAI - Aish Muhammad; Hamid Rashid; Iqbal Hussain & S. M. Saqlan Naqvi

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE NUEVOS CULTIVARES DE PLATANO EN EL OCCIDENTE DE MEXICO - Victor Vázquez Valdivia; María Hilda Pérez Barraza & Jorge A. Osuna García

COMPRIMENTO DE EXPLANTES E PROTOCOLOS DE ASSEPSIA PARA MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA 'PRATA-ANÁ' - Sara de Almeida Rios; Silvia Nietsche; Marlon Cristian Toledo Pereira; Adelica Aparecida Xavier; Tiago Prates Fernandes & Márcia Maria Dias

DERIVES AUXINIQUES ET PRODUCTION DE BANANE PLANTAIN EN COTE D'IVOIRE - Louise Turquin; Sévrerin Ake; Pierre Abo Anno; Yao Thomas N'guessan & Etchié Degny

DETECCIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN SOMACLONES DE BANANOS Y PLÁTANOS - María Isabel Román; Clara González; Xonia Xiqués; Maruchi Alonso; Francisco Dueñas; Miguel Hernández; Lianet González; Teresa Ramírez; Marlyn

Valdés; Alejandro Rojas & Leneidy Pérez

DIVERSIDADE GENÉTICA DE GERMOPLASMA DE Musa DA EPAGRI USANDO MARCADORES RAPD - Fernando A. Tcencenco; Kaira S. Pauli; Maycon E. Nicoletti; Fátima T. Rampelotti; Anderson Ferreira & Luiz A. Lichemberg

EFFECTO DEL PLANT PRESERVATIVE MIXTURE™ (PPM) Y BENZILAMINOPURINA EN LA PROPAGACION in vitro DEL PLATANO 'MACHO' (Musa AAB) - Maria Hilda Pérez Barraza; Victor Vázquez Valdivia & Jorge A. Osuna García

EVALUACIÓN DE SELECCIONES LOCALES DE 'PEQUEÑA ENANA' (Musa acuminata COLLA, AAA, SUBGRUPO CAVENDISH) EN LAS ISLAS CANARIAS - Juan Cabrera Cabrera & Victor Galán Saúco

EVALUACIÓN DE VARIABLES ANATÓMICAS FOLIARES EN TRES CLONES DE Musa DE DIFERENTE PLOIDÍA Y SU RELACIÓN CON EL GRADO DE INCIDENCIA A SIGATOKA (Mycosphaerella sp.) - Gustavo Rodríguez; Manuel Negrín & Marina García

GERMINATION OF Musa balbisiana SEEDS AND EMBRYOS - K. Z. Ahmed; S. Remy; L. Sági & R. Swennen

METODOLOGIA PARA LA MULTIPLICACION DEL CULTIVAR HIBRIDO 'FHIA-21' (AAAB) EN SISTEMA DE INMERSION TEMPORAL - Milagros Basail Pérez; Rafael Gómez Kosky; Victor Medero Vega; Marlenys Torres Delgado; Eneida Otero Gálvez; Manuel Cabrera Jova; Arletys Santos Pino; Jorge López Torres; Magali García García; Aymé Rayas Cabrera; Yoel Beovides García; Alberto Espinosa Cuelar & Eriker Paz Chávez

OBTENCIÓN DE HÍBRIDOS DE BANANOS Y PLATANOS EN CUBA - Teresa Ramírez Pedraza; Lianet González Díaz; José de la C. Ventura Martín; Ricardo Hernández Pérez; Miguel Hernández Estrada; Juan Ramón Gálvez Guerra & Eliécer Reinaldo

PLANTLET REGENERATION FROM SUSPENSION CELLS OF A DIPLOID HYBRID BANANA - Kazumitsu Matsumoto; Marly Catarina Felipe Coelho; Manoel Teixeira Souza Júnior & João Batista Teixeira

STANDARDIZATION OF in vitro PRODUCTION TECHNIQUES AND INDUCTION OF SALT TOLERANCE IN BANANA (Musa sp.) - H. Vijayaraghavan; S. Easwaren & J. Karamathullah

STUDIES ON GENETIC DIVERGENCE OF BANANA CULTIVARS IN WEST BENGAL FOLLOWING VARIOUS MULTIVARIATE TECHNIQUES - K. K. Mandal; S. Sarkar; D. Majumder & M. A. Hasan

THE INFLUENCE OF SUCKER MANAGEMENT ON PRODUCTION POTENTIAL OF TISSUE CULTURED CAVENDISH BANANAS IN THE SUBTROPICS - Connie Fraser; John Charles Robinson & John Patrick Bower

USO DE RAPD PARA LA CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE GENOTIPOS DE Musa AAA PROPAGADOS in vitro - Efraín G. Salazar ;José Gilberto Surga; Julio A. Landínez;Gustavo Saldaña & Iselen Trujillo

PRATIQUES CULTURALES

ASSESSMENT OF MICROBIAL LEVELS AND DIVERSITY AT PAIRED BANANA SITES - L. M. Gulino & A. B. Pattison

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO - Humberto de Carvalho Marcílio; André Luis de Andrade; Gustavo Alves Pereira; Joadil Gonçalves de Abreu & Ciro Cercino dos Santos

BUNCH WEIGHT OF 21 BANANA GENOTYPES IN ORGANIC SYSTEM IN THE STATE OF SANTA CATARINA, BRAZIL - Márcio Sônego; Luiz Augusto Martins Peruch; Luiz Alberto Lichemberg; Derrick Jean Moot & Cristiano Nunes Nesi

EFFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *Heliotropium indicum* L., *Lippia origanoides* H. B. K. Y *Phyllanthus niruri* L. EN HIJOS DE 'PLATANO HARTON' (Musa AAB) EN EL CONTROL DE *Mycosphaerella fijiensis* MORELET EN YARACUY, VENEZUELA - Julitt Belén Hernández Fermín; Dorian A. Rodríguez; María Elena Sanabria; Giomar Blanco & Nelly Sanabria

EFFECT OF DEHANDING ON FRUIT AND BUNCH CHARACTERS AND SHOOTING -

HARVEST INTERVAL OF BANANA - Md. Abu Hasan; Surajit Sarkar & Debashis Majumder

EVALUACION DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Mycosphaerella fijiensis* EN PLATANO 'HARTON' (Musa AAB) EN CORDOBA-COLOMBIA - Orlando Marín Borja; Marelis Mass Villadiego & José Barrera Violeta

INHIBICION DEL CRECIMIENTO MICELIAL DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* CON EXTRACTO ETANOLICO DE CINCO PLANTAS SILVESTRES - Dorian Rodriguez; Maria Sanabria; Alexander Chirinos; Robert Guerra; Danny Martinez; Anibal Perozo & Ricardo Rodríguez

PODA DE MANOS EN EL CLON FHIA-21 (Musa AAAB) Y SU EFECTO SOBRE LAS DIMENSIONES DEL FRUTO Y ASPECTOS DE CALIDAD - Gustavo Rodríguez; Nelly Muñoz & Julio Márquez

PRODUÇÃO DE PRIMEIRO CICLO DAS BANANEIRAS 'PRATA ANÃ', 'THAP MAEO' E 'CAIPIRA' SOB TRÊS SISTEMAS DE PLANTIO NO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL - Marlon Cristian Toledo Pereira; Silvia Nietsche; Valdeir Dias Gonçalves; Roberto Célio Antunes Júnior; Manoel Xavier Oliveira Júnior; Janaína Ribeiro Oliveira; Telma Miranda dos Santos; Sebastião de Oliveira e Silva & Carlos Ruggiero

USO DEL LOMBRICOMPOST EN COMBINACIÓN CON EL FERTILIZANTE QUÍMICO CONVENCIONAL EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO 'CURRARE GIGANTE' (Musa AAB) - Saúl Brenes Gamboa & Luis Mora Alfaro

RHIZOSPHERE

ADAPTABILITY OF BANANIER PLANTAIN (Musa paradisiaca) TO CONDITIONS PEDO-CLIMATICAS OF KATIBOGOU, MALI - Abdoulaye Sidibe; Faustin Ontsougou; Bakary M. Traore; Sériba Keita & Nadou Paul Sanogo

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E PRODUTIVOS NO TERCEIRO CICLO DE BANANEIRAS 'PRATA-ANÃ' EM FUNÇÃO DO EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA FEITA NO PRIMEIRO CICLO - Rodrigo Domingues Barbosa; Erval Rafael Damatto Junior; Roberto Lyra Villas Boas & Júlio César Thoaldo Romeiro

CULTIVO DE BANANO EN COAHUAYANA, MICHOACÁN, MÉXICO: 1. CRONOSECUENCIA DE SUELOS - Octavio Pérez Zamora; Jose Orozco Romero & Ma. Remedios Cigales Rivero

CULTIVO DE BANANO EN COAHUAYANA, MICHOACÁN, MÉXICO: 2. DISTRIBUCIÓN Y FORMACIÓN DE HORIZONTES CALCICOS - Octavio Pérez Zamora; Jose Orozco Romero & Ma. Remedios Cigales Rivero

EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRADOS Y DOSIS DE NITROGENO SOBRE EL DESARROLLO DE PLANTAS DE BANANO (Musa AAA) EN ETAPA DE VIVERO - Gustavo Rodríguez & Ramírez Henrry

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN DEL BANANO Musa AAA EN LA REGIÓN DEL TRÓPICO DE COCHABAMBA, BOLIVIA - Oscar Colque; Edwin Iquize & Armando Ferrufino

EFEITO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE ORGANO-MINERAL FLUÍDO NA ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE BANANEIRAS MICROPROPAGADAS - Juliana Domingues Lima; Giovani Sebben Bellicanta; Wilson da Silva Moraes; Elias Alexandre da Silva & Rodrigo Sanches Miguel

EFEITO DA FERTIRRIGAÇÃO COM POTÁSSIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA 'MAÇÃ' - Erval Rafael Damatto Junior; Regina Marta Evangelista; Everaldo Mariano Gomes; Sarita Leonel & Rogério Lopes Vieites

EFEITO RESIDUAL DE COMPOSTO ORGÂNICO NA SEGUNDA SAFRA DE BANANEIRAS 'PRATA-ANÃ' - Erval Rafael Damatto Junior; Roberto Lyra Villas Boas & Sarita Leonel

MANAGEMENT OF BANANA NITROGEN FERTILIZATION: TAKING INTO ACCOUNT NITROGEN FROM ORGANIC ORIGIN - Marc Dorel; Philippe Tixier & Raphaël Achard MANEJO DE LA NUTRICIÓN Y FUENTE DE MATERIA ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE PLATANO (Musa AAA), MUNICIPIO DE HUEHUETAN, CHIAPAS - Vicente Lee Rodríguez; José Noe Lerma Molina; Orlando López Baez & Juan Manuel Garza Hernández

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN BANANO MEDIANTE EL BALANCE NUTRICIONAL CON MICRONUTRIENTES (B-Zn) - Manuel Iván Gómez Sánchez & Oscar Ortiz Ortega

THE USE OF SECONDARY TREATED EFFLUENT FOR BANANA IRRIGATION IN THE JORDAN VALLEY, ISRAEL - Yair Israeli; Nurit Ben Hagai & Yuval Levy

PROTECTION PHYTOSANITAIRE

CICLO DE VIDAD DE *Mycosphaerella fijiensis* EN URABA, COLOMBIA. - Lilliana Hoyos-Carvajal; Eduardo Salazar & John Jairo Mira

COMPORTAMENTO DA SIGATOKA NEGRA EM BANANAIS DO VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRASIL - Wilson da Silva Moraes; Eduardo Fukuda; José Carlos de Mendonça; Cristiane Mendes da Silva & Silvia Helena Modonese-Gorla da Silva

COMPORTAMIENTO Y DAÑOS POR SIGATOKA NEGRA DE SEIS CULTIVARES DE BANANO EN LA COSTA DE NAYARIT, MEXICO - Victor Vázquez Valdivia; María Hilda Pérez Barraza & José Orozco Romero

CONSTRUCCION DE UN MAPA GENETICO DE LIGAMIENTO DE *Mycosphaerella fijiensis* - Gilberto Manzo-Sánchez; Marie-Françoise Zapater; Francisco Luna-Martínez; June Simpson; Jean Carlier & Andrew James-Kay

CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA DA BANANEIRA COM *Beauveria bassiana* EM SANTA CATARINA - Honório Francisco Prando

DETERMINACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE *Ralstonia solanacearum* Y DETECCIÓN ASINTOMÁTICA EN PLANTAS DE BANANO - Mónica Obregón; Paola Andrea Rodríguez-Gaviria & Mauricio Salazar Yepes

DEVELOPMENT OF A CHEMOTHERAPY PROTOCOL TO SANITISE BANANA GENOTYPES INFECTED BY BANANA MILD MOSAIC VIRUS (BANMMV) - Jean-Pierre Busogoro; Marie Vandermolen; Laetitia Masquelier & Haïssam Jijakli

DEVELOPMENT OF CONTROL STRATEGIES AGAINST THE BANANA WEEVIL *Cosmopolites sordidus* IN NIGERIA - Vincent Chukwuemeka Umeh & Daniel Onukwu

Diolcogaster sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: MICROGASTRINAE) PARASITOIDE DE *Antichloris viridis* DRUCE (LEPIDOPTERA: ARCTIIDAE), DEFOLIADOR DEL PLÁTANO, VENEZUELA - Oscar Enrique Domínguez-Gil; Raúl Armando Ramírez-Mendez; María Esther Burgos-Rojas & Eleodoro Andrés Inciarte-Martínez

DIVERSIDADE GENÉTICA DO BANANA STREAK VIRUS NO BRASIL - Daniel Vazquez Figueiredo; Jadier de Oliveira Cunha-Junior; Maria do Socorro da Rocha Nogueira; Helena Guglielmi Montano & Paulo Sergio Torres Briosio

EFFECTO DEL TIPO DE LUZ Y OTROS FACTORES SOBRE EL DESARROLLO ASEXUAL DE *Mycosphaerella fijiensis* - Leonardo Sepúlveda; Luz Estrella Vásquez; Clara Inés Paniagua; Cesar Hernández & Rafael Arango

EFEITO DO ENSACAMENTO E DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE PRAGAS DO CACHO DE BANANA CAVENDISH - Luiz Alberto Lichtenberg; Robert Harri Hinz; Henri Stuker; Ilhane Terezinha Marcon & José Salvador

EFICIENCIA FUNGICIDA, EVOLUCIÓN PATOGÉNICA Y PERDIDAS DE SENSIBILIDAD DE SIGATOKA NEGRA EN COLOMBIA.- Miguel Mayorga Pinzón & Miguel Angel Zapata Colorado

EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF BANANA STREAK VIRUS ISOLATES: STUDIES ON THE VARIABILITY OF BANANA STREAK VIRUS IN KENYA - Laura Karanja; Anne Wangai; Glyn Harper; John Stanley & Ram Pathak

ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DE LA SIGATOKA NEGRA EN PLÁTANO CV. 'BARRAGANETE' (*Musa AAB*) EN EL ECUADOR - Danilo Vera Coello; Carmen Suárez-Capello & Carlos Belezaca Pinargote

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET), EN PEQUEÑOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL ESTADO YARACUY, VENEZUELA - Giomar Blanco; Julitt Hernández; Gustavo Martínez; Alexis Pérez & Edward

Manzanilla

EXTRACELLULAR ENZYMES INHIBITION AS AN ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY TREATMENT FOR INTEGRATED CONTROL AGAINST BLACK SIGATOKA - Gauthier Boels

IMMUNODIAGNOSIS OF BANANA VIRUSES AND PRODUCTION OF DISEASE FREE PLANTING MATERIALS - K. Umamaheswaran & R. Ayisha

IMPROVED DETECTION OF BANANA STREAK VIRUSES AND BANANA VIRUS X AND STUDY OF THEIR PREVALENCE AND MOLECULAR DIVERSITY IN GUADALOUPE - Pierre-Yves Teycheney; Grégoire Le Provost; Nathalie Laboureau; Isabelle Acina; Frédéric Pérérarres; Marie-Line Iskra-Caruna & Thierry Candresse

INDUCCION DE FITOALEXINAS EN HOJAS DE BANANO CON VARIOS AGROQUÍMICOS - Fernando Echeverri; Fernando Torres; Rodrigo Pineda & Sandra Zuleta
INDUCTION OF BANANA PLANTS AGAINST BLACK SIGATOKA IN A SEMI-COMMERCIAL SCALE - Wilbert Ramclam & Rodrigo Blanco

INFLUENCIA DE FATORES EDÁFICOS SOBRE A POPULAÇÃO DE Meloidogyne javanica, *Helicotylenchus multicinctus* E *Radopholus similis* EM BANANEIRA - Regina Cássia Ferreira Ribeiro; Adelica Aparecida; Edson Hyidu Mizobutsi; Fábio Ruas Pereira; Hudson Bríto Ribeiro; Adélia Azis Alexandre Pozza & Silamar Ferraz

LA PODA TEMPRANA, PRÁCTICA EN EL MANEJO INTEGRAL DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO - Ana María Martínez-Acosta; Darío Antonio Castañeda-Sánchez; Helena Bornacelly-Horta & Víctor Merchán-Vargas

MONITORAMENTO DA INCIDÊNCIA DA SIGATOKA NEGRA NO ESTADO DE SÃO PAULO - Paulo Fernando de Brito; Berenice Buso Spir & Enoch Tadeu de Mendonça
MONITORAMENTO DA NANICÃO IAC 2001 - Raul Moreira; Luiz A. Saes; Edson S. Nomura & Wilson da Silva Moraes

NEMATÓIDES FITOPARASITOS ASSOCIADOS À CULTURA DA BANANEIRA (*Musa spp.*) NO ESTADO DO PARANÁ - Adriano Munhoz Pereira; Arlei Maceda; Claudia Regina Dias-Arieira & Adelino Pelissari

OCURRENCIA DE LA MARCHITEZ POR *Fusarium* EN BANANOS EN VENEZUELA - Dorian Rodriguez; Gustavo Martinez; Nelly Sanabria & Belkis Camacho

ORIGEN Y COMPOSICION DE LOS ACEITES MINERALES: INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DE PRODUCCION Y EL RESPETO DEL MEDIOAMBIENTE - Eric Bureau
POSSIBLE TRANSATLANTIC ADAPTATIONS OF BANANAS BASED ON GONDWANALAND CONCEPTS AND RECENT DEVELOPMENTS IN CROP MANAGEMENT IN SOUTH WESTERN CAMEROON - Patrick Sama-Lang

RELACIONES ENTRE LOS FACTORES CLIMÁTICOS Y LA VELOCIDAD DE LA EVOLUCIÓN DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANOS Y PLÁTANOS - Luis Pérez-Vicente; Angela Porras; Fernando Mauri-Mollera; Alexis Hernández-Mancilla & Ezequiel Abreu-Antunez

RELATIVE SUSCEPTIBILITY OF *Musa* GERMPLASM AGAINST BANANA CORM WEEVIL, *Cosmopolites sordidus* GERM. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) - B. Padmanaban; S. Uma & S. Sathiamoorthy

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE BANANEIRAS A SIGATOKA AMARELA SOB CULTIVO ORGÂNICO - Luiz Augusto Martins Peruch & Márcio Sônego

SENSIBILIDAD A FUNGICIDAS EN POBLACIONES DE *Mycosphaerella fijiensis* MORELET: ANÁLISIS EN LATINOAMERICA - Marcial Guzmán; Helge Sierotzki & Susan Knight

SIGATOKA NEGRA EN VENEZUELA, REPORTE AÑO 2005: BREVE ANALISIS - Gustavo Martinez Solorzano; Hernández Julitt; Blanco Geomar; Pargas Rafael & Manzanilla Edward

STRATEGIES DE LUTTE CONTRE *Mycosphaerella fijiensis* var *diformis*, *Cladosporium musae* ET *Deightoniella torulosa*, PARASITES FOLIAIRES DES BANANIERS EN COTE D'IVOIRE - Kone Daouda; Badou Odjochoumou Jean; Camara Brahima; Anno Abo Pierre; Ake Séverin & Nicot Philippe

SYSTEMICITY OF *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* IN FLOWER-INFECTED BANANA PLANTS - Fred Ssekikwoko; Laban Frank Turyagyenda; Hannington

Mukasa; Simon Eden-Green & Guy Blomme

THE POTENTIAL ROLE OF INDUCED RESISTANCE, CROP NUTRITION, AND PHOSPHITES IN THE MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA - John R. Washington
TRANSMISSION STUDIES OF ACTIVATED-EPI SOMAL BANANA STREAK BADNAVIRUS FROM FHIA-21 (AAAB) BY FOUR MEALYBUG SPECIES - Jacolene Bee Meyer; John Charles Robinson; Gerhard Pietersen & Louis Hendrik Nel

POST-RÉCOLTE, AGRO-ALIMENTAIRE, ÉCONOMIE

AGROINDÚSTRIA PROCESSADORA DE Musa. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAÍSES PROCESSADORES - Luiz Marcio Poiani & Gabriela Saab de Souza
BANANA IN HORTICULTURE AND NUTRITIONAL SECURITY - M. M. Mustaffa & S. Sathiamoorthy

CARACTERISATION COMPARATIVE DES FARINES CRUES DE NOUVEAUX HYBRIDES DE BANANE ET DE LA VARIETE ORISHELE DE BANANE PLANTAIN (Musa spp.) - Coulibaly Souleymane & Nemlin Gnopo Jean

CARACTERIZACIÓN POSTCOSECHA DE CULTIVARES DE BANANO - Jorge Alberto Osuna-García; Víctor Vázquez-Valdivia & María Hilda Pérez-Barraza

DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES Y APLICACIONES A PARTIR DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA AGROINDUSTRIA DE MUSÁCEAS COMESTIBLES EN COLOMBIA - Piedad Gañán; Robin Zuluaga; Javier Cruz; Silvio Salazar; Cristina Villa & Darío Hincapié

IMPORTANCIA DE LA JERARQUIZACION DE LOS FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCCION DE BANANO; ORIENTACION DE LOS PROCESOS DE DIAGNOSTICO Y CONSECUENCIA PARA LA ACCION - Thierry Lescot & Philippe Marie

NFLUÊNCIA DO 1-METILCICLOPROPENO NA LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA RESISTENTES À SIGATOKA NEGRA - Silvia Barbosa dos Santos; Márcio Eduardo Canto Pereira; Sebastião de Oliveira e Silva; Aline Simões da Rocha Bispo & Taliane Leila Soares

PERFIL DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DOCES DE BANANA DE CORTE COMERCIALIZADOS NO MERCADO BRASILEIRO - Rossana Catie Bueno de Godoy; Edneide Luciana Santiago Matos; Daniele Vasconcelos dos Santos & Tatiane da Silva Amorim

PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOCADILLOS DE BANANO - Rafael Garcia & Armando Lacera Rúa

ROL DE LA CLOROFILA Y CLORFILASA DURANTE LA MADURACIÓN DEL BABY BANANO (Musa AA SIMMONDS) - Marcela Elizabeth Castro Benítez; Luz Patricia Restrepo & Carlos Narváez-Cuasca

STATUS OF BANANA INDUSTRY IN INDIA - M. M. Mustaffa & S. Sathiamoorthy
THE HISTORY AND CHARACTERISTICS OF THE 'ENXERTO' BANANA - Luiz Alberto Lichemberg & Raul S. Moreira

VIABILIDADE EDAFOCLIMÁTICA E SOCIOECONÔMICA DA BANANEIRA PARA A REGIÃO DE BOTUCATU - SP - Erval Rafael Damatto Junior & Sarita Leonel

Annexe 2 : Résumé des communications présentées à la réunion ACORBAT

- IMPROVED DETECTION OF BSV AND BVX, AND STUDY OF THEIR PREVALENCE AND MOLECULAR DIVERSITY IN GUADELOUPE (COMMUNICATION ORALE)
- RISK ASSESSMENT OF SPREADING BANANA STREAK VIRUS (BSV) THROUGH *IN VITRO* CULTURE (poster)

IMPROVED DETECTION OF BSV AND BVX, AND STUDY OF THEIR PREVALENCE AND MOLECULAR DIVERSITY IN GUADELOUPE

AMELIORATION DE LA DETECTION DU BSV ET DU BVX, ETUDE DE LEUR PREVALENCE ET DE LEUR DIVERSITE MOLECULAIRE EN GUADELOUPE

Pierre-Yves Teycheney¹, Grégoire Le Provost², Nathalie Laboureau², Isabelle Acina¹, Frédéric Périfarres¹, Marie-Line Iskra-Caruna², & Thierry Candresse³

RÉSUMÉ

Les maladies virales limitent fortement les échanges, la multiplication de masse et l'amélioration génétique des bananiers et plantains. Aussi, il est important de disposer de techniques fiables et sensibles pour la détection des virus responsables de ces maladies. Un test de détection par multiplex immunocapture PCR (M-IC-PCR) a été développé pour la détection de copies épisomales du virus de la mosaïque en tirets du bananier (BSV), et un test de détection du virus X du bananier (BVX) par reverse transcription nested PCR (RT-PCR) a également été développé. Ces outils ont été utilisés pour étudier la prévalence et la diversité des populations virales de BSV et de BVX présentes en Guadeloupe.

INTRODUCTION

Banana streak virus (BSV) causes characteristic chlorotic and necrotic leaf streak symptoms, with highly susceptible banana cultivars developing pseudostem splitting, eventually leading to the death of infected plants. Detection of episomal BSV by ELISA has been shown to lack sensitivity due to high backgrounds. Therefore immunocapture-PCR (IC-PCR) was adopted as the method of choice for detecting BSV, due to its high sensitivity and specificity. Unfortunately, the presence of BSV sequences integrated into the genome of *Musa balbisiana* interferes with the detection of viral particles by IC-PCR. Therefore, we developed a simple single step multiplex immunocapture PCR (M-IC-PCR) for the accurate detection of episomal BSV. Likewise, a reverse transcription-nested PCR (RT-PCR) test was developed for the detection of *Banana virus X*, a newly described virus infecting banana [1]. Both tests were successfully used for a large scale study of the prevalence and molecular diversity of both BSV and BVX in Guadeloupe.

MATERIAL & METHODS

Plant materials were collected from various locations in Guadeloupe. For the detection of BSV, 0.5g leaf samples were ground in 5ml of sample buffer (2% polyvinylpyrrolidone 40, 0.2% sodium sulfite and 0.2% bovine serumalbumine, prepared in PBS Tween). Polypropylene microplate wells were coated with IgG purified from a polyclonal antiserum [2] and then used for immunocapture of viral particles from leaf extracts. Following several washes of microplate wells with PBS Tween, multiplex PCR was performed using BSV species specific primers targeting the RT/RNaseH domain of the viral genome and *Musa* sequence tagged microsatellite (STMS) primers targeting *Musa* genomic sequences [3]. BSV molecular diversity studies were performed using degenerate primers targeting the same RT/RNaseH domain. IC-PCR products were cloned and sequenced. For the detection of BVX, a reverse transcription PCR was performed on either immunocaptured or directly bound viral particles, or total RNA purified from banana leaf discs, using a set of degenerate primers designed for the detection of Flexiviruses [4]. A nested PCR was then performed on an aliquot of the RT-PCR mix, using a set of BVX-specific primers targeting the RNA dependant RNA polymerase (RdRp) domain of ORF1. Some nested PCR products were cloned and sequenced for molecular diversity studies.

RESULTS & DISCUSSION

BSV detection by PCR-based techniques is hampered by the presence of BSV endogenous sequences (BSV EPRVs) in the

genome of *Musa balbisiana*. BSV EPRVs can interfere with IC-PCR diagnosis and lead to background amplification of non episomal BSV sequences. This phenomenon results from residual trapping on polypropylene thin-walled tubes or microplates of host *Musa* genomic DNA, which is present in leaf extracts. In order to eliminate background amplification of BSV EPRV sequences during IC-PCR, immunocapture conditions were optimised. Limiting immunocapture times was found to decrease the binding of residual *Musa* genomic to polypropylene below detection threshold by PCR. Furthermore, a multiplex PCR assay using STMS primers and BSV species-specific primers was developed in order to detect potential contaminations by *Musa* genomic DNA, which can lead to false positives in the course of IC-PCR.

M-IC-PCR was used to assess the prevalence of the main BSV species in Guadeloupe. Analysis of several hundreds of field samples collected in a wide range of locations confirmed that in Guadeloupe, BSV is present at a low rate, and BSOEV and BSGFV are the predominant species. In fact, very few symptomatic leaf samples could be collected, confirming the low impact of the virus on the island. Furthermore, molecular variability studies performed on the same leaf samples using degenerate primers showed that a certain degree of diversity exists among BSV species present in Guadeloupe, as previously reported elsewhere [5].

Following the characterization of *Banana virus X* from an ABB accession in Guadeloupe [1], sensitive and specific detection tools were needed in order to assess the prevalence of the virus. Therefore, a RT-nested PCR assay was designed and used for a large scale analysis of the presence of BVX in Guadeloupe. This work showed that BVX is widespread on the island, and confirmed that the presence of the virus cannot be correlated to any symptom. It also showed that BVX displays a very low level of molecular diversity in the RdRp sequence that was analysed, contrary to the situation encountered for another member of the *Flexiviridae* family infecting banana, *Banana mild mosaic virus* [6].

CONCLUSIONS

Specific and sensitive methods were developed for the detection of episomal BSV and BVX. They allowed large scale studies of the prevalence of both viruses in Guadeloupe. This work showed that both BSV and BVX are present on the island, and have a very low impact there. Molecular diversity studies showed that several BSV species are present in Guadeloupe at a low rate, none of them having an impact on infected plants, and that BVX displays a very low level of molecular diversity in Guadeloupe.

REFERENCES

1. Teycheney, P.-Y., Marais, A., Svanella-Dumas, L. et Candresse, T. (2005). Molecular characterization of banana virus X (BVX), a novel member of the *Flexiviridae*. *Arch. Virol.* 150: 1715-1727.
2. Ndowora, T., Lockhart, B.E.L., 2000. Development of a serological assay detecting serologically diverse *Banana streak virus* isolates. *Acta Horticul.* 540, 377-388.
3. Le Provost, G., Acina, I., Iskra-Caruna, M.-L. And Teycheney, P.-Y. (2006). Improved detection of episomal *Banana streak viruses* by multiplex immunocapture. *J. Virol. Meth.* (in press).
4. Foissac, X., Svanella-Dumas, L., Gentit, P., Dulucq, M.-J., Marais, A. & Candresse, T. (2005). Polyclonal degenerate oligonucleotide reverse transcription-polymerase chain reaction : a polyclonal detection and characterization tool for trichoviruses, capillovirus and foveaviruses. *Phytopathology* 95: 617-625.
5. Harper, G., Hart, D., Moult, S., Hull, R., Geering, A., Thomas, J., 2005. The diversity of *Banana streak virus* isolates in Uganda. *Arch. Virol.* 150, 2407-2420.
6. Teycheney, P.-Y., Laboureau, N., Iskra-Caruna, M.-L. et Candresse, T. (2005). High genetic variability and evidence for plant-to-plant transfer of *Banana Mild Mosaic Virus*. *J. Gen. Virol.* 86: 3179-3187.

¹CIRAD-UPR75, Station de Neufchâteau, F-97130 Capesterre Belle-Eau, Guadeloupe – teycheney@cirad.fr – ²CIRAD/UMR BGPI, Campus International de Baillarguet, F-34398 Montpellier, France – ³UMR GD2P, F-33883 Villenave d'Ornon, France.

RISK ASSESSMENT OF SPREADING BANANA STREAK VIRUS (BSV) THROUGH *IN VITRO* CULTURE

EVALUATION DU RISQUE DE DIFFUSION DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE EN TIRETS DU BANANIER (BSV) PAR LA CULTURE *IN VITRO*

Michel Folliot¹, Serge Galzi^{1,2}, Nathalie Laboureau^{1,2}, Marie-Line Iskra-Caruna², Pierre-Yves Teycheney³ & François Côte¹

RESUME

La culture *in vitro* constitue un des principaux stress activateurs des séquences endogènes infectieuses du virus de la mosaïque en tirets du bananier (BSV) présentes dans le génome *Musa balbisiana*. L'expression de ces séquences conduit à la présence de particules virales infectieuses de BSV. Des recherches ont donc été conduites afin d'évaluer le risque de diffusion du BSV lié à la multiplication de masse par culture *in vitro* de germplasm *Musa* contenant le génome *M. balbisiana*.

INTRODUCTION

Banana streak virus (BSV) infections cause characteristic chlorotic and necrotic leaf streak symptoms, with highly susceptible banana cultivars developing more severe symptoms, such as pseudostem splitting, eventually leading to the death of infected plants [1]. Although originally not considered an economically important virus, BSV has raised strong concern over the past 15 years due to an increasing record of infections among new banana and plantain breeding lines and micropropagated hybrids. Interspecific *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* genotypes, including a number of newly created hybrids, showed a tendency to produce BSV-infected propagules from virus-free source plants propagated by tissue culture. Following the discovery of BSV endogenous pararetrovirus (EPRV) sequences integrated into the *Musa balbisiana* genome [2, 3], *in vitro* multiplication was shown to be one of the main abiotic stresses triggering the production of episomal infectious particles of BSV in inter-specific banana hybrids, through the activation of infectious BSV EPRVs [4]. Nevertheless, mass production of vitroplantlets remains the most widely used method for diffusing wild *Musa* cultivars or new improved hybrid species. Therefore, there is a need to evaluate the effects of *in vitro* culture on the activation of BSV EPRVs and to assess the risk of spreading BSV through the diffusion of micropropagated banana plants. It is of particular relevance to check (i) whether BSV EPRV activation occurs through *in vitro* culture in inter-specific hybrid species and wild edible cultivars alike and (ii) whether a correlation exists between the duration of *in vitro* subculture steps and the percentage of plantlets exhibiting BSV episomal particles.

MATERIAL & METHODS

Virus-free suckers from two natural triploid plantains (AAB) - Kelong Mekintu (KM) and Black Penkelon (PK)- and the tetraploid hybrid (AAAB) - CRBP 39 were mass propagated using standard *in vitro* budding methods. During the successive multiplication subcultures, at least 40 shoots were randomly picked and screened by immunocapture PCR (IC-PCR) for the presence of episomal BSV particles, using a polyclonal antiserum [5] and BSV species specific primers [6, 7].

RESULTS & DISCUSSION

BSV episomal particles were detected during *in vitro* culture in both natural plantains and CRBP39 hybrid, with BSOEV being the predominantly detected BSV species. Both natural plantains and CRBP39 displayed similar patterns of activation. Percentages of plantlets indexed positive for BSOEV rapidly increased after the first subculture cycles. Depending on cultivars, maximum percentages of BSOEV positive plantlets ranged between 10 % and 20 % and were reached for TPS (total produced shoots) values comprised between 800 and 2000. Following this increase step, a steady state phase was observed. Then the percentage of BSOEV positive plantlets decreased for the three cultivars studied when increasing the number of subcultures. This was especially striking for CRBP 39 hybrid, for which values of zero (i.e below the sensitivity threshold of detection tests) were reached from TPS values of 4000 onwards. This phenomenon could result from the additional effects of (i) BSV-EPRV activation by *in vitro* culture, (ii) replication of BSV arising from BSV EPRV activation and (iii) a well known dilution effect resulting from cellular multiplication being faster than viral replication during *in vitro* culture.

Further work showed that plantlets in which no episomal BSV could be detected did not lose their ability to produce infectious BSV particles when subjected to abiotic stress, though.

CONCLUSIONS

Our work shows that created inter-specific hybrid species and wild edible cultivars are equally prone to BSV EPRV activation by *in vitro* culture. Therefore, mass propagation of interspecific hybrids harboring the *M. balbisiana* genome has the potential to promote the diffusion of BSV. This work also demonstrates that a correlation exists between the duration of *in vitro* subculture steps and the percentage of plantlets exhibiting BSV episomal particles.

REFERENCES

1. Lockhart, B.E.L & Jones, D.R. 2000. *Banana streak virus*. In Diseases of banana, abaca and enset, D.R. Jones ed., CABI publishing . 2005.
2. Harper, G., Osuji, J. O., Heslop-Harrison, J. S., Hull, R., 1999a. Integration of *Banana streak badnavirus* into the *Musa* genome: molecular and cytogenetic evidence. *Virology* 255, 207-213.
3. Ndowora, T.C., Dahal, G., Lafleur, D., Harper, G., Hull, R., Olszewski, N.E., Lockhart, B.E.L., 1999. Evidence that badnavirus infection in *Musa* can originate from integrated pararetroviral sequences. *Virology* 255, 214-220.
4. Dallot, S., Acuna, P., Rivera, C., Ramírez, P., Côte, F., Lockhart, B.E.L., Caruana, M.L., 2001. Evidence that the proliferation stage of micropropagation procedure is determinant in the expression of *Banana streak virus* integrated into the genome of FHIA 21 hybrid (*Musa AAAB*). *Arch. Virol.* 146, 2179-2190.
5. Ndowora, T., Lockhart, B.E.L., 2000. Development of a serological assay detecting serologically diverse *Banana streak virus isolates*. *Acta Horticult.* 540, 377-388.
6. Geering, A.D.W., McMichael, L.A., Dietzgen, R.G., and Thomas, J.E., 2000, Genetic diversity among *Banana streak virus* isolates from Australia. *Phytopathology* 90, 921-927.
7. Le Provost, G., Acina, I., Iskra-Caruna, M.-L. And Teycheney, P.-Y. (2006). Improved detection of episomal *Banana streak viruses* by multiplex immunocapture. *J. Virol. Meth.* (in press).

¹CIRAD UPR26, TA50/PS4, Boulevard de la Lironde, F-34398 Montpellier cedex 5, France - francois.cote@cirad.fr - ²CIRAD/UMR BGPI, TA 41/K, Campus International de Baillarguet, F-34398 Montpellier cedex 5, France -

³CIRAD-UPR75, Station de Neufchâteau, Sainte- Marie, F-97130 Capesterre Belle Eau, Guadeloupe -