

Quatrième article : **Banana Bunchy Top Disease (BBTD): Distribution, incidence and farmers' knowledge in Benin**

Par : M. Y. Vodounou, U. Agoi and M. Zandjanakou-Tachin

Pages (pp.) 32-43.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Juin 2022 – Volume 32 - Numéro 01

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : sp.inrab@inrab.org / inrabdg1@yahoo.fr / brabpisbinrab@gmail.com

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01

Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpisbinrab@gmail.com

République du Bénin

Sommaire

Sommaire	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Déterminants de l'abandon des foyers améliorés dans les systèmes de production du sel à Djègbadji, au Sud-Bénin E. A. Padonou, E. Totin, B. A. Akakpo, E. Gbenontin et M. A. Kolawole	1
Evaluation of acute toxicity of aqueous extract of <i>Parkia biglobosa</i> and <i>Pterocarpus erinaceus</i> in albino wistar rats V. F. G. N. Dèdèhou, G. G. Alowanou, A. P. Olounladé and S. M. Hounzangbé Adoté	10
Systèmes locaux de culture du pois de terre (pois Bambara) et adaptabilité des producteurs à la variabilité climatique au Bénin C. A. Kanninkpo, Y. Y. Akin, G. Dagbenonbakin et C. A. I. N. Ouinsavi	17
Banana Bunchy Top Disease (BBTD): Distribution, incidence and farmers' knowledge in Benin M. Y. Vodounou, U. Agoi and M. Zandjanakou-Tachin	32
Massage avec des extraits de plantes médicinales dans le traitement traditionnel des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain : Synthèse bibliographique M. S. Dako, H. A. S. Kora, K. M. Kafoutchoni, V. S. Kolawole, L. Yessoufou, F. J. Chadare, A. E. Assogbadjo et M. M. Lawani	44
Caractérisation de la production du pain à base de farine de blé au Bénin T. K. Bossou, D. S. Dabadé, S. Adetonah, O. D. Bello, G. D. L. Atchouke, K.U.S. Edikou et J. Dossou	83
Evaluation des performances des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin P. A. F. Houssou, V. Dansou, A. B. Hotegni, W. A. Sagui, C. Sacca, K. Aboudou et H. Zannou	98
Renforcement des capacités de résilience des ménages ruraux aux changements climatiques en production animale et halieutique au Bénin S. C. Akpovi et P. V. Vissoh	106
Genetic diversity and phylogeny of wild cowpea [<i>Vigna unguiculata</i> L. (Walp)] accessions using Simple Sequence Repeat Markers (SSRM) A. J. C. Quenum, A. Bodian, D. Foncéka, N. Cissé, I. Diédhiou, S. Diallo, D. Diouf and M. S. Mbaye	124
Influence des représentations sociales sur l'adoption de la mécanisation dans la production agricole au Bénin C. L. Hinnou, A. O. A. Ayedoun, G. Maboudou Alidou et R. Okouadé	143

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette
Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpbinrab@gmail.com – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir. Sètchéme Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr. Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr. Dr Ir. Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr. Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Économie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Élevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr. Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : E-mail : brabpbinrab@gmail.com. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine.

Sanction du plagiat et de l'autoplaiat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplaiat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout article soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article** sera sanctionné par un retour de l'article accompagné du **rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplagiat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respecter de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie (Matériels et méthodes)* et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssao A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée, Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (perutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités

dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur** : Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs** : Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs** : Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer N° 260*, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4): Résultats définitifs. Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), *The biology of cyanobacteria*. Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In* : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale*. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

- ✓ Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- ✓ Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

- ✓ Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA*, 3243-3247.
- ✓ Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Banana Bunchy Top Disease (BBTD): Distribution, incidence and farmers' knowledge in Benin

M. Y. Vodounou^{1*}, U. Agoi¹ and M. Zandjanakou-Tachin¹

¹Msc. Marc Yaovi VODOUNOU, Unité de Laboratoire de Recherche en Horticulture et en Aménagement des Espaces Verts (ULRHAEV), Université Nationale d'Agriculture (UNA), 01 BP 43, Porto-Novo, E-mail : vodounoumarcyaoivi@gmail.com, Tél. : (+229)67925371, République du Bénin

¹Msc. Ulrich Roland AGOÏ, ULRHAEV/UNA, 01 BP 43, Porto-Novo, E-mail : agoiroland@yahoo.fr, Tél. : (+229)66876825, République du Bénin

Dr (MC). Martine ZANDJANAKOU-TACHIN, ULRHAEV/UNA, 01 BP 43, Porto-Novo, E-mail : mtachin@yahoo.com, Tél. : (+229)96943381, République du Bénin

*Corresponding author: Marc Yaovi VODOUNOU, E-mail: vodounoumarcyaoivi@gmail.com

Abstract

Banana Bunchy top Virus (BBTV) is one of the most devastating viral diseases of banana (*Musa spp*). It constitutes a major constraint on banana production and causes enormous yield losses. The study aims to determine the distribution and the incidence of this virus and the farmers' knowledge. A survey was carried out in 62 banana production sites. The incidence and severity were assessed at random on 20 plants per site. To assess farmers' perception, a sample of 50 farmers was randomly considered using a semi-structured questionnaire through individual interviews. Results showed that the incidence and severity of the disease were significantly ($p = 0.001$) different from one district to another. The highest incidence and severity values (40% and 40.83%) were recorded respectively in the locality of Adjarra 1 while the lowest values (8.25% and 6.25%) were recorded in the locality of Akpro-Misséréte centre. Most farmers (96%) were aware of the disease. Among these producers, 42% knew the main sources of spread. From the six main cultivars produced (Plantain, Planta, Goukokoé, Glinsi; Gbogui and Tchou), farmers declared Planta, Glinsi, Plantain and Tchou in a proportion of 56, 24, 16, 4 and 88, 4, 8 and 0 in Akpro-Msséréte and Adjarra respectively, four as vulnerable to the disease. They (56 %) declared collect seed from old farms to establish new field: and for disease control, they usually cut (54%) the pseudotrunc or uproot infected plants. This information can serve as the basis for developing effective and sustainable methods for the bunchy top disease management.

Keywords: BBTD, Bioagressor, fruit crop, West Africa

La maladie du bouquet du bananier (MBB) : Distribution, incidence et connaissances des producteurs au Bénin

Résumé

La maladie du bouquet du bananier (MBB) est l'une des maladies virales les plus dévastatrices du bananier (*Musa spp*). Elle constitue une contrainte majeure à la production bananière et occasionne d'énormes pertes de rendements. L'objectif de l'étude était de déterminer la distribution du virus ainsi que la perception des producteurs dans les Communes d'Akpro-Misséréte et d'Adjarra au Sud-Bénin. Une prospection a été effectuée en Janvier 2017 sur 62 sites de production de banane. L'incidence et la sévérité de la maladie ont été évaluées de façon aléatoire sur 20 plants par site. Pour évaluer la perception des producteurs, 50 ont été choisis de façon aléatoire et soumis à un questionnaire semi-structuré. Les résultats ont montré que l'incidence et la sévérité de la maladie ont été significativement ($p = 0,001$) différentes d'une commune à une autre. Les plus fortes valeurs d'incidence et de sévérité ont été enregistrées respectivement dans la localité d'Adjarra 1 (40% et 40,83%) dans la commune d'Adjarra, tandis que les plus faibles valeurs ont été enregistrées dans la localité d'Akpro-Misséréte centre (8,25% et 6,25%) dans la commune d'Akpro-Misséréte. Mieux, 96% des producteurs identifient les symptômes de la maladie et 42% ses principales sources de propagation. Parmi les 6 cultivars produits (Plantain, Planta, Goukokoé, Glinsi; Gbogui and Tchou), quatre ont été identifiés susceptibles par les producteurs à raison de 56 et 88% pour Planta, 24 et 4% pour Glinsi, 16 et 8% pour Plantain puis 4 et 0% pour Tchou dans les communes d'Akpro-Misséréte et d'Adjarra respectivement. La plupart des producteurs (56%) disaient utiliser des semences provenant des vieilles plantations. Quant aux méthodes utilisées pour contenir la maladie, elles se limitaient au dessouchage (46%) et à la coupe du pseudostronc (54%). Les informations recueillies de l'étude constituent une base pour le développement de stratégies efficaces et durables pour mieux contenir la maladie dans les communes du Bénin.

Mots clés : MBB, bioagresseur, culture fruitière, Afrique de l'Ouest.

Introduction

Banana is considered as an ultimate crop in many parts of Africa (Dato *et al.*, 2021). It ranks first in fruit production, with over 145 million tons produced in 2011 globally (Ganry *et al.*, 2012). It constitutes a vital food resource and an income-generating culture for more than 100 million people in Sub-Saharan Africa (Blomme *et al.*, 2013). In Benin, bananas are one of the fruits heavily consumed by the population and constitute a subsistence crop (Ahouangninou *et al.*, 2021). However, the increase in world production in the banana sector compared to other crops is confronted with multiple parasitic attacks from various origins (Ondh-Obame and Ndoutoume, 2021). Despite its position, banana cultivation is subject to several diseases and pests that cause enormous yield losses. Yield losses of around 55-95% have been recorded in banana plantations in Australia, Fiji and Pakistan (Thomas and Caruana, 2000). A yield loss of around 60% has been reported in the plantations surveyed in Benin (Lokossou *et al.*, 2012). Bunchy top disease is the main viral disease of bananas reported worldwide (Moffat, 2001). It is a virus of the Nanoviridae family, of the Babuvirus genus whose DNA consists of isometric particles with a diameter varying between 18-20 nm (Shiragi *et al.*, 2010). It was first described in Fiji around the 1890s and later in Africa around 1958, in Congo (Caruana, 2003). Reported in Benin in 2011, and evaluate as one of the most constraints in the department of Ouémé and Plateau (Lokossou *et al.*, 2012; Allagba and Adigbonon, 2015), the virus is transmitted by the aphid (*Pentalonia nigronervosa*) (Wang and Hook, 2011). Infected plants are characterized by dwarfing, small, narrow leaves with yellow borders and a clump appearance, dark green streaks on young leaves and pseudostem, and stunted suckers (Pemsl and Staver, 2014). Most studies of disease control methods focus on uprooting, cutting and burying infected plants in the soil (Bizimana *et al.*, 2012; Niyongere *et al.*, 2012; Mukwa *et al.*, 2014). A key aspect of eradication is the replacement of infected strains, in order to prevent the re-emergence of infected suckers (Kumar *et al.*, 2011). Glyphosate injections into the false trunk of the plant are also used for disease eradication (Wang and Hooks, 2011). The management of the disease cannot be done without the participatory action of the farmers who are the primary actors in the chain. Thus, the involvement of farmers in programs to develop control methods is the key to the success of the sustainable management of a disease (Derks, 2014). In addition, in Benin, bunchy top disease is poorly understood and no study has yet been carried out to assess farmers' perception of this disease. It, therefore, seems opportune to consider the present study, in order to take stock of the distribution of the disease in Benin and to assess the level of knowledge of farmers with a view to considering appropriate methods of management of bunchy top disease.

Study areas

Surveys were carried out in January 2017 in the districts of Adjarra and Akpro-Missirété in the coastal savannah of Benin (Figure 1). Adjarra and Akpro-Missirété are located in the department of Ouémé in southern Benin where banana cultivation is concentrated and large areas are devoted to it. These districts are characterized by a humid sub-equatorial climate with two rainy seasons and two dry seasons. The average rainfall varies from 900 mm to 1,600 mm favourable to banana production. The soils are of the ferralitic type called "terre de barre".

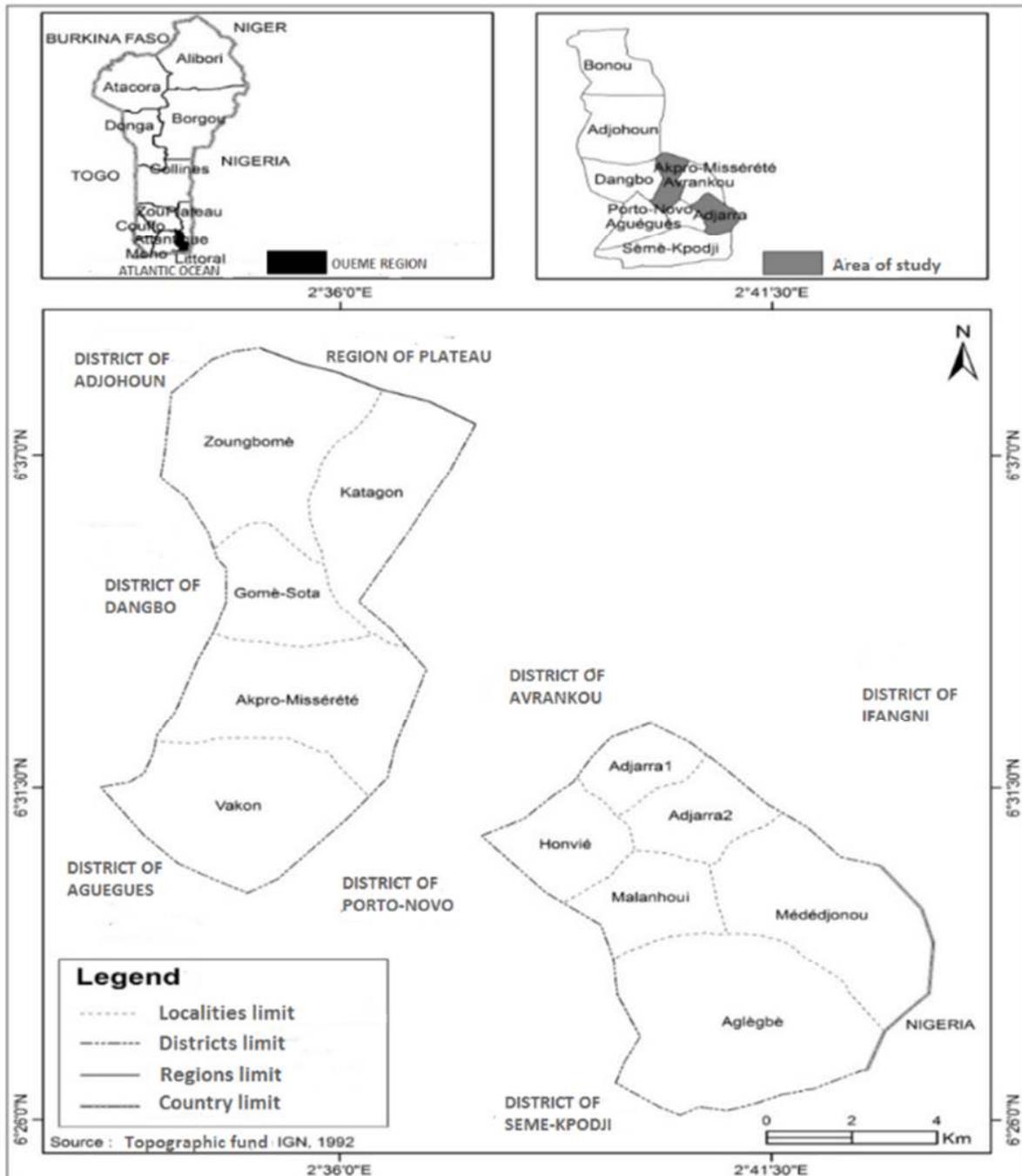


Figure 1. Prospected localities per district

Materials and methods

A total of 62 sites approximately 1 to 2 km apart were surveyed at random. At each site, the incidence and severity of BBTD were assessed and geographic coordinates were recorded using a GPS. An elaborated questionnaire developed for the disease survey was used to collect information from the fields. Specific tubes containing silica gel were taken along for leaf's samples collection. A geographical positioning system "Garmin 64" were used to collect data such as altitude, longitude and latitude for mapping. A standard tips was used to label tubes. In each field, leaf, plants images were taken using a camera Sony.

Methodology

Incidence and severity assessment

The incidence and severity were assessed on 20 plants randomly selected from each site. The disease incidence was calculated using the equation proposed by Cooke *et al.* (2006), $IM = [(n.N^{-1}).100^{-1}]$, with: IM, the incidence of the disease at the site, n = the number of plants on which the disease is present and N, the total number of plants surveyed.

The severity of leaf symptoms was assessed using the scale designed by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA). This scale includes three scores varying from 1 to 3. Scores were defined as 1 = No obvious symptom of BBTD, 2 = Chlorosis on the leaves and streaks on the petioles, and 3 = narrow leaves, upright upwards and of small size giving a bouquet aspect (bunchy).

Assessment of farmers' perceptions on BBTD

The survey was conducted in the districts of Akpro-Misséréte and Adjarra with 50 banana farmers chosen at random. The surveys were carried out through individual interviews using semi-structured questionnaires. The different sections of the questionnaire relate to the socio-demographic characteristics, cultivars present, knowledge of the disease, sources of suckers (planting material), cultivars susceptibility, disease propagation means and bunchy top disease management methods. Cultivars names are used as stated by farmers where Plantain is called Aloga and sweet banana (Glinsi, Planta, Tchon, Goukokoé, Gbogui).

Data analysis

ArcMap version 9.3 software was used to produce the disease distribution maps. An analysis of variance (ANOVA) was performed on the mean values of incidence and severity with R software version 3.4.1. The survey data were subjected to descriptive statistics with the Sphinx Plus version 11 software. A multiple component analysis was performed to determine the correlation between the socio-demographic characteristics and the perception of the producers on the BBTD.

Results

Banana Bunchy Top Disease distribution

Considering the Akpro-Misséréte district, BBTD disease appeared strongly in the north and south and weakly in the centre (Figure 2). Considering the district of Adjarra, bunchy top disease appeared in almost all the localities surveyed with a few exceptions (Figure 3). Only five localities were free of disease (Hounve, Sota, Sota sota, Adjinan kpaouko and Djavi).

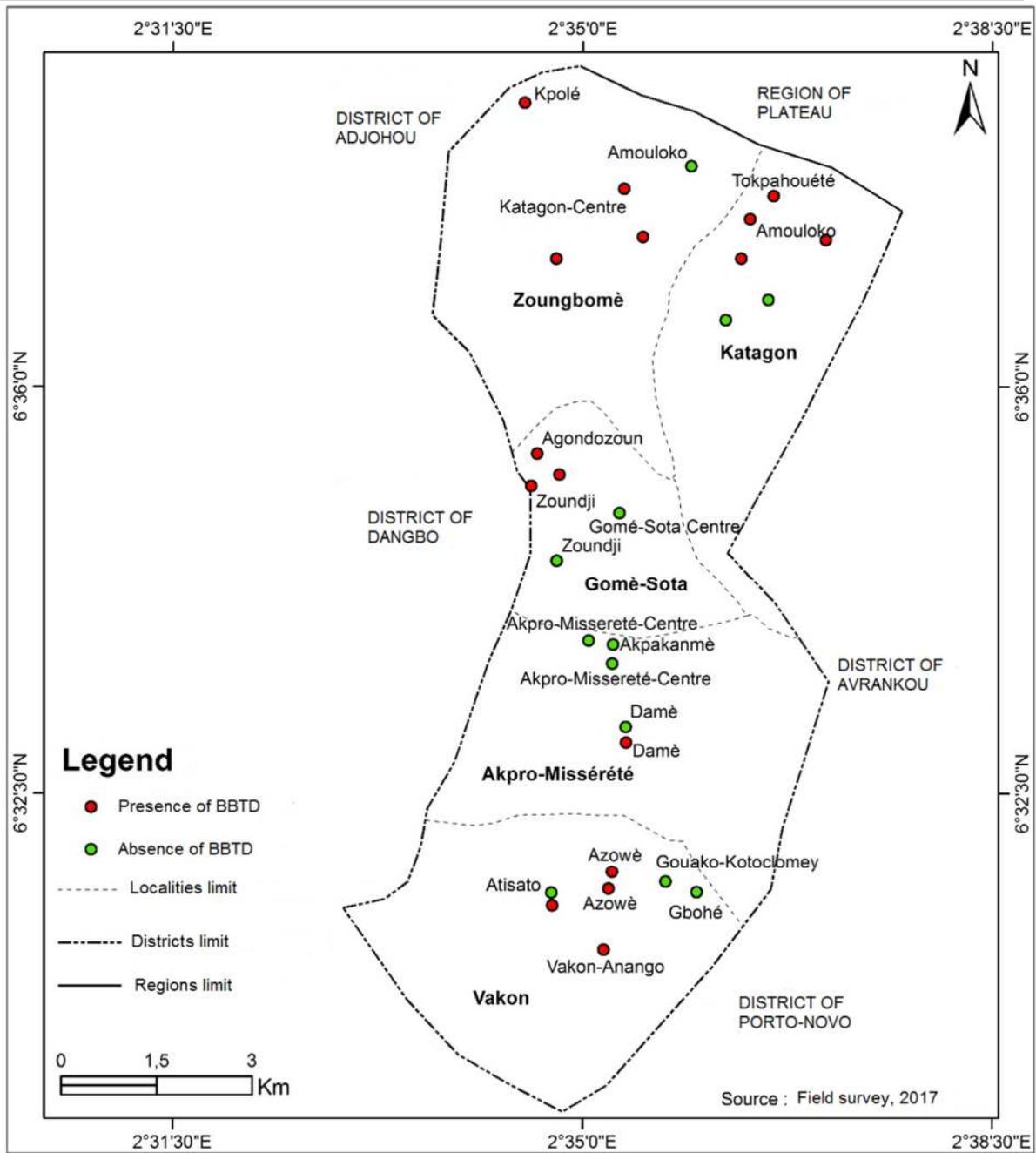


Figure 2. Distribution map of BBTB in the district of Akpro-Misserété

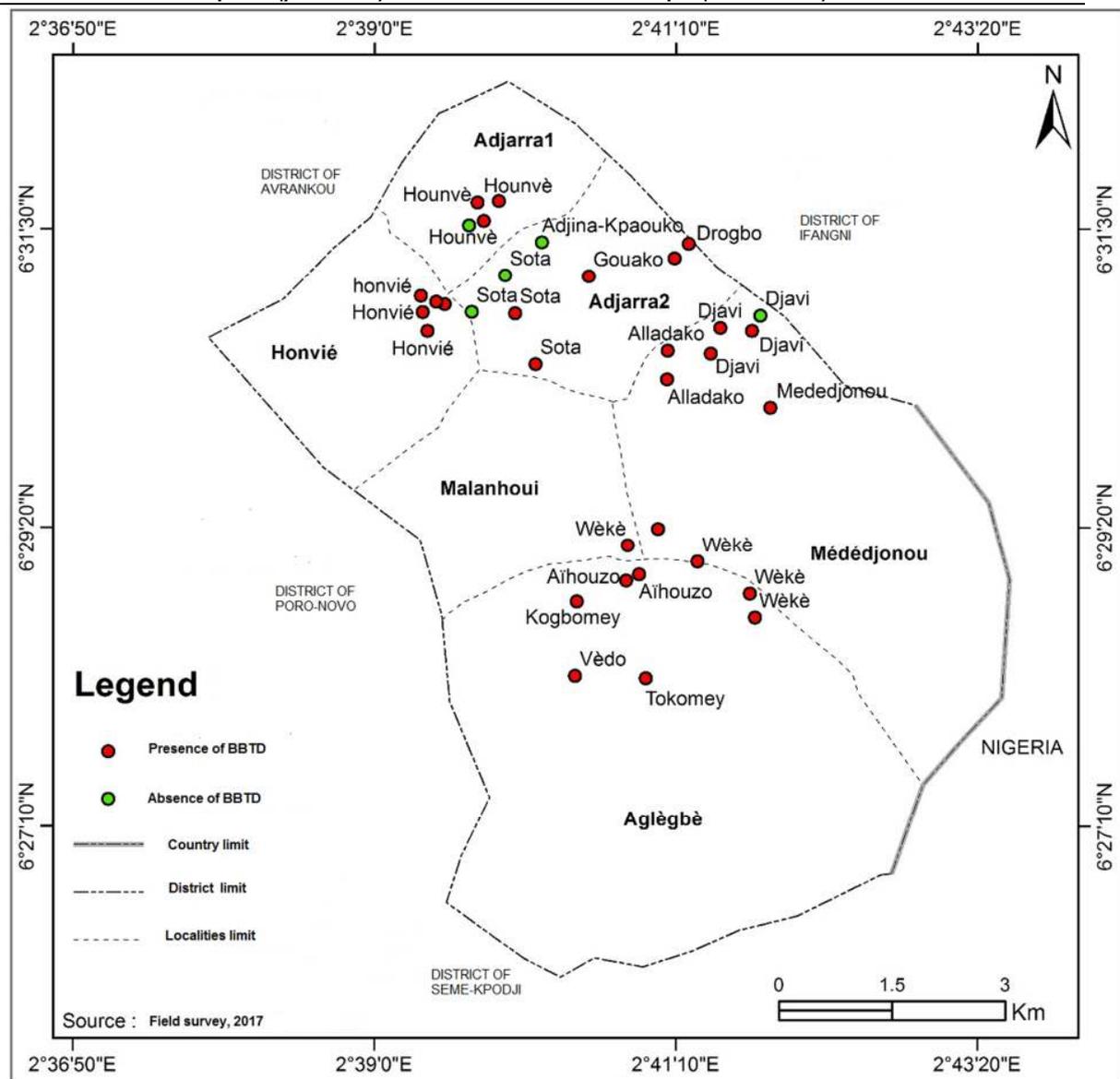


Figure 3. Distribution map of BBTB in the district of Adjarra

Incidence and severity of BBTB

Analysis of variance showed that the incidence and severity of banana bunchy top disease varied significantly ($p = 0.001$) from one locality to another (Table 1). The incidence varied from 8.25% to 40% and the highest values were observed in the localities of Adjarra 1 (40%) and Aglègbè (33.4%) in the municipality of Adjarra. Concerning the severity, it varied from 6.25% to 40.83% and the highest values were observed in the localities of Adjarra 1 (40.8%) and Aglègbè (31.33%) in the municipality of Adjarra.

Table 1. Incidence and severity of BBTB

Districts	Localities	Incidences (%)	Severity (%)
Adjarra	Honvié	28.00	26.00
	Adjarra 2	13.12	12.70
	Adjarra 1	40.00	40.83
	Mèdedjonou	17.22	16.67
	Aglogbè	33.40	31.33
	Malanhoui	20.00	16.67
Akpro-Missérété	Vakon	12.85	12.14
	Gomé-sota	14.00	14.33
	Missérété town	8.25	6.25
	Katagon	14.28	14.28
	Zougbomey	21.00	19.67
Probability		0.001	0.001

Perception of farmers on BBTB

Sociodemographic characteristics of the farmers surveyed

The results revealed that more than 84% of men aged [40; 60 [were interested in banana production. From the farmers surveyed, 44% were educated with a primary level of education compared to 36% who were unschooled. 48% of the farmers surveyed had more than 20 years of experience in banana production while 28% were less than 10 years old. More than half (55%) of the respondents belonged to the Goun socio-cultural group (Table 2).

Table 2. Sociodemographic characteristics of farmers surveyed

Categories	Modality	Percentage of farmers	
		Akpro-Missérété (%)	Adjarra (%)
Sex	M	84	88
	F	16	12
Age	[30-40[12	28
	[40-60[60	44
	≥60	28	28
Education level	Illiterate	36	44
	Primary	44	32
	Secondary	08	16
	High level	12	08
Experience years	<10	28	38
	[10-20[24	03
	≥20	48	32
Sociocultural group	Goun	56	54
	Tori	20	32
	Yoruba	04	00
	Hausa	04	00
	Setto	16	16

Inventory of banana cultivars

Six banana cultivars were identified from banana farmers in the districts surveyed. *Plantain* (78%) was occupied by the major part of banana production followed by *Planta* 35%, Gounkokoé (21%) and Glinsi (20%) respectively. The cultivars Gbogui (5%) and Tchon (1%) were less cultivated in the surveyed areas. The six cultivars recorded were present in the municipality of Akpro-Misséré with a dominance of plantain (92%) followed respectively by Gounkokoé (72%) and Glinsi (52%). In the district of Adjarra, *plantains* (80%) and *planta* (44%) were the most cultivated. Most of the planting material used by the farmers came from old banana plantations. In the district of Akpro-Misséré, 60% of farmers acquired the suckers from old plantations against 36% who bought inside the village. As for the district of Adjarra, 56% of those interviewed brought back old planting materials and 36% got their supplies outside the village.

Producers' perception on BBTV

About 96% of farmers knew the main symptoms of banana bunchy top disease. They identified it by the bushy top (bunchy) and narrow leaves (76%), as well as by the presence of streaks on the leaves and petioles (20%). In the district of Akpro-Misséré, 84% of farmers recognized the disease by the bunchy top, narrow leaves against 16% who identified it by the streaks on the leaves and petioles while in the district of Adjarra 68% identified the disease by the bunchy top, 24% by the streaks on the leaves and petioles and 8% did not know the disease.

Vulnerable cultivars

Four cultivars were identified by the farmers surveyed as being those vulnerable to banana bunchy top disease. These were the cultivars *planta* (56%) in Akpro-Misséré against 88% at Adjarra; *Glinsi* (24%) in Akpro-Misséré against four at Adjarra; *Plantain* (16%) in Akpro-Misséré and eight in Adjarra and *Tchon* (4%) in Akpro-Misséré. In Akpro-Misséré 100% farmers said that all four cultivars were susceptible to the disease. Farmers surveyed thought that *Planta* was more vulnerable to the disease. This idea was shared by 56% of producers in Akpro-Misséré district and 88% in Adjarra district. In Adjarra district, *Tchon* was not recognized as susceptible to the disease. They identified four sources for the disease spread. Also 32% of the farmers from Akpro-Misséré and 36% from Adjarra thought at the aphids, 52% from Akpro-Misséré against 32% from Adjarra cited infected seeds. Some others (8% from the two localities thought that field tools were the source of infection. The last group (8% from Akpro-Misséré and 24% from Adjarra) considered human as responsible for the spread of the virus.

Methods of disease control

Two control methods were used by farmers in the management of bunchy top disease in bananas. This involved cutting and stumping diseased plants. All farmers used at least one of these methods. Cutting diseased plants (54%) were the main method of disease management in the two districts surveyed (Table 3). Uprooting (48% of farmers) of infected plants was more common in the district of Adjarra than in that of Akpro-Misséré (44%).

Table 3. Producers' perception of bunchy top disease

Characteristics	Proportion of farmers (%)					
	Variables	Akpro-Misséré (%)	Adjarra (%)	Chi ²	Degree of Freedom	P-value
Cultivars	Planta	28	44			
	Plantain	92	80			
	Glinsi	52	28	7.56	5	
	Gbogui	4	8			0.177ns
	Tchon	8	0			
	Gounkokoe	72	28			
Source of supply materials	Old material	60	52	9.54	2	0.008**
	Purchasing within village	36	12			
	Purchasing outside village	4	36			
Knowledge	Score on leaves and petioles	16	24	2.82	2	0.244ns

Characteristics	Proportion of farmers (%)					
	Variables	Akpro-Misséré (%)	Adjarra (%)	Chi ²	Degree of Freedom	P-value
about disease	Bunchy + leaves	84	68			
	None	0	8			
Vulnerable cultivars	Planta	56	88	7.02	3	0.071ns
	Glinsi	24	4			
	Tchon	4	0			
	Plantain	16	8			
Disease propagation sources	Aphid	32	36	3.25	3	0.354ns
	Plantation Matériel infected	52	32			
	Tool infected	8	8			
	Man	8	24			
Control method	Cut of infected plants	56	52	0.02	1	0.886ns
	Uproot infected plants	44	48			

Legends: not significant 'ns': P > 0.05; '****': P < 0.001; Chi²= chi-square; DF = Degree of freedom; P-value = probability

Perception of producers according to socio-demographic characteristics

Multiple component analysis carried out on perception data according to socio-demographic characteristics showed that the first two axes explain 85.78% of the information related to the perception of producers according to socio-demographic characteristics. Farmers with a primary level and more than 10 years of experience in banana production acquire their suckers inside the village. They identified the disease by the symptoms at bunchy level, and uproot diseased plants for disease management.

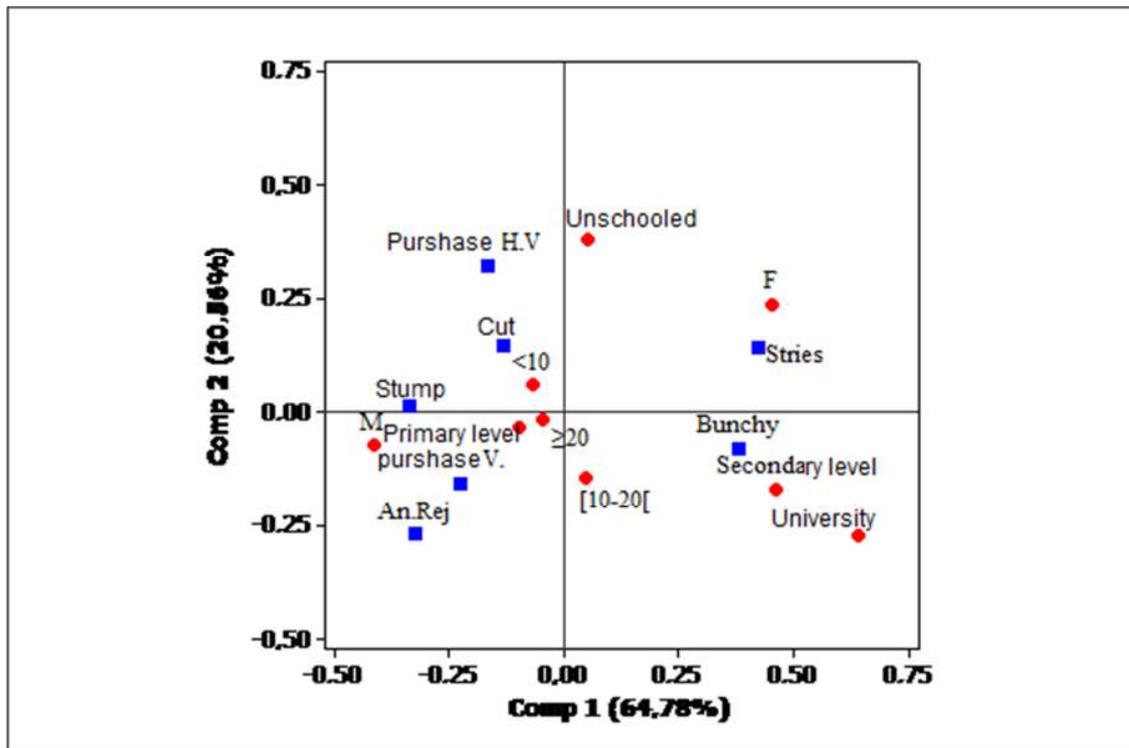


Figure 4. Correlation between socio-demographic factors and perception

Discussion

Banana bunchy top disease distribution

Banana bunchy top disease is present in the districts surveyed in South Benin. The disease was discovered in Dangbo in 2011 and has been distributed in the neighbouring areas such as Akpro-Missérété and Adjarra. The presence of BBTV in Benin can be explained by the transfer of seed from infected one producer to another. Indeed, the aphid vector (*Pentalonia nigronervosa*), once present in a field, can transmit the virus from one field to another. The highest values of incidence (40%) and severity (40.83%) are recorded in Adjarra while the lowest values of incidence (8.25%) and severity (6.25%) are registered in Akpro-Missérété. The district of Adjarra is more vulnerable to the disease than that of Akpro-Missérété. These incidence and severity values of less than 50% obtained can be explained by the fact that these two districts have benefited from training in disease management (Sodédji *et al.*, 2016). Moreover, many studies have shown that training plays a crucial role in the knowledge and adoption of an innovation (Meijer *et al.*, 2015), (Abiola *et al.*, 2019). The prevalence of BBTV disease in the commune of Adjarra can be explained by the exchange of seeds between the producers of this locality. Indeed, once these seeds are infested during their transfer from one field to another, it can increase the rate of infestation.

Banana Aphids (*Pentalonia nigronervosa*) were recorded in South Benin. BBTV is known to be transmitted by either aphids or infected seeds (Amine *et al.*, 2011). Therefore, it is obvious to record the presence of the disease as explained by Bordat *et al.* (2004), who stipulated that aphids are important vectors of viral disease transmission. In addition, it is important to mention the absence of crop rotation, monoculture practice, agro-climatic conditions (high temperature) in the study area which are recognized elements favourable to the virus dissemination. This is reinforced by Hanssen *et al.* (2010) who, through their studies, have shown that cultural practices, climate change and the activity of aphid vectors can lead to a wide spread of viruses. It is therefore important to observe a crop rotation to allow the vector development cycle to be broken and to set up the banana plantation at the start of the rainy season to delay the arrival of vectors in order to reduce their impact on the crop banana cultivation.

Producers' perception of BBT disease

Farmers surveyed know the disease and identify it by the narrow, upright leaves and small sizes giving a tufted appearance. According to Van Regenmortel *et al.* (2000), the typical symptoms of banana bunchy top disease are very specific, clearly identifiable from those caused by other viruses. Knowledge of the disease and its damage by producers is an asset in adopting the control methods that will be offered to them. Several banana cultivars are identified in the study area, however, according to farmers, Planta is the most vulnerable to the disease. The cultivars identified are found to be susceptible to bunchy top disease. Nagata *et al.* (2013) asserted that currently, no varieties resistant to BBTV are yet identified among available varieties of *Musa spp*, although a large variation in the varietal response in terms of incidence and severity was noted. This study shows that most producers use old planting material (suckers) for banana replanting.

Indeed, the use of planting material consisting almost exclusively of suckers from old fields is a source of disease transmission (Niko *et al.*, 2012). Sensitization of producers on the impact that transmission through the use of infected plant material must be strengthened to prevent the introduction of the disease into free areas. In addition, strict quarantine measures must be taken by the plant protection services to limit the movement of banana plants. To control the disease, farmers cut and stump infected plants. Several studies on disease management methods have shown that stumping and burying infected plants in the soil is the best way to eradicate the disease (Tindo *et al.*, 2005; Bizimana *et al.*, 2012; Niyongere *et al.*, 2012; Mukwa *et al.*, 2014, Abiola *et al.*, 2019). The implementation of these new measures will significantly reduce the disease incidence and thus contribute to its sustainable management to allow a revival of banana production in Benin.

Conclusion

Banana bunchy top disease is present in Akpro-Missérété, and Adjarra in southern Benin. The district of Adjarra records high incidence and severity values unlike that of Akpro-Missérété. Six banana cultivars are grown by growers in the study area, these are Planta, Glinsi, Gounkokoe, Plantain, Gbogui and Tchon, and Planta is the most vulnerable to bunchy top disease. Farmers acquire their planting material from old banana plantations, or outside their village. They have a good knowledge of bunchy top disease and identify it by

the symptoms of narrow leaves with a bushy appearance (bunchy) and streaks on the leaves and petioles. The main sources of its spread are the use of material from infected plantations and the aphid vectors. For disease control, growers cut and stump diseased plants.

Acknowledgements

This work was supported, in whole, by the Bill & Melinda Gates Foundation (BMGF) under grant number (OPP1130226) of the project BBTV-Mitigation: Community management in Nigeria, and screening wild banana progenitors for resistance. Under the grant conditions of the Foundation, a Creative Commons Attribution 4.0 Generic License has already been assigned to the author accepted manuscript version that might arise from this submission. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Conflict of Interest

The authors declare that no conflict of interest arises in the publication. The author Contributions are: Conceptualization and Funding acquisition by Martine ZANDJANAKOU-TACHIN; Analysis, Investigation, Literature research and data collection by Marc Yaovi VODOUNOU and Ulrich AGOÏ; Writing of the original draft by Marc Yaovi VODOUNOU, Ulrich AGOÏ and Martine ZANDJANAKOU-TACHIN.

References

- Abiola, A., M. Zandjanakou-Tachin, K. N. A. Aoudji, C. Avocevou-Ayisso, P. Lava Kumar, 2019: Adoption of Roguing to Contain Banana Bunchy Top Disease in South-East Bénin: Role of Farmers' Knowledge and Perception. *International Journal of Fruit Science*, DOI: 10.1080/15538362.2019.1673277.
- Ahouangninou, C., M. Zandjanakou-Tachin, A. Abiola, C. Avocevou-Ayisso, M. Vodounou, A. Affokpon, A. Fanou, 2021: Characterization and Typology of Banana Producing Farms in the District of Houeyogbe in Southern Benin, *Current Journal of Applied Science and Technology* 40(48): 21-32.
- Allagba, I. T., Adigbonon, M. M., 2015 : Etude diagnostique du système de la production de banana et plantain dans la commune d'Akpro-Misséré. Mémoire de Licence, Université d'Agriculture de Kétou, Bénin. 68 p.
- Amine, I., M. Ilyas, J. Qazi, R. Bashir, J. Yadav, S. Mansoor, M.C. Fauquat, W. Briddon, 2011: Identification of a Major Pathogenicity Determinant and Suppressors of RNA Silencing Encoded by a South Pacific Isolate of *Banana Bunchy Top Virus* Originating from Pakistan. *Virus Gens*, 42, 272-281.
- Bizimana, S., P. Ndayinzamaso, A. Nibasumba, N. Niko, 2012 : Conduite culturale et protection du bananier au Burundi. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura, Burundi, 67 p.
- Blomme, G., B. Vanlauwe, P. V. Asten, 2013: Banana systems in humid highlands of sub-Saharan Africa: Enhancing resilience and productivity. 269 p.
- Bordat, D., Arvanitakis, L., 2004 : Arthropodes des cultures légumières d'Afrique de l'Ouest, centrale, Mayotte et Réunion. CIRAD.
- Caruana, M. L., 2003 : Analyse du risque phytosanitaire (ARP). Bananiers. *Banana bunchy top babuvirus*. CIRAD. P31.
- Cooke, B. M., 2006: Disease assessment and yield loss. In: The epidemiology of plant diseases, Cooke, B. M., D. G. Jones, B. Kaye, (Eds.). 2nd Edn., Springer, Netherlands, ISBN: 10 1-4020- 4580-8, pp: 43-80.
- Dato, K. M. G., M. R. Dégbègni, M. N. Atchadé, M. Zandjanakou-Tachin, M. N. Hounkonnou, A. B. Omondi, 2021: Spatial parameters associated with the risk of banana bunchy top disease in smallholder systems. *PLoS ONE* 16(12): e0260976. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260976>.
- Derks, M., T., V. Werven, H. Hogeveen, W. D. J. Kremer, 2014: Associations between farmer participation in veterinary herd health management programs and farm performance. *American Dairy Science Association Sci.* 97: 1336–1347.
- Ganry, J., E. Fouré, L. de Bellaire, T. Lescot, 2012: An integrated approach to control the Black leaf streak disease (BLS) of bananas, while reducing fungicide use and environmental impact. In: Dhanasekaran D, Thajuddin N, Panneerselvam A (eds.) *Fungicides for Plant and Animal Diseases*, Montpellier, France, pp 193-226.
- Hanssen, I. M., M. Lapidot, B. P. H. J. Thomma, 2010: Emerging viral diseases of tomato crops. *Molecular Plant Microbe Interaction*, 23: 539–548.
- Kumar P. L., R. Hanna, O. J. Alabi, M. M. Soko, T. T. Oben., G. H. P. Vangu, R. A. Naidu, 2011. Banana bunchy top virus in sub-Saharan Africa: Investigations on virus distribution and diversity, *Journal homepage Virus Research*. 159 171-182.
- Kumar, P. L., R. Hanna, O. J. Alabi, M. M. Soko, T. T. Oben, G. H. P. Vangu, R. A., Naidu, 2011: Banana bunchy top virus in sub-Saharan Africa: Investigations on virus distribution and diversity, *Virus Research journal homepage*: 159, 171–182.

- Lokossou, B., D. Gnanvossou, O. Ayodeji, F. Akplogan, A. Safiore, D. Z. Migan, A. M. Pefoura, R. Hanna, P. L. Kumar, 2012: Occurrence of *Banana Bunchy Top Virus* in banana and plantain (*Musa* sp.) in Benin. *New Disease Reports* 25.
- Meijer, S. S., D. Catacutan, C. O. Ajayi, G. W. Sileshi, M. Nieuwenhuis, 2015: The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, Vol. 13, No.1, 40-54.
- Moffat, A. S., 2001: Finding new ways to fight plant diseases. *Science* 292 :2270-2273. Quae: Versailles, France ; 384 p.
- Mukwa, T. F. L., M. Muengula, I. Zinga, A. Kalonji, M. L. Iskra-Caruana, C. Bragard, 2014: Occurrence and distribution of Banana bunchy top virus Related Agro-ecosystem 75 in SouthWestern, Democratic Republic of Congo. *American Journal of plant Sciences*, 5: 647-658.
- Nagata, S., R. Henna, P. L. Kumar, S. M. Gray, M. Cilia, A. Fontemp, 2013: Long term evaluation of the susceptibility of 16 *Musa* genotypes to *banana bunchy top disease* in Cameroon, Central Africa. *Phytopathology* 103 (Suppl) 6: S103.
- Niko, N., P. Ndayihazamaso, C. Niyongere, A. Nibasumba, S. Bizimana, P. Lepoint, S. Kaboneka, E. Sakayoya, W. Jogo, W. Tinzaara, E. Karamura, 2012: Impacts of banana xanthomonas wilt disease on banana productivity and livelihoods of farm households in Burundi.
- Niyongere, C., T. Losenge, M. E. Ateka, D. Nkezahizi, G. Blomme, P. Lepoint, 2012: Occurrence and distribution of banana Bunchy Top Disease in the Great Lakes Region of Africa. *Tree and forestry Science and Biotechnology*, Global Science Book, 6p.
- Ondh-Obame, J. A., Ndoutoume, A., 2021 : La maladie du Bunchy top du bananier dans la zone agroécologique du Grand Libreville (Gabon) : prévalence, facteurs favorisants et perspectives de lutte. Thèse doctorale à l'école Doctorale, Des Grandes Ecoles Uer Sciences Et Technologies Département Des Sciences De La Vie Et De La Terre, 186p.
- Pemsl, D., Staver C., 2014: Strategic Assessment of Banana Research Priorities. Lima (Peru). CGIAR Research Program on Roots, Tubers and Bananas (RTB). RTB Working Paper, 60p. Available online at: www.rtb.cgiar.org Shiragi H., Baque A. and Nasiruddin K., 2010 Eradication of *Banana bunchy top virus* (BBTV) through Meristem Culture of Infected Plant Banana cv. Sabri. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 51, 212-221.
- Shiragi, H., A. Baque, K. Nasiruddin, 2010: Eradication of Banana bunchy top virus (BBTV) through Meristem Culture of Infected Plant Banana cv. Sabri. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 51, 212-221.
- Sodédji, F., L. Dossou. M. Zandjanakou-Tachin, C. Avocevou-Ayisso, E. Capo-chichi, G. Gnacadja. J. Tcheho, L. Kumar, V. Zinsou, 2016: Midterm report of banana bunchy top virus control strategies in two communities (Akpro-Misséréé and Adjarra) in Benin Republic. *Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines Université d'Abomey-Calavi* 312 à 321.
- Tindo, M., A. Tagne, J. M. Mpe, M. Ayodele, A. Ndikontar, 2005 : Guide technique sur les nuisibles de la banane plantain, le maïs, le manioc et la tomate. FAO, Rome, 89p.
- Thomas, J. E., Iskra-Caruana, M. L., 2000: *Bunchy top*. in Jones D.R. (ed): Diseases of banana, abacà and enset. London, CABI, pp 241-253.
- Van, R. M. H. V., C. M. Fauquet, D. H. L. Bisho, E. B. Carstens, M. K. Estes, S. M. Lemon, J. Maniloff, M. A. Mayo, D. J. M. Geoch, C. R. Pringle, R. B. Wickner, 2000: *Virus Taxonomy*: san Diego, Franscisco, New York, Boston, London, Sydney and Tokyo, Academic Press.
- Wang, K. H., Hooks, C. R. R., 2011: *Banana Bunchy Top Virus and Nematode Management on Banana*. The Food Provider, 3 p.