

Tolérance de quelques cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et de l'espèce sauvage (*Manihot glaziovii*) à la mosaïque virale africaine et à la cercosporiose du manioc

Z. Ambang¹, A. Akoa¹, N. Bekolo¹, J. Nantia², L. Nyobe¹ & Yvette Sylvie Bouquet Ongono¹

Keywords: Virus- *Cercospora henningsii*- Inoculation- Disease Development- Plant Resistance- Cameroon

Résumé

Une étude de la tolérance de trois cultivars de *Manihot esculenta* Crantz (un cultivar local, Alot-Bikon, et deux améliorés: IITA 8034, IITA 8061) et de l'espèce sauvage (*M. glaziovii*) prélevée dans la forêt du Mbam et Kim (Cameroun), a été menée à Yaoundé, vis-à-vis de la mosaïque virale africaine du manioc (MVAM) et de la cercosporiose. La MVAM est apparue dans les conditions naturelles, alors que la cercosporiose a été étudiée suite à l'inoculation d'une solution de *Cercospora henningsii* de concentration 20×10^2 conidies/ml. Seize semaines après plantation des boutures, les plantes de *M. glaziovii* étaient les plus hautes (156 cm), tandis que le plus grand nombre de feuilles (113) était formé sur IITA 8061. Les plus faibles niveaux d'infection causée par la MVAM (17,2%) et la cercosporiose (2,7%) ont été enregistrés sur les plants de l'espèce sauvage, qui par conséquent semble être plus tolérante aux maladies étudiées. Le cultivar IITA 8061 a été moyennement résistant à la MVAM (28,9%) et plus résistant à la cercosporiose (7,8%). Les cultivars IITA 8034 et local, Alot-Bikon, ont été trouvés plus sensibles respectivement à la MVAM (53,9 et 54,5%) et à la cercosporiose (18,8 et 32,8%). Le meilleur rendement en tubercules a été obtenu avec IITA 8061 (34,5 t/ha), suivi de la variété IITA 8034 (32,1 t/ha) et le cultivar local (15,6 t/ha). Ces résultats montrent que le degré de tolérance des variétés de manioc aux maladies a une grande influence sur le rendement en tubercules.

Summary

Tolerance of some Cassava Cultivars (*Manihot esculenta* Crantz) and the Wild Species (*M. glaziovii*) to Cassava Mosaic Virus Disease and Brown Leaf Spot

A study of the tolerance of three cultivars of *Manihot esculenta* Crantz (one local cultivar, Alot-Bikon, and two improved: IITA 8034, IITA 8061) and wild cassava (*M. glaziovii*) collected from the Mbam and Kim forest (Cameroon) towards the cassava mosaic virus disease (CMVD) and brown leaf spot (BLS), was carried out in Yaoundé. CMVD was studied under natural conditions, whereas BLS was inoculated through a solution of *Cercospora henningsii* in concentration around 20×10^2 conidia/ml. Sixteen weeks after planting the cuttings, *M. glaziovii* plants were tallest (156 cm), whereas highest number of leaves (113) was obtained on the IITA 8061 cultivar. The lowest infection degrees by CMVD (17.2%) and BLS (2.7%) were registered on the wild species. Consequently, wild species seem to be more tolerant of the diseases studied. IITA 8061 cultivar is moderately resistant to CMVD (28.9%) and rather resistant to BLS (7.8%). Cultivars IITA 8034 and the local variety are more sensitive respectively to CMVD (53.1 and 54.5%) and BLS (18.8 and 32.8%). The highest yield in tubers was obtained from cultivar IITA 8061 (34.5 t/ha) followed by IITA 8034 (32.1 t/ha) and local cultivar, Alot-Bikon (15.6 t/ha). These results show that the tolerance of cassava cultivars to disease has a large influence on tuber yield.

Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est une plante à racine amyliacée, introduite en Afrique au 16^e siècle par des marchands portugais (29). Le manioc est très cultivé dans les zones tropicales et sert d'aliment de base à plus de 500 millions de personnes à travers le monde. L'Afrique subsaharienne produit plus de 85 millions de tonnes de manioc par an, soit environ la moitié de la production mondiale (6). Bien que le manioc présente une grande faculté d'adaptation à différentes conditions écologiques, les dégâts causés par les maladies et les ravageurs constituent des contraintes énormes qui baissent fortement la production. Les maladies des tâches foliaires entraînent non seulement des pertes en rendement des tubercules, mais influencent négativement sur la qualité et la quantité de feuilles qui sont très utilisées dans différents menus alimentaires des populations de l'Afrique sub-saharienne (16).

Parmi les maladies des tâches foliaires, la mosaïque virale africaine du manioc (MVAM) et la cercosporiose sont les plus répandues. Étudiée pour la première fois en 1894, la MVAM est présente dans toutes les aires de culture du manioc en Afrique et peut causer des pertes en rendement de 20 à 90% (11, 18, 20). L'agent causal de la MVAM est un Bégomovirus issu au moins de deux souches différentes (9) et transmis par plusieurs vecteurs (Aleurodes) du genre *Bemisia* (1, 21). La cercosporiose provoque d'importantes défoliations

et diminue considérablement la surface photo active (14). La cercosporiose du manioc apparaît généralement à la seconde phase de la végétation (après la floraison) et dans la majorité des cas engendre moins de pertes en tubercules (20). Au Cameroun, il existe deux espèces de champignons responsables de la cercosporiose du manioc: *Cercospora henningsii* et *C. vicosae* qui causent respectivement des tâches brunes avec une auréole jaune indéfinie autour de la lésion et des tâches brunes entraînant une flétrissure de la feuille (25). Une étude des relations entre le degré d'infection (intensité ou sévérité d'attaque des plantes par la maladie au cours de leur développement) et le taux d'expansion (pourcentage des plants malades ou fréquence de la maladie sur les plants dans une parcelle donnée) des maladies, et le rendement en tubercules pourrait nous permettre d'avoir une idée de la tolérance des variétés étudiées vis-à-vis de la MVAM et la cercosporiose du manioc.

Matériel et méthodes

Conditions pédoclimatiques

L'essai a été mené à la station expérimentale du département de Biologie et Physiologie Végétales de l'Université de Yaoundé I au Cameroun, pendant la saison culturale 1999-2000. Le sol du site expérimental est de type ferrallitique dont les principaux

¹ Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, B.P. 812, Yaoundé, Cameroun. * E-mail: zachambang@yahoo.fr

² Ministère de l'Agriculture, Direction de la Production Agricole, B.P. 13, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 18.12.02 et accepté pour publication le 02.03.06.

Tableau 1
Principales caractéristiques du sol du site expérimental
(Laboratoire des sols, IRAD; Nkolbisson, 2000): (valeurs en %
sauf pour pH eau et pH KCl)

| Eléments | Teneurs |
|--------------------------|---------|
| Humidité | 2,9 |
| Argile | 57,0 |
| Limon grossier | 17,9 |
| Sable grossier | 25,1 |
| Matière organique totale | 0,03 |
| Carbone | 0,15 |
| Azote | 0,03 |
| C/N | 5,0 |
| pH eau | 6,0 |
| pH KCl | 5,0 |

éléments caractéristiques sont représentés sur le tableau 1 après analyse du sol avant l'expérimentation. La région est de basse altitude et appartient à la zone agro-écologique de forêt humide à pluviométrie bimodale. La pluviosité moyenne annuelle est de 1600 mm, répartie en quatre saisons: 2 saisons de grandes pluies (de mars à juin et de septembre à novembre) qui alternent avec 2 saisons relativement sèches. La température de l'air varie peu et oscille autour de 23,3 °C. L'humidité de l'air est toujours supérieure à 70% (2, 4). Les données atmosphériques (température, humidité de l'air et rythme des pluies) durant la période d'expérimentation nous ont été fournies par le Service National de la Météorologie de la ville de Yaoundé, dont l'une des antennes se trouvait aux environs du site expérimental.

Matériel végétal

L'étude a été réalisée sur 3 cultivars de *M. esculenta* et l'espèce sauvage (*M. glaziovii*) provenant de la forêt du Mbam et Kim près de Ntui au Cameroun. Les cultivars de *M. esculenta* étaient composés d'un cultivar local, Alot-Bikon, et deux cultivars améliorés (IITA 8034 et IITA 8061) obtenus à l'IRAD de Nkolbisson à Yaoundé. Les cultivars de *M. esculenta*, de provenances connues pour leur résistance, nous ont été fournis sous forme de boutures de 25 cm de long et de 2-2,5 cm de diamètre. Les boutures de l'espèce sauvage ont été prélevées sur des tiges saines (après diagnostic visuel) dans la forêt du Mbam et Kim. Toutes les boutures utilisées avaient les mêmes dimensions et comportaient 3-4 nœuds germinatifs.

Mise en place de l'essai

L'essai a été conduit sur un terrain labouré selon la technologie habituelle recommandée pour le manioc (26). Le précédent cultural était une plantation de maïs et d'arachide. Les boutures ont été plantées avec un angle inférieur à 90°. Les écartements étaient de 80 cm entre boutures sur les lignes et de 1 m entre les lignes. Les parcelles étaient sarclées tous les quatre semaines pendant toute la période de l'expérimentation.

Le dispositif expérimental était constitué en blocs de 4 répétitions. Chaque bloc comportait 4 traitements complètement randomisés. Chaque parcelle élémentaire portait un seul type de cultivar et mesurait 6 x 2 m². Les parcelles étaient séparées par une allée de 1,5 m et les blocs étaient distants l'un de l'autre de 2,5 m. Les parcelles renfermaient chacune 12-15 plants. Les symptômes de la MVAM sont apparus dans les conditions naturelles et donc suite à une infection naturelle due par la conservation des virus dans les boutures (5) et par des contaminations vectorielles des insectes du genre *Bemisia* (1). Pour l'étude de la cercosporiose, une inoculation artificielle du champignon a été pratiquée.

Préparation de l'inoculum

On a constitué un isolat de *Cercospora henningsii* prélevé à Afanoyo, une zone paysanne située à 15 km du site d'expérimentation, sur des plantes de manioc malades. Des portions de jeunes feuilles infectées présentant des tâches brunes avec une auréole jaune ont été lavées à l'eau de robinet puis séchées à l'air libre. Des fragments de dimension de 1-2 mm portant des lésions étaient découpés au scalpel, puis trempés pendant 2 minutes dans de l'éthanol à 95° et rincés 2 à 3 fois à l'eau distillée stérilisée. Les échantillons ainsi obtenus ont été mis en incubation dans des boîtes de Pétri sur du papier filtre saturé d'eau distillée (méthode chambre humide) pendant 5-7 jours à la température ambiante du laboratoire (24 à 28 °C). Après observation microscopique des colonies fongiques formées, des repiquages sur milieu PDA (*Potato Dextrose Agar*) ont été effectués. Les cultures du champignon âgées de 15 jours sur milieu PDA étaient utilisées pour réaliser des étalements mycéliens dans les boîtes de Pétri pour purification sur milieu PDA modifié (il a été ajouté du glucose à raison de 10 mg/l, sur la composition habituelle du milieu PDA) qui favorise la sporulation (15, 17, 24). Les boîtes de Pétri ainsi préparées ont été mises dans des sacs plastiques puis incubées à 26 ± 2 °C dans une chambre de culture en présence de lumière continue (3 lampes de plafond, de puissance 50 W chacune, avec une intensité lumineuse dans la salle de 6.10⁷ CD/m²) pendant 8 jours afin d'atteindre le stade des conidies. Chaque repiquage était suivi par des observations microscopiques des filaments mycéliens et des fructifications. Au bout de 4 à 5 repiquages, une culture pure de *Cercospora henningsii* a été obtenue. L'inoculum obtenu, était une solution constituée d'une suspension conidienne de *Cercospora henningsii* et d'eau distillée stérilisée, de concentration 20 x 10² conidies/ml. L'inoculum était conservé dans un Erlenmeyer fermé par un parafilm stérile et placé dans un réfrigérateur à la température de 4 -5 °C pour usage ultérieur.

Inoculation

L'inoculation artificielle des plantes avec le champignon (*Cercospora henningsii*), a été effectuée au 5^{ème} mois après plantation des boutures, période qui correspondait au branchage massif des plantes. Des jeunes feuilles de deux branches choisies au hasard ont été retenues sur chaque plante pour l'inoculation, afin d'avoir une idée sur le caractère systémique du champignon et son développement sur les parties non traitées de la plante. Les plantes étaient inoculées par pulvérisation, en recouvrant les feuilles par une solution aqueuse d'eau distillée et stérile contenant 3 ml de l'inoculum (24). Il a été utilisé un pulvérisateur à pression, portatif (à main), d'une capacité de 0,5 l, de fabrication chinoise. Dans la solution aqueuse, l'inoculum de *Cercospora henningsii* (3 ml) a été ajouté à l'aide d'une pipette Pasteur. On a traité les branches choisies après avoir couvert à l'aide d'un plastique les autres parties de la plante. Pour chaque variété, 10 plantes ont été traitées par parcelle unitaire soit au total 160 plantes. Avec 0,5 l de solution aqueuse, 5 plantes étaient ainsi traitées par variété. Les conditions climatiques (humidité de l'air, et absence de pluie le jour du traitement des plants) étaient favorables à la pénétration du champignon et au développement de la cercosporiose à la période d'inoculation. La pénétration du champignon s'est faite à travers les pores et également à travers des légères scarifications réalisées sur la nervure centrale de quelques feuilles des branches choisies. Les plantes inoculées ont continué leur développement dans les conditions naturelles au champ.

Collecte et analyse des données

Les données concernant la hauteur des tiges, le diamètre au collet et le nombre de feuilles formées par plant ont été

collectées à des intervalles de 4 semaines à partir de 30 jours après plantation des boutures. Ces mesures ont été prises durant 4 mois, donc avant inoculation. La période de 4 mois après plantation des boutures marquait sur toutes les variétés le début de la floraison (phase qui coïncide avec la formation des branches). Chez les 2 espèces, à chaque floraison, se développent simultanément 2 ou 3 branches portant désormais les feuilles, donnant un aspect dichotomique ou trichotomique aux plantes (19). Certaines variétés peuvent présenter jusqu'à 10 floraisons au cours d'une seule année de culture (7).

Le suivi du développement de la MVAM et la cercosporiose a été fait suivant un diagnostic visuel (20) basé sur l'observation des symptômes caractéristiques se manifestant sur les feuilles des cultivars. La MVAM se manifeste sur les feuilles par des tâches irrégulières de couleur jaune, vert clair ou blanche et une déformation des feuilles, et s'accompagne parfois d'un rabougrissement de la plante. La cercosporiose se manifeste sur les feuilles par des tâches brunes avec une auréole jaune indéfinie autour de la lésion (9, 11, 14, 20).

La gradation de l'infection s'est faite par attribution d'une note en pourcentage estimée selon la présence de symptômes sur la superficie des feuilles. En ce qui concerne la MVAM, deux mois après plantation des boutures, toutes les feuilles (jeunes et âgées) de chaque plante ont été examinées. Mais à partir du 4^{ème} mois après plantation des boutures, l'étude de la MVAM a été réalisée sur 40 feuilles choisies au hasard sur chaque plante. L'infection virale a été évaluée 4 fois durant l'expérimentation. Pour la cercosporiose, 40 feuilles/plante ont été examinées 4 fois, avec un intervalle de 16 jours à partir du 16^{ème} jour après inoculation par le champignon. La note de l'infection attribuée à chaque plante observée, représentait la moyenne calculée sur les 40 feuilles. La notation de l'infection a été faite suivant les correspondances du tableau 2.

L'intensité de l'infection (sévérité d'attaque) a été calculée selon la formule $I = \frac{\sum ab}{N}$, où: I (%) est l'intensité (sévérité) de l'infection, $\sum ab$ = somme des multiplications du nombre de plants malades (a) par le degré d'infection correspondant (b) donné en pourcentage, et N étant le nombre total des plantes malades par traitement (27).

Les données concernant la MVAM ont été collectées tous les deux mois à partir du 2^{ème} mois de croissance des boutures (parce que les premiers symptômes typiques de

cette maladie ne sont apparus sur les plantes que deux mois après plantation des boutures). Le prélèvement des données de la cercosporiose se faisait chaque 16 jours après inoculation (car les premières lésions de la cercosporiose ont été identifiées 14-15 jours après inoculation; c'est donc au 16^{ème} jour qu'on a réalisé le premier comptage de l'infection fongique).

Le rendement en tubercules a été déterminé à 10 mois après plantation des boutures par dénombrement et pesée des racines tubéreuses fraîches (détermination du poids frais des tubercules) après récolte sur le champ à l'aide d'une balance de précision 100 g et de marque «Trayvou», fabrication italienne.

Les résultats ont été soumis à une analyse statistique de variance et les moyennes ont été séparées selon le test de Duncan au seuil de 5%.

Résultats et discussion

Développement et croissance des cultivars

Les conditions atmosphériques : température (25 ± 2 °C), humidité de l'air (70-75%) et des pluies régulières, étaient favorables à la croissance et au développement des variétés de manioc testées. Ces données ont été mesurées grâce aux installations météorologiques de la ville de Yaoundé. Durant les premières semaines, l'évolution des paramètres de croissance (hauteur, diamètre des tiges et nombre de feuilles par plant) ne présente pas de différences significatives entre les variétés testées. Ceci pourrait s'expliquer par une germination homogène des boutures en absence d'infection, confirmant ainsi les résultats d'Indira *et al.* et Lefèvre (12, 13), qui ont montré également que la taille des différents clones (améliorés et locaux) de manioc ne présente pas de différence significative pendant les premiers mois de croissance.

A partir de la 16^{ème} semaine (Tableau 3) on observe une différence hautement significative au seuil de $p < 0,01$ entre les cultivars pour la hauteur. Les plants du cultivar local, Alot-Bikon, étaient moins ramifiés avec de courtes tiges (109 cm) et un feuillage peu abondant. Les tiges des cultivars améliorés (IITA 8034 et IITA 8061) avaient une taille moyenne qui variait entre 120 et 123 cm, avec beaucoup de ramifications (grâce au branchage précoce), formant un feuillage abondant, ferme et dense. Une floraison précoce (3 mois après plantation des boutures) a été observée

Tableau 2
Correspondance entre la notation (%) des infections et la présence des symptômes sur les feuilles (26)

| Note en pourcentage (%) | Proportion de la superficie foliaire occupée par les symptômes |
|-------------------------|--|
| 0 | Absence totale de symptômes |
| 1-10 | Moins de 1/4 de la superficie foliaire ayant des symptômes |
| 11-30 | Moins de 1/2 de la superficie foliaire ayant des symptômes |
| 31-50 | 3/4 de la superficie foliaire ayant des symptômes |
| 51-70 | Plus de 3/4 de la superficie foliaire ayant des symptômes |
| 71-90 | Toute la superficie de la feuille est couverte de symptômes |
| 100 | Feuilles complètement déformées ou mortes de l'infection |

Tableau 3
Paramètres moyens de croissance des variétés de manioc 16 semaines après plantation des boutures

| Cultivars | Hauteur des plants (cm) | Diamètre des tiges (cm) | Nombre de feuilles/plant |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Alot-Bikon | 109,0 a | 1,6 a | 52,0 a |
| IITA 8034 | 120,0 b | 2,1 b | 97,0 b |
| IITA 8061 | 123,0 c | 2,1 b | 113,0 c |
| <i>M. glaziovii</i> | 156,0 d | 3,0 c | 94,0 b |

Les moyennes de la même colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($P = 0,05$).

sur certaines plantes des cultivars IITA 8061 et IITA 8034, contrairement aux autres variétés où la floraison a été enregistrée à 4 mois après plantation des boutures, ce qui confirme les constats faits dans les conditions similaires par Badegana *et al.* (3). Le plus grand nombre de feuilles par plant a été formé sur le cultivar IITA 8061 (113 feuilles). Les plus longues tiges (156 cm, 4 mois après plantation des boutures), possédant le plus gros diamètre au collet (3 cm) se sont formées chez les plants de l'espèce sauvage (*M. glaziovii*). A la fin de l'expérimentation (10 mois après plantation des boutures), les plants de *M. glaziovii* étaient morphologiquement plus développés par rapport aux cultivars de *M. esculenta* (22). L'analyse de variance montre une homogénéité de croissance des cultivars et une variabilité des traitements.

Niveau de tolérance des cultivars à la mosaïque virale africaine du manioc (MVAM)

Les données du tableau 4 représentent l'intensité de l'infection (sévérité d'attaque) des cultivars de manioc par les virus de la MVAM. En moyenne, et sur tout le cycle d'observation, les plants de *M. glaziovii* se montrent plus tolérants vis-à-vis de la MVAM avec un niveau d'infection moyen de 17,2%, suivi du cultivar IITA 8061 qui a subi une infection moyenne de 28,9%. Cependant les cultivars Alot-Bikon et IITA 8034 sont plus sensibles à la MVAM avec des degrés d'attaque respectifs de 54,5 et 53,9%. L'étude de l'évolution de l'incidence de la MVAM montre que, deux mois après la plantation des boutures, les plants des cultivars Alot-Bikon et IITA 8034 présentent déjà un niveau d'infection d'environ 40%, ce qui nous amène à croire que quelques souches du virus auraient été conservées dans les boutures-mêmes avant leur mise en place, confirmant ainsi les résultats de Fauquet et Fargette (5) où ils ont montré que la majorité des boutures utilisées pour la plantation du manioc par les paysans en Afrique de l'Ouest porte déjà des infections virales. Le cultivar amélioré IITA 8061, qui n'a présenté aucun symptôme de la maladie pendant les deux premiers mois de croissance, serait donc résistant. Les observations au quatrième mois de croissance, montrent une intensité de la MVAM d'environ 31,2% sur le cultivar

IITA 8061, tandis qu'au huitième mois cette infection s'est élevée jusqu'à 42,7% (Tableau 4). L'évolution de la MVAM sur le cultivar IITA 8061 (Tableau 4) pourrait témoigner de la perte de résistance de cette variété due certainement aux multiples piqûres des insectes vecteurs, dont la présence abondante sur les plantes en absence de traitement insecticide aurait joué un rôle important (1, 5, 28).

Malgré que le diagnostic visuel ne peut pas nous renseigner totalement sur l'absence ou la présence des virus dans les plantes, les résultats du tableau 4 montrent que le faible niveau de développement de la maladie sur les plants de *M. glaziovii* pendant la période d'expérimentation, peut témoigner de la haute tolérance de cette variété à la MVAM, comme l'avait déjà constaté Lefèvre (13). L'analyse de variance effectuée sur le niveau d'infection des cultivars par les virus de la mosaïque, montre une différence hautement significative au seuil de $p < 0,01$ entre les cultivars provenant des deux espèces testées.

Niveau de tolérance des cultivars à la cercosporiose du manioc

Le tableau 5 présente les résultats du développement de la cercosporiose sur les feuilles des cultivars de manioc après leur infection artificielle à l'aide d'un inoculum des conidies de *Cercospora henningsii*. Les données obtenues montrent que les plants de *M. glaziovii* sont plus tolérants que les cultivars de *M. esculenta* à la cercosporiose, avec un niveau d'infection moyen de 2,7%. Sur les feuilles des cultivars améliorés IITA 8034 et IITA 8061, on dénombre peu de lésions et le niveau d'attaque du champignon y est respectivement de 18,8 et 7,8%, montrant également un niveau de tolérance vis-à-vis de la cercosporiose assez élevé, car les variétés résistantes présentent un niveau d'infection de moins de 10% alors que les variétés très sensibles sont celles dont le niveau d'infection est supérieur à 35% (27). Le cultivar local, Alot-Bikon se montre sensible à la cercosporiose, avec un taux d'infection moyenne de 32,4% (Tableau 5). L'analyse de variance menée sur les taux d'infection des cultivars de manioc par la MVAM et la cercosporiose, montre une différence hautement significative entre les traitements

Tableau 4
Evolution de la mosaïque virale africaine sur les cultivars de manioc 2, 4, 6 et 8 mois après plantation des boutures

| Cultivars | Niveau d'infection (%) | | | | |
|---------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2 mois | 4 mois | 6 mois | 8 mois | moyenne |
| Alot-Bikon | 40,0 ± 1,7 a | 50,0 ± 1,3 a | 62,5 ± 1,3 a | 65,6 ± 1,2 a | 54,5 ± 1,4 a |
| IITA 8034 | 40,2 ± 1,5 a | 51,2 ± 1,2 a | 61,1 ± 1,4 a | 63,1 ± 1,8 a | 53,9 ± 1,5 a |
| IITA 8061 | 0,0 b | 31,2 ± 1,2 b | 41,7 ± 1,2 b | 42,7 ± 1,2 b | 28,9 ± 1,2 b |
| <i>M. glaziovii</i> | 6,2 ± 1,4 c | 12,3 ± 1,2 c | 25,0 ± 1,2 c | 25,0 ± 1,2 c | 17,2 ± 1,3 c |

Les chiffres de la même colonne suivis par des lettres différentes sont significativement différents pour $P = 0,05$ selon le test de Duncan.

Tableau 5
Evolution de la cercosporiose suite à l'inoculation artificielle d'une solution de *Cercospora henningsii* sur les cultivars de manioc 16, 32, 48 et 64 jours après application

| Cultivars | Niveau d'infection (%) | | | | |
|---------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 16 jours | 32 jours | 48 jours | 64 jours | moyenne |
| Alot-Bikon | 18,6 ± 1,1 a | 21,7 ± 0,1 a | 41,9 ± 1,3 a | 47,2 ± 0,9 a | 32,4 ± 0,9 a |
| IITA 8034 | 5,6 ± 1,3 b | 9,4 ± 0,1 b | 9,8 ± 1,2 b | 20,3 ± 1,1 b | 18,8 ± 0,9 b |
| IITA 8061 | 3,2 ± 1,1 c | 3,8 ± 0,1 c | 11,0 ± 1,3 c | 13,3 ± 0,7 c | 7,8 ± 0,8 c |
| <i>M. glaziovii</i> | 1,2 ± 0,5 d | 1,4 ± 0,1 d | 2,5 ± 0,7 d | 5,5 ± 0,5 d | 2,7 ± 0,5 d |

Les chiffres de la même colonne suivis par des lettres différentes sont significativement différents pour $P = 0,05$, selon le test de Duncan.

Tableau 6
Rendement en tubercules frais des cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) 10 mois après plantation des boutures

| Cultivars | Nombre de tubercules/ plant | Grosseur des tubercules (cm) | Longueur des tubercules (cm) | Rendement moyen (t/ha) |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Alot-Bikon | 4,0 ± 0,6 a | 6,0 ± 0,1 a | 32,5 ± 0,9 a | 15,6 ± 1,1 a |
| IITA 8034 | 6,0 ± 0,3 b | 5,3 ± 0,1 b | 40,1 ± 0,7 b | 32,1 ± 1,4 b |
| IITA 8061 | 10,0 ± 0,2 c | 4,9 ± 0,1 b | 46,2 ± 0,8 c | 34,5 ± 1,1 c |

Les chiffres de la même colonne suivis par des lettres différentes sont significativement différents pour P= 0,05 selon le test de Duncan. (Tableaux 4 et 5).

Rendement en tubercules

Les cultivars de manioc (*M. esculenta*) testés, sont des variétés précoces. La récolte des tubercules a été réalisée 10 mois après plantation des boutures. Les plants de *M. glaziovii* à cette même période n'avaient pas encore formé de tubercules. Après leur arrachage, on a dénombré de longues racines d'environ 1,5-2,5 cm de diamètre, ce qui confirme les descriptions de Pynaert (22) où il montrait que les racines des plantes de *M. glaziovii* ne se développaient jamais en tubercules. Les données du tableau 6 représentent le rendement en tubercules des trois cultivars de *M. esculenta*. Le cultivar amélioré IITA 8061 a formé plus de tubercules (10 tubercules/plant en moyenne), comparativement aux cultivars IITA 8034 et local, Alot-Bikon qui ont produit respectivement 6 et 4 tubercules par plant. Les cultivars améliorés ont des tubercules plus longs mesurant 40,1 et 46,2 cm respectivement pour IITA 8034 et IITA 8061 et sont significativement différents par rapport aux tubercules du cultivar local qui ont une longueur moyenne de 32,5 cm. Les rendements obtenus sont respectivement de 15,6; 34,5 et 32,1 t/ha pour le cultivar local, IITA 8061 et IITA 8034, soit environ 3 fois supérieur pour les cultivars améliorés et 1,5 fois supérieur pour le cultivar local par rapport au rendement mondial qui est de 10 t/ha (6). L'analyse de variance effectuée sur le rendement en tubercules, montre une différence hautement significative au seuil de $p < 0,01$ entre les différents cultivars de *M. esculenta*. Le rendement significativement inférieur du cultivar local en comparaison aux cultivars améliorés testés, pourrait être une conséquence de sa haute susceptibilité aux maladies, car en conditions de protection totale, ce rendement serait plus élevé. Les résultats obtenus montrent que le niveau de tolérance à la mosaïque et à la cercosporiose a une incidence sur le rendement en tubercules des cultivars de *M. esculenta* (10, 11).

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent l'impact des maladies

des tâches foliaires sur la production du manioc, dont les tubercules et les feuilles sont très consommés dans les ménages camerounais. Au regard de ces résultats, on constate comme beaucoup d'autres chercheurs, le caractère épidémique de la mosaïque virale africaine du manioc dans les zones de culture. Dans cette expérimentation, on n'a pu remarquer le rôle que joue la transmission vectorielle des virus dans la régression de la résistance des variétés de manioc en l'absence de mesures de protection contre les insectes vecteurs. Au terme de cette étude préliminaire, nous pouvons dire que l'espèce sauvage (*Manihot glaziovii*) présente une tolérance assez élevée à la MVAM et très élevée à la cercosporiose. Parmi les cultivars de *M. esculenta* Crantz testés, le cultivar IITA 8061 est le plus tolérant aux maladies étudiées, suivi de IITA 8034. Le cultivar local, Alot-Bikon est le plus vulnérable vis-à-vis de la MVAM et de la cercosporiose. Les résultats obtenus permettent d'une part de vulgariser les cultivars IITA 8061 et IITA 8034 en milieu paysan. D'autre part, ces résultats peuvent permettre d'envisager l'amélioration de la résistance aux maladies des variétés cultivées de *M. esculenta* par les méthodes des croisements interspécifiques ou de greffage avec l'espèce sauvage *M. glaziovii*, afin de contribuer à la création des variétés résistantes et à l'augmentation de la production des tubercules de manioc.

Remerciements

Nous remercions sincèrement le comité de rédaction de « TROPICULTURA » et en particulier les honorables lecteurs pour leurs remarques pertinentes, qui ont contribué à l'amélioration de cet article. Nous remercions également Mr Kouma Mbo Daniel, chef de Service de la Météorologie dans la ville de Yaoundé, pour les précisions sur les conditions atmosphériques lors de l'essai.

Références bibliographiques

1. Abdullahi I., Atri G., Winter S. & Thottappilly G., 1998, Differentiation of whitefly *Bemisia tabaci*, biotypes from different regions in Africa and their relation to the occurrence of mosaic geminiviruses. Mitt. A.d. Biol. Bundesanst, H, 357, 284 p.
2. Ambassa R., Tchouankoua M. & Njomgang R., 1985, Etude pédo-climatique d'un champ d'expérimentation à Nkolbisson. Centre National des Sols, IRA, Yaoundé, 18 p.
3. Badegana A.M., Mborohoul J.B. & Alzouma, 2001, Sensibilité à *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae) de quelques cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et incidence des attaques sur le rendement, dans la région des hauts plateaux de l'ouest Cameroun. Tropicicultura, 19, 4, 166-170.
4. Eno Belinga M.S., 1982, Dynamical geology in the iron field of the northern sector of the Yaoundé city. Annales de la faculté des Sciences. Nouvelle série, Science de la terre, 4, 51-66.
5. Fauquet C. & Fargette D., 1990, Résumé sur l'épidémiologie du virus de la mosaïque africaine du manioc. Rapport annuel ORSTOM. Abidjan, Côte-d'Ivoire, 1-6.
6. FEWS rapport spécial, 1998, La mosaïque du manioc menace la sécurité alimentaire en Afrique de l'Est. Rapport spécial N° 98-4 du 30 juillet 1998, 80 p.
7. Fukai S., Alcoy A.B., Lamelo A.B. & Paterson R.D., 1996, Effects of solar radiations on growth of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Field Crops Res. 9, 347-360.
8. Grace M.R., 1978, Traitement du manioc. Production végétale et protection des plantes. Collection FAO, 3, Rome, 114-115.
9. Gumedzo M.Y.D., 2001, Les maladies virales des cultures vivrières en Afrique (cas du manioc). Séminaire sur les biotechnologies, biosécurité et biodiversité. Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, 20 avril 2001, Yaoundé, 15 p.
10. IITA (International Institute of Tropical Agriculture) report, 1997, The cassava mosaic disease in east Africa, Ouganda, 20 p.
11. IITA (International Institute of Tropical Agriculture) report, 2000, The assessment of cassava pests and diseases in Kinshasa and Bas Congo. IITA Edition, Ibadan, 56 p.

12. Indira J., Ekanayake D., Osiru S.O., Marcio C.M. & Porto, 2000, Morphology of cassava. IITA, Ibadan, 27 p.
13. Lefèvre, 1989, Recherche des souches de l'espèce sauvage de manioc *Manihot glaziovii* résistantes aux maladies et aux conditions environnementales. Editions ORSTOM, 11-19.
14. Lozano J.C., 1981, Cassava diseases and pest. Field problems in cassava, 2^e Edition, Cali-Colombia, 105-110.
15. Kuate J., Fouré E., Foko J., Tchio F. & Ducelier D., 1997, Inoculations expérimentales de *Phaeoramularia angolensis* à des jeunes plants d'agrumes issus de pépinière. Fruits, 52, Elsevier, Paris, 149-157.
16. Mémento de l'agronome, 1993, Collection technique rurale en Afrique, 4^e édition, Paris, 665 p.
17. Mourichon X., Peter D. & Zapater M.F., 1987, Inoculations expérimentales de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet sur les jeunes plantules de bananier issues de culture *in vitro*. Fruits, 42, 4, 195-198.
18. Nankam C., 1981, Les principales maladies parasitaires du manioc au Cameroun. Cas de l'antracnose causée par *Colletotrichum manihotis*. Mémoire d'Ingénieur agronome, ENSA, Dschang, 59 p.
19. Oustimenko G.V., Lopez Z.M. & Ougo T.K., 1987, Le manioc. Editions RUDN, Moscou, 80 p.
20. Ouzounov I.S., 1988, Les maladies du manioc. In: Phytopathologie tropicale. Edition Université de l'Amitié des Peuples, Moscou, 114-144.
21. Persley G.J., 1976, Cassava diseases survey. I.W., New-York, 20 p.
22. Pynaert L., 1951, Le manioc. Collection technique du ministère de la coopération du royaume de Belgique, 2^e édition, Bruxelles, 166 p.
23. Segnou, 2002, Développement végétatif et potentiel de rendement chez le manioc. Tropicultura, 20, 4, 161-164.
24. Sérémé P., Diasso G.A. & Ake S., 2001, Mise en évidence au Burkina Faso d'un nouveau taxon de *Colletotrichum* dans l'étiologie de la maladie des tâches brunes du niébé. Tropicultura, 19, 3, 156-160.
25. Streiner K.G., Lyonga S.N., Pfeiffer H.J. & Ngueve J.M., 1979, Report on survey on production methods, pests and diseases of root and tuber crops in Cameroon. IRA, Njombé, 26 p.
26. Sylvestre P., 1987, Manuel pratique de la culture du manioc. Maisonneuse et Larose, Paris, 140 p.
27. Tchoumakov A.E., Zaharova I.I., 1990, Statistique du développement des maladies. Dommages causés par les maladies aux cultures agricoles. Agroprome, Moscou, 5-60.
28. Tresh J.M. & Otim G.W., 1998, Cassava mosaic disease pandemic. SPORE, 47, 17-18.
29. Westphal E., 1985, Cultures vivrières tropicales avec références au Cameroun. Pudoc, Wageningen- Netherlands, 119-163.

Z. Ambang, Camerounais, Ph.D. (Protection des végétaux / Phytopathologie), Chargé de cours au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

A. Akoa, Camerounais, Doctorat d'Etat (Botanique et Ecologie), Professeur, Chef de Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

N. Bekolo, Camerounais, Ph.D. (Phytopharmacie/environnement), Chargé de cours au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

J. Nantia, Camerounais, Ingénieur Agronome, DESS en production des semences, en fonction au Ministère de l'Agriculture à Yaoundé, Cameroun.

L. Nyobé, Camerounais, DEA, Etudiant en thèse, Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

Yvette Sylvie Bouquet Ongono, Camerounaise, DEA, Etudiante au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.