



INSTITUT NATIONAL DES RECHERCHES AGRICOLES DU BENIN
Centre National de Spécialisation sur le maïs
B.P: 03 Tél: 21 10 02 78 / 21 03 39 67 Niaouli (ATTOGON)

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI
Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie
05 BP 1604 Cotonou, Bénin

FIGHE TECHNIQUE

**Utilisation de la combinaison d'une rhizobactérie
(*Pseudomonas putida*) avec un dérivé de chitine et des engrais
minéraux pour améliorer le rendement du maïs sur sol
ferrallitique non dégradé au Sud-Bénin**



Msc AGBODJATO Nadège
Dr NOUMAVO A. Pacôme
Msc ATTA Mohamed
Msc AGBESSI Léonce
Dr Ir. ADJANOHOUN Adolphe
Pr. BABA-MOUSSA Lamine

Juillet, 2016

1. Introduction

Au Bénin, le maïs est à ce jour la céréale la plus cultivée et la plus consommée loin devant le riz et le sorgho. Il constitue une des sources importantes d'alimentation et contribue à la sécurité alimentaire des populations (Sohinto et Aïna, 2011). Pratiqué dans toutes les zones agroécologiques du pays, le maïs est cultivé surtout pour ses grains riches en amidon, en fer, en vitamine B et en minéraux. Il se consomme généralement sous formes transformées. Plusieurs produits dérivés y en sortent parmi lesquels la farine sèche prédestinée à la préparation de la pâte de maïs, le *Ogui*, le *Mawè*, le *Ablo*, le *Massa*, le *Aklui*, le *Akpan* et autres (Nago *et al.*, 1998).

La production du maïs au Sud du Bénin est confrontée à diverses contraintes, malgré l'utilisation des engrais minéraux. Le rendement moyen national de maïs en 2009 a été de 1,4 t/ha (Sohinto et Aïna, 2011) pour des rendements potentiels en milieu réel de 3,5 à 4 t/ha (Yallou *et al.*, 2010). Ainsi, il nécessaire de recourir à de nouvelles technologies pour accroître la productivité du maïs.

Dans ce contexte, Adjanohoun *et al.* (2011) ont rapporté que les rendements moyens de maïs inoculé avec les rhizobactéries *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida* et *Azospirillum lipoferum* ont connu des accroissements de rendements respectivement de 109,7%,

de 48,3% et de 20,5% par rapport au rendement moyen de maïs obtenu sans inoculation des semences de maïs. Agbodjato *et al.* (2015) montrent que la combinaison des rhizobactéries *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida* et *Azospirillum lipoferum* avec un dérivé de la chitine a un effet positif sur la croissance et le rendement du maïs.

DEFINITIONS :

- Une rhizobactérie est un organisme vivant microscopique, présent dans la région du sol directement influencée par les racines des plantes.
- Un dérivé de la chitine est un produit obtenu du traitement biochimique de la chitine. La chitine est un matériau résistant et souple, synthétisé par des glandes spéciales de nombreuses espèces animales ou fongiques.
- Un engrais minéral est une substance chimique destinée à apporter des compléments d'éléments nutritifs aux plantes, de façon à améliorer leur croissance et à augmenter les rendements et la qualité des récoltes.
- Un sol ferrallitique est le sol des zones tropicales humides, de couleur rouge, pauvre en silice et riche en fer et en aluminium.
- Un sol ferrallitique non dégradé est un sol ferrallitique qui n'a pas perdu ses capacités de rétention de l'eau et des éléments nutritifs de la plante.

2. Méthodologie

Les principales étapes de la méthodologie sont la préparation du sol, l'acquisition des semences de maïs, la préparation des inocula, le traitement des semences avec le dérivé de la chitine, le semis, le sarclage, la fumure et la récolte.

2.1. Préparation du sol (Yallou *et al.*, 2010)

Le nettoyage du champ se fait, à l'aide de la machette (pour le travail manuel) et du tracteur (pour la culture mécanisée), comme suit:

- i) sur une parcelle en friche, dégager à l'aide de la machette le sous-bois et abattre les gros arbres;
- ii) défricher les herbes basses pour rendre le terrain propre ;
- iii) entasser en un seul endroit les branchages et autres résidus ne pouvant vite pourrir;
- iv) éliminer au maximum l'ombrage car les meilleurs rendements de maïs s'obtiennent lorsque les plants de maïs reçoivent suffisamment et directement la lumière solaire.

Le labour se fait, à l'aide de la houe (pour le travail manuel), des bœufs et de la charrue (pour la culture attelée) et du tracteur (pour la culture mécanisée), comme suit:

- v) retourner le sol sur une profondeur de 10 à 15 cm en enfouissant les herbes fauchées ;
- vi) casser les mottes de terre et niveler le champ afin de le rendre plat;
- vii) confectionner des billons ou des buttes lorsque le sol est trop léger ou lorsqu'il retient beaucoup d'eau.

2.2. Acquisition des semences de maïs

Il faut acquérir les semences de maïs de base ou certifiées auprès des fournisseurs agréés par le Ministère en charge de l'agriculture. Il faut exiger la fiche renseignant sur le taux de germination des semences. Le taux de germination des semences doit être supérieur à 85%.

Les variétés de maïs conseillées sont celles possédant des rendements potentiels en milieu paysan de 3,5 à 4 t/ha (Yallou *et al.*, 2010).

2.3. Préparation des inocula

La bactérie utilisée est *Pseudomonas putida* (Adjanooun *et al.*, 2011). L'inoculum (**photo 1**) est obtenu par culture en milieux nutritifs liquides pendant 24 heures à 30 °C. Les concentrations microbiennes d'environ 10^8 UFC/ml sont utilisées pour inoculer les semences de maïs.



Photo 1 : Inocula de rhizobactéries

2.4. Traitement des semences avec le dérivé de la chitine ou chitosane (Agbodjato *et al.*, 2015)

Il faut tremper pendant 12 heures les semences de maïs dans une solution de chitosane diluée au 1/10, soit la dose de 0,5 g/l, (**photo 2**). Le chitosane utilisé est obtenu suite à des traitements biochimiques des exosquelettes des langoustes. Il est un composé biodégradable, non toxique ni à l'homme, ni aux animaux, ni à l'environnement.



Photo 2 : Semences de maïs immergées dans la solution de chitosane

2.5. Semis

2.5.1. Ouverture des poquets

Il faut, à l'aide d'un piquet, ouvrir des poquets bien alignés (**photo 3**), de 5 cm de profondeur environ, à des écartements de 80 cm entre les lignes et de 40 cm sur la ligne (Yallou *et al.*, 2010).



Photo 3 : Ouverture des poquets

2.5.2. Inoculation des semences de maïs par *Pseudomonas putida*

Il faut déposer deux (02) graines de maïs traitées avec le chitosane dans chaque poquet et y verser 10 ml de la suspension bactérienne (Agbodjato *et al.*, 2015 ; **photo 4**). Cette opération se fait après deux (02) à trois (03) pluies successives permettant une bonne humidification du sol obtenue avec 15 à 20 mm de hauteur de pluie. Le semis se fait au cours du mois de mars ou du mois d'avril pour les semis de maïs précoces et au plus tard en mai pour les semis de maïs tardifs.



Photo 4 : Inoculation des semences par *Pseudomonas putida*

2.6. Sarclage

Il faut réaliser trois (03) sarclages, les deux (02) premiers étant impératifs et le troisième est facultatif (en fonction de l'enherbement du champ), pour garantir une bonne récolte. Le premier sarclage du champ se fait deux (02) à trois (03) semaines après le semis suivant le niveau d'enherbement du champ. Le deuxième sarclage, qui est un sarclo-buttage, se fait quatre (04) semaines après le semis pour les variétés de maïs extra précoces, six (06) semaines après le semis pour les variétés de maïs précoces et huit (08) semaines après le semis pour les variétés de maïs intermédiaires ou tardives (Yallou *et al.*, 2010).

Le premier sarclage doit être couplé avec le démariage des plants à 1 plant de maïs par poquet. Il faut s'assurer que c'est le plant le moins vigoureux qui est arraché.

Le contrôle des adventices est également possible avec l'utilisation de l'herbicide Primagan 500 en pré-émergence à raison de 4 litres/ha. En cas d'attaque de *Striga hermonthica*, il faut arracher les plants de striga avant leur floraison (INRAB, 1995)

2.7. Fumure

Il faut épandre l'engrais NPK (quel que soit le type) à la dose de 100 kg/ha, juste après le premier sarclage. Après le deuxième sarclage, il faut épandre l'urée à la dose de 50 kg/ha (Agbodjato *et al.*, 2015).

Les doses d'engrais ainsi décrits correspondent à la moitié des doses d'engrais NPK et d'urée recommandées par INRAB (1995) pour le maïs au Bénin.

2.8. Récolte

Il faut procéder à la récolte du maïs lorsque les plants ont atteint la maturité physiologique complète c'est-à-dire lorsque le point noir est bien apparu sur le grain. En ce moment, les grains sont secs et les feuilles jaunissent, se dessèchent et meurent (Yallou *et al.*, 2010).

3. Résultats

Les divers rendements obtenus varient selon le cycle végétatif et la variété de maïs utilisé. Les rendements sont présentés dans le **tableau 1**.

Tableau 1 : Rendements de maïs obtenus suite à l'utilisation de semences inoculées avec la rhizobactérie *Pseudomonas putida* combinée avec le chitosane et demi-dose d'engrais minéraux

Variétés de maïs à cycle végétatif :	Durée du cycle végétatif	Rendement à l'hectare
Extra court	75 jours	2 tonnes
Court	90 jours	4 tonnes
Intermédiaire à long	95 à 110 jours	5 tonnes
Long	120 jours	6 à 7 tonnes

4. Implications pour le développement

L'inoculation des semences de maïs avec la rhizobactérie *Pseudomonas putida*, combinée avec le chitosane et la demi-dose d'engrais minéraux, permet d'augmenter d'environ 45% les rendements de maïs en réduisant de moitié la quantité d'engrais minéraux recommandée.

Ce résultat revêt grande une importance dans le contexte des sols ferrallitiques du Bénin avec une bonne fertilité originelle qui se perd très vite car la minéralisation de la matière organique est très accélérée sous l'effet conjugué du climat et des cultures (Igué, 1992). L'utilisation des rhizobactéries améliore la vie microbienne des sols, permet d'enrichir la matière organique du sol et de garantir la durabilité des systèmes agricoles au Sud du Bénin. Par ailleurs, la réduction des engrais minéraux minimise les risques liés à l'application de doses inadéquates d'engrais minéraux par les producteurs souvent peu formés.

Références bibliographiques

- ADJANOHOUN A., ALLAGBE M., SIKIROU R., GOTOECHAN-HODONOU H., BABA-MOUSSA L. 2011. Utilisation des rhizobactéries *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonasputidas* et *Azospirillum lipoferum* pour améliorer la croissance et le rendement du maïs sur sol ferrallitique non dégradé au Sud-Bénin. Fiche Technique. ISBN: 978-99919-852-0-6. Dépôt légal n° 5309 du 02/09/2011, 3^{ème} Trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. 10 p.
- AGBODJATO N.A., NOUMAVO P.A., ADJANOHOUN A., DAGBENONBAKIN G., ATTA M., FALCON RODRIGUEZ A., de la NOVAL PONS B.M., BABA-MOUSSA L. 2015. Response of maize (*Zea mays* L.) crop to biofertilization

with plant growth promoting rhizobacteria and chitosan under field conditions. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 3(6): 566-574. December – 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18006/2015>. ISSN No. 2320 – 8694.

- AGBODJATO N.A., NOUMAVO P.A., ASSOGBA S., ATTA M., KUIVON DOHOU S., DAGBENONBAKIN G., ADJANOHOUN A., BABA-MOUSSA L. 2015. Effet de la combinaison des champignons mycorhyziens, des rhizobactéries PGPR et du chitosane sur la croissance et le rendement en grains du maïs (*Zea mays* L.). 2015. In: Atelier Scientifique Spécial du Projet de Productivité Agricole de l’Afrique de l’Ouest (PPAAO). Résumés & Abstracts. ISBN 978-99919-0-839-7, Dépôt légal n° 8243 du 12/11/2015 4^{ème} Trimestre 2015, Bibliothèque Nationale du Bénin. Abomey-Calavi, Bénin. P. 12.
- GHOLAMI A., SHAHSAVANI S., NEZARAT S. 2009. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize. *World Academy Science Engineering Technology*. 49: 19-24.
- IGUE M. 1992 : Utilisation des données pédologiques pour une agriculture durable : cas des terres de barre au sud du Bénin. 12^{ème} réunion du sous-comité Ouest et Centre Africain de Corrélation des sols. Rapport FAO sur les ressources en sols du monde, N° 72. Pp 109-127.
- INRAB (Institut National des Recherches du Bénin). 1995. Fiche Technique sur les Cultures Vivrières, INRAB/MAEP/Bénin. 75 p.

- NAGO M.C., HOUNHOUGAN J.D., AKISSOE N., ANOU E., MESTRES C. 1998. Characterization of the Beninese traditional *ogi*, a fermented maize slurry : physicochemical and microbiological aspects. International Journal of Food Sciences & Technology. 33(3): 307-315.
- SOHINTO D, AÏNA M.S. 2011. Analyse de la rentabilité économique de 5 chaînes de valeur ajoutée maïs. Rapport d'étude. Programme de Conservation et de Gestion des Ressources Naturelles (ProCGRN), GIZ. 93 p.
- YALLOU C.G., AÏHOU K., ADJANOHOOUN A., BACO M.N., SANNI O.A., AMADOU L. 2010. Répertoire des Variétés de Maïs Vulgarisées au Bénin. Document Technique d'Information et de vulgarisation. INRAB/MAEP. Dépôt légal N° 4920 du 03 Décembre 2010, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. ISBN : 978-99919-368-4-0, 19 p.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Prof. Dr Ir. MENSAH Guy Apollinaire, Directeur de Recherche au CAMES, Directeur de publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) pour la lecture critique du manuscrit.

ISBN: 978 -99919-2-324-6.
Dépôt légal n° 8754 du 04/07/2016.
Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 3^{ème} trimestre.