



Effet simultané de la dilution et de la combinaison du *Rhizobium* et des mycorhizes sur la production foliaire et les propriétés physico-chimiques des jeunes feuilles de *Vigna unguiculata* (L.) Walp

Megueni Clotilde,^{1*} Awono Enama Tomas¹ et Ndjouenkeu Robert ²

¹Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, B.P. 454 – Ngaoundéré, Cameroun,

²Département des Sciences Alimentaires et de Nutrition, Ecole Nationale Supérieures des Sciences Agro – Industrielles (ENSAI), Université de Ngaoundéré, B.P. 455 Ngaoundéré, Cameroun

* Auteur correspondance Email : cmegueni2003@yahoo.fr

Original submitted in 23rd February 2011. Published online at www.biosciences.elewa.org on April 12, 2011.

RESUME

Objectif : Dans la partie septentrionale du Cameroun, les céréales constituent la base de l'alimentation. La diversification de ce régime alimentaire nécessite l'introduction des aliments riches en protéines et justifie l'amélioration de la quantité et de la qualité du niébé dont les feuilles, les gousses et les graines sont consommées.

Méthodologie et résultats : Un dispositif de type 7x2x2 avec sept combinaisons de rhizobium (R) et mycorhizes (M), soit (R₀M₁₀₀, R₂₅M₇₅, R₅₀M₅₀, R₇₅M₂₅, R₁₀₀M₀, R₁₀₀M₁₀₀, R₀M₀), deux variétés de niébé (Lori et VYA) et deux périodes de récolte (45 et 60 jours après semis) est utilisé. La double inoculation améliore la biomasse et la physico-chimie des deux variétés de niébé. A 45 jours après semis (JAS), la combinaison R₅₀M₅₀ stimule la production foliaire de 47 et de 25 % (Lori et VYA respectivement). Les feuilles R₁₀₀M₀ récoltées tôt sont riches en protéines et en fer. VYA est plus riche en protéines que Lori.

Conclusion et applications : La double inoculation des plants de niébé augmente la quantité et la qualité feuilles. La variété Lori a une importante biomasse foliaire. La variété VYA est plus riche en protéines. La double inoculation R₁₀₀M₁₀₀ favorise l'augmentation considérable des teneurs en calcium, phosphore et fer. La teneur en protéines des jeunes feuilles de niébé est plus élevée lorsque le traitement R₁₀₀M₀ est appliqué. Les jeunes feuilles de niébé récoltées à 45 JAS sont à recommander car celles-ci présentent une valeur nutritionnelle meilleure que les feuilles récoltées à 60 JAS. Les feuilles de la variété VYA récoltées à 45 JAS sur les plants inoculés au rhizobium constitue un supplément alimentaire riche en sels minéraux, plus particulièrement en Ca et Fe. Elles sont également enrichies en protéines. Sa consommation est préconisée contre la malnutrition protéique et l'anémie qui sévissent dans la partie septentrionale du Cameroun. Elle diversifiera le régime alimentaire riche en céréales.

Mots clés : *Vigna unguiculata*, mycorhizes, Rhizobium, production foliaire, propriétés physico-chimiques.

Simultaneous effect of dilution and combination of Rhizobia and mycorrhiza on foliar production and physico-chemical properties of young leaves of *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Objective: Cereals are the basis of diet in the Northern part of Cameroon. Diversification of this diet supposes the introduction of foods rich in protein like cowpea. It is important to improve quantitatively and qualitatively such crop which leaves, pods and seeds are ate by local population

Methodology et results: A 7x2x2 factorial design with seven combinations of rhizobia (R) et mycorrhiza (M) whith are R₀M₁₀₀, R₂₅M₇₅, R₅₀M₅₀, R₇₅M₂₅, R₁₀₀M₀, R₁₀₀M₁₀₀ and R₀M₀, two varieties of cowpea (Lori and VYA) and two periods of harvest (45 and 60 days after planting) is used. The dual inoculation improved the foliar biomass and physico-chemical properties of varieties of cowpea. At 45 days after planting (DAP), the combination R₅₀M₅₀ stimulated leaves production by 47 and 25 % (Lori and VYA respectively). Leaves of R₁₀₀M₀ treatment harvested at 45 DAP are rich in proteins and iron. The variety VYA is reach in protein than Lori.

Conclusion and applications: Dual inoculation of cowpea plants increase leaves quantity and quality. The cowpea variety Lori has an important foliar biomass whereas the variety VYA has high proteins content. The dual inoculation R₁₀₀M₁₀₀ significantly increases Ca, P and Fe contents. Proteins content of young leaves of cowpea is high when R₁₀₀M₀ treatment is applied. Young leaves of cowpea harvested at 45 DAP are recommended for consumption because of their high nutritional value. Leaves of Vya variety harvested at 45 DAP on rhizobial inoculated plants constitute a diet supplement rich in minerals, particularly in Ca and Fe. They are also rich in proteins. Its consumption is recommended against protein malnutrition and anaemia, widespread in the northern part the country. This consumption would allow diversification of diet based on cereals.

Key words: *Vigna unguiculata*, mycorrhiza, Rhizobia, leaves production, physico- chemical properties.

INTRODUCTION

La population mondiale et particulièrement la population africaine a enregistré depuis 1980, une considérable explosion démographique (Fresco, 2003). Cette croissance démographique s'accompagne d'un besoin équivalent en augmentation de la production alimentaire. En Afrique subsaharienne, lorsque la récolte céréalière augmente de 1 % par an, la population s'accroît de 2,5 % environ (Smaling *et al.*, 1997). Les organisations internationales (FAO et Banque Mondiale) et les pouvoirs publics recommandent de doubler la production agricole d'ici 2015 et de développer les suppléments alimentaires pour répondre à la forte demande alimentaire et réduire ainsi les risques de malnutrition et d'accroissement de la pauvreté. La mise en œuvre de cette recommandation doit prendre en compte les habitudes alimentaires locales.

Dans la partie septentrionale du Cameroun, les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation. Bien qu'étant calorifiques, ils restent déficients en protéines (Watier, 1982 ; Tien *et al.*, 2002). Un apport protéique dans cette alimentation s'avère important. Les Légumineuses dont la valeur protéique varie de 18 à 38 % constituent un excellent supplément protéique pour ces régimes à base de céréales, ceci d'autant plus

que dans la plupart des pays en développement comme le Cameroun, les protéines animales ne sont pas toujours à la portée du paysan moyen. Le niébé représente l'une des sources de protéines les moins onéreuses (Bado, 2002). Les feuilles fraîches de cette plante font partie des légume-feuilles les plus consommés dans l'Adamaoua - Cameroun (Tchiégang et Aïssatou, 2004). Ces feuilles sont récoltées plusieurs fois avant la maturité des gousses avec comme inconvénient la réduction de la production des graines. Il serait donc judicieux de déterminer la période à laquelle les feuilles présentent la meilleure valeur nutritionnelle afin de limiter le nombre de récoltes.

Il est évident que la productivité agricole est corrélée aux propriétés du sol en rapport direct avec sa fertilité; Et CGIAR (2001) constate que la dégradation des sols est si importante en Afrique sub-saharienne en général et au Cameroun en particulier. De ce fait, l'augmentation de la production agricole dans le but de répondre aux recommandations de la FAO et de la Banque Mondiale sus-citées dépend d'un choix judicieux des technologies capables de restaurer ou de préserver de façon durable la fertilité des sols. Il est évident que les engrais chimiques augmentent considérablement la production agricole, mais ils

causent de sérieux dommages tant à l'environnement. Dès lors, la réponse à la demande alimentaire des populations implique l'amélioration de la production agricole à travers les stratégies respectueuses de l'environnement et de la santé humaine. C'est pour ces raisons que la recherche scientifique préconise des stratégies basées sur l'utilisation des engrais biologiques ou biofertilisants (Döbereiner, 1994). L'objectif principal du présent travail est d'évaluer

MATERIEL ET METHODES

Présentation du site expérimental : Les travaux sont effectués à Ngaoundéré (Adamaoua -Cameroun), au lieu-dit Bini. Le climat de la région est de type soudano-guinéen avec une saison sèche qui va d'octobre à mars et une saison de pluies couvrant le reste de l'année. Le site est situé à une altitude de 1155,8 m, à 7° 24' 61" latitude Nord et à 13° 34' 24" longitude Est. Le sol du site qui est de type ferrallitique développé sur du basalte (Megueni *et al.*, 2006) était en jachère depuis 6 ans.

Matériel végétal : Les graines de deux variétés de *Vigna unguiculata* (L.) Walp vulgarisées dans les provinces septentrionales du Cameroun par l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) sont utilisées. Il s'agit des variétés Lori et VYA.

Les biofertilisants : Les *Rhizobium* sont isolés des nodules de quatre Légumineuses *Arachis hypogea* (arachide), *Vigna unguiculata* (niébé), *Phaseolus vulgaris* (haricot commun) et *Vigna subterranea* (voandzou) au laboratoire de microbiologie de l'IRAD de Ngaoundéré (Ngakou *et al.*, 2009). Cet inoculum ayant une concentration bactérienne initiale de 10^8 ufc.mL⁻¹ est au préalable dilué avec de l'eau physiologique (Padmanabhan & Halliday, 1982), à 25, 50, 75 et 100 %, correspondant respectivement aux concentrations suivantes : 10^2 , 10^4 , 10^6 et 10^8 ufc.mL⁻¹. L'inoculum de mycorhizes est un mélange de sol et de racines de *Zea mays* renfermant les mycéliums et les spores de *Glomus clarum* à une concentration de 20 spores par gramme de substrat. Les mycorhizes sont dilués par du sable fin à des proportions variables : 25 %, 50 %, 75 % et 100 %.

RESULTATS ET DISCUSSION

Production foliaire de *V. unguiculata* : La production foliaire varie significativement ($P < 0,05$) en fonction des variétés, de la date de récolte et du type d'inoculation. Cette production foliaire augmente progressivement

l'influence des *Rhizobium* et des mycorhizes sur la biomasse et la qualité nutritionnelle des feuilles de niébé à Ngaoundéré. Spécifiquement, il s'agira d'évaluer l'effet des *Rhizobium* et des mycorhizes à différents taux de dilution sur la biomasse foliaire et sur les propriétés physico-chimiques des feuilles de niébé.

Implantation et aménagement de la parcelle expérimentale : Après nettoyage du site expérimental, des billons de 1 x 3,5 m ont été constitués. Le dispositif expérimental est factoriel de type 7x2x2 avec 7 formes d'inoculation, 2 variétés de niébé et 2 périodes de récolte. Le facteur inoculum a consisté à inoculer ou non et à 7 taux de dilution les graines des deux variétés de niébé avant semis. Ainsi, les semences ont subi ces traitements : traitement 0 % *Rhizobium* et 100 % Mycorhizes (R₀M₁₀₀), traitement 50 % *Rhizobium* et 50 % Mycorhizes (R₅₀M₅₀), traitement 25 % *Rhizobium* et 75 % Mycorhizes (R₂₅M₇₅), traitement 100 % *Rhizobium* et 0 % Mycorhizes (R₁₀₀M₀), traitement 100 % *Rhizobium* et 100 % Mycorhizes (R₁₀₀M₁₀₀), traitement 75 % *Rhizobium* et 25 % Mycorhizes (R₇₅M₂₅), et enfin le traitement témoin non inoculé (R₀M₀). Le facteur variété a consisté à semer la variété Lori à droite et la variété VYA à gauche du même billon constituant une unité expérimentale. Le facteur temps de récolte a consisté à effectuer une première récolte à 6 semaines et la deuxième à 8 semaines après semis. La technique d'inoculation par les deux biofertilisants est celle décrite par Nwaga (1997).

Analyses physico-chimiques : Les teneurs en protéines (N x 6,25) sont déterminées selon les normes AOAC (1986). Les minéraux (Fe, P, Ca et Mg) sont dosés par des méthodes standard à partir des cendres obtenues par incinération des poudres.

Analyses statistiques : Les analyses statistiques sont effectuées par le logiciel Statgraphic plus. Les résultats sont traités par l'analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5% et éventuellement les moyennes sont comparées par le test de Duncan.

chez les deux variétés de niébé, de la première à la cinquième semaine après semis (figure 1). La production foliaire de la variété Lori est supérieure à celle de la variété VYA. Ce résultat corrobore celui de

Moustapha (2007) qui a obtenu à Ngaoundéré (Cameroun) des valeurs allant de 15 à 93 feuilles par plant pour 17 variétés de niébé de même âge. Par ailleurs, les plants inoculés produisent plus de feuilles que celles non inoculées. Les traitements R₅₀M₅₀ et R₁₀₀M₁₀₀ se sont avérés meilleurs respectivement pour Lori et VYA avec des rendements respectifs de 47,06 % et 25% par rapport au témoin non inoculé. Toutes ces observations peuvent s'expliquer d'une part par des variations génétiques

existant entre les deux variétés, mais également par la présence des biofertilisants spécifiques qui favoriseraient la nutrition minérale de la plantule (Ngakou *et al.*, 2007). Certains minéraux ainsi fixés tels que le phosphore, joue un rôle déterminant dans la croissance et le développement de la plante. Les biofertilisants ayant ainsi permis d'améliorer la production foliaire, il est nécessaire d'évaluer leur impact sur la composition chimique des feuilles produites.

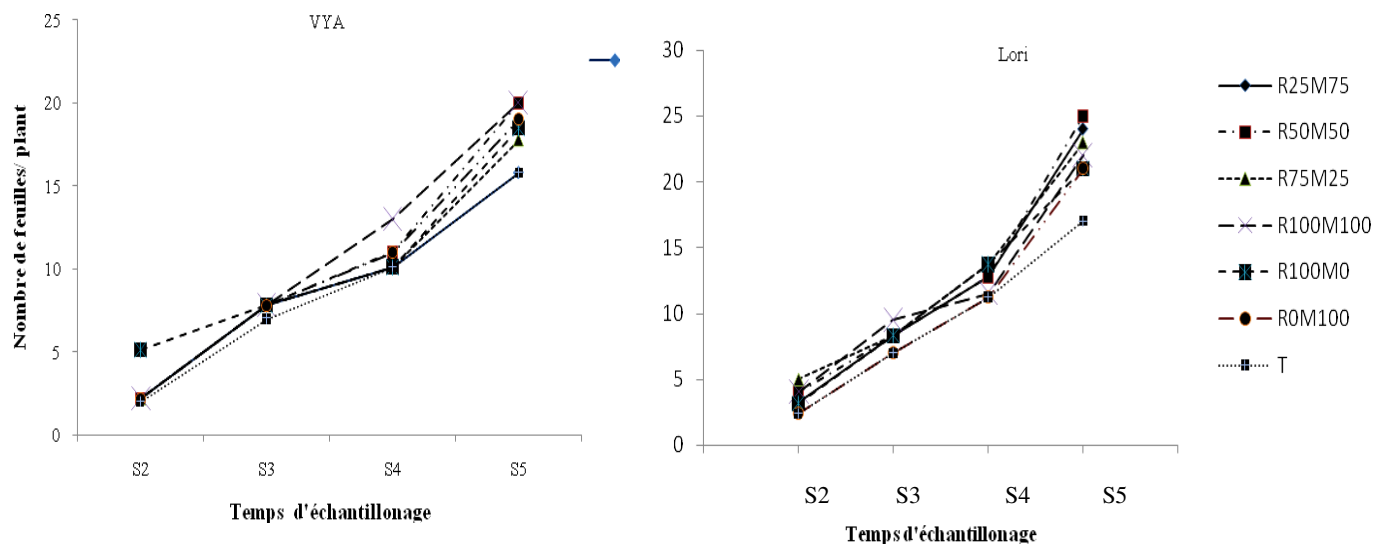


Figure 1 : Evolution du nombre de feuilles en fonction des différents traitements

R₀M₁₀₀ : Traitement 0% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes
 R₂₅M₇₅ : Traitement 25% *Rhizobium* + 75% Mycorhizes
 R₁₀₀M₁₀₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes
 T : témoin non inoculé ; S1 = 1^{ère} semaine après semis ; S2 = 2^{ème} semaine après semis ; S3 = 3^{ème} semaine après semis ; S4 = 4^{ème} semaine après semis ; S5 = 5^{ème} semaine après semis.

Composition chimique des jeunes feuilles de niébé.

Teneur en calcium : Les combinaisons R₁₀₀M₁₀₀ et R₂₅M₇₅ élèvent significativement (P < 0,05) la teneur en calcium des variétés Lori et VYA respectivement de l'ordre 409,24 % et 102,45 % par rapport au témoin (figure 2). L'augmentation de la teneur en calcium sur les feuilles inoculées peut s'expliquer par le fait que les mycorhizes et les *Rhizobium* émettraient des enzymes qui hydrolyseraient les substances calciques non accessibles directement aux racines. La consommation des jeunes feuilles de niébé traitées par les combinaisons R₁₀₀M₁₀₀ et R₂₅M₇₅ pourrait être

recommandée chez les personnes souffrant d'hypocalcémie.

Teneur en magnésium : Il existe une différence significative au seuil de 5 % sur la teneur en magnésium entre la première et la deuxième récolte. En effet, la teneur en magnésium des feuilles de niébé est plus élevée à la première récolte (figure 3). A la première récolte, le nombre de feuilles n'est pas aussi important qu'à la deuxième récolte. A la deuxième récolte, plusieurs feuilles ont vieilles.

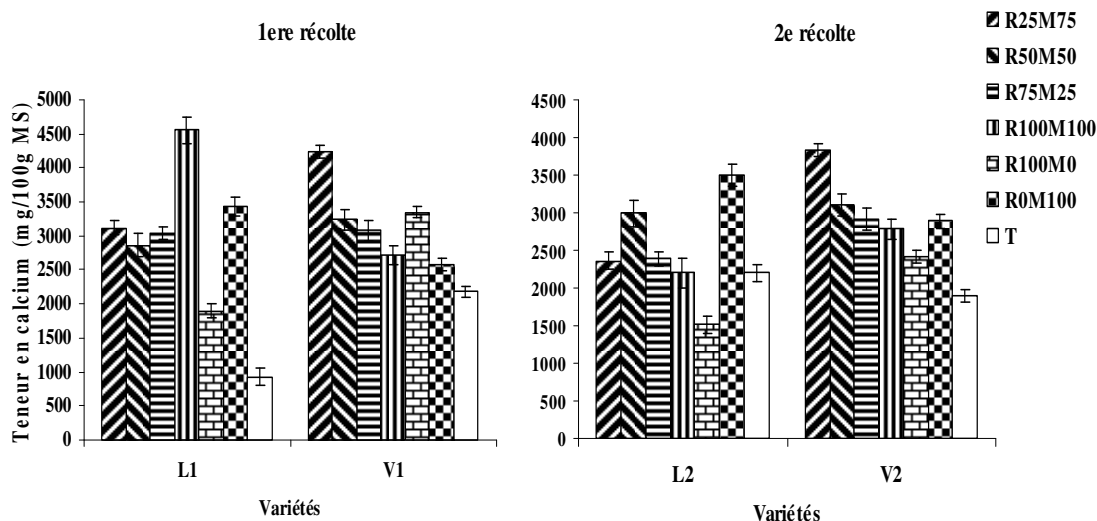


Figure 2: Influence des traitements sur la teneur en calcium des feuilles de niébé
 L = variété Lori, V = variété VYA ; 1 = première récolte (45 JAS) ; 2 = deuxième récolte (60 JAS)

R₀M₁₀₀ : Traitement 0% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes
 R₂₅M₇₅ : Traitement 25% *Rhizobium* + 75% Mycorhizes
 R₁₀₀M₁₀₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes
 T : témoin non inoculé.

R₅₀M₅₀ : Traitement 50% *Rhizobium* + 50% Mycorhizes
 R₁₀₀M₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 0% Mycorhizes
 R₇₅M₂₅ : Traitement 75% *Rhizobium* + 25% Mycorhizes

La richesse de ces vieilles feuilles en chlorophylle par rapport aux jeunes feuilles implique une richesse en magnésium. La faible teneur en magnésium des jeunes feuilles issues de la deuxième récolte s'explique alors par la présence à ce stade des feuilles plus âgées qui accumulent une grande quantité de magnésium nécessaire à la photosynthèse. L'action synergique des

Rhizobium et mycorhizes et de la dilution ont contribué à améliorer le statut minéral des feuilles de niébé. L'amélioration des teneurs en sels minéraux chez les plantes inoculées corrobore les résultats de Ghazial-Karaki *et al.* (2004).

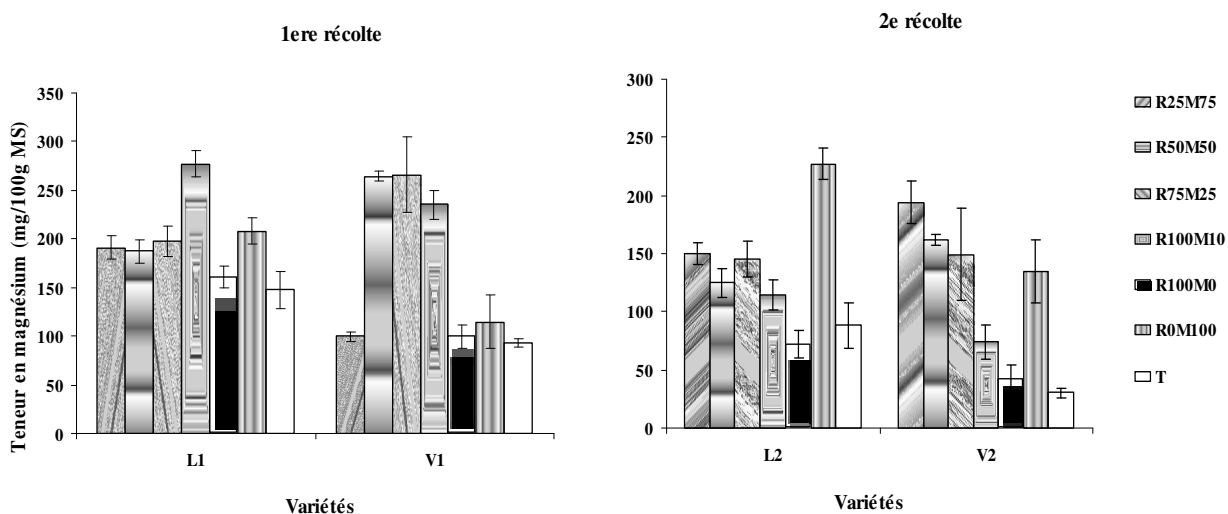


Figure 3: Influence des traitements sur la teneur en magnésium des feuilles de niébé

L = variété Lori, V = variété VYA ; 1 = première récolte (45 JAS) ; 2 = deuxième récolte (60 JAS)

R₀M₁₀₀ : Traitement 0% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

R₂₅M₇₅ : Traitement 25% *Rhizobium* + 75% Mycorhizes

R₁₀₀M₁₀₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

T : témoin non inoculé

R₅₀M₅₀ : Traitement 50% *Rhizobium* + 50% Mycorhizes

R₁₀₀M₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 0% Mycorhizes

R₇₅M₂₅ : Traitement 75% *Rhizobium* + 25% Mycorhizes

Teneur en phosphore : L'analyse statistique indique que le temps de récolte et les types d'inoculation influencent significativement la teneur en phosphore ($p < 0,05$). En effet, la teneur en phosphore des jeunes feuilles de niébé est plus élevée à la première qu'à la seconde récolte (figure 4). La biomasse foliaire plus importante à la deuxième récolte qu'à la première peut justifier ces résultats. En effet, le taux d'éléments minéraux par unité de masse est fonction de l'importance de la biomasse totale. Plus la biomasse est considérable, plus le taux d'éléments minéraux est bas (Lüttge & Higinbotham, 1979). A la première

récolte, le traitement R₁₀₀M₁₀₀ appliqué à la variété Lori a permis d'avoir une teneur en phosphore ($176,09 \pm 5,00$ mg/100g MS) presque trois fois supérieure à celle des feuilles témoin ($59,79 \pm 0,60$ mg/100g MS). Par contre, la variété VYA, traitée par R₇₅M₂₅ a connu une augmentation de sa teneur en phosphore d'environ 1,5 fois par rapport au témoin non inoculé.

Nos teneurs sont supérieures à celles de Moustapha (2007) qui a obtenu 28,99 et 24,35 mg/100g MS respectivement pour les feuilles non inoculées de Lori et de VYA.

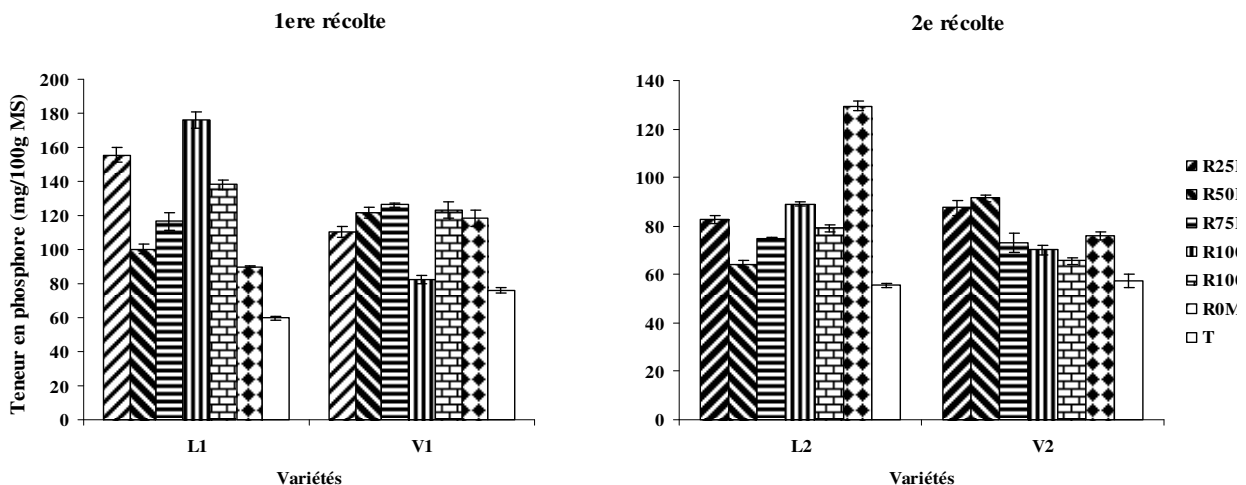


Figure 4 : Effet des traitements sur la teneur en phosphore des feuilles de niébé

L = variété Lori, V = variété VYA ; 1 = première récolte (45 JAS) ; 2 = deuxième récolte (60 JAS)

R₀M₁₀₀ : Traitement 0% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

R₂₅M₇₅ : Traitement 25% *Rhizobium* + 75% Mycorhizes

R₁₀₀M₁₀₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

T : témoin non inoculé

R₅₀M₅₀ : Traitement 50% *Rhizobium* + 50% Mycorhizes

R₁₀₀M₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 0% Mycorhizes

R₇₅M₂₅ : Traitement 75% *Rhizobium* + 25% Mycorhizes

Les feuilles des deux variétés de niébé sont en général plus riches en éléments minéraux (Ca, Mg et P) à la première récolte (figures 2, 3 et 4).

Teneur en fer : La teneur en fer des feuilles de niébé fluctue significativement ($p < 0,05$) en fonction de la variété et du type d'inoculation appliqué (figure 5). La variété Lori est plus riche en fer que la variété VYA. Les traitements R₂₅M₇₅ (pour VYA à la première récolte) et R₁₀₀M₁₀₀ (pour Lori à la 2^e récolte) ont favorisé l'accumulation du fer dans les feuilles de niébé. Les

teneurs en fer obtenues avec les traitements R₂₅M₇₅ et R₁₀₀M₁₀₀ sont respectivement 5 et 8 fois supérieures au témoin. Le facteur génétique pourrait expliquer les différences de teneur en fer et les différences dans la sensibilité aux biofertilisants des deux variétés de niébé. Compte tenu de l'importance du fer aussi bien chez les femmes que chez les adolescents, la consommation des jeunes feuilles de niébé, récoltées 8 semaines après semis et traitées par R₁₀₀M₁₀₀, est à recommander.

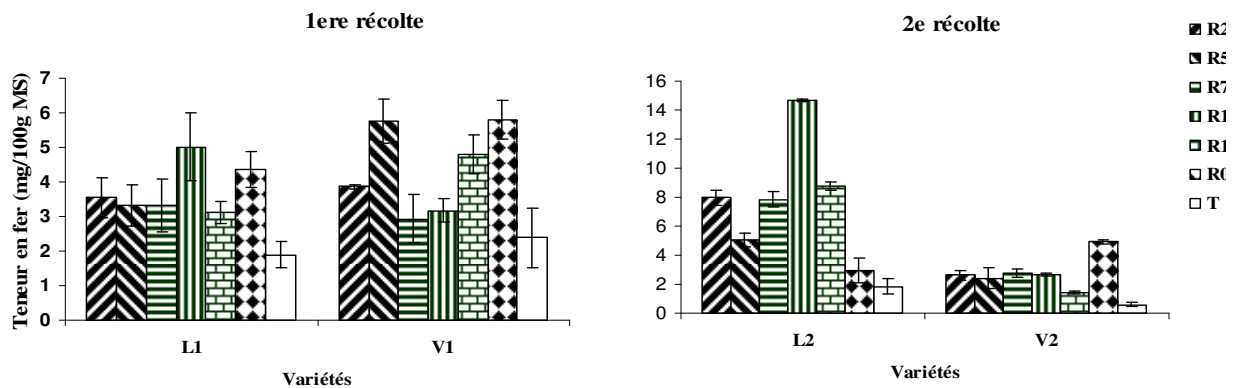


Figure 5: Effet des traitements sur la teneur en fer des feuilles de niébé (mg/100g MS)

L = variété Lori, V = variété VYA ; 1 = première récolte (45 JAS) ; 2 = deuxième récolte (60 JAS)

R₀M₁₀₀ : Traitement 0% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

R₂₅M₇₅ : Traitement 25% *Rhizobium* + 75% Mycorhizes

R₁₀₀M₁₀₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

T : témoin non inoculé.

R₅₀M₅₀ : Traitement 50% *Rhizobium* + 50% Mycorhizes

R₁₀₀M₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 0% Mycorhizes

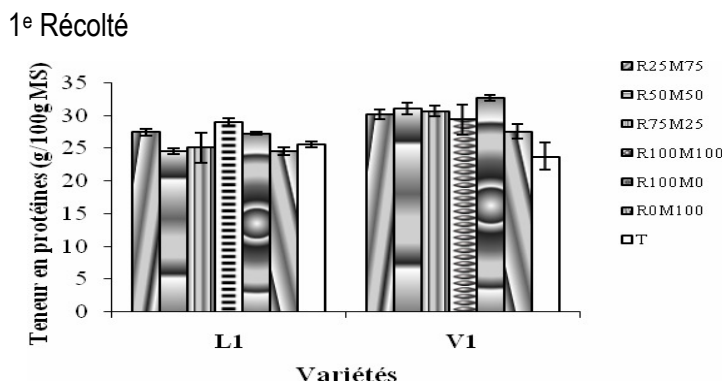
R₇₅M₂₅ : Traitement 75% *Rhizobium* + 25% Mycorhizes

Teneur en protéines des jeunes feuilles de niébé :

La teneur en protéines varie significativement ($P < 0.05$) en fonction de la date de récolte, de la dose de l'inoculation et de la variété de niébé (figure 6). Les feuilles issues de la première récolte (6 semaines après semis) sont plus riches en protéines que celles récoltées à 8 semaines après semis. Les traitements R₁₀₀M₀ et R₁₀₀M₁₀₀ ont présenté les meilleurs résultats pour la teneur en protéines des feuilles de niébé. La variété VYA a une teneur en protéines (32,73 g/100g MS) supérieure à celle de la variété Lori (29,00 g/100g MS). Ces résultats corroborent ceux de Moustapha (2007) qui a obtenu sur les feuilles inoculées de niébé à Ngaoundéré (Cameroun), une teneur en protéines de 23,70 g/100g MS pour la variété VYA contre 17,36 g/100g MS seulement pour la variété Lori. L'influence

du temps de récolte a également été observée par Bubenhein *et al.* (1990), qui ont noté que la teneur en protéines des feuilles de niébé variait de 43 g/100g MS pour les feuilles âgées de 10 jours à 30,5 g/100g MS pour les feuilles âgées de 25 jours.

Les résultats obtenus confirment le rôle des *Rhizobium* dans la nutrition azoté des plantes. En effet, les *Rhizobium* sont responsables de l'accroissement de la teneur en protéines puisqu'ils favorisent la fixation de l'azote atmosphérique (Giller & Wilson, 1991). Les *Rhizobium* produisent une quantité importante de nitrogénase, enzyme responsable de cette fixation et de l'incorporation de l'azote dans les molécules organiques telles que les acides aminés et les protéines.



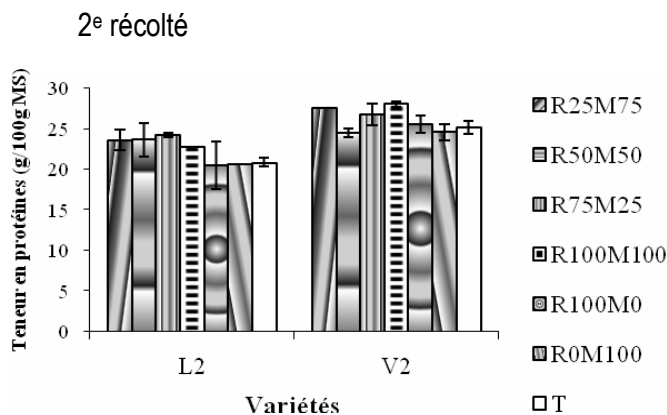


Figure 6: Influence des traitements sur la teneur en protéines des feuilles de niébé

L = variété Lori, V = variété VYA ; 1 = première récolte (45 JAS) ; 2 = deuxième récolte (60 JAS)

R₀M₁₀₀ : Traitement 0% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

R₅₀M₅₀ : Traitement 50% *Rhizobium* + 50% Mycorhizes

R₂₅M₇₅ : Traitement 25% *Rhizobium* + 75% Mycorhizes

R₁₀₀M₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 0% Mycorhizes

R₁₀₀M₁₀₀ : Traitement 100% *Rhizobium* + 100% Mycorhizes

R₇₅M₂₅ : Traitement 75% *Rhizobium* + 25% Mycorhizes

T : témoin non inoculé

CONCLUSION

Il ressort de ce travail que la double inoculation améliore la production foliaire et les propriétés physico-chimiques des jeunes feuilles de niébé ; la dilution des biofertilisants permet d'augmenter la production foliaire et la teneur en magnésium. Par ailleurs, la double inoculation R₁₀₀M₁₀₀ favorise l'augmentation considérable des teneurs en calcium, phosphore et fer par rapport aux autres types d'inoculation. La teneur en protéines des jeunes feuilles de niébé est plus élevée

lorsque le traitement R₁₀₀M₀ est appliqué. Les jeunes feuilles de niébé récoltées à 6 semaines après semis sont à recommander car celles-ci présentent une valeur nutritionnelle meilleure que les feuilles récoltées à 8 semaines après semis. La variété Lori a une importante biomasse foliaire par rapport à la variété VYA qui est plus riche en protéines.

BIBLIOGRAPHIE

- Fresco OL, 2003. Les engrais et l'avenir. In : *la sécurité mondiale et le rôle de la fertilité durable*. Maisonneuve Larousse (eds). Conférence IFA/FAO. Rome. Italie. 26-28 mars 2003 pp 51-67.
- Ghazial –Karabi MC, Michael B, Zak J, 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza*. 14: 263-269.
- Mahamat M, 2007. *Effets de l'inoculation (rhizobienne/mycorhizienne), et de la pulvérisation des plantes de Vigna unguiculata (L.) Walp. au Metarhizium anisoplae sur les caractéristiques physiques et chimiques des graines à maturité*. Mémoire de maîtrise. Faculté des Sciences. Université de Ngaoundéré- Cameroun. 42 p.
- Makalao MM., 2005. *Impact de la solarisation du sol et de l'inoculation rhizobienne sur le rendement*

et les propriétés physico-chimiques du sol et des grains de soja. Mémoire de DEA, ENSAI, Université de Ngaoundéré-Cameroun. 57 p.

- Megueni C, Ngakou A, Makalao MM, Kameni TD, 2006. Response of soybean (*Glycine max* L.) to soil solarization and rhizobial inoculation at Dang Ngaoundéré, Cameroun. *Asian Journal of plant Science* 5 (5): 832-837.
- Moustapha A, 2007. *Variabilité et analyse diallele de quelques caractéristiques physico-chimiques de la feuille chez Vigna unguiculata (L.) Walp à Dang (zone soudano-guinéenne du Cameroun)*. Mémoire de maîtrise. Faculté des Sciences. Université de Ngaoundéré-Cameroun. 46 p.
- Ngakou A, Megueni C, Ousseini H, Massao A, 2009. Study on the isolation and characterization of rhizobia strains as biofertilizer tools for growth improvement of four grain legumes in

- Ngaoundéré-Cameroon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3 (5): 1078-1089.
- Ngakou A, Nwaga D, Nebane CLN, Ntonifor NN, Tamo M, Parh AI, 2007. Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Rhizobia and Metarhizium anisoplae enhance P, N, Mg, K and Ca accumulation in field grown cowpea. *Journal of Plant Sciences*, (5): 518-529.
- Tchiégang C et Aïssatou K, 2004. Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*, 22 (1):11-18.
- Tien HH, Hien TM, Son MT, Herridge D, 2002. Inoculation and N₂ fixation of soybean and Mungbean in the Eastern Region of South Vietnam. *109e proceedings (ACIAR) Inoculants and Nitrogen at legumes in Vietnam*. Edited by D. Herridge. pp. 29-36.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist), 1986. *Official method of analysis*. 12th edition. Washington DC.
- CGIAR, 2001: Cowpea (*Vigna unguiculata*). CGIAR online I Research: Areas of Research, « http://www.cgiar.org/research/lres_cowpea.html », Washington, D.C.
- Padmanabhan S et Halliday J, 1982. Dilution of Liquid *Rhizobium* Cultures to Increase Production Capacity of Inoculant Plants. *Appl Environ Microbiol.* 44(2): 330-333.
- Bado BV, 2002 : Rôles de légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. PhD. Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'alimentation. Université Laval-Québec (Canada), 176 P.
- Nwaga D, 1997. Pilot production of rhizobia and mycorrhiza biofertilizers in Cameroon: interests and constraints. *Cam. J. Biol. Biochem. Sci.*, 7 : 16-23.
- Smaling EMA., Nandwa SM, Janseen BH, 1997. Soil fertility in Africa is at stake. In: *Replenishing soil fertility in Africa*. Buresh R. J., Sanchez P. A. et Calnoun F. (eds) SSSA special Publ. SI. SSSA. Madison. pp. 204-215.
- Watier B, 1982. *Un équilibre alimentaire en Afrique. Comment ?* Edité par F. Hoffman-La Roche et Cie. Neuilly-Sur Seine, France. 30p.