

# EFFET DE LA FERTILISATION MINERALE ET ORGANIQUE SUR LE RENDEMENT EN FRUITS DU PIMENT (*Capsicum annum* L.; SOLANACEAE) EN ZONE FORESTIERE DE BASSE ALTITUDE AU CAMEROUN

J. SEGNOU<sup>1</sup>, A. AKOA<sup>2</sup>, E. YOUNBI<sup>2</sup> et J. NJOYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Station Polyvalente de Recherche de Njombé, BP 13 Njombé, Cameroun. E-mail : segnoujean@yahoo.fr

<sup>2</sup>Département de Biologie et Physiologie Végétales, Université de Yaoundé I, BP 812 Yaoundé, Cameroun.

## RESUME

Une étude sur la fertilisation minérale et organique et le rendement en fruits du piment (*Capsicum annum* L.) a été menée au Cameroun. Trois types d'engrais simples : l'urée (46 %N), le superphosphate simple (16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et le sulfate de potassium (48 % K<sub>2</sub>O) ont été utilisés seuls, ou en combinaison deux à deux. Puis, une formulation d'engrais composé NPK (19-4-16) a été conçue en vue d'optimiser les rendements. Des fientes de poulet ont été utilisées comme engrais organique. Au cours du développement des plants, la hauteur de la plante, la largeur de la canopée, l'intervalle plantation-floraison, la durée floraison-fructification, le nombre et le poids de fruits récoltés ont été mesurés. Les résultats montrent que NPK (19-4-16), épandue 4 fois au cours du cycle, a eu des effets hautement significatifs sur tous les paramètres de développement. Des différences significatives ont également été enregistrés lorsque NPK a été épandue 3 ou 4 fois au cours du cycle. NPK épandue 4 fois, en dispersion régulière sous la frondaison, a donné des rendements plus importants. Ce dernier traitement a généré les meilleurs revenus et les rapports bénéfice-coûts. La fertilisation organique a entraîné un rendement et un rapport bénéfice-coût bien meilleurs aux nombreux traitements d'engrais minéraux.

**Mots clés :** *Capsicum annum* L., engrais, formulation, fertilisation.

## ABSTRACT

EFFECT OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZATION ON PEPPER FRUITS YIELD (*Capsicum annum* L.; SOLANACEAE) IN THE LOW ALTITUDE FOREST ZONE IN CAMEROON.

A study on the effect of mineral and organic fertilizations on fruits yield of pepper (*Capsicum annum* L.) was carried out in Cameroon. Three types of fertilizers: urea (46 %N), single superphosphate (16 %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), and potassium sulphate (48 %K<sub>2</sub>O) were used alone, or in combination with each other and a bulk fertilizer NPK (19-4-16) was also formulated in order to optimize fruit yield. Poultry manure was used as organic fertilizer. During crop growth, plant height, canopy width, planting-flowering interval, flowering-fruited period and the number and weight of fruits harvested were measured. The results show that bulking of the 3 single fertilizers, applied 4 times during the cropping period produced highly significant effects on all plant growth parameters. Significant differences were also observed on parameters of reproduction when NPK was applied 3 to 4 times during the cropping period. Furthermore, NPK, regularly broadcasted 4 times under plant canopy, gave the highest fruit yield. This latest treatment yielded the highest income and benefit-cost ratio. The organic fertilization had a higher fruit yield and higher benefit-cost ratio than many chemical fertilizer treatments.

**Key words :** *Capsicum annum* L., fertilizer, formulation, fertilization.

## INTRODUCTION

De multiples espèces de légumes sont exclusivement produites dans les jardins domestiques en Afrique pour servir de source stable et souvent abondante de nourriture à leurs cultivateurs. A l'exception de quelques unes (tomate, chou, laitue, pastèque, etc.), considérées comme des cultures commerciales, les pouvoirs publics n'accordent que peu d'importance à ce type de plantes, les reléguant même au rang de «cultures mineures». En effet, elles n'entrent pas dans la catégorie des aliments de base et jusqu'à récemment, la plupart des pays africains ont concentré leurs efforts de recherche sur les cultures vivrières dites «majeures» (maïs, manioc, etc.) ou les cultures commerciales possédant un potentiel d'exportation important (cacao, café, etc.). Dans ce contexte, le piment (*Capsicum annum* L.; Solanaceae), en particulier, a été systématiquement classé dans la catégorie des «cultures mineures» (Schippers, 2004). La capsaïcine, principe actif du piment, relève le goût des aliments et stimule les muqueuses de la bouche, de l'estomac et des intestins, provoquant de forts mouvements péristaltiques (Grubben et El Tahir, 2004). Qu'ils soient frais, séchés ou transformés, les piments sont des produits répandus sur tous les marchés ruraux, urbains et régionaux. Même si le commerce international de piments frais ou séchés se trouve encore au stade de balbutiement, cet épice est devenu l'une des principales cultures de diversification des exportations au Cameroun (PDEA, 2000).

La culture du piment en Afrique est habituellement effectuée dans de petites exploitations individuelles sur des parcelles variant de 0,5 à 1,2 ha. Ce qui pose le problème de la dégradation de la fertilité des sols dans un système d'exploitation traditionnelle où les efforts de restauration des capacités nutritives sont relégués au second plan. La plus grande partie des superficies de piment fort en Afrique tropicale est donc cultivée de façon extensive dans un système cultural à faibles intrants. Or, l'usage judicieux et plus intensif des engrais chimiques est reconnu comme nécessaire pour accroître rapidement les rendements agricoles (Defoer *et al.*, 2000). Aussi, les engrais organiques seuls ou additionnés d'équivalents minéraux ont une influence positive sur la croissance et la productivité du piment (Celik *et*

*al.*, 2004). Autour de cette filière horticole en pleine expansion au Cameroun, l'augmentation de la production est envisageable soit par l'accroissement agraire des superficies cultivées, soit par intensification des productions sur des superficies réduites.

Dans cette étude, nous nous proposons d'augmenter la production du piment au Cameroun par densification des rendements sur des surfaces réduites. Ce travail a donc pour objectifs de déterminer les effets des formulations, des doses d'épandage, des modes d'épandage, et le bilan économique d'engrais minéraux et organiques sur l'augmentation du rendement en fruits frais du piment. L'objectif général visé est d'augmenter de façon significative et durable les rendements en fruits frais du piment dans la zone forestière de basse altitude du Cameroun. Ce qui pourrait aboutir à la conquête des parts de marché au niveau local, sous-régional ou mondial.

## MATERIEL ET METHODES

### MATERIEL

Deux variétés de piment : Safi et Big sun ont été utilisées. Ce sont des variétés à gros fruits rouges et jaunes respectivement à la maturité. En pépinière, les semences ont d'abord été germées dans des caissettes en plastique et les plantules élevées jusqu'au stade 3 - 4 feuilles ; puis elles ont été transplantées dans des sachets en plastique perforés à la base, de contenance 0,25 l (12 cm x 15 cm), et préalablement remplis de terre superficielle. L'arrosage était maintenu quotidiennement, et les plants de piment étaient prêts pour la mise en place effective de l'essai lorsqu'ils avaient 15 - 20 cm de hauteur.

Trois types d'engrais simples ont aussi été utilisés, à savoir : l'urée (46 % N) ; le superphosphate simple (16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ; et le sulfate de potassium (48 % K<sub>2</sub>O). La fiente de poule sèche (12 % matière sèche) était utilisée pure comme engrais organique. Sa teneur minimum (% de la matière sèche) était de 2,0 N ; 2,2 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; 1,3 K<sub>2</sub>O ; 4,0 CaO ; 1,0 MgO et 2,0 SO<sub>2</sub>. L'expérience a été conduite simultanément en trois phases distinctes mais complémentaires à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Station Polyvalente de Njombé, au Cameroun.

## METHODES

**Expérience 1 : Effet des formulations d'engrais sur le rendement en fruits du piment**

Le dispositif expérimental était de type factoriel 2 x 9 (2 variétés de piments-Safi et Big sun- x 9 formulations fertilisantes), soit 18 traitements en 4 répétitions. Ces traitements étaient composés ainsi qu'il suit (Tableau 1).

Ainsi, chaque type d'engrais a été épandu en dispersion régulière sous la frondaison à 2, 6, 10 et 14 semaines après la transplantation, au cours des cycles végétatif et reproductif des plants de piment ; soit, par exemple, 150 kg/ha U + 80 kg/ha P + 120 kg/ha K = 350 kg/ha (35 g/plant) NPK 19-4-16 (T7), ou 100 kg/ha (10 g/plant) de fiente (T8), à chacun des 4 épandages.

**Expérience 2 : Effet des doses d'épandage sur le rendement en fruits du piment**

Le dispositif expérimental était de type factoriel 2 x 5 (2 variétés de piment x 5 doses d'épandage d'engrais minéraux et organique), soit 10 traitements en 4 répétitions. En raison du caractère ternaire de l'engrais utilisé par les jardiniers locaux pour accroître les rendements, la formulation d'engrais minéral du traitement T7, et celle d'engrais organique T8 ont été utilisées, aux doses suivantes : T10 : 1 x 350 NPK ; T11 : 2 x 350 NPK ; T12 : 3 x 350 NPK ; T13 : 4 x 350 NPK ; T14 : Identique à T8 de l'expérience 1. Témoin : Identique à T9 de l'expérience 1.

Ainsi, chaque type d'engrais a été épandu en dispersion régulière sous la frondaison à 2, 6, 10 et 14 semaines après la transplantation, au cours des cycles végétatif et reproductif des plants de piment.

**Expérience 3 : Effet des modes d'épandage sur le rendement en fruits du piment**

Le dispositif expérimental était de type factoriel 2 x 5 (2 variétés de piment x 5 modes d'épandage d'engrais minéraux et organique), soit 10 traitements en 4 répétitions. Ici, les formulations d'engrais minéral du traitement T7 et de l'engrais organique du traitement T8 ont

encore été utilisées. Aussi, les doses d'épandage d'engrais minéral et organique ont été celles des traitements T13 (4 x 350 kg/ha de NPK) et T14 (4 x 100 kg/ha de fiente) respectivement. Les traitements additionnels spécifiques étaient : T15 : 4 x 350 NPK, en deux points (à gauche et à droite) du plant ; T16 : 4 x 350 NPK, en deux bandes (à gauche et à droite) de la ligne des plants ; T17 : 4 x 350 NPK, en dispersion régulière sous la frondaison ; T18 : 4 x 350 NPK, en couronne tout autour du plant ; T19 : Identique à T14 de l'expérience 2, et en dispersion régulière sous la frondaison ; Témoin : Identique à T9 de l'expérience 1. De même, chaque mode d'épandage d'engrais a été effectué à 2, 6, 10 et 14 semaines après la transplantation, au cours des cycles végétatif et reproductif des plants de piment.

La taille parcellaire était de 3 m x 3 m (4 lignes de 3 m de long et 4 plants par ligne, soit 16 plants par parcelle expérimentale). Les écartements entre les plants étaient de 1 m x 1 m (soit une densité de plantation de 10 000 plants/ha). En vue de réduire la pression parasitaire récurrente pour la culture du piment, on a utilisé à chaque traitement 2 kg/ha de Trimangol® 80 WP (matière active : 800 g/kg de mancozèbe ; fongicide utilisé à la dose de 40 g de poudre mouillable par pulvérisateur à dos de 15 l), et 2 l/ha de Cypercal® 50 EC (matière active : 50 g/l de cyperméthrine ; insecticide utilisé à la dose de 30 ml de concentré émulsifiable par pulvérisateur à dos de 15 l) ; 10 traitements phytosanitaires au total ont été réalisés entre la transplantation et la fin de la récolte des fruits. Les observations ont été faites sur : la hauteur de la plante (cm) et la largeur de la canopée (cm) - ces deux paramètres de croissance végétative ont été observés après la nouaison des premiers fruits ; à ce stade, les organes végétatifs sont au maximum de leur développement ; l'intervalle plantation-floraison (nombre de jours entre la transplantation et la floraison, cette dernière étant considérée comme la période à laquelle 50 % des plants ont au moins une fleur ouverte) ; la durée floraison-fructification (nombre de jours entre la floraison et la fin de la récolte) ; le nombre et le poids (g) de fruits mûrs récoltés.

L'analyse de la variance (ANOVA) a été faite avec le logiciel statistique SAS, et lorsque les différences étaient significatives (P = 5 %), les moyennes ont été séparées par le Test de Student Newman-Keuls.

**Tableau 1** : Les différentes formulations d'engrais utilisées au cours de l'expérience.*The different fertilizers formulations used during the experiment.*

Type de traitements	Formulations
T1	150 kg/ha N
T2	80 kg/ha P
T3	120 kg/ha K
T4	150 kg/ha U + 80 kg/ha P
T5	150 kg/ha U + 120 kg/ha K
T6	80 kg/ha P + 120 kg/ha K
T7	150 kg/ha N + 80 kg/ha P + 120 kg/ha K (soit 350 kg/ha NPK)
T8	100 kg/ha de fiente
T9	Témoin (sans engrais)

### Analyse économique des traitements

Les charges de production suivantes ont été prises en considération : l'achat des engrais chimiques et organiques, l'achat des pesticides, la main-d'œuvre (conduite de la pépinière, préparation du terrain, transplantation, travaux d'entretien du champ et récoltes de fruits mûrs répétées hebdomadairement). Le coût des engrais minéraux est celui appliqué sur le marché local de Njombé au Cameroun, au moment de la conduite de cette expérience (18 000 FCFA/sac de 50 kg), ainsi que celui de la fiente de poule sèche (2 500 FCFA/sac de 20 kg). Le coût des produits phytosanitaires a été celui appliqué dans les magasins de Njombé à cette même période : 3 500 FCFA/sachet de 1 kg de Trimangol® 80 WP (matière active : 800 g/kg de mancozèbe) et 6 000 FCFA/litre de Cypercal® 50 EC (matière active : 50 g/l de cyperméthrine). Les enquêtes faites auprès des horticulteurs locaux ont révélé qu'une main-d'œuvre estimée à 800 hommes-jours est requise pour conduire un hectare de piment du germe à la fin de la récolte des fruits (8 mois), à raison de 1 500 FCFA/homme-jour. Sur le marché local camerounais, le seau en plastique de 15 litres est l'unité de mesure pour la commercialisation du piment. Il contient environ 750 fruits, pèse 5 kg et coûte 5 000 FCFA. Enfin, le rapport bénéfice-coût (r) indiquant le bénéfice attendu pour 1 FCFA investi dans la production du piment a été calculé.

### RESULTATS

#### EFFET DES FORMULATIONS D'ENGRAIS SUR LE RENDEMENT EN FRUITS DU PIMENT

Des différences significatives ont été notées au niveau des différents traitements, aussi bien pour les engrais simples que composés (Tableau 2). En effet, le traitement à l'azote uniquement (T1) a une influence positive sur les paramètres de croissance végétative tels que la hauteur de la plante (127,5 cm) et la largeur de la canopée (99,8 cm), mais un effet négatif sur les paramètres du développement reproductif tels que l'intervalle plantation-floraison (45,8 jours), la durée floraison-fruitification (172,0 jours) et le nombre de fruits par plant au cours du cycle reproductif (80 fruits). Le rendement en fruits (327,3 g/pied) n'est d'ailleurs pas significativement différent de celui du témoin T9 (426,5 g/pied).

Le superphosphate simple (T2) et le sulfate de potassium (T3), seuls ou en combinaison avec l'urée (T4 et T5 respectivement) ont généré des rendements en fruits non significativement différents à ceux de la fertilisation organique (T8 : 721,8 g/plant) ou du témoin T9. Le nombre et le poids de fruits par plant pour le traitement T4 (urée + superphosphate simple) ont été supérieurs à ceux du témoin respectivement de 27 et 76 %. Mais le traitement T5 (urée + sulfate

de potassium) a produit des effets significatifs aussi bien sur les paramètres de croissance végétative tels la hauteur de la plante (96,8 cm) et la largeur de la canopée (122,0 cm), et du développement reproductif tels l'intervalle plantation-fructification (35 jours) et la durée floraison-fructification (205 jours), par rapport au témoin (T9).

La combinaison entre le superphosphate simple et le sulfate de potassium (T6) a engendré des effets positifs sur les paramètres du développement reproductif des plants de piment : le nombre de fruits (181,1 fruits/plant) et le poids de fruits par plant (957,7 g/plant) ont été 57 % et 124 % respectivement supérieurs mais pas significativement différents au témoin (T9). La combinaison NPK (T7) a eu des effets hautement significatifs sur les paramètres aussi bien végétatifs que reproductifs, tels que la largeur de la canopée (132,8 cm), l'intervalle

plantation-floraison (30,8 jours) et la durée de floraison-fructification (246,8 jours). Pour ce traitement à l'engrais composé NPK, le nombre et le poids de fruits par plante ont été 148 et 241 % respectivement supérieurs au témoin T9. Ils ont par ailleurs été 74 et 102 % respectivement supérieurs à la fertilisation organique à la fiente de poule sèche (T8). Toutefois, la fertilisation organique à la fiente de poule sèche n'a pas amélioré significativement les paramètres de croissance végétative et du développement reproductif des plants de piment par rapport au témoin (T9), même si elle a allongé quelque peu la durée floraison-fructification (169 j) par rapport au témoin n'ayant reçu aucun traitement fertilisant (159 j). A la fin de l'expérience 1, le classement des traitements selon leur influence positive sur le rendement en fruits est le suivant :  $T7 > T6 \geq T4 \geq T8 \geq T3 \geq T2 \geq T9 \geq T5 \geq T1$ .

**Tableau 2** : Effet des formulations d'engrais sur la croissance végétative et le développement reproductif des plants de piment.

*Effect of fertilizer formulations on the vegetative growth and reproductive development of pepper plants.*

Traitement	Hauteur de la plante (cm)	Largeur de la canopée (cm)	Intervalle plantation-floraison (jours)	Durée floraison - fructification (jours)	Nombre de fruits par plant	Poids des fruits par plant (g)	Rendement en fruits (kg/ha)
T1	127,5 <sub>a</sub>	99,8 <sub>c</sub>	45,8 <sub>a</sub>	172,0 <sub>cd</sub>	80,0 <sub>b</sub>	327,3 <sub>c</sub>	3 273 <sub>c</sub>
T2	78,0 <sub>c</sub>	81,1 <sub>cd</sub>	38,6 <sub>bc</sub>	194,8 <sub>b</sub>	115,1 <sub>b</sub>	532,0 <sub>bc</sub>	5 320 <sub>bc</sub>
T3	71,5 <sub>c</sub>	77,1 <sub>de</sub>	36,3 <sub>c</sub>	187,6 <sub>bc</sub>	139,3 <sub>b</sub>	603,7 <sub>bc</sub>	6 037 <sub>bc</sub>
T4	86,3 <sub>bc</sub>	96,1 <sub>cd</sub>	40,0 <sub>bc</sub>	210,5 <sub>b</sub>	148,0 <sub>b</sub>	752,2 <sub>bc</sub>	7 522 <sub>bc</sub>
T5	96,8 <sub>b</sub>	122,0 <sub>b</sub>	35,0 <sub>c</sub>	205,0 <sub>b</sub>	96,3 <sub>b</sub>	423,0 <sub>bc</sub>	4 230 <sub>bc</sub>
T6	79,1 <sub>c</sub>	81,1 <sub>cd</sub>	39,1 <sub>bc</sub>	198,6 <sub>b</sub>	181,1 <sub>b</sub>	957,7 <sub>b</sub>	9 577 <sub>b</sub>
T7	121,1 <sub>a</sub>	132,8 <sub>a</sub>	30,8 <sub>d</sub>	246,8 <sub>a</sub>	287,6 <sub>a</sub>	1456,2 <sub>a</sub>	14 562 <sub>a</sub>
T8	74,3 <sub>c</sub>	76,6 <sub>de</sub>	38,8 <sub>bc</sub>	169,0 <sub>cd</sub>	164,8 <sub>b</sub>	721,8 <sub>bc</sub>	7 218 <sub>bc</sub>
T9	75,0 <sub>c</sub>	72,1 <sub>e</sub>	42,1 <sub>ab</sub>	159,0 <sub>d</sub>	115,6 <sub>b</sub>	426,5 <sub>bc</sub>	4 265 <sub>bc</sub>

#### EFFET DES DOSES D'EPANDAGE D'ENGRAIS SUR LE RENDEMENT EN FRUITS DU PIMENT

Aucune différence significative n'a été observée au niveau des différents paramètres de croissance (hauteur de la plante et largeur de la canopée) pour tous les traitements aux engrais composé NPK et organique, indépendamment des doses d'épandage (Tableau 3). Pour ces deux paramètres, le témoin (T9) a eu des

performances significativement inférieures (75,0 cm et 72,1 cm respectivement) par rapport aux parcelles traitées. Par ailleurs, aucune différence significative n'a été notée au niveau de l'intervalle plantation-floraison et la durée floraison-fructification pour tous les traitements NPK : pour le premier paramètre, le traitement à la fiente de poule sèche (T14) et le témoin (T9) ont été significativement plus élevés (38,3 jours et 42,1 jours respectivement). Le traitement T14 a plutôt allongé l'intervalle

plantation-floraison comparativement à la fertilisation minérale NPK, quelles que soient les doses d'épandage ; ici, cet intervalle est compris entre 30 et 33 jours. Pour le second paramètre, le témoin (T9) a eu une durée floraison-fructification plus courte (159 jours), alors que T14 n'était pas significativement différent des traitements NPK. Comme en T8, le traitement à la fiente de poule a encore allongé la durée floraison-fructification.

Cependant, des différences significatives ont été notées au niveau d'autres paramètres du développement reproductif, tels le nombre et le poids de fruits par plante. En effet, au traitement

T13 (4 x 350 NPK), le nombre de fruits par plante a été significativement supérieur (252,8 %) au témoin (T9). De même, le poids de fruits par plante pour ce traitement T13 a été significativement supérieur (308,6 %) au témoin (T9). Comparativement aux autres traitements, T13 a été 212,9 % supérieur à T10 (1 x 350 NPK), 186,7 % supérieur à T11 (2 x 350 NPK), 142,3 % supérieur à T12 (3 x 350 NPK), bien que cette différence ne soit pas significative, et 195,3 % supérieur à T14 (4 x 100 fiente). A la fin de l'expérience 2, le classement des traitements selon leur influence positive sur le rendement en fruits est le suivant :  $T13 \geq T12 \geq T11 \geq T14 \geq T10 \geq T9$ .

**Tableau 3** : Effet des différentes doses d'épandage d'engrais organique et minéral NPK sur la croissance végétative et le développement reproductif des plants de piment.

*Effect of different application doses of organic and NPK mineral fertilizers on the vegetative growth and reproductive development of pepper plants.*

Traitement	Hauteur de la plante (cm)	Largeur de la canopée (cm)	Intervalle plantation-floraison (jours)	Durée floraison - fructification (jours)	Nombre de fruits par plante	Poids des fruits par plante (g)	Rendement en fruits (kg/ha)
T10	126,5 <sub>a</sub>	127,3 <sub>a</sub>	30,3 <sub>b</sub>	217,3 <sub>a</sub>	126,2 <sub>c</sub>	618,2 <sub>bc</sub>	6 182 <sub>bc</sub>
T11	110,0 <sub>a</sub>	120,6 <sub>a</sub>	31,6 <sub>b</sub>	212,6 <sub>a</sub>	163,7 <sub>b</sub>	704,8 <sub>b</sub>	7 048 <sub>b</sub>
T12	124,8 <sub>a</sub>	120,5 <sub>a</sub>	32,1 <sub>b</sub>	237,8 <sub>a</sub>	201,0 <sub>ab</sub>	924,8 <sub>ab</sub>	9 248 <sub>ab</sub>
T13	117,1 <sub>a</sub>	117,3 <sub>a</sub>	33,3 <sub>b</sub>	234,1 <sub>a</sub>	292,4 <sub>a</sub>	1316,2 <sub>a</sub>	13 162 <sub>a</sub>
T14	102,5 <sub>a</sub>	112,5 <sub>a</sub>	38,3 <sub>a</sub>	200,6 <sub>a</sub>	172,7 <sub>b</sub>	673,8 <sub>bc</sub>	6 738 <sub>bc</sub>
Témoin	75,0 <sub>b</sub>	72,1 <sub>b</sub>	42,1 <sub>a</sub>	159,0 <sub>b</sub>	115,6 <sub>c</sub>	426,5 <sub>c</sub>	4 265 <sub>c</sub>

#### EFFET DES MODES D'ÉPANDAGE D'ENGRAIS SUR LE RENDEMENT EN FRUITS DU PIMENT

Aucune différence significative n'a été observée au niveau des paramètres de croissance (hauteur de la plante et largeur de la canopée) au cours de cette expérience, pour les différents modes d'épandage de l'engrais minéral NPK (T15, T16, T17 et T18). A l'opposé, les traitements T19 (4 x 100 kg/ha de fiente) ainsi que le témoin (T9) ont eu des performances végétatives significativement inférieures à celles des traitements à l'engrais composé (Tableau 4). Par ailleurs, aucune différence significative n'a été notée au niveau de l'intervalle plantation-floraison et la durée floraison-fructification pour tous les modes d'épandage de l'engrais composé NPK. Le traitement T19 et le témoin (T9) ont cependant allongé l'intervalle plantation-floraison

(39,7 jours et 42,2 jours respectivement), et ont raccourci la durée floraison-fructification (177,0 jours et 159,0 jours respectivement), en comparaison aux traitements à l'engrais composé NPK, indépendamment du mode d'épandage.

Des différences significatives ont cependant été observées au niveau des autres paramètres du développement reproductif tels que le nombre et le poids de fruits par plante. En effet, le traitement T17 (4 x 350 NPK, en dispersion régulière) a généré un nombre supérieur de fruits par plante (223 fruits), et un poids supérieur de fruits par plante (1271,2 g/plante). Le nombre de fruits par plante en T17 a été ainsi significativement supérieur à celui obtenu pour les traitements T15 et T19, mais non significativement différent de celui obtenu pour les deux autres modes d'épandage du fertilisant

NPK (T16 et T18). L'augmentation du nombre de fruits a été 87 % supérieure à T19 (4 x 100 kg de fiente), et 92 % supérieure au témoin (T9).

De même, le poids (g) de fruits par plante en T17 a aussi été significativement supérieur à celui obtenu pour les traitements T15 et T19, mais non significativement différent des deux autres modes d'épandage du fertilisant NPK (T16 et T18). L'augmentation du poids de fruits a été

125 % supérieure au rendement en fruits obtenu au traitement T19 et 198 % supérieure au témoin (T9). Enfin, les traitements T15 et T19 ont eu les rendements en fruits les plus faibles (6 667 kg/ha et 5 628 kg/ha respectivement) ; ces rendements ont été supérieurs au témoin T9 (4 265 kg/ha). A la fin de l'expérience 3, le classement des traitements selon leur influence positive sur le rendement en fruits est le suivant :  $T17 \geq T18 \geq T16 \geq T15 \geq T19 > T9$ .

**Tableau 4** : Effet de différents modes d'épandage d'engrais organique et minéral NPK sur la croissance végétative et le développement reproductif des plants de piment.

*Effect of different application methods of organic and NPK mineral fertilizers on the vegetative growth and reproductive development of pepper plants.*

Traitement	Hauteur de la plante (cm)	Largeur de la canopée (cm)	Intervalle plantation-floraison (jours)	Durée floraison - fructification (jours)	Nombre de fruits par plant	Poids des fruits par plant (g)	Rendement en fruits (kg/ha)
T15	121,3 <sub>a</sub>	126,3 <sub>a</sub>	30,0 <sub>b</sub>	232,5 <sub>a</sub>	123,0 <sub>b</sub>	666,7 <sub>b</sub>	6 667 <sub>b</sub>
T16	127,6 <sub>a</sub>	122,1 <sub>a</sub>	34,0 <sub>b</sub>	218,3 <sub>a</sub>	136,3 <sub>ab</sub>	786,2 <sub>ab</sub>	7 862 <sub>ab</sub>
T17	127,0 <sub>a</sub>	133,1 <sub>a</sub>	29,8 <sub>b</sub>	218,1 <sub>a</sub>	223,0 <sub>a</sub>	1271,2 <sub>a</sub>	12 712 <sub>a</sub>
T18	125,5 <sub>a</sub>	124,6 <sub>a</sub>	30,8 <sub>b</sub>	239,0 <sub>a</sub>	167,5 <sub>ab</sub>	927,0 <sub>ab</sub>	9 270 <sub>ab</sub>
T19	84,8 <sub>b</sub>	94,1 <sub>b</sub>	39,7 <sub>a</sub>	177,0 <sub>b</sub>	118,8 <sub>b</sub>	562,8 <sub>b</sub>	5 628 <sub>b</sub>
Témoin	75,0 <sub>b</sub>	72,1 <sub>b</sub>	42,2 <sub>a</sub>	159,0 <sub>b</sub>	115,6 <sub>b</sub>	426,5 <sub>c</sub>	4 265 <sub>c</sub>

#### ANALYSE ECONOMIQUE DES DIFFERENTS TRAITEMENTS

Le coût des engrais minéraux et organique a varié d'un traitement à l'autre selon les quantités utilisées tout au long de chaque expérience (Tableau 5), alors que le coût des pesticides et celui de la main-d'œuvre ont été plutôt constants quel que soit le traitement. Les coûts variables les plus élevés étaient relatifs à l'utilisation de l'engrais composé 4 x NPK (1 894 000 FCFA/ha) pour toutes les trois expériences. A l'opposé, les deux traitements pour lesquels les coûts variables totaux étaient les moins élevés étaient 4 x 100 kg de fiente (1 440 000 FCFA) et le témoin (1 390 000 FCFA).

Par ailleurs, les rendements en fruits les plus élevés ont été obtenus lors de l'utilisation de l'engrais composé 4 x NPK, soit T7 (14 562 kg/ha), T13 (13 162 kg/ha) et T17

(12 712 kg/ha) respectivement pour les expériences 1, 2 et 3. Les autres traitements ont produit des rendements relativement plus faibles. Ces trois traitements ont généré les revenus les plus élevés, soit T7 (14 562 000 FCFA/ha), T13 (13 162 000 FCFA/ha) et T17 (12 712 000 FCFA/ha). Ces revenus ont respectivement été 341, 308 et 298 % significativement supérieurs au témoin T9 - ce qui en moyenne laisse espérer une augmentation de 300 %. Par ailleurs, le traitement T7 a eu le rapport bénéfice-coût le plus élevé ( $r = 6,7$ ), suivi des traitements T13 ( $r = 5,9$ ) et T17 ( $r = 5,7$ ). Pour ces trois traitements, les rapports  $r$  (non significativement différents entre eux) sont significativement supérieurs à ceux des traitements T5 ( $r = 1,3$ ) et T1 ( $r = 1$ ). Tous les autres traitements ont eu des rapports bénéfice-coût intermédiaires, indépendamment de l'expérience considérée.

Tableau 5 : Analyse économique des différents traitements.

*Economic analysis of the different treatments.*

Traitement	Coût des engrais (FCFA/ha)	Coût des pesticides (FCFA/ha)	Main-d'œuvre (FCFA/ha)	Coûts variables totaux (FCFA/ha)	Rendement (kg/ha)	Revenu brut (FCFA/ha)	Bénéfice brut (FCFA/ha)*	Rapport bénéfice/coût (r)
Expérience 1								
T1	216 000	190 000	1 200 000	1 606 000	3 273	3 273 000	1 667 000	1,0 <sub>c</sub>
T2	115 200	190 000	1 200 000	1 505 200	5 320	5 320 000	3 814 800	2,5 <sub>bc</sub>
T3	172 800	190 000	1 200 000	1 562 800	6 037	6 037 000	4 474 200	2,9 <sub>bc</sub>
T4	331 200	190 000	1 200 000	1 721 200	7 522	7 522 000	5 800 800	3,4 <sub>ab</sub>
T5	388 800	190 000	1 200 000	1 778 800	4 230	4 230 000	2 451 200	1,4 <sub>c</sub>
T6	288 000	190 000	1 200 000	1 678 000	9 577	9 577 000	7 899 000	4,7 <sub>ab</sub>
T7	504 000	190 000	1 200 000	1 894 000	14 562	14 562 000	12 668 000	6,7 <sub>a</sub>
T8	50 000	190 000	1 200 000	1 440 000	7 218	7 218 000	5 778 000	4,0 <sub>ab</sub>
T9	0	190 000	1 200 000	1 390 000	4 265	4 265 000	2 875 000	2,0 <sub>bc</sub>
Expérience 2								
T10	126 000	190 000	1 200 000	1 516 000	6 182	6 182 000	4 666 000	3,0 <sub>ab</sub>
T11	252 000	190 000	1 200 000	1 642 000	7 048	7 048 000	5 406 000	3,3 <sub>ab</sub>
T12	378 000	190 000	1 200 000	1 768 000	9 248	9 248 000	7 480 000	4,3 <sub>ab</sub>
T13	504 000	190 000	1 200 000	1 894 000	13 162	13 162 000	11 268 000	5,9 <sub>a</sub>
T14	50 000	190 000	1 200 000	1 440 000	6 738	6 738 000	5 298 000	3,7 <sub>ab</sub>
Témoin	0	190 000	1 200 000	1 390 000	4 265	4 265 000	2 875 000	2,0 <sub>bc</sub>
Expérience 3								
T15	504 000	190 000	1 200 000	1 894 000	6 667	6 667 000	4 773 000	2,5 <sub>bc</sub>
T16	504 000	190 000	1 200 000	1 894 000	7 862	7 862 000	5 968 000	3,2 <sub>ab</sub>
T17	504 000	190 000	1 200 000	1 894 000	12 712	12 712 000	10 818 000	5,7 <sub>a</sub>
T18	504 000	190 000	1 200 000	1 894 000	9 270	9 270 000	7 376 000	3,8 <sub>ab</sub>
T19	50 000	190 000	1 200 000	1 440 000	5 628	5 628 000	4 188 000	2,9 <sub>bc</sub>
Témoin	0	190 000	1 200 000	1 390 000	4 265	4 265 000	2 875 000	2,0 <sub>bc</sub>

\* : Taux de change: 1 € = 655,95 FCFA.

\* : Exchange rate: 1 € = 655.95 CFAF.

## DISCUSSION

Les traitements à l'urée ont induit une stimulation de croissance des plants de piment. L'urée seule favorise donc le développement des organes végétatifs des plants (tiges et feuilles), au détriment des organes reproductifs (fruits), qui sont les organes économiquement importants de ce légume-fruit (Expérience 1). Ainsi, l'action stimulatrice de l'élément N pour la production des fruits de piment ne s'exerce qu'en présence du phosphore P et de la potasse K. D'autres auteurs avaient déjà tiré des conclusions similaires (Obiagwu et Odiaka, 1995 ; Olasantan, 1994). Les trois éléments majeurs N, P, et K réunis ont été particulièrement importants pour l'induction des organes aussi bien végétatif que reproductif des plants de piment, étant donné que les rendements en fruits les plus élevés ont été obtenus lors de l'utilisation de l'engrais composé NPK. Ces observations

sont en accord avec les travaux de Baghoun *et al.* (2001) et de Guohua *et al.* (2001).

Le fait que le traitement à l'engrais organique (T8) ait eu un rendement en fruits (7 218 kg/ha) plus élevé que de nombreux traitements aux engrais minéraux, tels T1 (3 273 kg/ha), T2 (5 320 kg/ha), T3 (6 037 kg/ha) et T5 (4 230 kg/ha), avec un rapport bénéfice-coût ( $r = 4$ ) suffisamment élevé peut s'expliquer par l'assertion que la fumure organique est riche en P (Defoer *et al.*, 2000) et moins cher sur le marché camerounais ; en plus, elle est connue comme étant une ressource efficace pour le maintien de la fertilité, qui apporte au sol une gamme variée de macro- et micro-éléments (Pulgar *et al.*, 2000). Les apports en fumure organique ne rendent pas toujours immédiatement disponibles et facilement accessibles les éléments nutritifs qu'ils contiennent pour la plante, car ils doivent dans un premier temps être minéralisés par la microflore et la microfaune



telluriques avant de libérer ces éléments nutritifs ; ce qui n'est pas le cas avec la fumure minérale, prête à l'utilisation immédiatement après épandage (Aliyu, 2000 ; Kaya *et al.*, 2001). La minéralisation étant un phénomène progressif, des effets résiduels cumulatifs pourraient se manifester en faveur de l'amélioration de la fertilité du sol, donc de l'augmentation des rendements en fruits au cours des cycles de culture successifs (Kaho *et al.*, 2011). Par ailleurs, les rendements élevés en fruits des traitements T4 (7 522 kg/ha) et T8 (7 218 kg/ha) ayant reçu P, d'une part, et le rapport bénéfice-coût du témoin T9 ( $r = 2$ ) qui est meilleur que ceux des traitements T1 ( $r = 1$ ) et T5 ( $r = 1,3$ ) n'ayant pas reçu P, d'autre part, suggèrent que P est un élément indispensable, dont le plant de piment a besoin pour accroître sa capacité de produire des fruits.

Aussi, le fait que le traitement T13 (4 x 350 kg/ha NPK) ait par ailleurs généré le rendement le plus élevé (Expérience 2) peut s'expliquer par la structure même de la plante, car le piment généralement a une croissance végétative de type indéterminée et un système racinaire superficiel et peu pivotant ; et tant qu'il trouve dans la zone racinaire un bon régime hydrique et des éléments nutritifs nécessaires et en quantité suffisante, il continue de fleurir et de fructifier, donc de donner des rendements de plus en plus élevés (Guohua *et al.*, 2001 ; Obiagwu et Odiaka, 1995).

Compte-tenu du fait que les rendements en fruits des traitements T12 et T13 aient été proches et non significativement différents (9 248 et 13 162 kg/ha respectivement), ces résultats suggèrent qu'au cours de leurs phases de croissance et de développement, les plants de piment ont besoin de 3 à 4 apports de NPK pour maximiser leur production en fruits.

Par ailleurs, étant donné que le traitement T17 (4 x 350 kg/ha NPK, en dispersion régulière sous la frondaison) ait donné le rendement le plus élevé (Expérience 3), et que ce résultat (12 712 kg/ha) ne soit pas significativement différent de ceux obtenus en T16 (4 x 350 kg/ha NPK en deux bandes à gauche et à droite de la ligne des plants, avec 7 862 kg/ha) et T18 (4 x 350 kg/ha NPK en couronne autour du plant, avec 9 270 kg/ha), il peut s'expliquer par le fait que les différents modes de répartition spatiale des engrais minéraux sous la masse foliaire mettent différemment les éléments fertilisants à proximité de la zone racinaire (Defoer *et al.*, 2000) d'où ils sont facilement absorbés. Le

phosphore n'étant pas un élément fertilisant très mobile dans le sol (Carter et Murwira, 1995) et ne pouvant pas être facilement perdu par lessivage, l'épandage d'engrais minéraux contenant P devrait être prioritairement faite par dispersion régulière sous la masse foliaire (T17), surtout lorsqu'il s'agit d'une plante à cycle court et à système racinaire peu développé comme le piment. Le placement en deux points -à gauche et à droite- du plant de piment est moins avantageux par rapport aux trois précédents modes d'épandage, car il met difficilement les éléments nutritifs à portée des racines pour être absorbés.

Etant donné qu'au niveau du traitement T19 (4 x 100 kg/ha de fiente, épandage en dispersion régulière), le rendement en fruits (5 628 kg/ha) ait été significativement plus élevé que celui produit par le témoin T9 (4 265 kg/ha) et non significativement différent de ceux produits par les traitements T15 (6 667 kg/ha), T16 (7 862 kg/ha) et T18 (9 270 kg/ha), ces résultats cadrent avec les principes de l'agriculture durable dont les produits, dits biologiques, ont une valeur marchande plus élevée sur le marché international comparativement aux produits issus de l'agriculture conventionnelle.

Malgré le fait que les traitements T7, T13 et T17 (4 x NPK) aient généré les rendements en fruits en moyenne supérieurs à 13 t/ha pour toutes les trois expériences, puis les revenus et les marges bénéficiaires les plus élevés, ainsi que des rapports bénéfice-coût variant entre 5 et 6, leur application reste encore problématique en raison des coûts des engrais minéraux (18 000 FCFA/sac de 50 kg) et autres intrants agricoles (pesticides, outils agricoles, etc.) qui sont nettement au-dessus du pouvoir d'achat de bon nombre de petits agriculteurs au Cameroun. La subvention potentielle de ces intrants agricoles par les pouvoirs publics augmenterait de façon significative les marges bénéficiaires des entrepreneurs ruraux, et par conséquent leur pouvoir d'achat et leur niveau de vie. Des résultats similaires avaient déjà été rapportés par d'autres auteurs (Echezona *et al.*, 2011 ; Njonga, 2000).

## CONCLUSION

Il ressort de cette étude que pour la fertilisation du piment, il est nécessaire d'apporter un engrais complet NPK. Plus spécifiquement, la formulation d'engrais composé NPK 19-4-16 est

indispensable pour la production optimisée du piment dans la zone forestière de basse altitude du Cameroun, étant donné qu'elle a donné les rendements en fruits les plus élevés pour toutes les trois expériences. Cet engrais devrait de préférence être utilisé à la dose de 3 à 4 épandages au cours des cycles végétatif et reproductif. Par ailleurs, les modes d'épandage en dispersion régulière sous la frondaison, en couronne tout autour de la plante, et en deux bandes (à gauche et à droite) de la ligne de plantation donnent les rendements les plus élevés par ordre décroissant. Avec des rendements obtenus de plus de 13 t/ha qui génèrent des revenus bruts supérieurs à 13 000 000 FCFA/ha, et des rapports bénéfice-coût élevés variant entre 5 et 6, la culture du piment peut donc être considérée comme une opportunité rentable pour les horticulteurs camerounais. La fumure organique donne un rendement en fruits plus élevé que de nombreux traitements aux engrais minéraux, ainsi qu'un rapport bénéfice-coût élevé ( $r = 4$ ). L'augmentation des doses d'épandage pourrait avoir des effets résiduels cumulatifs, se manifestant à long terme en faveur de l'amélioration de la fertilité du sol au cours des cycles de culture successifs. En conséquence, cette pratique agricole aboutirait à l'amélioration du pouvoir d'achat et du niveau de vie des petits agriculteurs au Cameroun.

## REFERENCES

- Aliyu L. 2000. Effect of organic and mineral fertilizers on growth, yield and composition of pepper (*Capsicum annum L.*). *Biol Agric Hortic.* 18 (1) : 29 - 36.
- Baghoun M., E. Sanchez and J. M. Ruiz. 2001. Metabolism and efficiency of phosphorus utilization during senescence in pepper plants : response to nitrogenous and potassium fertilization. *J Plant Nutr.* 24 (11) : 1731 - 43.
- Carter S. E. and H. K. Murwira. 1995. Spatial variability in soil fertility management and crop response in Mutoko communal area, Zimbabwe. *Ambio* 24 : 77 - 84.
- Celik I., I. Ortas and S. Kilic. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some properties of a chromoxerent soil. *S. Till. Res.* 78 (1) : 59 - 67.
- Defoer T., A. Budelman, C. Toulmin and S.E. Carter. 2000. Building common knowledge. Participatory learning and action research (Part 1). *In* : T. Defoer and A. Budelman (Eds.). *Managing soil fertility in the tropics. A Resource Guide for participatory learning and research action.* Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute. 208 p.
- Echezona B. C., K. P. Baiyeri and F. D. Aindigh. 2011. Yield and economics of plantain production under six weed management systems in a derived savanna agro-ecosystem. *Tropicult.* 29 (1) : 14 - 9.
- Grubben G. J. H. and I. M. El Tahir. 2004. *Capsicum annum L.* *In* : G. J. H. Grubben and O.A. Denton (Eds.) *Vegetables/Légumes.* PROTA. Wageningen, Pays-Bas. 19 p.
- Guohua X., S. Wolf and U. Kafkafi . 2001. Effect of varying nitrogen form and concentration during growing season on sweet pepper flowering and fruit yield. *J. Pl. Nutr.* 24 (7) : 1099 - 1116.
- Kaho F., M. Yemefack, P. Feujio-Teguefouet et J. C. Tchanchaouang. 2011. Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun. *Tropicult.* 29(1) : 39 - 45.
- Kaya C., H. Kirnak and D. Higgs. 2001. Effect of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl). *J Plant Nutr.* 24 (9) : 1457 - 71.
- Njonga B. 2000. Piment : Gagner 7 500 000 FCFA en une champagne. *In* : B. Njonga. (Eds.). *La Voix du Paysan N° 102, CDDR, Cameroun.* pp 12 - 13.
- Obiagwu C.J. and N I. Odiaka. 1995. Fertilizer schedule for yield of fresh fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) grown in lower Benue river basin of Nigeria. *I. J. Agric Sci.* 65 (2) : 98 - 101.
- Olasantan. 1994. Fertilizer use in vegetable production in Nigeria. *Outl. Agric.* 23 : 213 - 22.
- PDEA. 2000. (Programme de Diversification des Exportations Agricoles). Programme prioritaire de promotion des PME: Elaboration d'une nouvelle politique nationale de promotion des exportations au Cameroun. *Projet N° CMR/92/007.* 129 p.
- Pulgar G., G. Villora and D. A. Moreno. 2000. Effect of Nitrogen and potassium on the ionic balance in *Capsicum* plants (*Capsicum annum L. cv. Lamuyo*). *Com. S. Sci. Pl. Anal.* 31 (11 - 14) : 2321 - 28.
- Schippers R. R. 2004. *Légumes africains indigènes : Présentation des espèces cultivées.* Margraf Publishers GmbH, Scientific Books. 482 p.