

Effets du fractionnement de l'azote uréique en présence de Phosphore et de Potassium sur culture du maïs.

L. Ndikumana*, K. Lumpungu**

Résumé

Une expérience du fractionnement d'une faible dose d'azote uréique (40 Kg N/ha) en présence de Phosphore (40 Kg P₂O₅/ha) et de Potassium (40 Kg K₂O/ha), engrais de fonds, a été conduite sur un ferralsol à Yangambi au Zaïre dans le but d'en étudier les effets sur : l'absorption de l'azote par les protéines brutes et le rendement du maïs grain.

A part le témoin qui n'avait pas reçu d'engrais, les autres traitements consistaient en un fractionnement de l'azote (40 Kg N/ha) en une portion (3/3) appliquée après la levée du maïs, en deux portions (1/3 + 2/3) appliquées respectivement après la levée et au stade de 50 cm de haut, et enfin en trois portions (1/3 + 1/3 + 1/3) appliquées après la levée, au stade de 50 cm de haut et à la fin de la montaison respectivement.

L'analyse des rendements n'a pas montré de différence significative entre les traitements.

Les diagnostics des teneurs en azote des feuilles n'ont pas montré de différences significatives entre les traitements au cours de l'expérience tous les 15 jours après semis, du 15ème au 60ème jour.

Mais, par contre, l'âge des plants a influencé les teneurs en azote de feuilles, les fortes teneurs hautement significatives se situant en début de végétation, à un mois après semis.

Summary

Under the ecology of Yangambi, Zaire, a field trial was initiated to determine the effects of fractioning urea fertilizer, with the same proportions of phosphorus and potassium, on nitrogen uptake by local maize plants, grain yield and seed nitrogen content. Four treatments were layed out as stipulated by the randomized blocks design. T₀, consisted of unfertilized plots (Check). T₁, T₂, T₃ received the same doses of phosphorus (40 Kg P₂O₅/ha) and potassium 40 K₂O/ha) applied before sowing. But also, these three treatments consisted of 40 Kg N/ha applied shortly after emergence (T₁), or fractioned as follows : for T₂ 1/3 applied at the emergence and 2/3 at 50 cm height. For T₃, 1/3 of the total nitrogen (40 Kg N/ha) was applied at the emergence, 1/3 at 50 cm height and 1/3 at grain filling respectively.

Nitrogen status of leaves was determined at 15-days interval, from 15 to 60 days during the experiment.

Leaf analysis revealed no significant differences among treatments as regards nitrogen accumulation through the experiment.

In addition, there were no significant treatments effects on grain yield.

It was concluded that fractioning 40 Kg N/ha did not affect nitrogen uptake by local maize plants. Nitrogen application should primarily be determined by the plant age, with more profit when applying 40 Kg N/ha at the emergence and/or at 30 days after seeding.

Introduction

Des travaux de recherches sont menés en Afrique Occidentale dans le but de tester l'efficacité de l'application de faibles doses d'engrais aux cultures (6) afin de maximiser les rendements et de minimiser les coûts de ces engrais.

Parmi les trois éléments majeurs (azote, phosphore, potassium) à l'alimentation des plantes, notre attention a été focalisée sur l'azote, car sous climat à forte pluviosité, l'azote minéral se déplace rapidement dans le profil du sol. De plus une amélioration

d'efficacité des fertilisants azotés est obtenue par un placement adéquat à une époque à préciser en fonction du climat et des besoins de la plantation (4,5).

Nous avons contribué à ces travaux de recherches, en menant une étude dans les conditions édapho-climatiques de Yangambi au Zaïre. Le fractionnement d'une faible dose d'azote uréique (40 Kg N/ha) a été conduit au cours de la croissance du maïs, en présence des mêmes doses de potassium (40 Kg de K₂O/ha) et de phosphore (40 Kg de P₂O₅/ha) apportées avant semis. L'apport des engrais de

* Institut Facultaire des Sciences Agronomiques (IFA), Yangambi, B.P. 28 Yangambi, Zaïre

** Institut Supérieur des Sciences Agronomiques (ISEA) de Bengamisa, B.P. 924 Kisangani, Zaïre.

fonds, le potassium et le phosphore, se justifie pour le maintien d'un bon équilibre fertilisant (4). Tandis que le fractionnement d'apport d'azote uréique, qui différencie par ailleurs les traitements, a pour objectif de mettre en évidence ses effets sur : l'absorption de l'azote au cours de la croissance, les protéines brutes des grains et le rendement en maïs grain.

1. Matériel et méthode

Yangambi, notre site d'expérimentation est situé à 24°25' longitude Est et 0°46' latitude Nord. Le climat qui y règne est du type Af de la classification de Köppen et à la classe B de Thornwaite (1).

Pour le précédent cultural, le sol était en jachère d'une année et couvert de *Stylosantes gracilis*, une légumineuse. Ce sol est un ferralsol, de texture sablo-argileuse (20 à 30 % d'argile), et de pH acide (5,5). Dans la classification des sols qui date de l'INEAC (1), ce sol appartient à la série Yakonde (Y²).

Les caractéristiques physiques et chimiques de ce sol sont consignés au tableau 1.

TABLEAU 1
Caractéristiques physiques et chimiques du sol

Granulométrie en %	
refus à 2 mm	5 %
argile (0-2 μm)	22 %
limon (2-50 μm)	0,15 %
sable fin (50-100 μm)	2,95 %
sable moyen (100-200 μm)	14,6 %
sable grossier (200-2000 μm)	59,7 %
Réaction du sol	
pH eau	4,95
pH KCl	4,5
Δ pH	-0,45
Acidité d'échange	
acidité titrable	0,80 méq/100 g
Al ⁺⁺⁺ échangeable	0,46 méq/100 g
H ⁺	0,34 méq/100 g
Azote total	0,1 %
Carbone total	0,79 %
Rapport C/N	7,9
Phosphore assimilable	10 p.p.m.
Bases échangeables	
calcium	1,52 méq/100 g
magnésium	0,47 méq/100 g

La granulométrie a été déterminée par la méthode internationale de la pipette de Köhn.

La méthode de Walkey et Black (1934) nous a servi à doser le carbone total.

L'azote total a été dosé par la méthode de Kjeldhal.

L'acidité titrable et l'aluminium échangeable ont été déterminés par la méthode de Black (2).

Le phosphore assimilable a été dosé colorimétriquement par la méthode de Kurtz et Bray (8).

Les bases échangeables ont été dosées par la méthode de Gedroiz-Schofield.

L'acidité du sol a été déterminée au PH-mètre.

L'expérience a été conduite durant octobre, novembre, décembre 1979 et janvier 1980. Des précipitations de 324,1 mm et des températures moyennes variant entre 27 et 28,5° C ont été enregistrées.

Quatre traitements ont été comparés suivant le dispositif expérimental de "blocs aléatoires complets" (3).

La superficie parcellaire utile était de 12,25 m², soit 3,50 m x 3,50 m, exclus les sentiers de bordure de un mètre de large pour séparer les parcelles entre elles. Les traitements avaient été répétés quatre fois, soient quatre traitements par bloc et quatre blocs.

Les quatre traitements étaient les suivants : T₀, le témoin n'avait rien reçu comme engrais, dans l'optique que le paysan n'applique aucun engrais lors des cultures. Les trois traitements, T₁, T₂, T₃, avaient reçu les mêmes doses de phosphore (40 kg P₂O₅/ha) et de potassium (40 Kg K₂O/ha) enfouis avant semis, comme engrais de fonds, respectivement sous forme de superphosphate simple et de patentkali.

Ces trois traitements T₁, T₂, T₃ avaient reçu la même dose d'azote uréique (87 Kg d'urée/ha ou 40 kg N/ha), mais se différenciant par un apport fractionné dans le temps au cours de la croissance.

T₁ (3/3) a reçu la dose totale de 40 Kg N/ha après la levée du maïs.

T₂ (1/3 + 2/3) avait reçu deux fractions d'azote, 1/3 soit 13,33 kg N/ha, après la levée et 2/3 soit 26,66 Kg N/ha, au stade de 50 cm de haut.

T₃ (1/3 + 1/3 + 1/3) avait reçu trois fractions, soit 13,33 Kg N/ha respectivement après la levée, au stade de 50 cm de haut et enfin à la fin de la montaison du maïs.

L'urée était appliquée en localisation autour de chaque plante, légèrement enfouie pour éviter les pertes par volatilisation de l'azote ammoniacal.

Les échantillons de feuilles de maïs ont été prélevés tous les 15 jours après semis, du 15ème au 60ème jour après semis, sur 20 plants dans chaque parcelle expérimentale. La feuille prélevée était du rang 4, la première feuille à partir du sommet étant celle du rang 1. Mais pour 15 jours après semis, nous avons prélevé des plantes entières.

La méthode Kjeldhal nous a permis de doser les teneurs en azote de feuilles au cours de la végétation et les teneurs en protéines brutes des grains ($N_{\text{total}} \times 6,25$).

Le rendement en maïs grain a été déterminé pour chaque traitement jusqu'à 13,5 % d'humidité après séchage au soleil.

2. Résultats et discussions

2.1. Caractéristiques du sol

Le tableau 1 montre que le sol est de texture légère, pauvre en azote total, quoiqu'il était en jachère d'une année et portant une légumineuse (*Stylosantes gracilis*), pauvre en bases échangeables, en phosphore assimilable, et biologiquement actif.

TABLEAU 2

Teneurs en azote des feuilles de maïs durant la croissance (en % de matière sèche)

époques		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
15 J.A.S.	I	4,16	4,51	4,25	4,29
	II	3,40	4,73	4,16	4,80
	III	4,10	4,39	4,26	4,13
	IV	4,05	4,45	4,34	4,58
30 J.A.S.	I	4,28	4,12	4,35	4,48
	II	4,37	4,32	4,48	4,26
	III	3,73	4,48	4,42	4,50
	IV	3,87	4,13	4,01	3,92
45 J.A.S.	I	3,40	4,15	3,34	3,19
	II	3,57	2,89	3,48	3,43
	III	3,38	3,95	3,59	3,29
	IV	3,24	3,44	3,33	3,42
60 J.A.S.	I	2,60	2,90	2,63	2,94
	II	2,69	2,72	2,58	2,75
	III	2,93	3,01	3,03	2,75
	IV	2,64	2,76	2,76	2,55

J.A.S. = jours après semis
I, II, III, IV sont les quatres blocs
T₀, T₁, T₂, T₃; traitements.

2.2 Réponses du maïs au fractionnement de l'azote au cours de la croissance

Les teneurs en azote des feuilles au cours de la croissance du maïs apparaissent au tableau 2. Il ressort que les teneurs en azote des feuilles diminuent avec l'âge des plants quelque soit le traitement, c'est-à-dire le type de fractionnement de l'azote au cours du temps de croissance. Ce qui nous a conduit à analyser les résultats de deux façons : d'une part, voir si le fractionnement de la dose provoque une réponse significative d'absorption d'azote à chaque période de croissance, et d'autre part, déterminer la période ou les périodes de croissance où le maïs montre sa préférence en azote.

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu'à chaque période de croissance (15, 30, 45, 60 jours après semis), le fractionnement de la dose de 40 Kg N/ha en présence des engrais de fonds (phosphore et potassium) n'a pas provoqué une différence significative entre traitements, même par rapport au témoin qui n'avait rien reçu, au regard des teneurs en azote des feuilles. Rappelons que ces quatre traitements étaient :

T₀ (ON+OK+OP), T₁ (40 KgN/ha (3/3)+40 KgK₂O/ha+40 KgP₂O₅/ha),
T₂ (40 KgN/ha (1/3+2/3)+40 KgK₂O/ha+40 KgP₂O₅/ha),
T₃ (40 KgN/ha (1/3+1/3+1/3)+40 KgK₂O/ha+40 KgP₂O₅/ha).

TABLEAU 3

Teneurs en azote des feuilles de maïs à différentes époques de croissance (en % de matière sèche)

	15 J.A.S.	30 J.A.S.	45 J.A.S.	60 J.A.S.
T ₀	3,93	4,06	3,40	2,72
T ₁	4,52	4,26	3,61	2,85
T ₂	4,25	4,32	3,44	2,75
T ₃	4,45	4,27	3,33	2,74

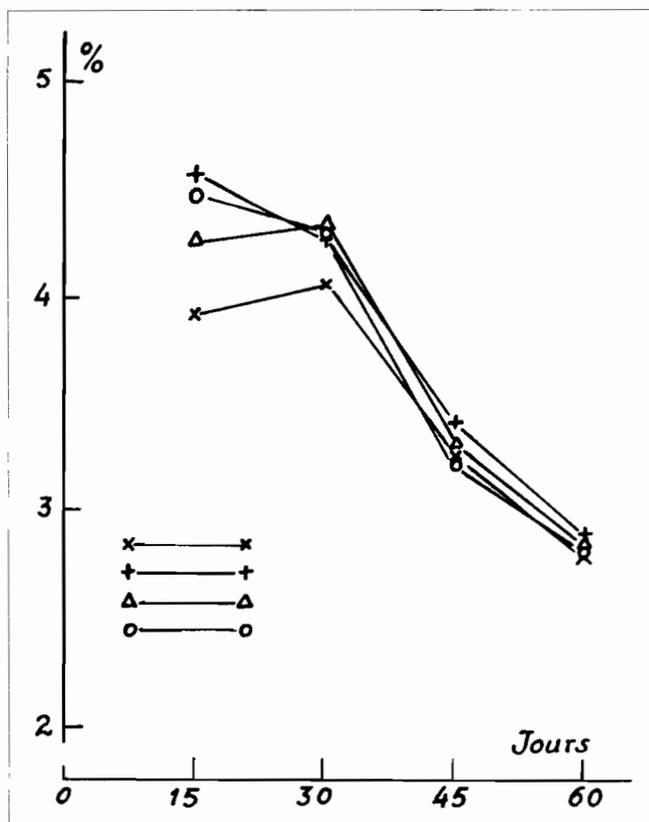
J.A.S. = jours après semis.

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification avec le test de Dunnett, et de Newman et Keuls du tableau 3 ont néanmoins montré une différence significative des teneurs en azote de feuilles au cours de la croissance végétative quoique le fractionnement n'a pas d'effet significatif (voir graphique 1). Les hautes teneurs en azote des feuilles se situent en début de végétation ; les résultats statistiques ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les teneurs en azote des plants de 15 et de 30 jours d'âge après semis. En accord avec Rhem (10), le maïs absorbe surtout l'azote les 3 à 4 premières semaines après semis, et sa préférence pour ce même élément se situe en début de végétation.

TABLEAU 4

Rendement du maïs grain en Kg/ha.

blocs	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
I	811	1081	857	1045
II	853	1008	999	808
III	906	1150	922	914
IV	1008	906	894	943
X	894	1036	918	927
SD	85	104	60	97



Graphique 1 : Courbes d'évolution des teneurs en Azote des feuilles de maïs suivant les traitements tous les 15 jours après semis.

2.3. Le rendement en maïs grain

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification du tableau 4 n'ont pas montré de différence significative entre les traitements. Ceci confirme le peu d'intérêt d'une faible dose d'engrais azoté pour influencer le rendement (4,7,9).

Toutefois, nous avons constaté que le traitement T_1 (une seule dose d'engrais azoté 40 Kg N/ha après la levée), a augmenté le rendement de 15,8% (1036 Kg/ha) par rapport au témoin (894 Kg/ha), soit 142 Kg/ha de maïs grain de plus; ou encore un accroissement de 3,5 Kg de maïs par ha et par kilogramme d'azote apporté, même si cet accroissement n'est pas significatif.

2.4. Protéines brutes des grains

Les résultats en protéines brutes des grains ont été les suivants: T_0 (11,37%), T_1 (12,90%), T_2 (14,5%), T_3 (11,99%).

Sur le plan des teneurs en protéines brutes des grains, le traitement T_2 qui avait reçu deux fractions d'azote (13,33 Kg N/ha après la levée et 26,66 Kg N/ha au stade de 50 cm de haut) avait augmenté les teneurs en protéines brutes des grains de 27,53% par rapport au témoin. même si cette augmentation est non significative suivant l'étude statistique.

3. Conclusions

Cette étude sur le fractionnement d'une faible dose d'azote (40 Kg N/ha) nous a permis de dégager des "tendances" de supériorité de traitements, même si ces tendances ne sont pas confirmées par les résultats statistiques. Ces tendances étaient que le traitement T_1 avait augmenté le rendement de 15,8% par rapport au témoin, T_2 avait augmenté les teneurs en protéines brutes des grains de 27,53% par rapport au témoin.

Dès lors, nous formulons le souhait de multiplier les essais avec de légères augmentations de ces faibles doses d'azote.

Références bibliographiques

- Bernard E., 1951. Abaque psychrométrique du réseau éco-climatique de l'INEAC, Yangambi, Publication INEAC, Bruxelles, pp. 49.
- Black C. et al. 1965. Methods of soils analysis Parts 2, Agronomy n° 9, Madison Wisconsin, pp. 986-994.
- Dagnelie P., 1981. Principes d'expérimentation, Presses Agronomiques de Gembloux, pp. 61-82.
- de Geus J.G., 1973. Fertilizer guide for the tropics and subtropics, 2ème édition, Centre de l'étude de l'azote. Zurich. 727 p.
- Gadet et Soubie, 1967. Les mouvements de l'azote minéral dans les sols et leurs conséquences, I.R.A.T., Tome 1 pp. 509-511
- Hauck F.W., 1967. Travaux d'expérimentation en vue de l'établissement de recommandations sur les engrais en Afrique Occidentale, I.R.A.T., Tome 1 pp. 1220-1235.
- Jones M.J., 1973. Time of application of nitrogen fertilizer to maize at Samaru, Nigeria. Experimental Agriculture, **2**.
- Kurtz et Bray R., 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus. Soil Science, **59**, pp. 39-45.
- Loue A., 1967. Communication sur la fertilisation minérale du maïs III pratique de la fumure du maïs, I.R.A.T. Tome **1**, pp. 1154-1163.
- Rhem G., 1970. Sulfur uptake by corn as influenced by ammonium and nitrate nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. Proc, **34**, Vol n° 2.
- Sys C., Van Wambeke A., Franckart R., Gilson P., Jonguer P., Pecrot A., Berge J.M. et Janragne M., 1961. La cartographie des sols au Congo. Ses principes et ses méthodes, Publication INEAC, Sér Techn. N° 66, Bruxelles, p. 149.