

120

Essai de fertilisation du *Pennisetum clandestinum* au Cameroun : aspects qualitatifs et quantitatifs ⁽¹⁾

Micheline Anneessens*

Keywords : Fodder cultivation — Composed fertilizers — Pastures fertilization — Kikuyu.

Résumé

La production de matière sèche du *Pennisetum clandestinum* cultivé sur sable, en vase de végétation, a été étudiée suivant une méthodologie à "somme constante" pour les 3 éléments N, P et K, avec distribution de la solution nutritive jusqu'à obtention des 3 doses totales expérimentées. Plusieurs coupes ont été réalisées.

Le *Pennisetum clandestinum* répond favorablement à la fertilisation et un optimum ternaire 61 % N, 26 % P et 13 % K peut être proposé; l'optimum ne varie pas significativement ($\alpha = 0,05$) avec la dose totale ou le nombre de coupes.

Summary

Dry matter production of *Pennisetum clandestinum* on sand, in pot trials, has been studied according to a "constant sum" methodology for the 3 elements N, P and K, with distribution of the nutritive solution to the obtention of the 3 total dosis tested. Various cuts have been made.

Pennisetum clandestinum gives a positive answer to fertilization and a ternary optimum 61 % N, 26 % P and 13 % K may be proposed; the optimum no varying significantly ($\alpha = 0.05$) with the total dosis or the number of cuts.

1. Introduction

Toute augmentation de la production animale passe par l'amélioration des pâturages, que ce soit par une meilleure gestion des pâturages naturels, par introduction d'espèces améliorantes ou par création de pâturages artificiels avec apport de fertilisants et irrigation afin de maintenir une production élevée.

Le *Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov (kikuyu grass) est une espèce fréquemment rencontrée en régions d'altitude, et particulièrement au Cameroun. Cette plante s'établit rapidement et pousse aisément sur sols à texture légère. Elle tolère les sols acides et la sécheresse, elle peut être cultivée de manière intensive mais requiert un sol fertile (1, 6, 7).

Utilisée uniquement en pâture, cette plante ne craint pas le piétinement, et sa valeur nutritive est relativement élevée en comparaison d'autres graminées tropicales (4, 6).

Le choix d'un substrat peu fertile se justifie par le fait qu'il est ainsi possible de maîtriser les phénomènes inhérents au sol.

D'autre part, la plupart des essais de fertilisation ne se font que suivant des doses croissantes de un ou plusieurs éléments, et très peu suivant différentes compositions d'engrais.

La fertilisation du *Pennisetum clandestinum* sera donc étudiée dans la présente étude, sous le double aspect de la composition (aspect qualitatif) et de la dose d'engrais (aspect quantitatif).

2. Matériel et méthodes

2.1. Mode de culture

L'expérimentation porte sur 30 vases de végétation, sans percolation, et d'une capacité de 5 litres. Le substrat utilisé est du sable gris. La solution nutritive est distribuée jusqu'à obtention de la dose totale.

Le *Pennisetum clandestinum* a été reproduit de manière végétative, au moyen d'un rhizome de 10 cm de long comportant 3 bourgeons, couché sur le substrat et recouvert d'une épaisseur de 1 cm de sable, et par vase de végétation.

La culture s'est déroulée en plein air, sur le Campus du Centre Universitaire de Dschang, et s'est étendue du 22 janvier 1987 au 30 juin 1987, soit sur une période de 158 jours.

2.2. Alimentation minérale

L'essai de fertilisation minérale a été conduit en appliquant une méthodologie dite "à somme constante" pour les 3 éléments minéraux pris en

(1) Communication présentée au "Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants" du 16 au 20 novembre 1987 à Ngaoundéré (Cameroun), organisé par l'EMVT (Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux) et de l'I.R.Z. (Institut de Recherches Zootechniques).

* Département de Zootechnie, Institut des Techniques Agricoles, Centre Universitaire de Dschang, B.P. 110 Dschang, Cameroun.

Reçu le 19/01/88 et accepté pour publication le 29/04/88.

considération, à savoir N, P et K (5). Les proportions ternaires de ces différents éléments sont les suivantes :

- traitement à minimum d'azote (symbole \bar{n}) :
16,8 % N — 41,6 % P — 41,6 % K
- traitement à minimum de phosphore (symbole \bar{p}) :
41,6 % N - 16,8 % P - 41,6 % K
- traitement à minimum de potassium (symbole \bar{k}) :
41,6 % N - 41,6 % P - 16,8 % K

Le dispositif choisi est un dispositif ternaire inversé à 3 éléments N, P et K; les autres éléments majeurs (S, Ca et Mg) étant donnés invariablement à tous les traitements (5). Aucune solution d'oligo-éléments n'a été distribuée.

La somme N+P+K vaut 70 % du total des 6 éléments majeurs. La composition sixénaire des solutions nutritives figure au tableau 1.

Chacun de ces 3 traitements a été expérimenté à 3 doses totales :

- dose 1 (E^1) : 100 milli-équivalent-grammes par vase (meg)
- dose 2 (E^2) : 200 milli-équivalent-grammes par vase
- dose 3 (E^3) : 300 milli-équivalent-grammes par vase.

A ces 9 traitements, s'ajoute un témoin sans fumure minérale. Soit 10 traitements à 3 répétitions, donc 30 vases de végétation.

Les solutions nutritives ont été préparées au départ de sels couramment utilisés au laboratoire.

A la plantation, les boutures ont reçu le dixième de leur dose totale à la concentration de 30 meg/l. La solution minérale a été distribuée en moyenne tous les 3 jours, à la concentration de 30 meg/l du 24.1.87 au 20.2.87, puis à 40 meg/l jusqu'à l'obtention de la dose totale.

TABLEAU 1
Composition sixénaire des solutions nutritives (%)

Traitement	N	S	P	K	Ca	Mg
\bar{n}	11,8	6,6	29,1	29,1	11,7	11,7
\bar{p}	29,1	6,6	11,8	29,1	11,7	11,7
\bar{k}	29,1	6,6	29,1	11,8	11,7	11,7

2.3. La récolte

Une première coupe a été effectuée le 9.3.87, soit après 46 jours de végétation; les doses distribuées étaient de 100, 150 et 200 meg/v, respectivement pour E^1 , E^2 et E^3 . Une deuxième coupe a été effectuée le 31.3.87, après 21 jours (67 jours de culture). Les doses totales étaient toutes distribuées au 4.4.87. Une troisième coupe a été effectuée le 12.5.87 après 42 jours (109 jours de culture) et une quatrième le 30.6.87 après 49 jours (158 jours de culture).

Le matériel frais, coupé à 3 cm du substrat, a été pesé puis mis à sécher à l'étuve par un système de ventilation d'air chaud (50°C) jusqu'à obtention d'un poids constant. Le matériel sec a été pesé et a servi à l'interprétation des résultats de cette étude.

3. Résultats et discussion

Les valeurs moyennes des rendements cumulés après chaque coupe, exprimés sur base de la matière sèche, figurent au tableau 2, et serviront à la discussion. Ils sont représentés par des histogrammes à la figure 1 (effet composition de l'engrais) et à la figure 2 (effet dose d'engrais).

TABLEAU 2
Rendements pondéraux cumulés (g MS/vase)

Dose	Traitement	1 coupe	2 coupes	3 coupes	4 coupes
Témoin		0,5	1,2	1,8	2,2
	\bar{n}	6,4	8,0	8,9	9,7
	\bar{p}	9,5	13,2	14,4	14,9
E^1	\bar{k}	12,2	15,0	16,5	17,1
	\bar{n}	10,1	14,9	16,2	16,8
	\bar{p}	11,7	20,4	23,4	24,8
E^2	\bar{k}	16,2	24,1	26,8	27,7
	\bar{n}	12,7	18,2	21,1	22,6
	\bar{p}	14,5	22,1	29,2	32,7
E^3	\bar{k}	19,3	27,4	33,5	35,1
	ppds .05 (Dunnett)	8,9	8,8	8,2	8,3
	ppds .01 (Dunnett)	11,1	11,0	10,3	10,4

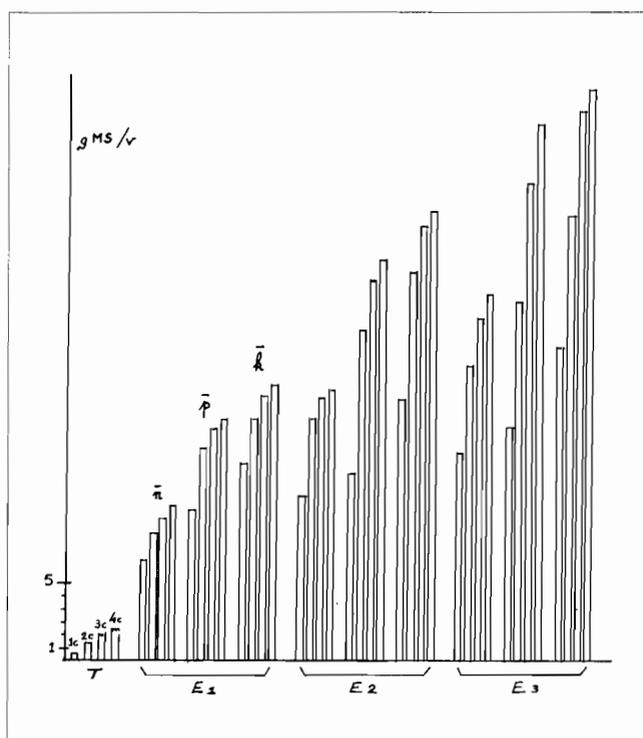


Figure 1

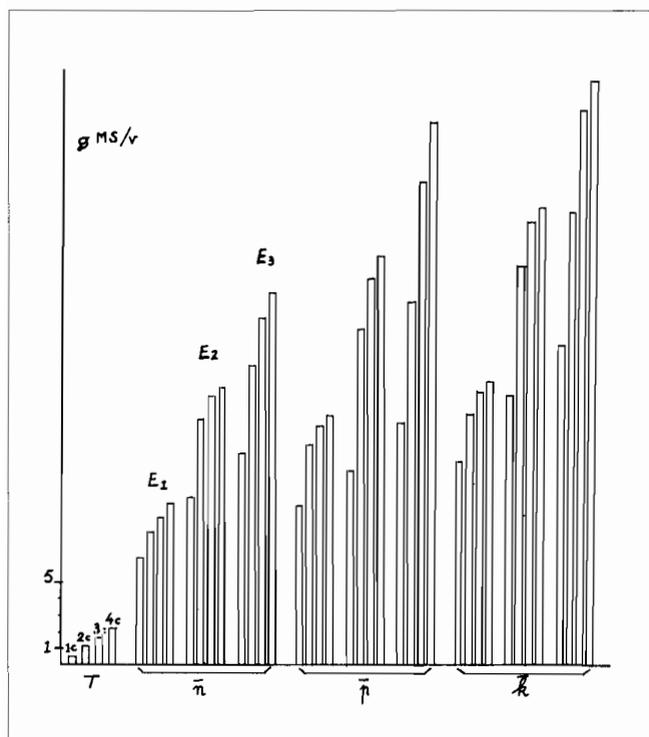


Figure 2

Une analyse de la variance sur l'ensemble des répétitions permet la mise en évidence des effets de dose et de composition de l'engrais, et d'une éventuelle interaction entre ces deux effets. De même, un test de comparaison au témoin permet de calculer la plus petite différence significative selon Dunnett (3).

La composition optimale de l'engrais sera déterminée, après chaque coupe, et pour chaque dose totale expérimentée. L'établissement de la fonction de réponse de la plante aux variations de composition de son alimentation, permet de calculer un rendement maximum escomptable à chaque dose expérimentée. Un rendement maximum sera calculé sur les résultats cumulés de dernière coupe, et une dose totale optimale proposée.

3.1. Examen général des rendements

L'examen des figures montre que :

- La production de matière sèche obtenue à chaque coupe diminue avec le numéro de la coupe; les rendements des repousses étant fonction des prélèvements minéraux effectués au cours des cycles précédents.
- Cette diminution est d'autant plus faible que la dose totale est plus élevée, et que l'engrais est bien équilibré, surtout en N.

- La fertilisation a nettement favorisé la production de la plante, production intégrant à la fois le développement des stolons et le degré de recouvrement du sol.
- Les productions semblent davantage varier avec la dose d'engrais qu'avec la composition.
- Plus l'interaction élément minéral-rendement est positive, plus cet élément devra être contenu dans l'engrais.

3.2. Analyse de la variance

L'analyse de la variance à un critère de classification, comparaison à un témoin selon le test de Dunnett (3), montre qu'au niveau de probabilité de 0.05, seul le traitement \bar{n} à la dose 1 est non significativement différent du témoin. Ceci montre l'importance de l'azote pour maintenir une production végétale, et ce d'autant plus que la plante est soumise à des coupes fréquentes (8).

Une analyse de la variance à deux critères de classification, effectuée sur les traitements soumis aux variations d'engrais, et après chaque coupe (tableau 3), montre que :

- les effets de dose et de composition sont très hautement significatifs
- l'effet dose est davantage significatif que l'effet composition
- l'interaction dose-composition est non significative.

TABLEAU 3

Analyse de la variance; Rendements cumulés — valeur de α

Source de variation	1 coupe	2 coupes	3 coupes	4 coupes
Effet "dose"	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$9,6 \cdot 10^{-8}$
Effet "composition"	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Interaction	$9,9 \cdot 10^{-1}$	$9,5 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-1}$	$7,4 \cdot 10^{-1}$

3.3. Proportions optima et fonctions de réponse

Le dispositif expérimental choisi nous permet de calculer d'après les rendements cumulés à chaque coupe, et pour chaque dose expérimentée, la composition ternaire optimale de l'engrais (5). Ces proportions sont indiquées au tableau 4, et sont représentées dans les diagrammes triangulaires de l'interaction N-P-K, à la figure 3 (comparaison entre doses) et à la figure 4 (comparaison entre nombre de coupes).

La fonction de réponse de la plante aux variations de son alimentation

$$y = a x_1^2 + b x_1 + c x_2^2 + d x_2 + e$$

permet de calculer le rendement pour d'autres proportions élémentaires, à la dose donnée, y compris le maximum, dont la valeur est indiquée au tableau 4 (5).

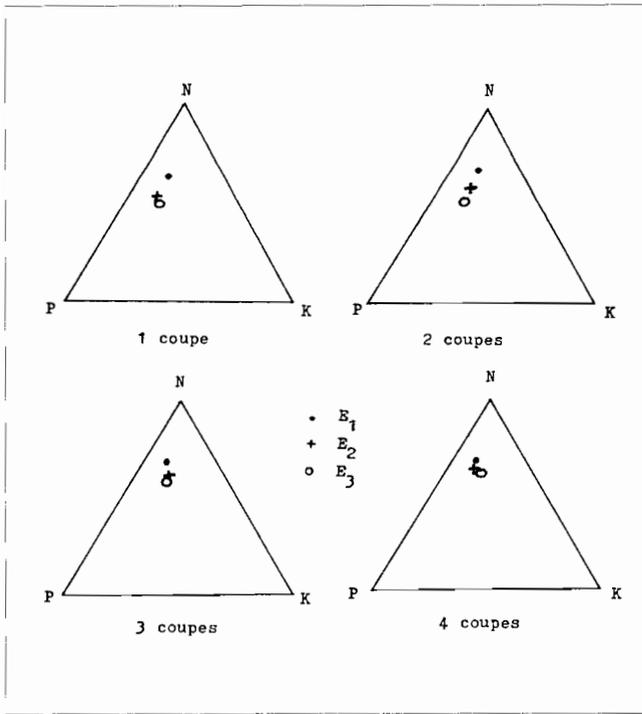


Figure 3

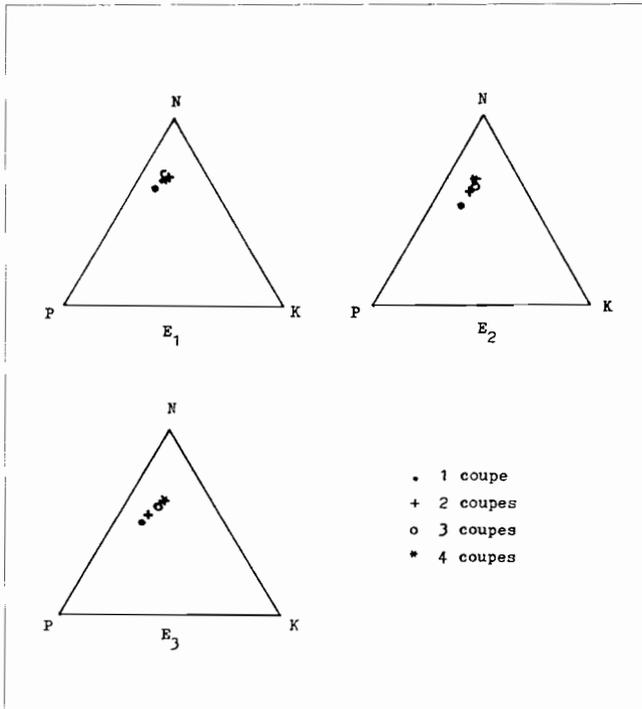


Figure 4

La représentation dans les diagrammes triangulaires de l'interaction N-P-K montre que :

— Quel que soit le nombre de coupes, l'optimum en N diminue avec la dose tandis que celui en P augmente

— Quelle que soit la dose totale, l'optimum en N augmente avec le nombre de coupes, celui en P diminue. Cela confirme le fait que l'azote est un élément important pour soutenir la production végétale, et d'autant plus que le nombre de coupes est élevé; l'azote stimulant la reprise de la végétation (4, 8).

TABLEAU 4
Proportion optima ternaires (%) — Rendements cumulés

Coupes	Dose	N	P	K	maximum (g MS/v)
1	E ¹	62	27	11	16,9
	E ²	51	36	13	21,2
	E ³	49	37	14	23,3
2	E ¹	68	20	12	18,3
	E ²	59	27	14	32,6
	E ³	53	33	14	27,6
3	E ¹	68	21	11	20,0
	E ²	62	24	14	32,3
	E ³	59	26	15	41,4
4	E ¹	67	22	11	20,6
	E ²	64	23	13	32,8
	E ³	62	22	16	40,2

D'autre part, une analyse de la variance sur l'ensemble des répétitions de tous les traitements a été effectuée afin de mettre en évidence une éventuelle différence significative entre les optima ternaires calculés (2). Les résultats figurent au tableau 5.

TABLEAU 5
Analyse de la variance - comparaison des optima ternaires

Effet considéré	Optima obtenus pour	α
"dose" (v. fig. 3)	1 coupe	$9,1 \cdot 10^{-1}$
	2 coupes	$7,8 \cdot 10^{-1}$
	3 coupes	$8,9 \cdot 10^{-1}$
	4 coupes	$9,4 \cdot 10^{-1}$
"nombre de coupes" (v. fig. 4)	E ₁	$6,8 \cdot 10^{-2}$
	E ₂	$1,6 \cdot 10^{-1}$
	E ₃	$2,3 \cdot 10^{-2}$

Ce tableau montre que :

— Quelle que soit la dose totale, les optima aux différentes coupes (figure 4) sont non significativement différents au niveau de probabilité 0.05, sauf à la dose E3.

— Quel que soit le nombre de coupes considéré (figure 3), les optima aux différentes doses sont non significativement différents. Ceci confirme Homès et Van Schoor (5), en ce sens qu'en milieu peu fertile, l'optimum de composition de l'engrais ne varie pas avec la dose totale.

Ainsi, il pourrait être conseillé un optimum de composition moyenne, à appliquer suivant le nombre total de coupes, ou encore, un optimum moyen pour l'ensemble des coupes.

Nous avons donc choisi de retenir la valeur moyenne de l'optimum ternaire pour 4 coupes, soit 64 % N, 22 % P et 14 % K, de calculer le rendement maximum escomptable à chaque dose, et, d'établir au moyen d'une relation quadratique, la fonction de réponse de la plante aux variations de dose, d'en déduire ainsi la dose optimale et le rendement maximum. Ces calculs nous donnent un optimum de dose de 378 meg/v et un maximum de 41,7 g MS/v.

De manière analogue, l'optimum moyen pour l'ensemble des coupes est de 61 % N, 26 % P et 13 % K, la dose optimale est de 379 meg/v et le maximum est de 41,6 g MS/v.

Si nous considérons les optima obtenus à chaque dose, pour 4 coupes, la dose optimale, calculée de manière analogue, serait de 380 meg/v, et le maximum de 41,9 g MS/v; soit des valeurs non différentes de celles trouvées ci-dessus.

4. Conclusions

Par comparaison à un rendement témoin, le *Pennisetum clandestinum* répond favorablement à la fertilisation.

Les rendements pondéraux cumulés après chaque coupe sont affectés de manière hautement significative par la dose et la composition de l'engrais, surtout pour l'azote.

Les rendements des repousses sont fonction des prélèvements minéraux effectués au cours des cycles précédents.

L'optimum ternaire N-P-K ne varie pas de manière significative au niveau de probabilité 0,05, ni avec la dose totale appliquée, ni avec le nombre de coupes, sauf à la dose E_3 .

Une formule de fertilisation optimale peut donc être proposée, soit 61 % N - 26 % P - 13 % K, à raison de 380 meg/v, pour obtenir 41,6 g MS/v au bout de 158 jours et pour un ensemble de 4 coupes, dans des conditions expérimentales proches de notre étude.

Remerciements

L'auteur remercie les Départements de Zootechnie et de Sciences du Sol du Centre Universitaire de Dschang pour le don de produits et de matériel nécessaires à la réalisation de cette étude.

Références bibliographiques

1. Boudet G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Ed. Ministère de la Coopération, Paris, 266 p.
2. Dagnelie P., 1982. Analyse statistique à plusieurs variables. Presses Agronomiques, Gembloux, 362 p.
3. Dagnelie P., 1984. Théories et méthodes statistiques — II. Les méthodes de l'inférence statistique — Applications agronomiques. Presses Agronomiques, Gembloux, 463 p.
4. Heath M.E., Barnes R.F. and Metcalfe D.S., 1985. Forages, the Science of Grassland Agriculture. Iowa State University Press, Ames, 643 p.
5. Homès M.V. et Van Schoor G.H., 1982. Alimentation et fumure minérales des végétaux. Académie des Sciences de Belgique, coll in-8°, Bruxelles, 360 p.
6. ILACO B.V. Editors, 1985. Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropics and Subtropics. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, pp. 587-623.
7. Mc Dowell R.E., 1972. Improvement of livestock production in warm climates. W.H. Freeman and Co, pp. 165-216.
8. Shaw N.H. and Bryan W.W., 1985. Tropical Pasture Research, Principles and Methods. Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, 454 p.

Micheline Anneessens, belge. Ingénieur Agronome. Docteur ès Sciences Agronomiques de l'Université Libre de Bruxelles. Chargée de Cours à l'Université de Dschang Cameroun.