

Influence Du Galinsoga Ciliata Et De La Dose D'urée Sur Le Rendement Du Haricot Nain

**Mbusa Siviholya Kito¹, Katende Muvalami Erick²,
Kambale Mbughule Ezéchiél³, Kambale Valimunzigha Charles⁴**

¹Professeur associé, Université catholique du Graben, faculté des sciences agronomiques, département de phytotechnie,

²Université catholique du Graben, faculté des sciences agronomiques, département de chimie

³Université catholique du Graben, faculté des sciences agronomiques, département de phytotechnie

⁴Professeur ordinaire, Université catholique du Graben, faculté des sciences agronomiques, département de phytotechnie

Résumé

Une expérimentation sur l'effet du sarclage et de l'application d'urée sur le rendement du haricot nain a été menée en ville de Butembo en République Démocratique du Congo en vue d'examiner la possibilité d'association au champ du haricot nain avec le Galinsoga ciliata utilisé en alimentation des lapins mais gourmand en azote. Trois niveaux de sarclage ont été appliqués à savoir le sarclage nul, le sarclage total et le sarclage sélectif tandis que trois doses d'urée ont été appliquées à chaque niveau de sarclage notamment la fertilisation nulle, l'apport de 80 kg d'urée par hectare et la dose de 160 kg d'urée par hectare. Les haricots ont été plantés à l'écartement de 30 cm et la récolte des graines a été effectuée après 100 jours du semis. A l'issue de ces expérimentations, il s'est avéré que le sarclage total n'a pas permis d'améliorer le rendement des haricots. La présence de Galinsoga dans le champ n'a pas affecté non plus la qualité des graines en termes de matières minérales ni de matières azotées. Un passage de la teneur en matières azotées des graines de haricot de 19 % à 23 % a été observé lors de la variation de l'apport d'urée de 80 kg à 160 kg par hectare.

Mots-clés : Galinsoga, urée, haricots

Summary

Influence of Galinsoga ciliata and urea dose on Dwarf Bean Yield

An experiment on the effect of weeding and the application of urea on the yield of dwarf beans was carried out in the town of Butembo in the Democratic Republic of the Congo in a bid to examine the possibility of field association of dwarf beans with Galinsoga ciliata used as feed for rabbits but requires nitrogen. Three levels of weeding were applied, namely zero weeding, total weeding and selective weeding while three doses of urea were applied to each level of weeding including zero fertilization, the addition of 80 kg of urea per hectare and the dose of 160 kg of urea per hectare. The beans were planted at a spacing of 30 cm and the haricot grains were harvested after 100 days from sowing. At the end of these experiments, it turned out that total weeding did not improve the yield of the beans. The presence of Galinsoga in the farm did not affect the quality of the grains in terms of mineral matter or nitrogen matter either. An increase

in the nitrogen content of bean seeds from 19 % to 23 % was observed when the urea supply varied from 80 kg to 160 kg per hectare.

Keywords: Galinsoga, Urea, Beans

1. Introduction

Les mauvaises herbes réduisent le rendement de la plante cultivée en compétant pour la lumière, l'espace, l'eau et les matières nutritives. En plus de la réduction du rendement, les mauvaises herbes peuvent induire une réduction de la qualité des produits recherchés pour la plante cultivée particulièrement la teneur en nutriments pour les produits alimentaires.

Les modes d'actions des mauvaises herbes diffèrent selon leurs espèces. Pour certaines herbes, elles peuvent inclure en plus de la compétition une production des toxines dans le sol ou dans l'air pour empêcher la croissance ou la prolifération des plantes cultivées.

La présente étude se limite quant à elle à apprécier les effets du Galinsoga ciliata sur le rendement en graines du haricot nain notamment en termes de quantité de graines et de leur teneur en matières sèches, en cendres et en protéines.

Dans la pratique, cette étude permet d'appréhender le rendement perdu si on ne sarcle pas en contrepartie d'une récolte du Galinsoga ciliata pour d'autres fins dont l'utilisation fourragère.

2. Matériels et méthodes

Dans le cadre de cette étude, les couches superficielles de sols (0-10 cm de profondeur) ont été récoltées dans le site de Ngengere en ville de Butembo. Les caractéristiques physico-chimiques de ce sol sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du sol

Caractéristiques physico-chimiques du sol	Sol de Ngengere
pH au KCl	5,760
pH à l'eau H ₂ O	6,490
Conductivité électrique en millisiemens/cm	0,23
Matière minérale par rapport à la matière sèche (en %)	89,816
Matière organique par rapport à la matière sèche (en %)	10,184
Teneur en argile dans la matière minérale (en %)	44,616
Teneur en sable (fin et grossier) dans la matière minérale (en %)	55,086
Teneur en limons dans la matière minérale	0,297
Masse volumique	1,5
Teneur en azote dans la matière sèche (en %)	4,720
Teneur en phosphore par rapport à la matière sèche du sol	0,560
Teneur en potassium par rapport à la matière sèche dans le sol (en %)	3,800

Les sols ont été placés dans des cadres en planches de Grevillea de 1 m de largeur sur une épaisseur de 25 cm qui est au-delà de la profondeur maximale d'enracinement du Phaseolus vulgaris et dépasse la profondeur d'enracinement du Galinsoga ciliata.

Des graines de haricot nain (variété Kiregera) ont été semées à un espacement de 30 cm x 30 cm dans les cadres.

Trois types de traitement ont été appliqués aux différentes parcelles dans 3 blocs :

- Le sarclage zéro ou zero weeding (W0) où toutes les mauvaises herbes ont été laissées dans la parcelle ;
- Le sarclage sélectif ou selective weeding (W1) pour lequel toute autre mauvaise herbe ou plante à part le Galinsoga ciliata et le haricot a été enlevée. Ce sarclage sélectif a été effectué à partir de 14 jours après le semis du haricot.
- Le sarclage total ou thorough weeding (W2) pour lequel toutes les mauvaises herbes y compris le Galinsoga ciliata ont été enlevée à partir de deux semaines après le semis du haricot.
- Différentes doses d'urée ont été appliquées dans les parcelles comme suit :
- Une dose E0 pour laquelle aucun ajout d'urée n'a été envisagé ;
- Une dose E1 à 80 kg par hectare soit 8 g au mètre carré ;
- Une dose E2 à 160 kg d'urée par hectare soit 16 g d'urée au mètre carré.

L'urée a été dissoute dans l'eau et la solution a été aspergée sur la parcelle avant le semis.

Les différentes combinaisons de sarclage et des doses d'urée sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Traitements appliqués dans les différentes parcelles

Doses d'urée ajoutée	Sarclage zéro (W0)	Sarclage sélectif (W1)	Sarclage total (W2)
E0 (pas d'urée ajoutée)	E0-W0	E0-W1	E0-W2
E1 (80 kg d'urée par hectare)	E1-W0	E1-W1	E1-W2
E2 (160 kg d'urée par hectare)	E2-W0	E2-W1	E2-W2

Au total, 9 combinaisons entre les doses d'urée et les types de sarclage ont été établies comme montré dans le tableau. Chacune de combinaisons a été répétée 10 fois (soit 10 blocs randomisés).

La récolte des graines des haricots a été effectuée 100 jours après le semis. Les graines récoltées ont été séchées au soleil puis conservées avant la détermination au laboratoire de la matière sèche, de la teneur en protéines et de la teneur en cendres brutes.

3. Résultats

Les résultats de l'expérimentation globaux de l'expérimentation sont repris dans le tableau 3.

Tableau 3 : Rendement en matières sèches (en g/m²)

Fertilisation	Sarclage zéro (W0)	Sarclage sélectif (W1)	Sarclage total (W2)	Moyenne ± écart-type
E0 (pas d'urée ajoutée)	47,858±1,095	50,170±1,072	37,250±1,089	45,093±8,487
E1 (80 kg d'urée par hectare)	72,111±1,134	59,677±1,148	50,106±1,095	60,631±14,661
E2 (160 kg d'urée par hectare)	56,715±1,145	49,561±1,249	39,197±1,210	48,491±14,867
Moyenne ± écart-type	58,895±14,965	53,136±13,378	42,184±9,650	51,405±14,231

Les données reprises dans le tableau un démontre une tendance à la décroissance de la quantité de matière sèche produite en fonction de l'ampleur du sarclage. Globalement, l'absence de sarclage a permis une production plus élevée de matières sèches de graines de haricot dans un carré expérimental ($58,895 \pm 14,965$ g) plus que dans un carré ayant subi un sarclage partiel ($53,136 \pm 13,378$ g) et un carré ayant subi un sarclage total ($42,184 \pm 9,650$ g).

L'effet de la quantité d'urée appliquée est perceptible. En effet, une application de 80 kg d'urée à l'hectare permet un rendement en matières sèches plus élevé dans le carré expérimental ($60,631 \pm 14,661$ g) et est suivie en termes de rendement par l'application de 160 kg d'urée par hectare ($48,491 \pm 14,867$ g) et enfin d'une non-application d'engrais ($45,093 \pm 8,487$ g).

Le rendement en matières sèches le plus élevé ($72,111 \pm 1,134$ g) a été obtenu quand 80 kg d'urée ont été appliqués par hectare tandis qu'aucun sarclage n'était effectué. Le rendement le plus bas ($37,250 \pm 1,089$ g) par carré expérimental correspond à une absence de fertilisation à l'urée et un désherbage total.

La comparaison des résultats de la quantité de matière sèche totale selon le test χ^2 de Wald montre une influence significative du type de sarclage et de la dose d'engrais sur la production totale de la matière sèche.

Tableau 4 : Teneur de la matière sèche en cendres (en %)

Fertilisation	Sarclage zéro (W0)	Sarclage sélectif (W1)	Sarclage total (W2)	Moyenne \pm écart-type (en g)
E0 (pas d'urée ajoutée)	3,600 \pm 0,277	3,860 \pm 0,061	3,813 \pm 0,055	3,758 \pm 0,188
E1 (80 kg d'urée par hectare)	3,490 \pm 0,563	3,947 \pm 0,228	3,903 \pm 0,055	3,780 \pm 0,375
E2 (160 kg d'urée par hectare)	3,710 \pm 0,032	3,793 \pm 0,235	3,293 \pm 1,189	3,599 \pm 0,649
Moyenne \pm écart-type	3,600 \pm 0,329	3,867 \pm 0,179	3,670 \pm 0,660	3,712 \pm 0,436

La teneur de la matière sèche en cendres dans les graines de haricots a été de $3,712 \pm 0,436$ % pour tout l'essai. Dans les parcelles non sarclées, la teneur de la matière sèche en cendres a été globalement de $3,600 \pm 0,329$ % alors qu'elle a numériquement été la plus élevée pour un sarclage sélectif ($3,867 \pm 0,179$ %) contre $3,670 \pm 0,660$ % pour un sarclage total.

L'apport nul d'urée dans les parcelles, la concentration minérale de la matière sèche s'est élevée à $3,758 \pm 0,188$ %. Cette concentration est légèrement plus élevée ($3,780 \pm 0,375$ %) quand on apporte 80 kg d'urée par hectare et plus faible ($3,599 \pm 0,649$ %) quand on épand 160 kg d'urée à l'hectare.

La comparaison de toutes ces moyennes par le test χ^2 de Wald a montré qu'il n'y a pas de différence significative de la teneur en cendres de la matière sèche en fonction du type de sarclage ni de la dose d'urée appliquée moins encore de l'interaction entre la dose d'urée et le type de sarclage.

Tableau 5 : Teneur de la matière sèche en matières azotées en %

Fertilisation	Sarclage zéro (W0)	Sarclage sélectif (W1)	Sarclage total (W2)	Moyenne ± écart-type
E0 (pas d'urée ajoutée)	19,953±4,086	19,157±2,911	19,247±2,514	19,452±2,831
E1 (80 kg d'urée par hectare)	19,573±4,306	18,923±2,907	19,547±2,921	19,348±2,997
E2 (160 kg d'urée par hectare)	23,830±0,379	22,887±3,152	22,843±2,463	23,187±2,066
Moyenne ± écart-type	21,119±3,606	20,322±3,229	20,546±2,866	20,662±3,139

La teneur en matières azotées a été globalement de 20,662±3,139 %. Quand bien même il n'y a pas de différence remarquable de teneur en matières azotées entre les parcelles n'ayant pas reçu d'urée (19,452±2,831 %) et celles qui en ont reçu 80 kg à l'hectare (19,348±2,997 %), il se démarque une augmente nette de la teneur de la matière sèche en matières azotées (23,187±2,066 %) pour les parcelles qui ont reçu 160 kg d'urée par hectare.

Le manque de sarclage correspond à une teneur de la matière sèche en matières azotées de 21,119±3,606 % et elle a été globalement de 20,322±3,229 % pour le sarclage sélectif et de 20,546±2,866 % pour le sarclage total.

Le test χ^2 de Wald montre que l'apport en urée exerce une influence hautement significative sur la teneur de la matière sèche en matières azotées. En revanche, aucune influence significative n'est observée par suite du type de sarclage moins encore à la suite de l'interaction entre le sarclage et la dose d'urée appliquée.

4. Discussions

Les résultats de l'influence du désherbage sur la matière sèche produite montrent que l'absence de sarclage permet un rendement nettement plus élevé. Ce rendement diminue ensuite quand un sarclage partiel est appliqué ou alors un sarclage total. Contrairement aux attentes, la perturbation du système racinaire des haricots lors des sarclages créant ainsi un choc pourrait être la cause principale explicative de ces résultats. Mario et al. (2001) ont aussi rapporté que le sarclage à la houe dans les rangées induisait une réduction de rendement du haricot que le sarclage à la main. Les résultats obtenus dans ce travail convergent avec les observations de Scialabra (2015) pour qui les effets de mauvaises herbes peuvent ne pas être désastreux si leur levée est tardive par rapport à la germination de la plante cultivée. L'effet du *Galinsoga ciliata* sur les rendements des cultures est variable et il est parfois insaisissable selon les cultures conformément aux constats de Warwick et Sweet (1983) pour qui la réduction de rendement en matières sèches due au *Galinsoga ciliata* varie selon les cultures de 10 à 50 %.

Cependant, Duval (2007) estime que le rendement du haricot peut être diminué de 50 % par le *Galinsoga ciliata*. Dans le même ordre d'idées, Balah et Basiime (1985) ont rapporté une réduction de 49,5 % du rendement en graines du haricot par les mauvaises herbes en mentionnant spécifiquement que c'est le nombre de gousses qui est diminué par le manque de sarclage mais que si ce dernier s'effectuait après 5 semaines du semis des haricots, il affecterait même négativement la matière sèche de la plante entière.

McKenzie-Gopsill et al. (2020) pensent que si les matières nutritives du sol sont en quantité suffisante, la réduction du rendement est essentiellement liée à la compétition pour la lumière. Selon ces auteurs, l'augmentation de la durée de mauvaises herbes et l'ombrage associé surtout affectent dans ces conditions

l'assimilation du gaz carbonique et l'efficience de la photosynthèse malgré l'accroissement de la conductance stomatique et l'augmentation du CO₂ intercellulaire chez le haricot lorsqu'il y a présence permanente de mauvaises herbes. Toutefois Gang et al. (2018) ont noté que l'accroissement de l'apport en azote au sol augmente l'agressivité du *Galinsoga ciliata* qui affecte négativement la production en biomasse sèche des cultures et des autres mauvaises herbes non invasives présentes dans le champ. Des écartements plus faibles entre les plants des haricots (20 cm x 20 cm) pourraient révéler des résultats contraires aux présentes observations à cause éventuellement d'une concurrence intraspécifique qu'interspécifique. Néanmoins dans la présente expérimentation, les rendements globaux sont plus faibles que dans l'expérimentation menée dans les conditions similaires par Siviholya (2022).

Le niveau de fertilisation azotée de 80 kg d'urée à l'hectare a permis d'obtenir le rendement en matière sèche des graines le plus élevé contrairement au dosage de 160 kg d'urée par hectare et à l'apport nul d'urée. Il pourrait se poser un problème de manque d'azote suffisant dans le sol lorsqu'on n'applique pas d'urée tandis qu'à une dose de 160 kg d'azote, il y aurait un excès d'azote dans le sol qui aurait des effets progressivement néfastes sur la production en graines de la plante. Un rapport carbone/azote serait dans ce cas en jeu et pourrait justifier les différentes décroissances de la production en matières sèches. L'excès d'azote permettrait le développement végétatif de la plante de haricot tandis qu'un déficit d'azote agirait comme un facteur limitant quant à la production des graines et de la matière sèche par la suite.

Les observations quant au rendement élevé dans les parcelles non sarclées se rapprochent des suggestions de Scialabra (2015) pour qui un apport optimal d'engrais permet à la plante de maintenir sa vigueur malgré la concurrence avec les mauvaises herbes.

Dans les régions froides contrairement aux régions chaudes, les basses températures au niveau des racines comme l'ont constaté Kimani et Osborne (2005) ont pour effet la réduction du nombre des nodules par plant et par ce fait même une capacité réduite de fixation de l'azote atmosphérique par la synergie de la plante et des rhizobiums. Ceci explique qu'en haute altitude les effets positifs de l'apport en azote inorganique sur le rendement en graines pourraient se faire ressentir mieux que dans les zones où les températures élevées du sol sont favorables à la symbiose entre la légumineuse et les rhizobiums dans la fixation de l'azote atmosphérique.

En définitive, il existerait une dose optimale variable en fonction des sols et de l'environnement biotique et abiotique. Pour des types de sols différents, Kiehl et al (1993) ont observé une réponse sensible de la production des haricots communs à partir d'un apport de 66 kg d'azote par hectare pour un type de sol tandis qu'il fallait appliquer jusque 90 kg d'azote uréique par hectare pour un autre type de sol afin de déceler des accroissements respectifs de rendement de 22 % et de 16 %.

Comparativement à une concurrence entre les mauvaises herbes et le haricot, Rachier et al. (2005) ont su prouver lors d'une expérimentation menée au Kenya l'existence d'une dose d'application des matières minérales qui optimise la production du haricot et du maïs dont les lignes de plantation sont alternes les unes des autres. Ces auteurs situent cette dose entre 25 et 50 kg d'azote par hectare. Dans le même contexte d'association entre le haricot et le *Galinsoga ciliata*, le rendement du haricot a été le plus élevé à la dose d'application de 37 kg d'azote par hectare qu'à la dose de 74 kg d'azote par hectare.

La teneur des graines de haricot en matières azotées varie de 19,348±2,997 % à 23,187±2,066 % quand la dose d'urée épandue passe de 80 kg à 160 kg par hectare. Ces résultats donnent une indication que l'excès d'azote dans le sol pourrait se traduire par une concentration de l'azote dans la plante et surtout dans les graines sous forme de matières azotées sans pour autant augmenter le rendement de la matière sèche sur une unité de surface. Ces observations sont conformes aux constats de Kocon (2010) qui a trouvé que

L'apport d'urée à la culture de la féverole (*Vicia faba ssp minor* L.) a augmenté d'abord la photosynthèse et ensuite la teneur des graines en azote d'environ 15 % en cas d'application foliaire et d'entre 2 à 4 % en cas d'application au sol. Pour cet auteur, l'apport foliaire de l'urée a des effets positifs plus élevés sur la teneur d'azote dans la plante.

Les résultats de l'apport en urée sont conformes aux observations de Kawaka et al (2018) qui ont démontré que les rendements de haricot sont élevés quand l'azote est amené sous forme d'engrais organique ou minéral mieux que quand le *Rhizobium* est inoculé à la plante. Quant à Kocon (2010), l'apport d'urée à la féverole diminue l'activité des rhizobiums et le nombre de nodules sur les racines.

Conclusion

L'expérimentation sur les effets du sarclage et de l'application de l'urée à une culture de haricot nain montre que la fertilisation azotée peut assurer le maintien d'un rendement élevé malgré la présence de mauvaises herbes. Dans la pratique, certaines mauvaises herbes utiles pour l'agriculteur en élevage ou dans la couverture du sol contre les érosions pourraient être laissées au champ en même temps que la culture de haricots sans qu'elles affectent négativement le rendement. Dans cette logique, le *Galinsoga ciliata* reconnu comme plante fourragère par les éleveurs des lapins pourrait être laissé au champ ou être semé. Toutefois, la densité optimale de semis *Galinsoga* et l'écartement des haricots devront faire l'objet d'une étude beaucoup plus approfondie en vue de déterminer l'optimum tolérable. Dans le même ordre d'idées, des études de rentabilité devront être menées sur les coûts comparatifs de sarclage et d'application d'engrais azoté avant de suggérer de nouvelles pratiques agropastorales aux fermiers.

Bibliographie

1. Balah O.E.B. and Basiime D.R. (1985). The effect of weeds on growth and seed yield of beans (*Phaseolus vulgaris*), *Acta Horticulturae*, 153, pages 193-200.
2. Duval J. (2007), Moyens de lutte contre le galinsoga cilié (*Galinsoga quadriradiata*) en production biologique, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. En ligne : www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique consulté le 1er octobre 2022.
3. Gang L., Ying-Bo Y. and Zhi-Hong Z. (2018), Elevated nitrogen allows the weak invasive plant *Galinsoga quadriradiata* to become more vigorous with respect to inter-specific competition, *Scientific Reports*, 8: 3136.
4. Kawaka F., Dida M., Opala P., Ombori O., Maingi J., Amoding A. and Muoma J. (2018), Effect of nitrogen sources on the yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in western Kenya, *Journal of Plant Nutrition*, 41 (13), pages 1652-1661.
5. Kiehl, J.C., Silveira, R.I. and Brito Neto J. (1993), Rates and methods of applying urea to common beans, *Scientia Agricola*, 50 (2), pages 254-260.
6. Kimani S.K. and Osborne B.A. (2005), Effects of soil temperature on nodulation, photosynthesis, and dry-matter yield of beans and cowpeas, in the Proceedings of the Pabra Millennium Workshop held in Arusha (Tanzania) from 28 May to 1 June 2001, pages 246-252.
7. Kocon A. (2010), The effect of foliar or soil top-dressing of urea on some physiological processes and seed yield of faba bean, *Polish Journal of Agronomy*, 3, pages 15-19.
8. Mario D., Wilson R. and Martin A. (2001), Weed Control and Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*) Response to In-Row Cultivation, Rotary Hoeing, and Herbicides, *Weed technology*, 15 (3), pages 429-436.

9. McKenzie-Gopsill A.G., Amirsadeghi S., Fillmore S. and Swanton C.J. (2020), Duration of Weed Presence Influences the Recovery of Photosynthetic Efficiency and Yield in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Frontiers in Agronomy*, Vol. 2, Article 593570, pages 1-16.
10. Rachier G. O., Salasya B. and Wortmann C. S. (2005), Verification of recommended rates of inorganic fertilizers in maize-bean intercropping under contrasting soil types in Kenya, in the Proceedings of the Pabra Millennium Workshop held in Arusha (Tanzania) from 28 May to 1 June 2001, pages 241-245.
11. Scialabra N. (2015), Guide de formation à l'agriculture biologique, Technologies et pratiques de petits producteurs agricoles (TECA), FAO, 115 pages.
12. Siviholya, M. K. (2022), Potentialités fourragères du *Galinsoga ciliata* dans l'alimentation des lapins [Thèse de doctorat], Université Catholique du Graben.
13. Warwick S.I. and Sweet R.D. (1983), The biology of Canadian weeds, *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata* (= *G. ciliata*), *Canadian Journal of Plant Science*, 63, pages 695–709.