

Réponses du *Galinsoga ciliata* à l'ombrage et à l'apport d'urée dans le sol

Mbusa Siviholya Kito¹

Résumé

Le Galinsoga ciliata [Blake] est une mauvaise herbe redoutée dans le monde et commune dans les champs au Nord-Kivu. Son utilisation dans les élevages des lapins est connue par les paysans de Butembo. En vue d'envisager son intégration dans les systèmes agricoles pour une production fourragère soutenue au bénéfice de l'agri-éleveur, des essais phytotechniques ont été conduits dans les périphéries agricoles de la ville de Butembo. Il a été question d'évaluer sa réponse par rapport à un ombrage croissant (0 %, 25 %, 50 % et 75 %) en simulant les éventuelles conditions d'éclairement dans un champ cultivé en même temps que différents niveaux d'urée (0 kg, 180 kg et 360 kg par hectare) ont été appliqués à la culture dans différents types de sol.

*À l'issue de ces expérimentations, il s'est avéré qu'un ombrage élevé (plus de 50 %) ait une certaine nuisibilité au rendement en matières sèches, à la teneur en cendres mais pas à la teneur en matières azotées alors qu'un ombrage se situant entre 25 et 50 % est même favorable à son rendement en matières sèches jusqu'à autour de 7 tonnes par hectare. Pour tous les niveaux d'ombrage, l'apport en urée a eu un effet positif sur la production des matières sèches du *Galinsoga ciliata*.*

Mots-clés : *Galinsoga, ombrage, urée, rendement*

Abstract

The hairy soldier Galinsoga ciliata [Blake] is a worldwide harmful weed. It is very common in North Kivu farms. Peasants regularly resort to it for rabbit feeding in Butembo area. In a bid to integrate it in the local farm system for sustainable forage production, crop experimental tests were conducted in Butembo agricultural suburbs. The tests consisted of estimating the response of the Galinsoga ciliata to growing shade (0%, 25%, 50% and 75%) simulating

¹ Docteur en Sciences agronomiques de l'Université Catholique du Graben (Nord-Kivu/RDC): mbusakito@gmail.com.

possible light conditions in a cultivated farm. At the same time, different doses of urea (0kg, 180kg and 360kg per hectare) were applied to the experimental soils from different locations to evaluate its response to ammoniacal fertilizer.

The findings showed that high shade levels (above 50 %) were harmful to the yield in terms of dry matter production, and rate of ash. However, the rate of nitrogen matters was not affected. The tests revealed that the shading between 25 to 50 % favored the yield in terms of dry matter up to 7 meter-tons per hectare. Indistinctively the shade level, urea showed positive effect on dry matter production.

Keywords: Galinsoga, shade, urea, yield

1. Introduction

Le *Galinsoga ciliata* est reconnu comme un indicateur de fertilité dans les champs. En République Démocratique du Congo, MULANGWA (2005) indique que sa présence dans les champs est associée à une richesse azotée du sol au point que l'augmentation de la fertilité du sol lui donne encore un pouvoir de croissance plus élevé. C'est en ce sens qu'a été menée la présente recherche en vue de vérifier à quel niveau l'augmentation de la fertilité azotée en recourant à l'urée peut exercer une influence sur la biomasse aérienne du *Galinsoga*.

D'après différents auteurs comme KUMAR *et al.* (2010), MOHLER *et al.* (2021) et GANG *et al.* (2018) le *Galinsoga ciliata* est une plante de lumière. D'autres auteurs comme IVANY et SWEET (1973) de même que WARWICK et SWEET (1983) estiment que le *Galinsoga ciliata* est exigeant en fertilisants particulièrement l'azote. C'est pourquoi, en le prenant comme mauvaise herbe des plantes cultivées, il est nécessaire de voir comment l'ombrage de même que l'apport en azote pourrait influencer sa production en biomasse. De même, comme la plante est aussi utilisée comme fourrage à l'est de la République Démocratique du Congo, il est important de savoir comment l'ombrage et l'apport en engrais azoté peuvent influencer la composition nutritionnelle de la matière sèche. Les deux expérimentations ont été combinées afin de simuler ce qui pourrait se passer dans un champ fertilisé avec une éventuelle concurrence non seulement pour l'engrais azoté mais aussi pour la lumière.

2. Matériels et méthodes

L'expérimentation a été menée en République Démocratique du Congo dans la Ville de Butembo (Nord-Kivu) en Commune de Kimemi, Quartier Malende, Cellule Ngengere.

Les couches superficielles (premiers 10 cm) des sols issus de l'Université catholique du Graben au site Horizon à l'ouest de la Ville de Butembo (sol H), de l'ULPGL au sud-est de la ville (sol U) et de Ngengere (sol N) au sud-ouest de la ville ont été utilisées comme stock semencier. Les caractéristiques physico-chimiques des sols utilisés sont reprises dans le tableau 1.

Tableau 1. Les différentes caractéristiques physico-chimiques des sols d'expérimentation en fonction des origines

Caractéristiques physico-chimiques du sol	Sol de l'Horizon (UCG)	Sol de Ngengere	Sol de l'ULPGL (Katwa)
pH au KCl	5,510	5,760	4,870
pH à l'eau H ₂ O	6,520	6,490	6,200
Conductivité électrique en millisiemens/cm	0,030	0,23	0,030
Matière minérale par rapport à la matière sèche (en pourcents)	89,777	89,816	91,735
Matière organique par rapport à la matière sèche (en pourcents)	10,223	10,184	8,265
Teneur en argile dans la matière minérale (en pourcents)	72,077	44,616	71,082
Teneur en limons dans la matière minérale	2,547	0,297	0,221
Teneur en sable (fin et grossier) dans la matière minérale (en pourcents)	25,376	55,086	28,697
Masse volumique	1,7	1,5	1,7
Teneur en azote dans la matière sèche (en pourcents)	4,540	4,720	3,721
Teneur en phosphore par rapport à la matière sèche du sol	0,476	0,560	0,582
Teneur en potassium par rapport à la matière sèche dans le sol (en pourcents)	4,010	3,800	3,048

Tableau 2. Densité d'ombrages appliqués dans l'expérimentation

Densité d'ombrages (en pourcentages)	Densité de lumière (en pourcentages)	Alternance des bandes caoutchouc	Codage en traitement du
0	100	Pas d'ombrage	
25	75	30 mm	
50	50	10 mm	
75	25	3,3 mm	

Quatre types de densité de lumière naturelle ont été créés en variant la densité d'ombrages grâce à des bandes en caoutchouc non translucide à la lumière visible comme montré dans le tableau 2. Les bandes noires de nylon (polypropylène) de 10 mm de largeur étaient orientées dans le sens nord-sud tandis que la course du soleil se fait de l'est à l'ouest. La hauteur des ombrières était de 180 cm pour permettre non seulement une circulation libre dans le lieu mais aussi mixer la lumière à l'ombre quand c'était applicable conformément aux recommandations de JAENICKE (2006).

Dans les ombrières ainsi montées, les trois types de sols ont été fertilisés en urée. L'épandage d'urée s'est fait au début des expérimentations en arrosant les bandes avec de l'eau dans laquelle étaient dissoutes des quantités croissantes d'urée comme repris dans le tableau 3.

Tableau 3. Quantités d'urée utilisées pour fertiliser les sols

Quantité d'azote ajouté en kg par hectare	Quantité d'urée ajoutée en kg par hectare	Codage du traitement
0	0	E0
83	180	E1
166	360	E2

3. Observations et mesures

La quantité de biomasse aérienne du *Galinsoga ciliata* a été mesurée après 60 jours de placement et d'arrosage du sol. La teneur en matières sèches de la biomasse, la teneur de la matière sèche en cendres, en cellulose et en matières azotées ont aussi été déterminées au laboratoire en fonction des traitements (dose d'azote appliquée et ombrage).

4. Résultats

Les résultats de l'expérimentation sur la réponse du *Galinsoga ciliata* à l'apport du sol en urée sont exprimés en termes de rendement en matières sèches à l'hectare (tableau 4), de teneur de la matière sèche en cendres (tableau 5), en protéines (tableau 6), et en cellulose (tableau 7) comme repris ci-dessous.

- *Rendement en matière sèche du Galinsoga ciliata en fonction de l'apport de l'azote au sol et de l'ombrage*

Les résultats relatifs au rendement en matière sèche en fonction de l'apport en urée et de l'ombrage sont commentés ci-dessous (tableau 4).

Tableau 4. Rendement en matières sèches (en tonnes par hectare) en fonction de l'urée ajoutée et de l'ombrage

Fertilisation	Origine du sol (site)	Densité par m ²	0% d'ombrage	25% d'ombrage	50% d'ombrage	75% d'ombrage	Moyenne ± écart-type
E0 (pas d'urée ajoutée)	Horizon	165,333±99,413	2,835±3,180	4,794±3,416	1,701±1,034	4,285±3,378	3,404±2,801
E0 (pas d'urée ajoutée)	Ngengere	332,000±128,30	3,037±0,980	2,543±1,392	5,756±4,914	2,439±1,970	3,444±2,697
E0 (pas d'urée ajoutée)	ULPGL	229,333±109,973	1,202±0,221	4,612±2,765	5,784±4,154	5,154±5,352	4,188±3,606
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E0 pour	255,556±130,350	2,358±1,881	3,983±2,545	4,414±3,841	3,959±3,456	3,679±3,004
E1 (180 kg d'urée par hectare)	Horizon	272,000±193,930	2,221±0,503	3,907±1,374	6,095±4,555	10,089±6,649	5,578±4,654
E1 (180 kg d'urée par hectare)	Ngengere	409,333±192,177	5,721±2,719	3,853±0,663	8,914±4,772	4,217±0,669	5,676±3,147
E1 (180 kg d'urée par hectare)	ULPGL	328,000±141,060	2,040±0,610	5,476±2,563	8,716±4,443	5,235±4,273	5,367±3,776
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E1 pour	336,444±181,524	3,327±2,288	4,412±1,692	7,908±4,190	6,514±4,808	5,540±3,797

Réponses du *Galinsoga ciliata* à l'ombrage à l'apport d'urée dans le sol

Fertilisation	Origine du sol (site)	Densité par m ²	0% d'ombrage	25% d'ombrage	50% d'ombrage	75% d'ombrage	Moyenne ± écart-type
E2 (360 kg d'urée par hectare)	Horizon	250,667±146,219	4,435±2,176	7,481±3,494	7,384±5,576	17,966±4,196	9,317±6,385
E2 (360 kg d'urée par hectare)	Ngengere	304,000±124,499	5,103±0,761	3,268±1,476	6,560±3,128	9,895±2,699	6,206±3,168
E2 (360 kg d'urée par hectare)	ULPGL	270,667±113,437	4,480±1,804	2,955±1,201	11,779±6,765	10,989±7,474	7,551±5,980
Moyenne pour E2 pour l'ombrage ± écart-type		275,111±127,014	4,673±1,499	4,568±2,958	8,574±5,250	12,950±5,879	7,691±5,374
Moyenne globale pour l'ombrage ± écart-type		289,037±146,402	3,453±2,080	4,321±2,373	6,966±4,678	6,099±5,312	5,637±4,437

La levée au mètre carré a été globalement de $289,037 \pm 146,402$ plants. Cette variabilité importante dépend de l'origine du sol et aussi de l'urée ajoutée.

En effet, les sols de Ngengere présentent une levée globalement plus élevée comparativement aux sols de l'Horizon et de l'ULPGL. Toutefois, l'apport de l'urée exerce une influence sur la levée. En effet, tandis que la levée moyenne pour le sol sans apport d'urée est de $255,556 \pm 130,350$ au mètre carré, elle subit une augmentation significative quand 180 kg d'urée sont ajoutés à l'hectare pour atteindre $336,444 \pm 181,524$ plants au mètre carré. Néanmoins on observe une diminution quand 360 kg d'urée sont appliqués à l'hectare avec une moyenne de levée de $275,111 \pm 127,014$ plants au mètre carré. La différence entre la levée pour une application nulle d'urée et une application de 360 kg d'urée à l'hectare n'étant pas significative, il se peut que l'apport de 180 kg d'urée à l'hectare soit celui qui augmente significativement la levée de *Galinsoga* pour atteindre $336,444 \pm 181,524$ globalement pour tous les sols. L'urée aurait de ce fait un effet positif sur la levée qui s'estomperait au fur et à mesure que la dose augmente à cause d'une éventuelle toxicité.

Quoique la levée n'ait pas été uniforme pour les 3 sols, on constate globalement que le rendement en matières sèches de *Galinsoga* est dans une certaine mesure indépendante de la levée mais croît significativement en fonction de l'urée apportée par hectare, passant de $3,679 \pm 3,004$ tonnes par hectare lorsqu'aucun engrais n'est appliquée à $5,540 \pm 3,797$ tonnes par hectare quand 180 kg d'urée sont épandus à l'hectare jusqu'à $7,691 \pm 5,374$ tonnes de matières sèches produites lorsque 360 kg d'urée sont appliquées à l'hectare.

On observe aussi une progression globale positive assez nette du rendement en matière sèche pour tous les sols et les taux d'application d'engrais quand l'ombrage augmente, mais il se dessine clairement un pic

selon les sols et l'application d'engrais suivi d'une légère diminution entre un ombrage de 50 et 75 %. En effet, sans ombrage le rendement à l'hectare est globalement de $3,453 \pm 2,080$ tonnes avec des variations qui dépendent de l'origine du sol mais surtout de la quantité d'urée apportée. Ce rendement passe à $4,321 \pm 2,373$ tonnes par hectare quand l'ombrage est de 25 % et culmine à $6,966 \pm 4,678$ tonnes de matière sèche quand l'ombrage est de 50 %. Quand l'ombrage est de 75 %, le rendement est $6,099 \pm 5,312$ tonnes de matière sèche par hectare, ce qui constitue en fait une légère diminution par rapport au rendement à 50 %.

En somme, on constate que le rendement augmente avec la dose d'urée appliquée mais aussi avec l'ombrage jusqu'à 50 à 75 % selon les différents sols. L'origine des sols et donc la levée des plants n'ont pas influencé le rendement à l'hectare en matière sèche.

- *Teneur de la matière sèche en cendres en fonction de l'ombrage et de l'apport en urée*

Globalement pour toutes les expérimentations, la teneur en cendres a représenté $2,471 \pm 0,739$ % de la matière sèche comme repris dans le tableau 5. Mais cette proportion est variable selon le niveau d'ombrage et l'apport en urée. En effet, on constate une décroissance progressive de la teneur en cendres pour toutes les doses d'urée quand l'ombrage passe de 0 % ($3,141 \pm 0,474$ % de cendres) à 75 % ($1,738 \pm 0,464$ %) avec une valeur intermédiaire de $2,819 \pm 0,646$ % quand l'ombrage est de 25 % et $2,185 \pm 0,613$ % lorsque l'ombrage est de 50 %.

Tableau 5 : Variation de la teneur en cendres de la matière sèche du *Galinsoga ciliata* en fonction de la dose d'urée et du degré d'ombrage

Fertilisation	Origine du sol (site)	Densité par m ²	0% d'ombrage	25% d'ombrage	50% d'ombrage	75% d'ombrage	Moyenne ± écart-type
E0 (pas d'urée ajoutée)	Horizon	165,333±99,413	3,992±0,400	3,127±0,358	3,066±0,654	1,247±0,526	2,858±1,127
E0 (pas d'urée ajoutée)	Ngengere	332,000±128,30	2,759±0,072	2,805±0,028	2,292±0,914	2,026±0,125	2,470±0,522
E0 (pas d'urée ajoutée)	ULPGL	229,333±109,973	3,246±0,253	2,930±0,234	2,058±0,841	1,661±0,662	2,474±0,822
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E0 pour	255,556±130,350	3,332±0,589	2,954±0,256	2,472±0,837	1,645±0,544	2,601±0,855
E1 (180 kg d'urée par hectare)	Horizon	272,000±193,930	2,908±0,768	2,759±0,233	2,392±0,132	1,363±0,618	2,356±0,766
E1 (180 kg d'urée par hectare)	Ngengere	409,333±192,177	2,827±0,274	2,926±0,165	2,398±0,576	1,910±0,425	2,515±0,537
E1 (180 kg d'urée par hectare)	ULPGL	328,000±141,060	3,395±0,303	3,511±1,683	1,528±0,103	1,964±0,276	2,599±1,170
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E1 pour	336,444±181,524	3,043±0,510	3,066±0,920	2,106±0,527	1,745±0,493	2,490±0,846
E2 (360 kg d'urée par hectare)	Horizon	250,667±146,219	3,213±0,126	2,414±0,353	1,762±0,076	1,412±0,227	2,200±0,742
E2 (360 kg d'urée par hectare)	Ngengere	304,000±124,499	2,825±0,224	2,857±0,274	2,263±0,401	2,047±0,183	2,498±0,439
E2 (360 kg d'urée par hectare)	ULPGL	270,667±113,437	3,108±0,250	2,045±0,265	1,912±0,106	2,010±0,332	2,269±0,552

Réponses du *Galinsoga ciliata* à l'ombrage à l'apport d'urée dans le sol

Fertilisation	Origine du sol (site)	Densité par m ²	0% d'ombrage	25% d'ombrage	50% d'ombrage	75% d'ombrage	Moyenne ± écart-type
Moyenne pour E2 l'ombrage ± écart-type	pour	275,111±127,014	3,049±0,250	2,439±0,437	1,979±0,307	1,823±0,380	2,322±0,588
Moyenne globale l'ombrage ± écart-type	pour	289,037±146,402	3,141±0,474	2,819±0,646	2,185±0,613	1,738±0,464	2,471±0,739

Quelle que soit la dose d'engrais, cette tendance est valable et démontre l'influence négative du niveau d'ombrage sur l'absorption des matières minérales par le *Galinsoga ciliata*. Autrement dit, l'éclairement aurait lui-même une influence positive sur l'absorption des matières minérales du sol.

De même, l'apport en urée dans le sol a un effet inverse sur la teneur en cendres dans la matière sèche du *Galinsoga ciliata*. Globalement, cette teneur passe de $2,601 \pm 0,855$ % pour un apport nul d'urée à $2,490 \pm 0,846$ % pour un apport de 180 kg d'urée à l'hectare jusqu'à $2,322 \pm 0,588$ % pour 360 kg d'urée à l'hectare, les variations étant liées à l'ombrage et à l'origine des sols.

Si on considère le niveau individuel d'azote de base dans le sol, la chute de la teneur en cendres dans la plante est plus brusque quand le sol contient moins d'azote (cas du sol de l'horizon) que quand le sol en contient un peu plus (cas du sol de Ngengere). Autrement dit, l'apport en urée aurait tendance à augmenter la teneur de la matière sèche en matières organiques quand le sol contient peu d'azote à la base. Une certaine stabilisation de la teneur en cendres dans la matière sèche du *Galinsoga* s'observe pour un apport de 180 kg d'urée par hectare tout comme pour un apport de 360 kg d'urée par hectare malgré des individualités spécifiques à chaque sol.

- *Teneur de la matière sèche en matières azotées en fonction de l'ombrage et de l'apport en urée*

La teneur en matière sèche en matières azotées pour toutes les parcelles est de $20,489 \pm 9,974$ % mais subit des fluctuations en fonction de l'origine du sol, de l'apport en urée mais aussi de l'ombrage comme cela est montré dans le tableau 6.

Tableau 6. Variation de la teneur en matières azotées de la matière sèche du *Galinsoga ciliata* en fonction de la dose d'urée et du degré d'ombrage

Fertilisation	Origine du sol (site)	Densité par m ²	0% d'ombrage	25% d'ombrage	50% d'ombrage	75% d'ombrage	Moyenne écart-type	±
E0 (pas d'urée ajoutée)	Horizon	165,333±99,413	21,194±4,433	23,091±1,840	27,926±4,194	21,206±2,672	23.354±4.115	
E0 (pas d'urée ajoutée)	Ngengere	332,000±128,30	20,170±7,676	32,089±15,939	17,744±6,365	15,025±5,379	21.257±10.761	
E0 (pas d'urée ajoutée)	ULPGL	229,333±109,973	9,691±2,350	18,004±1,293	8,981±3,909	19,223±7,828	13.975±6.245	
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E0 pour	255,556±130,350	17,018±7,171	24,395±10,145	18,217±9,261	18,485±5,640	19,529±8,401	
E1 (180 kg d'urée par hectare)	Horizon	272,000±193,930	13,974±5,678	22,441±2,556	23,052±24,065	27,892±15,959	21.840±13.639	
E1 (180 kg d'urée par hectare)	Ngengere	409,333±192,177	25,112±15,411	41,897±1,963	10,355±3,593	14,658±4,637	23.005±14.537	
E1 (180 kg d'urée par hectare)	ULPGL	328,000±141,060	19,223±6,760	16,586±3,480	20,657±7,785	24,873±6,500	20.335±6.247	
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E1 pour	336,444±181,524	19,436±10,107	26,975±11,718	18,021±14,046	22,474±10,756	21,727±11,763	
E2 (360 kg d'urée par hectare)	Horizon	250,667±146,219	14,790±10,328	21,441±3,139	21,535±5,359	19,938±1,602	19.426±5.927	
E2 (360 kg d'urée par hectare)	Ngengere	304,000±124,499	14,283±4,145	48,186±9,461	19,470±4,606	13,659±2,387	23.899±15.631	
E2 (360 kg d'urée par hectare)	ULPGL	270,667±113,437	15,239±5,504	14,348±1,945	23,317±1,925	16,334±3,808	17.309±4.814	
Moyenne pour l'ombrage ± écart-type	E2 pour	275,111±127,014	14,770±6,222	27,992±16,267	21,441±4,024	16,644±3,624	20,21155±10,143	
Moyenne globale pour l'ombrage ± écart-type		289,037±146,402	17,075±7,933	26,454±12,558	19,226±9,728	19,201±7,455	20,489±9,974	

Il y a lieu d'établir que la teneur de la matière sèche en matières azotées quels que soient l'origine du sol et l'ombrage passe de $19,529 \pm 8,401$ % pour un apport nul en urée à $21,727 \pm 11,763$ % pour un apport en urée de 180 kg par hectare mais se maintient autour de $20,2155 \pm 10,143$ % quand l'apport en urée est de 360 kg à l'hectare. Cette différence non significative entre les 3 niveaux d'apport en urée effusque les tendances pour chaque niveau d'ombrages surtout qu'on observe pour chaque degré d'éclairement une augmentation croissante de la teneur en matières azotées quand l'apport en urée passe de zéro kg à l'hectare à 180 kg puis une tendance à la stabilisation lorsque l'apport en azote passe de 180 kg à 360 kg à l'hectare.

En effet, il est clair qu'au niveau d'ombrage nul, la moyenne de la teneur de la matière sèche en matières azotées passe de $17,018 \pm 7,171$ % pour un apport nul en urée, puis passe à $19,436 \pm 10,107$ % pour un apport de 180 kg d'urée par hectare mais chute à $14,770 \pm 6,222$ % quand l'apport en urée augmente à 360 kg à l'hectare. En revanche, avec l'ombrage de 25 %, une tendance à l'augmentation de la teneur en matière azotée s'observe quand l'apport en urée de 0 à 180 puis à 360 kg par hectare. Pour un ombrage de 50 %, on observe néanmoins une sorte de résistance à l'accroissement de la teneur en matières azotées quand l'apport en engrais passe de 0 kg à 180 kg d'urée par hectare et une augmentation quand l'apport en urée passe de 180 kg à l'hectare à 360 kg à l'hectare. Pour un ombrage de 75 %, l'accroissement de la teneur en matières azotées n'est observé que lorsqu'on passe d'un apport nul ($18,485 \pm 5,640$ %) à un apport de 180 kg à l'hectare ($22,474 \pm 10,756$ %) puis chute pour atteindre $16,644 \pm 3,624$ %. Ceci semble en fait prouver qu'on ne peut augmenter indéfiniment l'ombrage ni l'apport en azote pour espérer obtenir une teneur élevée de la matière sèche en azote. Il en ressort ainsi que l'optimum pour l'ombrage est de 25 % qui permet globalement d'atteindre $26,454 \pm 12,558$ % de matières azotées dans la matière sèche tandis qu'il y a un accroissement continue de cette teneur quand l'apport en urée passe de 0 kg à l'hectare ($24,395 \pm 10,145$ %) à 180 kg à l'hectare ($26,975 \pm 11,718$ %) et

à 360 kg à l'hectare ($27,992 \pm 16,267$ %). En deçà et au-delà de 25 % d'ombrage, la teneur de la matière sèche en matières azotées reste dans les limites de $17,075 \pm 7,933$ % et $19,226 \pm 9,728$ %.

- *Teneur en cellulose de la matière sèche du Galinsoga ciliata en fonction de la dose d'urée et du degré d'ombrage*

L'attention particulière portée sur la cellulose a montré que celle-ci représente globalement $9,806 \pm 1,353$ % de la matière sèche et se maintient autour de cette valeur comme repris dans le tableau 7.

Tableau 7. Variation de la teneur en cellulose de la matière sèche du *Galinsoga ciliata* en fonction de la dose d'urée et du degré d'ombrage

Fertilisation	Origine du sol (site)	Densité par m ²	0% d'ombrage	25% d'ombrage	50% d'ombrage	75% d'ombrage	Moyenne ± écart-type
E0 (pas d'urée ajoutée)	Horizon	165,333±99,413	7,379±0,636	9,969±0,552	9,806±0,235	9,748±2,188	9,225±1,502
E0 (pas d'urée ajoutée)	Ngengere	332,000±128,30	8,443±0,583	10,680±1,215	12,547±1,299	10,101±0,527	10,443±1,741
E0 (pas d'urée ajoutée)	ULPGL	229,333±109,973	7,722±1,651	9,323±0,621	7,887±3,266	11,135±0,612	9,017±2,236
<i>Moyenne pour E0 pour l'ombrage ± écart-type</i>		<i>255,556±130,350</i>	<i>7,848±1,043</i>	<i>9,991±0,942</i>	<i>10,080±2,686</i>	<i>10,328±1,323</i>	<i>9,562±1,877</i>
E1 (80 kg d'urée par hectare)	Horizon	272,000±193,930	12,577±5,201	9,636±1,293	9,273±0,902	10,589±0,576	10,519±2,688
E1 (80 kg d'urée par hectare)	Ngengere	409,333±192,177	9,040±1,338	9,251±2,026	11,985±2,835	9,749±0,939	10,006±2,047
E1 (80 kg d'urée par hectare)	ULPGL	328,000±141,060	9,068±0,536	10,873±1,110	10,474±1,406	10,671±0,095	10,272±1,089
<i>Moyenne pour E1 pour l'ombrage ± écart-type</i>		<i>336,444±181,524</i>	<i>10,228±3,223</i>	<i>9,920±1,514</i>	<i>10,577±2,023</i>	<i>10,336±0,708</i>	<i>10,265±2,001</i>
E2 (160 kg d'urée par hectare)	Horizon	250,667±146,219	8,660±0,753	10,718±0,439	8,614±2,016	10,108±1,550	9,525±1,492
E2 (160 kg d'urée par hectare)	Ngengere	304,000±124,499	8,438±0,792	11,088±0,586	9,652±0,847	11,229±0,281	10,102±1,320
E2 (160 kg d'urée par hectare)	ULPGL	270,667±113,437	8,760±1,379	8,495±1,742	9,811±1,178	9,503±0,253	9,142±1,214
<i>Moyenne pour E2 pour l'ombrage ± écart-type</i>		<i>275,111±127,014</i>	<i>8,619±0,891</i>	<i>10,100±1,539</i>	<i>9,359±1,364</i>	<i>10,280±1,101</i>	<i>9,590±1,368</i>
<i>Moyenne globale pour l'ombrage ± écart-type</i>		<i>289,037±146,402</i>	<i>8,899±2,190</i>	<i>10,004±1,309</i>	<i>10,005±2,076</i>	<i>10,315±1,033</i>	<i>9,806±1,353</i>

On n'observe pas de différence significative ou une quelconque tendance à la croissance ou à la décroissance selon l'apport en urée voire selon l'ombrage même si numériquement les plus forts ombrages ont montré une tendance à l'augmentation de la moyenne même si on ne sait pas relever une certaine différence significative entre ces moyennes.

5. Discussion des résultats

Le *Galinsoga ciliata* est reconnu comme une mauvaise herbe nitrophile des champs qui s'adapte bien aux zones ensoleillées. Même en République Démocratique du Congo, les études menées à Bukavu (Sud-Kivu) par MULANGWA (2005) ont démontré d'une corrélation entre la présence du *Galinsoga* dans le champ et sa fertilité. Ceci est conforme aux résultats obtenus dans la présente recherche qui démontrent que la production du *Galinsoga* en matières sèches augmente en fonction de l'apport en azote, même si la levée semble être affectée par une augmentation de l'apport en urée.

Différents auteurs dont MOHLER *et al.* (2021) ont postulé que le *Galinsoga ciliata* est une plante de lumière et qu'il procède à l'évitement de l'ombre quand il est en compétition, à l'allongement de la tige, à l'élargissement des feuilles de même qu'une floraison et une production semencière retardées, le tout couplé à une réduction de la biomasse et de la quantité des semences. Néanmoins, la présente étude démontre que le rendement en matières sèches du *Galinsoga ciliata* augmente avec la diminution de la lumière pour se stabiliser autour de 50 % d'ombrage ou plus selon d'autres paramètres comme l'origine du sol et l'apport en urée. Ce résultat est une preuve que le *Galinsoga ciliata* peut continuer à prospérer même quand les conditions d'ombrage dans un champ de culture sont assez élevées. Cette observation est conforme aux notes de JAENICKE (2006) dans lesquelles il affirme un compromis entre l'ouverture des stomates pour la photosynthèse sous ombrage où il ferait

moins chaud et la lumière qui est moins importante pour la même photosynthèse. Selon JAENICKE (2006), certaines plantes supporteraient jusqu'à 90 % d'ombrage pour les jeunes plants qui diminuerait avec l'âge de la plantule. IVANY et SWEET (1973) ont signalé un effet négatif sur la production du *Galinsoga* seulement quand l'intensité de la lumière était diminuée en 83 %. Néanmoins d'après JAENICKE (2006), pour ce qui est de *Galinsoga*, l'optimum de production en biomasse sèche se situerait entre 50 et 75 % d'ombrage.

En ce sens, en cas de culture, le *Galinsoga* ne serait pas affecté par l'ombrage de la plante associée à moins que la concurrence n'ait une originaire racinaire pour l'eau et/ou les éléments minéraux sinon tout autre facteur d'influence comme l'allélopathie de certaines plantes à l'instar des brassicacées comme l'a révélé KUMAR *et al.* (2009) lorsqu'ils ont constaté que la moutarde jaune (*Sinapis alba* L.) réduit 62 % de l'émergence de *Galinsoga ciliata* aussi bien que la biomasse. Ces mêmes auteurs indiquent des effets similaires de la moutarde brune (*Brassica juncea* L.) sur le *Galinsoga ciliata*.

Quoique le *Galinsoga ciliata* soit une plante du groupe photosynthétique C3, les résultats obtenus rappellent ceux rapportés par ROMDHANE *et al.* (2017) pour le vétiver (*Chrysopogon zizanioides* L.), une plante fourragère du groupe C4, qui ont observé un accroissement significatif de la production de la matière sèche quand augmente l'ombrage. En effet, selon ces auteurs, l'ombrage augmente le nombre de talles du vétiver, la longueur de la partie aérienne, la surface foliaire, le nombre de feuilles par plante et la teneur en matière sèche. Dans cette logique, le *Galinsoga ciliata*, tout comme le vétiver pourrait être cultivé sous l'ombre de plus grandes plantes.

Les données relatives à la teneur de la matière sèche en cendres (et donc inversement en matières organiques) montrent que cette teneur en cendres décroît en fonction de l'apport en urée au sol. Cette décroissance est d'autant plus brusque que le sol non amendé est pauvre en azote. L'augmentation de

l'ombrage a aussi un effet similaire mais plus palpable. La teneur en cendres de la matière sèche décroît de 45 % globalement quand l'ombrage passe de 0 % à 75 % avec des tendances spécifiques pour chaque type de sol et le niveau d'apport en urée. En revanche, si l'on considère la décroissance liée à l'apport d'urée, elle ne représente que 11 % comparativement à l'ombrage. Cette tendance se maintient quels que soient l'origine du sol et le niveau d'ombrage.

Les résultats ainsi obtenus tiennent à une explication liée aux mécanismes d'absorption de l'azote sous sa forme ammoniacale et des autres cations. Les résultats auraient pu être différents si l'azote était apporté au sol sous forme sa forme nitrique.

Les différents teneurs en cendres de la matière sèche du *Galinsoga* sont conformes aux données rapportées par HAMDANI (2020) selon lesquelles la teneur des végétaux en cendres dépasse rarement les 5 % du poids de la matière sèche alors que DIDIER (1986) les situent entre 2,75 et 4,5 % de la matière sèche, ce qui se conforme parfaitement à la plage de variation des moyennes des cendres dans la matière sèche pour les différents apports d'urée et les différents niveaux d'ombrages appliqués pendant la présente expérimentation sur *Galinsoga ciliata*.

En tenant compte de l'absorption racinaire des sels, HAMDANI (2020) relève une préférence pour les cations que pour les anions. Les racines absorbent les cations dans cet ordre décroissant : NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ et pour les anions dans l'ordre décroissant suivant : NO_3^- , Cl^- , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} .

Selon HAMDANI (2020), en plus d'une absorption passive due à l'évapotranspiration et donc à un gradient de pression osmotique entre les racines et les feuilles, l'énergie issue de la photosynthèse améliore l'absorption des éléments minéraux. Il devient donc clair que quand l'éclairement diminue, l'ammonium (NH_4^+) sera toujours mieux absorbé que les sels minéraux d'abord compte tenu de la préférence par les racines liées à sa facilité d'échange cationique mais la part des cations et des sels minéraux

diminuera à la suite des effets combinés de la chute de l'évapotranspiration et de l'énergie photosynthétique.

L'explication quant à ce tiendrait d'une part de l'éclairement et d'autre part de l'évapotranspiration qui serait meilleure alors que les feuilles qui reçoivent directement la lumière et la chaleur solaires seraient plus sollicitées par l'évaporation et donc le reflux de la sève brute que lorsque le rayonnement solaire direct est obstrué partiellement par l'ombrage.

De même que l'a constaté DIDIER en 1986 chez les graminées, l'on constate que les parcelles de *Galinsoga ciliata* à haute teneur en matières sèches contiennent le moins de matières minérales. Cette relation négative est clairement établie pour les différents ombrages mais se retrouve bouleversée par les différents niveaux d'apports en urée.

En effet, plusieurs auteurs dont notamment HAMDANI (2020) et JAENICKE (2006) révèlent que l'évapotranspiration permet une absorption passive de certains sels minéraux tandis qu'il y a un besoin d'énergie supplémentaire pour l'absorption active d'autres minéraux au niveau racinaire.

La quantité de matière sèche produite par unité de surface pour les différents traitements n'est pas proportionnelle au nombre de plants sur une unité de surface. Ce résultat conforte ceux obtenus par RAI et TRIPATHI en 1983 qui stipulent que la quantité de matière sèche produite augmente avec la densité de plants mais pas de manière linéaire. Si l'on s'en tient aux observations de DIDIER (1986), la composition en matières azotées du *Galinsoga ciliata* obtenue dans la présente recherche est jusqu'à 3 fois supérieure à celles des graminées du Sahel qui ne dépasse pas les 7 % à au stade juvénile. GANG *et al.* (2018) ont remarqué un effet positif de l'apport en azote sur la production en biomasse sèche du *Galinsoga ciliata*, un effet négatif de l'ombrage mais surtout une interaction de l'éclairement et de l'apport azotée.

Différentes explications concourent en une montée puis une diminution de la teneur de la matière sèche en matières azotées en fonction de l'ombrage et de l'apport en urée. En ne parlant que d'ombrage, un éclaircissement total devrait être responsable d'une augmentation de la quantité de la matière sèche produite et de sa teneur en azote conformément aux actions d'une meilleure absorption de l'ammonium grâce à une photosynthèse accrue et à une évapotranspiration élevée comme le suggère HAMDANI (2020). Cela va de soi que la teneur de la plante en azote en sortira améliorée si des quantités croissantes d'urée sont disponibles au niveau du sol. Effectivement, KOCON (2010) indique chez la féverole (*Vicia faba* ssp *minor* L.) que quand des quantités croissantes d'urée sont amenées à la plante, la photosynthèse en sort améliorée et même la teneur de la plante entière en azote augmente.

Toutefois, comme le dit bien JAENICKE (2006), l'ouverture des stomates est maintenue en basse température (donc sous ombrage) qu'en haute température. L'ombrage devrait dans ce sens favoriser une activité photosynthétique élevée mais la quantité de lumière dans ce cas serait le facteur limitant. De même, RAI et TRIPATHI (1986) ont observé une augmentation de la surface foliaire chez *Galinsoga ciliata* sous ombrage. Chez les haricots et les niébés, KIMANI et OSBORNE (2005) ont constaté aussi que l'activité photosynthétique est diminuée par les hautes températures simulées au niveau des racines. Ces conditions décrites sont celles qui prévalent dans les endroits non ombragés.

Néanmoins, JAENICKE (2006) note que, malgré l'ouverture des stomates, la même activité photosynthétique peut être limitée par un faible éclaircissement qui induirait une diminution de la matière sèche et aussi une accumulation de l'ammonium dans la plante et sa transformation en ammoniac dont la toxicité selon HAMDANI (2020) pourrait induire une réduction du rendement de la plante.

RAI et TRIPATHI (1986) quant à eux ont trouvé que les plants de *Galinsoga ciliata* maintenus sous ombrage sont plus résistants à l'application

de l'herbicide 2,4-D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) que les plants sans ombrage. Ceci prouve que dans certaines conditions lui imposées, le *Galinsoga ciliata* pourrait mieux s'adapter sous ombre qu'à la lumière.

Il est important de mentionner la remarque de MOHLER *et al.* (2021) pour qui la croissance du *Galinsoga ciliata* est intimement liée à la disponibilité de l'azote, du phosphore et du potassium mais que la réponse à l'apport du phosphore sans azote ajouté est bien meilleure que le contraire. Ces auteurs notent que quand l'apport en azote et en potassium est réduit, le *Galinsoga parviflora* contrairement au *Galinsoga ciliata* est capable d'un développement racinaire puissant.

Les résultats obtenus sur la teneur du *Galinsoga ciliata* en cellulose rappellent ceux des recherches de ROMDHANE *et al.* (2017) sur l'impact de l'ombrage sur le vétiver, qui ont néanmoins révélé une augmentation significative de la teneur des plantes ombragées en cellulose par rapport aux plantes non ombragées. Ces auteurs indiquent que pour le vétiver l'ombrage n'affectait pas l'énergie digestible de la plante entière qui se maintenait à 0,8 UFL (unité fourragère lait) par kg de matière sèche quel que soit le niveau d'ombrage.

Conclusion

À l'issue des expérimentations menées dans la périphérie agricole de la Ville de Butembo, le *Galinsoga ciliata* qui est utilisé localement comme une plante fourragère pour les lapins et d'autres herbivores comme le porc et le cobaye est une plante qui supporte l'ombrage et de cette manière pourrait être associé aux cultures vivrières sans qu'il souffre substantiellement d'un éclaircissement réduit. Il est cependant exigeant en azote et répond positivement à un apport croissant en urée. C'est la raison pour laquelle il devrait être associé aux plantes moins exigeantes en azote comme les légumineuses ou alors dans un écosystème agricole où l'azote n'est pas le facteur limitant.

Bibliographie

- DIDIER, R. (1986). Composition chimique des fourrages naturels, in *Élevage et potentialités pastorales sahéniennes*, Synthèses cartographiques, Niger, CTA-CIRAD-IEMVT, Wageningen, pages 16-17.
- 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.
- HAMDANI, F.Z. (2020). Nutrition minérale et maladies physiologiques des plantes, première édition, Éditions Al-Kafi (Algérie). En ligne : www.ALKafi-Publishing.com
- IVANY, J.A. et SWEET, R.D. (1973). Germination, Growth, Development, and Control of *Galinsoga*, *Weed Science*, 21 (1), pages 41-45.
- JAENICKE, H. (2006). *Bonnes pratiques de culture en pépinière forestière : Directives pratiques pour les pépinières de recherche*, Manuel technique no. 3, World Agroforestry Centre, Nairobi, 90 pages.
- KIMANI, S.K. and OSBORNE, B.A. (2005). Effects of soil temperature on nodulation, photosynthesis, and dry-mat yield of beans and cowpeas, in the Proceedings of the *Pabura Millennium Workshop* held in Arusha (Tanzania) from 28 May to 1 June 2001, pages 246-252.
- 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.
- KUMAR, V., BRAINARD, D., and BELLINDER, R. (2009). Effects of Spring-sown Cover Crops on Establishment and Growth of Hairy *Galinsoga* (*Galinsoga ciliata*) and Four Vegetable Crops, *Hortscience* 44 (3), pages 730–736.
- MOHLER, C.L., TEASDALE, J.R. and DiTOMMASO, A. (2021). Manage weeds on your farm: A guide to ecological strategies, SARE handbook series 16, US Department of Agriculture, 416 pages
- MULANGWA, N. (2005). Réponse du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) au compost sur des sols colonisés par diverses herbes spontanées, in the Proceedings of the *Pabura Millennium Workshop* held in Arusha (Tanzania) from 28 May to 1 June 2001, pages 76-78.

- RAI, J.P.N. and TRIPATHI, R.S. (1983). Population regulation of *Galinsoga ciliata* and *G. parviflora*: Effect of sowing pattern, population density and soil moisture and texture, *Weed Research*, 23 (3), pages 151-163.
- RAI, J.P.N. and TRIPATHI, R.S. (1986). Population regulation of *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake and *G. parviflora* Cav.: Effect of 2,4D application at different growth stages and light regimes, *Weed Research* 26 (1), pages 59-68.
- ROMDHANE, A. B., BOUKEF, S., KARMOUS, C., SLIM, S., KHIMIRI, H. et HAMMAMI, M. (2017). Effet de l'ombrage sur la culture sous serre du vétiver (*Chrysopogon zizanioides* L.), *Journal of new sciences*, 44 (6), pages 2438-2444.
- 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.