

*Effets Du Type De Substrat Organique Sur L'éclosion, La Croissance Morphométrique Et La Biomasse Des Larves De *Hermetia Illucens* (L., 1758) A Kinshasa (RDC)*

Ir VILA DIAKIESE BAKANUNUA¹, Dr Ir MONZAMBE MAPUNZU Paul², Dr Ir NSEVOLO MIANKEBA Papy³

¹Chercheur Indépendant/ Kinshasa/RDC

²Professeur Emérite/ Université Pédagogique Nationale/Kinshasa/RDC

³Professeur Associé / Université Pédagogique Nationale/Kinshasa/RDC

Corresponding author: Ir VILA DIAKIESE BAKANUNUA



Résumé : Cette étude a évalué l'influence de quatre substrats organiques sur l'éclosion, la croissance morphométrique et la biomasse larvaire de la mouche soldat noire, *Hermetia illucens*, dans les conditions tropicales de Kinshasa. L'essai a été conduit à l'Université Pédagogique Nationale pendant 19 jours, du 28 mai au 15 juin 2026. Quatre traitements ont été comparés selon un dispositif à quatre blocs : T1, lisier de porc ; T2, drêche de brasserie ; T3, déchets de fruits ; T4, mélange lisier de porc + drêche de brasserie + déchets de fruits. Les variables suivies étaient le nombre de larves après éclosion, le poids individuel, la longueur, la largeur, la biomasse totale et la mortalité. Les résultats montrent une forte supériorité du substrat mixte T4 pour l'éclosion, avec 12 729 larves, soit 61 % des individus recensés, contre 4 182 larves pour T3, 3 770 pour T1 et seulement 119 pour T2. Les larves élevées sur T4 ont atteint la plus grande longueur moyenne (14,26 mm), tandis que T3 a donné le poids individuel le plus élevé (0,321 g) et la plus grande largeur moyenne (3,43 mm). Le test de Kruskal-Wallis a révélé un effet significatif du traitement sur la longueur ($p = 0,0066$) et sur la biomasse totale ($p = 0,0053$), mais non sur le poids individuel, la largeur et la mortalité. Le T4 a produit la biomasse totale la plus élevée ($38,92 \pm 3,81$ g). Ces résultats indiquent que le mélange des substrats locaux améliore la performance globale des larves, tandis que les déchets de fruits constituent le meilleur substrat simple pour la croissance individuelle.

Mots-clés : *Hermetia illucens* ; mouche soldat noire ; biomasse larvaire ; substrats organiques ; déchets de fruits ; lisier de porc ; drêche de brasserie ; Kinshasa.

Abstract: This study assessed the effect of four organic substrates on hatching, morphometric growth and larval biomass production of the black soldier fly, *Hermetia illucens*, under tropical conditions in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. The trial was conducted at the Université Pédagogique Nationale for 19 days, from 28 May to 15 June 2026. Four treatments were compared in a four-block experimental layout: T1, pig slurry; T2, brewery spent grain; T3, fruit waste; and T4, a mixture of pig slurry, brewery spent grain and fruit waste. The variables recorded were the number of larvae after hatching, individual weight, larval length, larval width, total biomass and mortality. The mixed substrate T4 showed the highest hatching performance, with 12,729 larvae, representing 61% of counted individuals, compared with 4,182 larvae for T3, 3,770 for T1 and only 119 for T2. Larvae reared on T4 reached the highest mean length (14.26 mm), whereas T3 produced the highest individual weight (0.321 g) and width (3.43 mm). Kruskal-Wallis tests showed a significant treatment effect on larval length ($p = 0.0066$) and total biomass ($p = 0.0053$), but not on individual weight, width or mortality. T4 generated the highest total biomass (38.92 ± 3.81 g). These results suggest that mixing locally available substrates improves overall larval performance, while fruit waste remains the best single substrate for individual larval growth.

Keywords: *Hermetia illucens*; black soldier fly; larval biomass; organic substrates; fruit waste; pig slurry; brewery spent grain; Kinshasa.

1. Introduction

La hausse du coût des matières premières protéiques classiques, notamment les farines de poisson et les tourteaux de végétaux, impose aux systèmes d'élevage tropicaux une recherche active de ressources alternatives. La mouche soldat noire, *Hermetia illucens*, occupe une position stratégique dans cette transition, car ses larves convertissent rapidement des biodéchets en biomasse riche en protéines, lipides et minéraux utilisables en alimentation animale [1].

Cette propriété présente un double intérêt : réduire la pression sur les sources protéiques conventionnelles et transformer des déchets organiques locaux en produits à valeur ajoutée [2].

La performance larvaire dépend toutefois fortement de la nature du substrat. Les substrats riches en sucres rapidement fermentescibles peuvent stimuler l'ingestion et la croissance, tandis que les substrats fibreux, trop humides ou mal aérés peuvent limiter l'éclosion, ralentir la croissance ou favoriser la mortalité. Les adaptations morphologiques et fonctionnelles du tube digestif des larves face à des régimes contrastés confirment que la réponse de *H. illucens* n'est pas seulement quantitative, mais aussi physiologique [3].

En contexte africain urbain, les substrats disponibles — lisiers, déchets de marchés, sous-produits de brasserie — sont abondants, mais leur efficacité relative reste insuffisamment documentée à l'échelle locale.

À Kinshasa, l'accumulation de déchets organiques et la dépendance des élevages aux intrants alimentaires coûteux créent une opportunité pour développer une entomoculture adaptée. La présente étude a donc été conduite pour comparer l'effet du lisier de porc, de la drêche de brasserie, des déchets de fruits et de leur mélange sur les performances d'éclosion, de croissance morphométrique et de biomasse des larves de *H. illucens*.

L'hypothèse principale est que le mélange des substrats améliore la performance globale par complémentarité nutritionnelle, tandis que les déchets de fruits peuvent favoriser la croissance individuelle grâce à leur fraction facilement biodégradable.

2. Matériel et méthodes

- Lieu et durée de l'étude.

L'essai a été réalisé au sein de l'Université Pédagogique Nationale, dans la commune de Ngaliema, ville-province de Kinshasa, à environ 440 m d'altitude. L'expérimentation a duré 19 jours, du 28 mai au 15 juin 2026.

- Matériel biologique et substrats.

Le matériel biologique était constitué d'œufs de *H. illucens* âgés de deux jours, issus d'un élevage conduit à l'UPN.

Quatre traitements ont été testés à savoir :

T1 : lisier de porc ;

T2 : drêche de brasserie ;

T3 : déchets de fruits ;

T4 : mélange des trois substrats en proportions égales.

Les substrats provenaient d'intrants organiques collectés ou achetés localement à Kinshasa.

- Dispositif expérimental.

Quatre grammes d'œufs ont été répartis entre quatre traitements et quatre répétitions. Chaque répétition recevait 0,25 g d'œufs par traitement, soit 1 g par traitement et 4 g au total. Le dispositif expérimental comportait quatre blocs dans lesquels les traitements étaient distribués de manière aléatoire.

Variables mesurées et analyse statistique.

Les variables analysées dans cet article sont le nombre de larves après éclosion, la longueur, la largeur, le poids individuel, la biomasse totale et la mortalité. Les données ont été saisies sous Microsoft Excel, puis analysées avec R version 4.5.2.

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les paramètres morphométriques, la biomasse et la mortalité. En cas de différence significative pour la biomasse, un test post-hoc de Wilcoxon a permis d'identifier les groupes différenciés. Le seuil de signification retenu était $\alpha = 0,05$.

Tableau 1. Composition des traitements expérimentaux

Traitement	Composition du substrat	Proportion
T1	Lisier de porc	100 %
T2	Drêche de brasserie	100 %
T3	Déchets de fruits	100 %
T4	Lisier de porc + drêche de brasserie + déchets de fruits	33,3 % + 33,3 % + 33,3 %

Le tableau ci – haut, décrit la composition des différents traitements expérimentaux.

3. Résultats

- Éclosion larvaire selon les substrats.

Le traitement T4 a présenté la plus forte production de larves après éclosion, avec 12 729 individus, soit 61 % des larves recensées.

Le traitement T3 a occupé la deuxième position avec 4 182 larves (20 %), suivi de T1 avec 3 770 larves (18 %). Le traitement T2 a montré une performance très faible, avec seulement 119 larves (1 %), et une mortalité précoce avant la fin de l'essai.

Tableau 2. Nombre de larves après éclosion selon les traitements

Traitement	Substrat	Nombre de larves	Proportion(%)
T1	Lisier de porc	3 770	18
T2	Drêche de brasserie	119	1
T3	Déchets de fruits	4 182	20
T4	Mélange	12 729	61

Il ressort de ce tableau le nombre et le pourcentage de larves après éclosion pour chaque traitement, il est de 12 729 (soit 61%) pour le T4, de 4 182 (soit 20%) pour le T3, de 3770(soit 18%) pour le T1, et enfin, de 119(soit 1%) pour le T2.

- Croissance morphométrique.

Tableau 3. Performances morphométriques moyennes des larves

Traitement	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Poids individuel (gr)
T1	9,31	1,82	0,019
T2	4,85	1,15	0,011
T3	13,75	3,43	0,321
T4	14,26	3,27	0,293

La longueur moyenne la plus élevée a été obtenue avec T4 (14,26 mm), suivi de T3 (13,75 mm), T1 (9,31 mm) et T2 (4,85 mm). La largeur moyenne la plus élevée a été observée dans T3 (3,43 mm), suivi de T4 (3,27 mm), T1 (1,82 mm) et T2 (1,15 mm). Le poids individuel moyen a également été maximal dans T3 (0,321 g), suivi de T4 (0,293 g), T1 (0,019 g) et T2 (0,011 g).

- Effet statistique du substrat sur les paramètres morphométriques.

Tableau 4. Test global de Kruskal-Wallis sur les variables morphométriques

Variable	Nombre de groupes	Ddl	χ^2	p-value	Interprétation
Poids individuel	4	3	3,3679	0,3383	Non significatif
Longueur	4	3	12,2490	0,0066	Significatif
Largeur	4	3	3,5247	0,3176	Non significatif

Le test de Kruskal-Wallis indique que le traitement n'a pas eu d'effet significatif sur le poids individuel ($\chi^2 = 3,3679$; ddl = 3 ; p = 0,3383), ni sur la largeur ($\chi^2 = 3,5247$; ddl = 3 ; p = 0,3176). En revanche, l'effet du traitement sur la longueur était significatif ($\chi^2 = 12,2490$; ddl = 3 ; p = 0,0066), confirmant que les substrats T3 et T4 favorisent la croissance longitudinale.

- Biomasse totale et mortalité.

Tableau 5. Biomasse totale et mortalité selon les traitements

Paramètre	T1	T2	T3	T4	χ^2	p-value
Biomasse totale (g)	19,92 ± 10,74	0,67 ± 0,14	18,91 ± 9,75	38,92 ± 3,81	12,71	0,0053
Mortalité (nombre)	115,75 ± 129,26	29,75 ± 7,80	61,25 ± 44,51	88,00 ± 37,96	3,39	0,3352

La biomasse totale différait significativement entre les traitements ($\chi^2 = 12,71$; ddl = 3 ; p = 0,0053). Le T4 a donné la biomasse moyenne la plus élevée (38,92 ± 3,81 g), devant T1 (19,92 ± 10,74 g), T3 (18,91 ± 9,75 g) et T2 (0,67 ± 0,14 g).

La mortalité n'a pas varié significativement entre les traitements ($\chi^2 = 3,39$; ddl = 3 ; p = 0,3352), malgré une mortalité précoce observée dans T2.

Tableau 6. Comparaison post-hoc de la biomasse totale moyenne

Traitement	Biomasse totale moyenne (g)	Groupe Wilcoxon
T4	38,92 ± 3,81	A
T1	19,92 ± 10,74	A
T3	18,91 ± 9,75	A
T2	0,67 ± 0,14	B

4. Discussion

Les résultats confirment l'importance décisive du type de substrat dans la production larvaire de *H. illucens*. Le T4 a fortement amélioré l'éclosion et la biomasse totale, ce qui suggère un effet de complémentarité nutritionnelle entre les substrats.

Le lisier de porc apporte probablement de l'azote et des composés minéraux, les déchets de fruits fournissent des sucres et des composés facilement biodégradables, tandis que la drêche de brasserie contribue à la matière organique structurée.

Cette combinaison peut créer un substrat plus équilibré que chaque composant pris isolément. Ce résultat est cohérent avec les synthèses récentes montrant que la performance de *H. illucens* dépend de l'équilibre entre qualité nutritionnelle, humidité, digestibilité et stabilité du substrat [1.2].

La supériorité de T3 pour le poids individuel et la largeur indique que les déchets de fruits sont favorables à la croissance corporelle des larves lorsque l'objectif est d'obtenir des individus plus lourds.

Cependant, T3 n'a pas égalé T4 pour le nombre total de larves et la biomasse totale. Cette distinction est importante : un substrat peut maximiser la taille individuelle sans maximiser la production totale. Dans une logique de production de farine larvaire, la biomasse totale reste un critère plus opérationnel que le poids individuel isolé. Les réponses morphologiques observées rejoignent les travaux de l'auteur [3], qui montrent que *H. illucens* ajuste son fonctionnement digestif selon la composition du substrat.

Le cas du T2 est particulièrement instructif. Malgré la disponibilité apparente de matière organique, la drêche de brasserie utilisée seule a donné une éclosion très faible, une biomasse presque nulle et une mortalité précoce.

Cette contre-performance peut s'expliquer par une structure trop compacte, une digestibilité limitée, un déséquilibre nutritionnel ou une aération insuffisante.

Elle montre que la disponibilité locale d'un sous-produit ne suffit pas à garantir sa valeur entomotechnique. Pour être performant, un substrat doit être biodisponible, équilibré et physiquement compatible avec l'activité larvaire.

Sur le plan statistique, l'absence d'effet significatif sur le poids individuel et la largeur doit être interprétée avec prudence. Les valeurs moyennes suggèrent des tendances biologiquement fortes, notamment en faveur de T3 et T4, mais la variabilité intra-traitement et la taille expérimentale limitée ont probablement réduit la puissance statistique.

À l'inverse, la significativité observée pour la longueur et la biomasse totale montre que ces variables sont plus sensibles à l'effet du substrat. Les essais futurs devraient intégrer une mesure de la matière sèche, de la composition proximale des larves et du profil en acides aminés afin de relier la performance quantitative à la qualité nutritionnelle.

5. Conclusion

Le mélange lisier de porc + drêche de brasserie + déchets de fruits a été le substrat le plus performant pour la production globale de larves de *H. illucens* à Kinshasa. Il a généré le plus grand nombre de larves après éclosion et la biomasse totale la plus élevée. Les déchets de fruits, utilisés seuls, ont favorisé le poids individuel et la largeur des larves, ce qui en fait le meilleur substrat simple pour la croissance corporelle. La drêche de brasserie seule n'est pas recommandée dans les conditions de cette étude. Les

résultats soutiennent l'intérêt d'une formulation mixte des biodéchets locaux pour développer une production larvaire destinée à l'alimentation animale.

6. Recommandations

1. Utiliser prioritairement un mélange de substrats locaux plutôt qu'un substrat unique pour maximiser la biomasse larvaire.
2. Employer les déchets de fruits comme substrat simple lorsque l'objectif est d'améliorer le poids individuel des larves.
3. Éviter l'utilisation de la drêche de brasserie seule ; elle devrait être mélangée à des substrats plus digestibles et mieux équilibrés.
4. Répéter l'essai avec davantage de répétitions, une mesure de la matière sèche et une analyse nutritionnelle complète des larves.
5. Tester différents ratios de mélange afin d'identifier une formulation optimale techniquement efficace et économiquement accessible aux producteurs urbains et périurbains.

Références

- [1]. Lu, S., Taethaisong, N., Meethip, W., Surakhunthod, J., Sinpru, B., Sroichak, T., & Paengkoum, P. (2022) : Nutritional composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) and its potential uses as alternative protein sources in animal diets: A review. *Insects*, 13(9), 831. <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
- [2]. Amrul, N. F., Ahmad, I. K., Ahmad Basri, N. E., Suja, F., Abdul Jalil, N. A., & Azman, N. A. (2022) : A review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(8), 4565. <https://doi.org/10.3390/su14084565>
- [3]. Bonelli, M., Bruno, D., Brilli, M., Gianfranceschi, N., Tian, L., Tettamanti, G., Caccia, S., Casartelli, M., & Tettamanti, G. (2020). Black soldier fly larvae adapt to different food substrates through morphological and functional responses of the midgut. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 4955. <https://doi.org/10.3390/ijms21144955>
- [4]. Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N. K., Fiaboe, K. K. M., Nakimbugwe, D., Khamis, F. M., Subramanian, S., Dubois, T., Musyoka, M. W., Ekesi, S., Kelemu, S., & Tanga, C. M. (2020). Exploring black soldier fly frass as novel fertilizer for improved growth, yield, and nitrogen use efficiency of maize under field conditions. *Frontiers in Plant Science*, 11, 574592. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.574592>
- [5]. Caimi, C., Renna, M., Lussiana, C., Bonaldo, A., Gariglio, M., Meneguz, M., Dabbou, S., Schiavone, A., Gai, F., Elia, A. C., Prearo, M., & Gasco, L. (2020). First insights on black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal dietary administration in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) juveniles. *Aquaculture*, 515, 734539. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734539>
- [6]. Lalander, C., Ermolaev, E., Wiklicky, V., & Vinnerås, B. (2020). Process efficiency and ventilation requirement in black soldier fly larvae composting of substrates with high water content. *Science of the Total Environment*, 729, 138968. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138968>