



Revue-IRS



**Revue Internationale de la Recherche Scientifique
(Revue-IRS)**

ISSN: 2958-8413

Vol. 4, No. 4, Juillet 2026

This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license



Evaluation de l'utilisation de Neem (*Azadiracta indica*, Adrien, 1830) concomitamment à celle du Moringa (*Moringa Oleifera*, Linné, 1753) dans l'alimentation des cailles à Kinshasa. « Cas du seuil d'incorporation simultanée »

MPOYI CISWAKA Bibiche¹, YUIDI DIALUSIKAMA Pistis², NYONGOMBE
USTUDIENYEMA Nathan³, LOKINDA LITALEMA Faustin⁴, MONZAMBE MAPUNZU
Paul⁵

1. *Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Direction générale, B.P 2037, RD Congo*
2. *Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Zootechnie, Kinshasa, B.P 8815, RD Congo*
3. *Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Zootechnie, Kinshasa, B.P 8815, RD Congo*
4. *Institut Facultaire Agronomique de Yangambi, B.P 111, RD Congo*
5. *Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Zootechnie, Kinshasa, B.P 8815, RD Congo*

Digital Object Identifier (DOI) : <https://doi.org/10.5281/zenodo.21606204>

Résumé

La présente étude vise évaluer l'efficacité comparative de l'incorporation de Neem (*Azadiractha indica*) et de Moringa (*Moringa Oleifera*) dans l'alimentation des cailles japonaises (*Coturnix japonica*) élevées à Kinshasa, dans un contexte de recherche d'alternatives alimentaires locales durables permettant de réduire la dépendance aux additifs conventionnels importés. L'expérimentation repose sur un dispositif complètement randomisée comprenant cinq traitements alimentaires : DC : dose de contrôle (Témoins : sans Neem et Moringa avec 100% de T. soja), D1 : première dose [75 % (25% de Neem +75 % de Moringa) avec 25% T. Soja], D2 : deuxième dose [50% (Neem +Moringa) avec 50% T. Soja], D3 : troisième dose [25 % (75% de Neem+ 25 % de Moringa) avec 75% T. Soja], D4 : quatrième dose [(50% Neem + 50% Moringa) sans soja]), sur base des supplémentations alimentaires répétées. Les paramètres étudiés incluent les performances zootechniques (GMQ, Indice de consommation, consommation alimentaire, ingestion alimentaire, Poids vifs).

Les résultats obtenus suggèrent que le traitement D2 dont l'incorporation est de [50 % (Neem +Moringa) avec 50 % T. Soja] améliore les performances productives des cailles. De travaux récents montrent également qu'une supplémentation à base de Neem et Moringa au seuil de 10 % améliore la productivité globale et réduit la charge microbienne intestinale chez les cailles. En effet, l'utilisation comparative de ces ressources phylogéniques locales constitue une stratégie nutritionnelle innovante susceptible d'améliorer durablement les performances productives des cailles tout en renforçant l'autonomie alimentaire avicole en République Démocratique du Congo.

Mots Clés : Performances, Ingrédients locaux, Neem, Moringa.

Abstract

The present study aims to evaluate the comparative effectiveness of incorporating Neem (*Azadiractha indica*) and Moringa (*Moringa Oleifera*) into the feed of Japanese quail (*Coturnix japonica*) raised in Kinshasa, in the context of searching for sustainable local feed alternatives to reduce dependence on imported conventional additives. The experiment is based on a completely randomized design comprising five dietary treatments: DC: control dose (Controls: without Neem and Moringa with 100% soybean meal), D1: first dose [75% (25% Neem + 75% Moringa) with 25% soybean meal], D2: second dose [50% (Neem + Moringa) with 50% soybean meal], D3: third dose [25% (75% Neem + 25% Moringa) with 75% soybean meal], D4: fourth dose [(50% Neem + 50% Moringa) without soybean meal]), based on repeated

dietary supplementation. The parameters studied included zootechnical performance (ADG, feed conversion ratio, feed intake, live weight).

The results obtained suggest that treatment D2, incorporating [50% (Neem + Moringa) with 50% Soybean extract], improves the productive performance of quail. Recent work also shows that supplementation with Neem and Moringa at a threshold of 10% improves overall productivity and reduces the intestinal microbial load in quail.

Indeed, the comparative use of these local phylogenetic resources constitutes an innovative nutritional strategy likely to sustainably improve the productive performance of quail while strengthening poultry feed self-sufficiency in the Democratic Republic of Congo.

Keywords: Performance, Local ingredients, Neem, Moringa

1. Introduction

Dans les périphéries de Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo, l'élevage de cailles émerge comme une solution prometteuse face aux défis alimentaires croissants. La croissance démographique et la hausse des coûts des intrants, notamment pour les sources de protéines animales, poussent les éleveurs à explorer des alternatives locales, accessibles et écologiquement viables. Dans ce cadre, le Moringa (*Moringa oleifera*) et le Neem (*Azadirachta indica*), deux plantes locales aux multiples vertus, se positionnent comme des matières premières potentielles pour l'alimentation des volailles (Minvielle, 2004).

Le Moringa est réputé pour sa richesse en protéines, vitamines et antioxydants, tandis que le Neem, bien qu'amère et souvent utilisé en médecine traditionnelle, se distingue par ses propriétés antimicrobiennes et son potentiel à renforcer l'immunité animale. Cependant, les effets combinés de ces deux plantes sur l'alimentation des cailles restent largement inexploités, en particulier concernant leur seuil d'incorporation optimal. Une étude comparative et approfondie de leurs effets s'avère donc nécessaire (Tsudzuki et Abe, 1995).

Dans un contexte où l'agroécologie et l'autonomie alimentaire gagnent en importance dans les élevages urbains, l'utilisation de ressources végétales locales pourrait non seulement réduire les coûts de production, mais aussi améliorer la santé et la productivité des cailles, tout en limitant l'usage d'antibiotiques ou d'additifs chimiques. L'objectif est de trouver un équilibre permettant d'incorporer ces deux plantes de manière bénéfique (Djinandji et al., 2022). Une telle approche répond aux attentes des consommateurs de Kinshasa, préoccupés par la qualité sanitaire des produits d'origine animale, tout en contribuant à la sécurité alimentaire nationale (Gueye, 1998).

Cette étude dépasse la simple comparaison nutritionnelle en proposant un modèle d'élevage qui intègre les savoirs locaux et valorise les ressources végétales sous-exploitées, tout en répondant aux défis économiques et écologiques du Congo (Sghaier et *al.*, 2023). L'élevage de cailles, avec un coût de production alimentaire représentant environ 60 à 70 % du budget d'exploitation, représente un domaine d'exploration intéressant. Le recours à des alternatives végétales locales comme le Moringa et le Neem permettrait de réduire la dépendance aux céréales importées et de limiter l'impact environnemental de l'élevage industriel (Ricarda, 2016).

Le Moringa, avec ses qualités nutritionnelles, et le Neem, avec ses propriétés médicinales et antimicrobiennes, sont des candidats prometteurs pour des rations avicoles innovantes. Le marché des protéines végétales connaît une forte croissance, ouvrant de nouvelles perspectives pour ces ressources locales (Jacques, 2016). Cependant, il est crucial de déterminer le seuil d'incorporation optimal pour éviter tout effet toxique ou diminution de la consommation par les cailles (Kakengi et *al.*, 2007). Cette recherche est d'autant plus urgente en raison de la faible documentation scientifique locale sur ces pratiques, notamment en ce qui concerne les cailles, dont les besoins nutritionnels diffèrent de ceux des poulets (Djinandji et *al.*, 2022).

L'élevage de cailles à Kinshasa est en plein essor, mais les producteurs sont confrontés à des coûts de production élevés, en particulier pour l'alimentation, qui représente entre 60 et 70 % des dépenses. Cette situation incite à explorer des alternatives alimentaires locales, telles que le Moringa et le Neem, dont les vertus nutritionnelles et médicinales sont largement reconnues. Toutefois, la combinaison de ces deux plantes dans l'alimentation des cailles reste mal documentée, notamment en ce qui concerne les doses à respecter pour éviter les effets toxiques. Le Moringa, riche en protéines et vitamines, et le Neem, connu pour ses propriétés antimicrobiennes, pourraient offrir une solution à la fois nutritive et durable pour l'alimentation des cailles. Néanmoins, il est essentiel de déterminer le seuil d'incorporation optimal pour garantir des effets positifs sur la croissance, la santé et la productivité des volailles. Ce seuil doit être étudié pour éviter tout effet négatif sur l'appétit ou la performance des cailles, notamment en raison de l'amertume du Neem (Kakengi et *al.*, 2007). Les recherches sur les effets combinés du Moringa et du Neem sur les cailles, en particulier dans le contexte de Kinshasa, sont rares.

Les conditions locales et les pratiques d'élevage spécifiques à la région nécessitent une approche expérimentale adaptée (Kalaki et *al.*, 2022). Ce manque de données scientifiques locales accentue l'urgence d'une étude approfondie pour identifier les meilleures pratiques alimentaires pour les cailles.

Ainsi, cette étude vise à déterminer un seuil d'incorporation simultanée optimal des deux plantes dans l'alimentation des cailles, permettant de garantir des performances économiques, nutritionnelles et sanitaires satisfaisantes. Cette démarche pourrait offrir une réponse innovante aux défis contemporains de l'élevage urbain en Afrique et participer à la transition vers une agriculture plus durable.

L'objectif central de cette étude est de définir l'incorporation simultanée optimale du Moringa et du Neem dans l'alimentation des cailles pour maximiser leurs performances économiques, nutritionnelles et sanitaires. En outre, cette recherche vise à répondre aux défis de l'élevage urbain en Afrique subsaharienne, en général et en particulier la RDC proposant des alternatives durables adaptées aux réalités locales.

2. Matériels et Méthodes

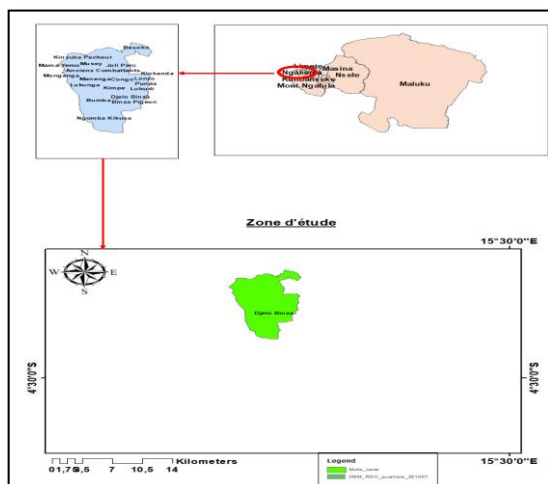
2.1. Milieu expérimental

Le milieu expérimental qui nous servira de site est le terrain allouer à la Faculté des Sciences Agronomiques et environnement de l'Université Pédagogique Nationale (UPN) situé non loin du Home des filles (Home 3) dans l'enceinte de l'Université au quartier Ngomba Kikusa l'un de quartier de la commune de Ngaliema. La Faculté des Sciences Agronomiques de l'UPN est située au sein du campus dans la commune de Ngaliema.

- Au Nord : par l'église Catholique notre Dame ;
- Au Sud : par le centre hospitalier de l'Université ;
- A l'Est : par l'avenue Lubumbashi en diagonale de la station Regideso ;
- A l'Ouest : Par le nouveau bâtiment.

2.1.1. Localisation de l'étude (description et carte)

L'étude a été conduite à Kinshasa dans la commune de Ngaliema, au sein du Noyau d'Activités de Nutrition des Volailles (NANV) dans l'enceinte de l'UPN, plus précisément à l'intérieur du Home des filles (4°21'42'' de latitude Sud, 15°13'16'' de longitude Est et à 500 m d'altitude).



2.2. Matériel utilisé

Dans le cadre de cette étude nous nous proposons d'utiliser les matériels biologiques et non biologiques.

2.2.1. Matériel biologique

Parmi les matériels biologiques : Nous avons à utiliser les cailleaux de 4 jours au nombre de 11 sujets par compartiment ce qui fait au total 110 cailleaux à raison de 10 compartiments. Nous utiliserons les ingrédients végétaux à l'état sec notamment : la poudre de Moringa et celle Neem pour test, d'autres ingrédients protéiques (arachides, tourteaux de soja) les ingrédients énergétiques (graines de maïs, son de blé) et les additifs (le Prémelange et l'huile de palme).

2.2.2. Matériel non biologique

Nous avons épinglé : pour la construction du hangar devant abriter les cages des cailles. Pour ce faire les matériaux retenus sont ; Madrier, Chevron, Clous, Tôle, Ruff, Bois de coffrage, Ciment, Sable, Barre de 6. Pour les cages matériaux à utiliser : Chevrons, Clous, Treilles, Lattes, Charnière, Cadenas, Porte Cadenas, Copeau des bois, Mortier (scie) D'autres matériaux pour réaliser le travail : Balance de précision, Mortier et Pilon, seau, Bassin + Bidon, Mangeoires, Abreuvoirs, Cuillère, Masque, Bole, Assiettes, Carnet, Stylo, Ordinateur, Thermo-hygromètre.

2.3. Méthodes

La méthodologie suivie est expérimentale, couplée de l'observation participative.

Elle consiste :

A la récolte et séchage des feuilles de Neem et de Moringa à rendre sous forme de poudre à l'aide d'un mortier et ensachée séparément et conservée à la température ambiante de 26°C.

2.3.1. Mélange

Nous allons utiliser la méthode de carré de Pearson pour déterminer les proportions utilisées pour constituer notre mélange. A partir de ces proportions déterminées par cette méthode de carré Pearson, nous avons formulé aux tableaux ci-dessous les rations alimentaires suivantes :

Tableau4 : Formulation d'aliment pour caille au premier essai : remplacement de la poudre de Neem et Moringa aux mêmes proportions.

%	DC (0)	D1 (25)	D2 (50)	D3 (75)	D4 (100)
Grain maïs	26,4	22,8	21,2	21,8	14,3
Son de blé	19,9	13	19,9	9,4	6,2
Arachide	24,5	34,9	29,5	39,6	50,2
Tourteau de soja	24,5	18,4	12,3	6,1	0
Poudre de Neem	0	3,1	6,2	9,2	12,3
Poudre de Moringa	0	3,1	6,2	9,2	12,3
Premelange	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Huile de palme	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
CE	3990	3676	3630	3987	3635

Légende : * DC : dose de contrôle (Témoins : sans Neem et Moringa avec 100 % de T. Soja),
 * D1 : première dose [25 % (Neem +Moringa) avec 75 % T.soja], *D2 : deuxième dose [50 % de (Neem +Moringa) avec 50% T. Soja] , * D3 : troisième dose [75 % (Neem et Moringa) avec 25 % de T. soja], *D4 : quatrième dose [100 %(Neem + Moringa) sans T. Soja), C.E : concentration en énergie (kcal).

Tableau 5 : Formulation d'aliments pour caille deuxième essai : remplacement de la poudre de Neem et Moringa des proportions différentes

%	DC (0)	D1 (25)	D2 (50)	D3 (75)	D4 (100)
Grain maïs	26,4	1	8,9	26,8	3,9
Son de blé	19,9	1	10,8	11,5	0,8
Arachide	24,5	68,8	50,1	32,5	66

Tourteau de soja	24,5	6,1	12,3	18,4	0
Poudre de Neem	0	4,6	6,6	4,6	12,3
Poudre de Moringa	0	13,8	6,6	1,5	12,3
Prémelange	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Huile de palme	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
CE	3990	3676	3630	3987	3635

Légende : * DC : dose de contrôle (Témoins : sans Neem et Moringa avec 100% de T. soja), * D1 : première dose [75 % (25% de Neem +75 % de Moringa) avec 25% T. Soja], *D2 : deuxième dose [50% (Neem +Moringa) avec 50% T. Soja] , * D3 : troisième dose [25 % (75% de Neem+ 25 % de Moringa) avec 75% T. Soja], *D4 : quatrième dose [(50% Neem + 50% Moringa) sans soja], C.E : concentration en énergie (kcal)

2.3.2. Procédure d'administration de l'aliment et de prise des données

Durant l'expérimentation, les cailleteaux ont été soumis à l'aliment ad libitum durant une semaine à partir duquel le reste alimentaire a été prélevé en vue de calculer la quantité d'aliment consommée tout en tenant compte du seuil de gaspillage tel qu'apparis (10 %), à compter de la deuxième semaine le grammage a été donné de façon hebdomadaire suivant les itinéraires prévus pour la spéculation. Par conséquent, un rationnement alimentaire de deux fois par jour était préconisé pour leur alimentation.

Concernant la collecte des données nous avons procéder de la manière suivante :

1. Pour les données relatives au poids des sujets : la pesée a été faite après chaque trois jours ;
2. Pour la consommation journalière, la température et l'humidité relative : les prélèvements se sont faits quotidiennement ;
3. Pour l'indice de consommation, le GMQ, l'ingestion alimentaire, les données ont été calculées suivant l'évolution des paramètres précédemment cités dans le temps.

2.3.3 Construction de la cage d'élevage

La cage d'élevage était en bois mesurant 6 m² de longueur et largeur portant dix (10) compartiments de 1 m². Chaque compartiment a été muni d'une ampoule électrique de couleur rouge de 100 watts.

2.3.4. Désinfection du local

Après la construction de cage d'élevage, nous avons procédé à la désinfection à base du cyperméthrine 50 EC.

2.3.5. Commande et arrivage des cailleteaux

La commande a été réalisée à Kinshasa dans la commune de Lemba dans la ferme KAPS sur l'avenue parc virunga au numéro 22. L'effectif total des cailleteaux est de 330 sujets répétés deux fois.

2.3.6. Conduite de l'élevage

Un jour après l'arrivage des cailleteaux, nous avons soumis ces derniers à l'expérience. La conduite de l'élevage a consisté à : la conduite, l'hygiène, Médication, l'alimentation, abreuvement, etc.

- Abreuvement

L'eau était distribuée à la fréquence de deux fois par jour soit matin et soir en raison de 2,4 litres d'eau. L'eau utilisée était celle de robinet de la REGIDESO.

2.3.7. Dispositif expérimental

Nous avons utilisé le dispositif complètement Randomisé (CR) comme illustré ci-dessous :

DC Sans Moringa + Sans Neem	D1 25 % de Neem+75 % Moringa	D2 50 % de Neem +50% de Moringa	D3 75 % de Neem +25% de Moringa	D4 Sans tourteau de soja
D1 25 % de Neem+75 % Moringa	D2 50 % de Neem +50% de Moringa	D4 Sans tourteau de soja	D3 75 % de Neem +25% de Moringa	DC Sans Moringa + Sans Neem

Légende : Cfr tableau 1

2.3.8. Paramètres d'étude

Partant de cette étude, nous avons utilisé les paramètres suivants :

- Gain de poids ;
- Indice de consommation ;
- Courbe de croissance ;
- Gain moyen quotidien ;
- Température ;
- Humidité ;
- etc.

2.3.9. Analyse statistique des données

Le logiciel Excel a permis la saisie des données et celles-ci ont été traitées grâce aux logiciels SPSS et R (4.4.3).

3. Résultats, interprétation et discussion

3.1. Résultats et interprétations

3.1.1. Formulation d'aliment pour caille au premier essai : remplacement de la poudre de neem et moringa

3.1.1.1. Potentiel zootechnique des cailleaux de chair nourris par 4 doses simultanées à proportions égales de neem et de moringa

L'examen des performances zootechniques des cailleaux chair ayant reçu des doses simultanées à portion égale de Neem et Moringa (D1 : 6,2 % Neem et 6,2% Moringa ; D2 : 3,1% Neem et 3,1 % de Moringa ; D3 : 9,2 % Neem et 9,2 % Moringa ; D4 :12,3% Neem et 12,3 % Moringa) confrontées à la dose contrôle (DC : 0% Neem et 0% Moringa ;) illustre plusieurs propensions intéressantes.

Tout d'abord, aucune différence significative n'a été constaté pour le poids initial des animaux ($P = 0,728$), ce qui montre une homogénéité de départ entre les différents groupes. Toutefois, à la fin de la phase de démarrage, des différences significatives ont été observées ($P = 0,047$) :

La D4 se démarque par une performance supérieure à tous, les cailleteaux du lot D3 ont atteint un poids final pas trop différent de traitement contrôle (DC), tandis que ceux des lots D1 et D3 ont exposé des performances inférieures. Cette observation inspire que la dose D4 pourrait être mieux tolérée ou plus efficace dès les semaines initiales de développement.

Pendant la phase de croissance et finition, nous n'avons observé aucun écart significatif entre les poids finaux des différents groupes ($P = 0,889$), ce qui laisse croire que l'adjonction des doses simultanées de Neem et Moringa, quelle que soit la dose, ne nuit pas à la croissance des animaux. Le lot D2 montre un gain moyen quotidien (GMQ) légèrement supérieur (5,1 g/j), bien que cela ne soit pas approuvé statistiquement.

Eu égard de l'ingestion alimentaire, les quantités consommées ont été moins différentes entre les groupes pour les deux phases, ce qui signale une bonne acceptabilité des rations des doses simultanées à portion égale de Neem et Moringa. L'indice de consommation (IC), indicateur de l'efficacité alimentaire, révèle que les cailleteaux du lot D2 ont affiché la meilleure efficacité durant la phase de croissance ($IC = 2,53$), suivis de près par ceux du lot D3. À l'inverse, durant la phase de démarrage, c'est le lot D2 suivi de DC et D4 qui ont exposé le meilleur IC respectivement de 1,03 ; 1,04 et 1,04 traduisant une utilisation plus efficiente de l'aliment à ce stade.

En somme, l'ajout simultané de la dose D4 (12,3% Neem et 12,3 % Moringa) dans l'alimentation des cailleteaux chair ne compromet pas leurs performances zootechniques. La dose D2 (3,1% Neem et 3,1 % de Moringa) semble même offrir des avantages notables, notamment une bonne croissance et une meilleure efficacité alimentaire en phase de croissance. Ces résultats laissent entrevoir un potentiel intéressant pour l'incorporation simultané de Neem et Moringa comme complément alternatif dans l'alimentation des cailleteaux chair. Le tableau ci-dessous illustre le potentiel zootechnique des cailleteaux de chair ci-après :

Tableau 7. potentiel zootechnique des cailleteaux de chair nourris par 4 doses simultanée de Neem et Moringa (Premier Essai).

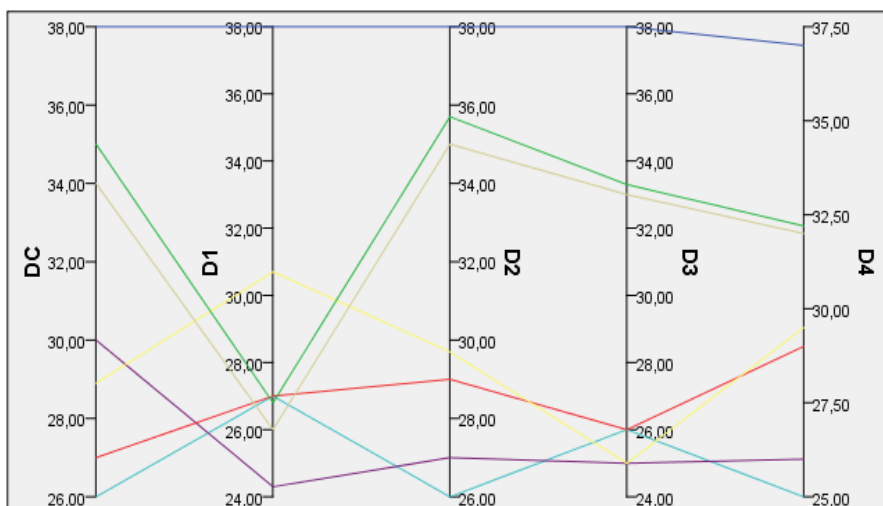
Variable	DC	D1	D2	D3	D4	Ecartype	P
Poids initial (g)	33,7 ^a	34,5 ^a	35,6 ^a	34,4 ^a	33,3 ^a		0,728
Poids final démarrage	71,6 ^a	55,3 ^b	61,7 ^b	71,7 ^a	72,6 ^a		0,048
Poids final croissance/Finition	203,3 ^a	201,3 ^a	204,7 ^a	202,4 ^a	203,4 ^a		0,889
GMQ démarrage (g/j)	3,3	3,1	3,4	3,1	3,1	-	-
GMQ croissance (g/j)	4,2	3,8	5,1	4,9	3,9	-	-
Ingestion total démarrage(g)	72	71	69	70	68	-	-
Ingestion total croissance(g)	366	369	361	365	360	-	-
Ingestion totale (g)	438	440	430	435	428	-	-
IC démarrage	1,04	1,09	1,03	1,08	1,04	-	-
IC croissance	3,72	3,46	2,53	2,66	3,29	-	-

Les chiffres avec la même lettre sur une même ligne ne présentent aucune différence au seuil de 5%.

3.1.1.2. Evolution de la température durant le premier essai

Ce graphique présente l'évolution comparative des températures enregistrées dans cinq compartiments expérimentaux (DC, D1, D2, D3 et D4) sur une période de 6 semaines et 2 jours. Chaque compartiment est représenté par une courbe distincte, ce qui permet d'apprécier à la fois :

- La dynamique temporelle de la température ;
- Les écarts thermiques entre compartiments ;
- La stabilité ou l'instabilité thermique de chaque zone.



Le graphique révèle une série des valeurs observées oscillant globalement entre environ 25°C et 38°C, ce qui correspond à une plage thermique biologiquement significative pour des systèmes de production animale ou expérimentaux.

- Concernant le poids compartiment DC : ce dernier montre une augmentation progressive de la température au fil du temps, atteignant les valeurs les plus élevées vers la fin de la période (38°C). Cette évolution traduit une accumulation thermique progressive, suggérant une exposition plus importante aux facteurs environnementaux et une faible capacité de dissipation de la chaleur, d'où la température prélevée au compartiment DC semble moins régulée partant des données journalières prélevées mais en finish elle se conforme aux données référentielles pour cailles aux 4 premières semaines mais semble élevée de la 5^{ème} à la 6^{ème} semaine tout en joignant les moyennes de températures de deux jours supplémentaires ;

- Le compartiment D1 présente une variation modérée, avec une augmentation relativement régulière de la température, cette tendance indique une meilleure régulation thermique par rapport à DC, tout en suivant la même dynamique par rapport à DC, tout en suivant la même dynamique générale.

D1 semble donc partiellement influencé par les conditions environnementales, mais avec une atténuation des extrêmes thermiques ;

- Le compartiment D2, la température reste globalement stable, avec des fluctuations limitées autour de 30-34°C. Cette stabilité traduit : une bonne inertie thermique et un contrôle environnemental plus efficace ;

Scientifiquement, D2 apparaît comme le compartiment le plus thermiquement équilibré, favorable à la circonstance des performances biologiques ;

- Le compartiment D3 montre une variabilité intermédiaire, avec une légère hausse en fin de période. Cela suggère une réaction différée aux conditions climatiques ou expérimentales,

possiblement liée : à une exposition progressive à la chaleur et à un ajustement lent du microclimat interne ;

- Le compartiment D4 enregistre des températures initialement plus basses, suivies d'une augmentation modérée sans atteindre les pics observés dans DC. Ce profil indique une bonne protection thermique initiale, mais une sensibilité décroissante avec le temps.

Sur l'ensemble de la période de 6 semaines et 2 jours ;

- DC présente les températures les plus élevées, indiquant une forte exposition thermique ;
- D2 apparaît comme le compartiment le plus stable thermiquement ;
- D1, D3 et D4 occupent des positions intermédiaires, avec des niveaux variables de régulation thermique ;

Les différences observées entre compartiments traduisent l'effet des conditions microclimatiques spécifiques propres à chaque dispositif.

Donc à l'issue de ces résultats nous constatons que :

- La température n'évolue pas de façon uniforme dans tous les compartiments ;
- La structure, l'exposition ou le mode de gestion influence significativement le régime thermique ;
- La stabilité thermique (exemple au D2) est un facteur clé pour limiter le stress thermique et optimiser les conditions biologiques.

3.1.1.3. Consommation alimentaire en fonction du taux d'incorporation

L'évaluation de la consommation alimentaire des cailleaux chair en fonction du taux d'incorporation simultanée de poudre de Neem et Moringa dans l'alimentation montre deux types des résultats : une différence hautement significative et une autre significative entre les différents traitements pour la majeure partie du temps expérimentale ($P < 0,05$). Durant la première phase (jours 1 à 10), les consommations varient entre 9,8 (D2) et 11,1(DC) ce qui reflète une consommation modérée et relativement similaire. Une tendance à la diminution de la consommation est cependant observable dans les lots D1 et D2 durant les jours 11 à 20, en particulier chez D2, qui enregistre la plus faible valeur moyenne (12,7 g). Cette baisse pourrait être attribuée à une adaptation progressive des oiseaux aux nouveaux ingrédients incorporés dans la ration.

Dans les phases suivantes (jours 21 à 30 et 31 à 40), les consommations alimentaires s'hétérogénéisent davantage, avec des faibles consommations pour D1, D2 et D3 qui

s'homogénéisent du 31 au 40^{ème} jour. Ces résultats indiquent que l'incorporation de poudre du Neem et Moringa, même à hauteur de 12,3 %, n'altère pas la consommation alimentaire globale des cailleaux chair. Les oiseaux acceptent bien les nouvelles formulations, ce qui confirme leur appétibilité et leur potentiel comme ingrédients alternatifs dans l'alimentation avicole.

La consommation alimentaire étant primordiale, vous trouverez ci-dessous sa moyenne en fonction du taux d'incorporation d'ingrédients différentiels pour chaque sujet.

Tableau 1 Moyenne de consommation alimentaire en fonction du taux d'incorporation d'ingrédients différentiels pour chaque sujet élevé

Périodes	DC	D1	D2	D3	D4	P(0,05)
(jours)						
Consommation alimentaire (g/sujet/jour)						
1-10	11,1±9,2	10,9±10,8	9,8±13	10,9±11	10,9±11	0,00015**
11-20	14±10,8	14±11	11,9±14	14±10	13,3±10,8	0,0004**
21-30	23,9±11	20,3±15,5	19,9±14,5	24,5±11,1	20,3±10,8	0,495
31-40	21,7±8,3	18,6±10,3	12,7±9,9	16,2±11,5	20,3±10,8	0,0345
40-49	35 ±2,1	35,0±5,2	34,0±4,7	32,8±9,7	33,3±10,8	0,645

Légende : * DC : dose de contrôle (Témoins : sans Neem et Moringa), * D1 : première dose (25% de Neem +75 % de Moringa), *D2 : deuxième dose (50 % de Neem + 50 % Moringa), * D3 : troisième dose (75 % de Neem et 25 % de Moringa), *D4 : quatrième dose (sans soja), C.E : concentration en énergie (kcal)

III.1.4. AGENCEMENT SYNTHETIQUE DES RESULTATS DES TROIS ESSAIS ALIMENTAIRES POUR CAILLETEAUX DE CHAIR

III.1.4.1. POSITIONNEMENT DES VARIABLES ÉTUDIÉES DURANT LES ESSAIS

Le tracer des composantes dans l'espace après rotation est une étape cruciale dans l'analyse multivariée, en particulier lors de l'utilisation de techniques comme l'analyse en composante principale (ACP). Cela implique : la réduction de dimensionnalité, éclaircissement des relations sous-jacentes, validation des hypothèses, la maximisation de la variance expliquée, visibilité des interactions. Pour ce faire, nous signalons pour :

1. Réduction de dimensionnalité

- Simplification des données : la rotation des composantes nous a permis de réduire la complexité des données en concentrant l'information importante dans un nombre réduit de dimensions ;
- Interprétation facilitée : en simplifiant la visualisation, nous avons pu plus facilement interpréter les relations entre les variables.

2. Eclaircissement des relations sous-jacentes

- Identification des patterns : le tracé nous a aidé à mettre en lumière les patterns cachés dans les données, permettant de comprendre comment le gain moyen quotidien, l'ingestion alimentaire et le poids vif sont interconnectés durant les différentes phases ;
- Identification des groupes : cela a pu également révéler les cluster (regroupement d'éléments similaires) de comportement alimentaire qui ne seraient pas observés autrement.

3. Validation des hypothèses

- Support aux modèles : les résultats de la rotation sont utilisés positionné les variables testant les hypothèses existantes.

4. Maximisation de la variance expliquée

- Distribution des composantes : la rotation a optimisé la variance expliquée par chaque composante, ce qui est essentiel pour tirer des conclusions significatives des données ;
- Meilleure représentation : une représentativité plus précise des données contribue à des résultats plus fiables dans des habits alimentaires et des performances en terme poids vif.

Tracé des composantes dans l'espace après rotation

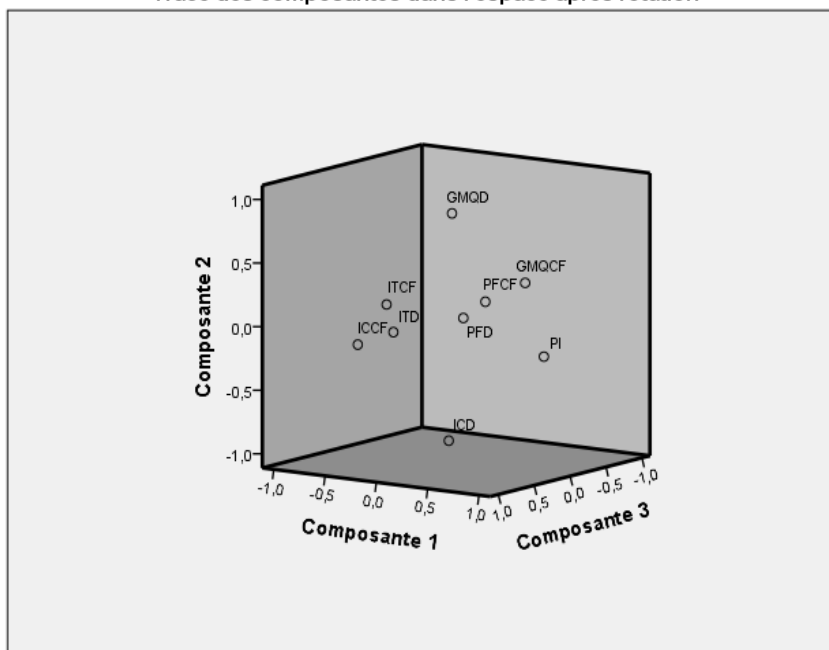


Figure 2 Tracé des composantes dans l'espace après rotation

Concernant les variables appliquées lors de trois essais, nous constatons que le gain moyen quotidien au démarrage (GMQd) est plus prononcé que tous les autres paramètres étudiés, et que le gain moyen quotidien en croissance et finition (GMQCF), les poids finaux en croissance et finition (PFCF) et les poids finaux au démarrage sont en forte liaison dans les trois essais. De même, l'ingestion total en croissance et finition (ITCF), ingestion total de démarrage (ITD) et indice de consommation en croissance et finition sont en forte corrélation (ICCF) contrairement à l'Indice de consommation au démarrage et le poids initial.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Cette étude démontre que l'incorporation simultanée du Moringa et du Neem dans l'alimentation des cailles constitue une alternative biologique prometteuse aux additifs de synthèse. Alors que le Moringa optimise les performances de croissance et la qualité des œufs grâce à sa richesse en protéines et minéraux, le Neem agit comme un puissant régulateur sanitaire grâce à ses propriétés antiparasitaires, immunostimulantes et sa composition nutritive.

L'utilisation combinée ou raisonnée de ces deux plantes permet non seulement d'améliorer la productivité de l'élevage, mais aussi de garantir une viande de caille plus saine, répondant ainsi aux exigences croissantes des consommateurs pour des produits sans résidus chimiques. Sur ce, trois essais successives abordant un système nutritionnel progressif ont fournis assez des lumières les substitutions simultanées types à proposer aux fermiers lors de la formulation des rations sur base des ingrédients locaux précités, le traitement D2 avec 3,1% Neem et 3,1 % de Moringa d'une part et 50 % de Neem + 50 % Moringa d'autre part s'avère la meilleure substitution simultanée.

En plus, l'intégration de farines de feuilles de Neem et de Moringa s'avère être une stratégie efficace pour réduire les coûts de production en élevage coturnicole. En valorisant ces ressources locales accessibles, l'éleveur diminue sa dépendance aux intrants industriels tout en maintenant un taux de survie élevé au sein du cheptel et contribuer à la diminution du taux de pollution occasionné par la production du tourteau. Cette approche s'inscrit durablement dans une dynamique d'agroécologie, prouvant que la pharmacopée vétérinaire naturelle peut rimer avec rentabilité économique.

Les résultats de cette recherche confirment l'impact positif du Moringa et du Neem sur les paramètres zootechniques de la caille.

Ces travaux ouvrent la voie à de nouvelles investigations, notamment sur la détermination du ratio optimal de mélange pour maximiser la réponse immunitaire sans altérer l'appétence de la

ration. Sur ce, nous suggérons aux autres chercheurs engagés dans les études de substitution partiel et total de pencher sur la différenciation des valeurs nutritionnelles des espèces apportées.

Nous suggérons aux chercheurs une perception du contexte globale d'une méthode de séchage facile et l'usage du broyeur pour la rapidité d'usage.

BIBLIOGRAPHIE

- Djinandji, M.-C., Zougrou, N. E., Kande, B., & Kouakou, K. (2022). Effets de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* sur la croissance, la ponte et la qualité des œufs de la caille *Coturnix japonica* en élevage en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. Disponible sur ELEWA.
- Gueye, E.F. (1998). Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poultry Science Journal*, 54(1), 73-86.
- Jacques, J., Ndjouenkeu, R., & Foko, J. (2016). Potentiel zootechnique et valeur nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera* et de *Azadirachta indica* (Neem) chez les oiseaux de chair en zone tropicale. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 69(3), 85-92.
- Kakengi, A. M. V., Kaijage, J. T., Sarwatt, S. V., & Mutayoba, S. K. (2007). Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens. *Livestock Research for Rural Development*, 19(8). Disponible sur LRRD.
- Kalaki, K. P., Mutinsumu, M. P. C., Ndungi, N. A., Metena, M. M., & Umba, M. J. (2022). Contribution à la valorisation alimentaire des feuilles de *Moringa oleifera* par les biscuits à base des ingrédients locaux à Kikwit/RD Congo. Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM) de Kikwit.
- Minvielle ,F.(2004). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60 (4), 500-507.
- Ricarda,.(2016). L'élevage des cailles en zone tropicale . Collection Pro- Agro-ISF Cameroun-Yaoundé. CTA.
- Sghaier, C., Marie Pierre Ellies Oury, & Sami Ghnimi. (2023). Les insectes dans l'alimentation animale : une voie prometteuse pour un élevage plus durable.
- Tsudzuki, M. et Abe, A. (1995). Characterization of japanese quail lines. *Japanese quail lines. Japanese Journal of Poultry Science*, 32 (3),145-153.