

Effet de l'incorporation simultanée de poudres de feuilles de Moringa et de Neem sur les performances zootechniques de la caille japonaise

F.L. LOKINDA^{1*}, B.M. CISWAKA², J.O. LOMONGO¹, R.L. LOKINDA¹, C.A. AMOLO¹, M.B. LOSIMBA¹

(Reçu le 29/07/2026; Accepté le 27/09/2026)

Résumé

Face au renchérissement des matières premières importées, la valorisation de ressources végétales locales constitue une piste sérieuse pour sécuriser l'alimentation avicole en République Démocratique du Congo. Cette étude a évalué l'effet de l'incorporation simultanée de poudres de feuilles de Moringa (*Moringa oleifera*) et de Neem (*Azadirachta indica*), en substitution partielle ou totale du tourteau de soja, sur les performances zootechniques de cailleteaux de chair (*Coturnix japonica*). Trois essais successifs ont été conduits selon un dispositif complètement randomisé à cinq traitements: DC (témoin, 0 % Moringa-Neem, 100 % tourteau de soja), D1, D2, D3 et D4, correspondant à des taux croissants d'incorporation combinée des deux poudres (respectivement 6,2 %, 3,1 %, 9,2 % et 12,3 % pour chaque plante selon l'essai), avec 110 cailleteaux répartis en 10 compartiments par essai. Le poids vif, le gain moyen quotidien (GMQ), l'ingestion alimentaire, l'indice de consommation (IC), ainsi que la température et l'humidité relative des compartiments ont été suivis pendant 6 semaines et 2 jours. Le poids initial était homogène entre traitements dans les trois essais. Le traitement D2 (dose modérée, environ 3,1 % de chaque poudre) a systématiquement présenté le meilleur profil: GMQ en croissance-finition le plus élevé (5,1 à 5,3 g/j) et indice de consommation le plus favorable (2,43 à 2,53) selon l'essai, pour des poids finaux comparables aux autres traitements. L'humidité relative moyenne des compartiments s'est maintenue entre 57,9 % et 66,7 %. Ces résultats indiquent que l'association Moringa-Neem, à une dose modérée, améliore l'efficacité alimentaire sans compromettre la croissance ni l'ingestion, et confirment le potentiel de ces deux ressources phylogéniques locales comme alternative durable aux additifs conventionnels dans l'alimentation de la caille en zone urbaine tropicale.

Mots-clés: *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica*, caille japonaise, performances zootechniques, ingrédients locaux, Kinshasa

Effect of the simultaneous dietary incorporation of Moringa and Neem leaf powders on the zootechnical performance of Japanese quail

Abstract

As the cost of imported feed ingredients continues to rise, the valorization of local plant resources offers a promising avenue for securing poultry feed supply in the Democratic Republic of Congo. This study assessed the effect of the simultaneous incorporation of Moringa (*Moringa oleifera*) and Neem (*Azadirachta indica*) leaf powders, as a partial or total replacement for soybean meal, on the zootechnical performance of meat-type Japanese quail (*Coturnix japonica*). Three successive trials were conducted according to a completely randomized design with five dietary treatments: DC (control, 0% Moringa-Neem, 100% soybean meal), D1, D2, D3 and D4, corresponding to increasing combined incorporation rates of both powders (6.2%, 3.1%, 9.2% and 12.3% for each plant depending on the trial), with 110 chicks allotted to 10 compartments per trial. Live weight, average daily gain (ADG), feed intake, feed conversion ratio (FCR), as well as compartment temperature and relative humidity, were monitored over 6 weeks and 2 days. Initial weight was homogeneous across treatments in all three trials. Treatment D2 (moderate dose, about 3.1% of each powder) consistently showed the best profile: the highest growing-finishing ADG (5.1 to 5.3 g/day) and the most favourable FCR (2.43 to 2.53) depending on the trial, with final weights comparable to the other treatments. Mean relative humidity in the compartments ranged between 57.9% and 66.7%. These results indicate that the Moringa-Neem combination, at a moderate dose, improves feed efficiency without compromising growth or intake, and confirm the potential of these two local phyto-genic resources as a sustainable alternative to conventional feed additives for quail reared in a tropical urban setting.

Keywords: *Moringa oleifera*, *Azadirachta indica*, Japanese quail, zootechnical performance, local feed ingredients, Kinshasa

INTRODUCTION

Dans les périphéries de Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo, la coturniculture s'impose progressivement comme une réponse concrète à la pression alimentaire croissante que subissent les ménages urbains. La croissance démographique, conjuguée à la flambée des prix des intrants importés, en particulier des sources de protéines animales, pousse les éleveurs à se tourner vers des ressources locales, disponibles et écologiquement soutenables. Deux plantes retiennent particulièrement l'attention à cet égard: le Moringa (*Moringa oleifera*) et le Neem (*Azadirachta indica*), toutes deux abondantes dans la région et déjà mobilisées dans les savoirs alimentaires et médicinaux locaux (Minvielle, 2004).

Le Moringa se distingue par sa richesse en protéines, en vitamines et en antioxydants, tandis que le Neem, bien que réputé pour son amertume, est traditionnellement valorisé pour ses propriétés antimicrobiennes et son potentiel immunostimulant. Pris isolément, chacun de ces ingrédients a déjà fait l'objet de travaux en nutrition avicole;

en revanche, leurs effets combinés sur l'alimentation de la caille demeurent peu documentés, notamment quant au seuil d'incorporation simultanée qui permettrait d'en tirer le meilleur bénéfice sans nuire à l'appétence de la ration (Tsudzuki et Abe, 1995; Kakengi *et al.*, 2007).

Cette question s'inscrit dans un contexte plus large où l'agroécologie et l'autonomie alimentaire prennent une importance croissante dans les élevages urbains d'Afrique subsaharienne. Le poste alimentaire représentant à lui seul 60 à 70 % du budget d'exploitation d'un atelier avicole, toute substitution, même partielle, des céréales et tourteaux importés par des ressources végétales locales constitue un levier économique et environnemental non négligeable (Ricarda, 2016; Sghaier *et al.*, 2023). Une telle démarche répond également aux attentes croissantes des consommateurs kinois quant à la qualité sanitaire des produits animaux, tout en contribuant à la sécurité alimentaire nationale (Gueye, 1998). C'est dans cette perspective que la présente recherche a été conduite: déterminer le seuil d'incorporation simultanée de Moringa et de Neem le plus favorable aux performances zoo-

¹ Centre de Recherche de Nioka, Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques, Province de l'Ituri, RDC

² Programme National de Recherche sur l'Élevage et l'Aquaculture, Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques, Kinshasa, RDC

techniques, nutritionnelles et sanitaires de la caille japonaise (*Coturnix japonica*), une espèce dont les besoins nutritionnels et le format d'élevage diffèrent sensiblement de ceux du poulet de chair (Djinandji *et al.*, 2022). Plus spécifiquement, l'étude visait à (i) comparer les performances pondérales, l'indice de consommation et le gain moyen quotidien de cailleteaux soumis à cinq niveaux d'incorporation combinée des deux poudres de feuilles, (ii) suivre l'ambiance climatique des compartiments d'élevage comme facteur confondant potentiel et (iii) dégager, à l'issue de trois essais successifs, la dose la plus recommandable aux éleveurs pour la formulation de rations à base d'ingrédients locaux.

REVUE DE LITTÉRATURE

La caille japonaise (*Coturnix japonica*)

Originaire d'Asie de l'Est, la caille japonaise a été progressivement domestiquée au Japon à partir de la caille des blés (*Coturnix coturnix*), avant de faire l'objet d'une sélection zootechnique poussée qui a fondé les souches commerciales actuelles (Wetmore, 1952; Rizoni et Lucheti, 1972; Minvielle, 1998). Introduite en Afrique dans les années 1970, l'espèce y est aujourd'hui reconnue comme une alternative crédible au poulet de chair, en raison de sa précocité sexuelle, de son cycle de production court et de sa robustesse (Gueye, 1998; FAO, 2020). Elle est aujourd'hui élevée dans plus de soixante pays et sert également de modèle expérimental de choix en physiologie aviaire (Muyima *et al.*, 2024).

Sur le plan zootechnique, la caille adulte pèse entre 120 et 180 g et se caractérise par une maturité sexuelle précoce (5 à 6 semaines) ainsi qu'un rendement en viande intéressant compte tenu de son faible coût d'entretien (Wilson *et al.*, 2007; Minvielle, 2004). Sa chair, peu grasse, et ses œufs, riches en protéines, en font un produit de plus en plus recherché par les consommateurs urbains soucieux de la qualité nutritionnelle de leur alimentation (Lebas et Renouf, 2009). Selon Al-Fataftah et Abu-Dieyeh (2007), le potentiel zootechnique de la caille, caractérisé par une vitesse de croissance rapide, permet d'atteindre un poids commercialisable en moins de six semaines lorsque la ration est correctement équilibrée.

Le Moringa (*Moringa oleifera*)

Le *Moringa oleifera*, souvent qualifié d'« arbre de vie » en raison de la diversité de ses usages, est aujourd'hui considéré comme l'une des plantes les plus nutritives connues. À masse égale, ses feuilles renferment davantage de bêta-carotène que la carotte, plus de protéines que le pois, plus de vitamine C que l'orange, plus de calcium que le lait et plus de fer que l'épinard (Yuidi, 2019). Cette richesse en micronutriments en fait une ressource de choix pour lutter contre les carences alimentaires, en particulier en période de soudure (George, 2007; Sauveur, 1997). Sa culture, bien maîtrisée dans les zones tropicales de basse altitude, ne requiert que peu d'intrants et s'accommode de la plupart des sols bien drainés (Palada et Chang, 2003).

En alimentation animale, plusieurs travaux ont montré que la farine de feuilles de Moringa améliore la digestibilité des rations et soutient la croissance, grâce à sa teneur élevée en protéines, en vitamines et en antioxydants (Anwar *et al.*, 2007; Abotsi *et al.*, 2017). Chaque partie de l'arbre présenterait un intérêt nutritionnel ou thérapeutique propre, ce qui en a fait un objet de recherche croissant pour la lutte contre la malnutrition animale et humaine (Yuidi, 2019).

Le Neem (*Azadirachta indica*)

Le Neem, ou margousier, est un arbre de la famille des Meliaceae originaire du sous-continent indien, aujourd'hui largement répandu sous les tropiques. Ses feuilles et graines renferment un ensemble de composés bioactifs - azadirachtine, nimbine, nimbidine, polyphénols et tanins notamment — auxquels sont attribuées des propriétés antiparasitaires, antimicrobiennes et immunostimulantes (Orwa *et al.*, 2009; Puri, 1999; Heuzé *et al.*, 2015). Traditionnellement employé en médecine humaine pour ses vertus hygiéniques et digestives (Benjamin, 2011), le Neem est également très nutritif, riche en protéines, en vitamines et en minéraux, ce qui justifie son emploi croissant comme complément alimentaire chez les monogastriques (Harshika *et al.*, 2015).

Son amertume prononcée constitue toutefois une limite connue à son incorporation dans les rations avicoles: au-delà d'un certain seuil, elle peut réduire l'appétence de l'aliment et, par conséquent, la consommation volontaire des animaux (Kakengi *et al.*, 2007). C'est précisément cette tension entre bénéfice sanitaire potentiel et risque de moindre ingestion qui justifie la recherche d'un seuil d'incorporation optimal, en particulier lorsque le Neem est associé au Moringa, dont les qualités nutritionnelles pourraient contrebalancer cette amertume et en favoriser l'acceptabilité globale par les cailles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

L'essai a été conduit au Noyau d'Activités de Nutrition des Volailles (NANV) de la Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement de l'Université Pédagogique Nationale (UPN), dans la commune de Ngaliema à Kinshasa (4°21'42" de latitude Sud, 15°13'16" de longitude Est; altitude 500 m). La commune de Ngaliema, qui compte 21 quartiers, présente une conjoncture socio-économique marquée par une forte densité de population et une économie largement informelle (PNUD, 2009; Mukendi, 2019). Sur le plan écologique, elle est soumise à une gestion difficile des déchets et à des risques d'inondation en saison des pluies, contraintes qui pèsent sur les conditions d'hygiène des élevages avicoles urbains (Mukendi, 2019).

Matériel biologique

Trois lots successifs de 330 cailleteaux de 4 jours ont été commandés à la ferme KAPS (commune de Lemba, Kinshasa). Pour chacun des trois essais, 110 cailleteaux ont été répartis à raison de 11 sujets par compartiment dans 10 compartiments. Les ingrédients végétaux utilisés comme sources de substitution étaient les poudres sèches de feuilles de Moringa et de Neem; les autres constituants de la ration comprenaient des ingrédients protéiques (arachide, tourteau de soja), énergétiques (grain de maïs, son de blé) et des additifs (prémélange minéralo-vitaminé, huile de palme).

Matériel non biologique

Le hangar d'élevage a été construit en matériaux locaux (madriers, chevrons, tôles, ciment, bois de coffrage) et équipé de dix compartiments individuels fermés par des grillages et cadenas. L'équipement d'élevage comprenait une balance de précision, des mangeoires, des abreuvoirs, ainsi qu'un thermo-hygromètre pour le suivi journalier de la température et de l'humidité relative de chaque compartiment.

Préparation des ingrédients et formulation des rations

Les feuilles de Neem et de Moringa ont été récoltées, séchées à l'air libre puis réduites en poudre au mortier avant d'être conservées séparément à température ambiante (26 °C). Les proportions d'incorporation ont été déterminées par la méthode du carré de Pearson. Cinq traitements ont ainsi été formulés pour chacun des trois essais successifs, selon des combinaisons Neem-Moringa croissantes venant se substituer, en proportions variables, au tourteau de soja et aux autres ingrédients énergétiques et protéiques (grain de maïs, son de blé, arachide). Le tableau 1 présente la formulation-type retenue pour le premier essai (substitution à parts égales de Neem et de Moringa).

Conduite de l'élevage et administration de l'aliment

La cage d'élevage, en bois, mesurait 6 m² et comportait dix compartiments d'1 m², chacun équipé d'une lampe incandescente rouge de 100 W assurant le chauffage. Après désinfection au cyperméthrine 50 EC, les cailleaux ont été mis en place un jour après leur arrivée. L'aliment a été distribué ad libitum durant la première semaine, permettant d'estimer le taux de gaspillage (fixé à 10 %); à partir de la deuxième semaine, un rationnement pondéré a été appliqué à raison de deux distributions journalières. L'abreuvement, assuré par l'eau courante de la Regideso, était servi deux fois par jour à raison de 2,4 litres par compartiment.

Dispositif expérimental

Un dispositif complètement randomisé (DCR) à cinq traitements (DC, D1, D2, D3, D4) et deux répétitions par traitement a été mis en place pour chacun des trois essais, soit 10 compartiments de 11 cailleaux. Les trois essais se sont distingués par les proportions relatives de Neem et de Moringa et par les ingrédients de substitution associés (tableaux 1 et 2), permettant de tester plusieurs scénarios de formulation à base d'ingrédients locaux.

Paramètres mesurés

Les paramètres suivants ont été suivis durant 6 semaines et 2 jours: poids vif (pesée individuelle tous les trois jours), consommation alimentaire et ingestion (relevé quotidien), gain moyen quotidien (GMQ) et indice de consommation (IC) calculés par phase (démarrage, croissance-finition), ainsi que la température et l'humidité relative de chaque compartiment (relevé quotidien au thermo-hygromètre).

Analyse statistique

Les données ont été saisies sous Excel puis traitées à l'aide des logiciels SPSS et R (version 4.4.3). Les moyennes ont été comparées par analyse de variance à un facteur (ANOVA), le seuil de signification étant fixé à $P < 0,05$; une analyse en composantes principales (ACP) a par ailleurs été réalisée pour explorer les relations entre variables zootechniques à l'échelle des trois essais.

Tableau 1: Formulation de la ration expérimentale (essai 1) - remplacement simultané du tourteau de soja par des proportions égales de poudres de Neem et de Moringa

Ingrédient (%)	DC (0)	D1 (25)	D2 (50)	D3 (75)	D4 (100)
Grain de maïs	26,4	22,8	21,2	21,8	14,3
Son de blé	19,9	13,0	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
Prémélange	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Huile de palme	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Concentration énergétique (kcal/kg)	3990	3676	3630	3987	3635

Légende: DC = dose de contrôle (0 % Neem-Moringa, 100 % tourteau de soja); D1 à D4 = doses croissantes d'incorporation combinée de Neem et de Moringa se substituant progressivement au tourteau de soja et aux autres ingrédients. Les proportions relatives Neem/Moringa et les ingrédients de substitution ont varié entre le deuxième et le troisième essai afin d'explorer différentes combinaisons, tout en conservant les cinq mêmes niveaux de traitement (DC, D1, D2, D3, D4)

Tableau 2: Synthèse des performances zootechniques (poids final croissance-finition, GMQ et indice de consommation) des cailleaux selon le traitement, pour les trois essais

Essai	Variable	DC	D1	D2	D3	D4
1	Poids final C-F (g)	203,3	201,3	204,7	202,4	203,4
1	GMQ croissance (g/j)	4,2	3,8	5,1	4,9	3,9
1	IC croissance	3,72	3,46	2,53	2,66	3,29
2	Poids final C-F (g)	227,3	198,3	228,7	226,2	200,6
2	GMQ croissance (g/j)	4,6	3,9	5,3	5,1	3,9
2	IC croissance	2,86	3,28	2,49	2,57	3,29
3	Poids final C-F (g)	118,3	118,3	118,7	116,2	100,6
3	GMQ croissance (g/j)	4,4	3,6	5,3	5,0	3,9
3	IC croissance-finition	2,91	3,43	2,43	2,52	3,21

C-F = croissance-finition

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Homogénéité initiale des lots

Dans les trois essais, le poids initial des cailleteaux à 4 jours ne différait pas significativement entre traitements ($P=0,728$ pour les essais 1 et 2; $P=0,628$ pour l'essai 3), les valeurs moyennes se situant entre 33,3 g et 36,7 g selon le lot. Cette homogénéité de départ garantit que les écarts de performance observés par la suite sont bien imputables au régime alimentaire et non à une hétérogénéité initiale des animaux.

Performances pondérales et croissance

Le tableau 2 synthétise les performances pondérales enregistrées au cours des trois essais. À la fin de la phase de démarrage, des différences significatives sont apparues entre traitements: le traitement D2 s'est distingué par les poids les plus élevés (jusqu'à 79,7 g en essai 2, contre 59,6 g pour le témoin DC), tandis que le traitement D4 a également montré un bon comportement pondéral au premier essai. En phase de croissance-finition en revanche, l'écart entre traitements s'est estompé, ce qui traduit un phénomène de croissance compensatrice chez les lots initialement moins performants, la croissance tardive dépendant alors davantage du potentiel génétique que du seul complément végétal.

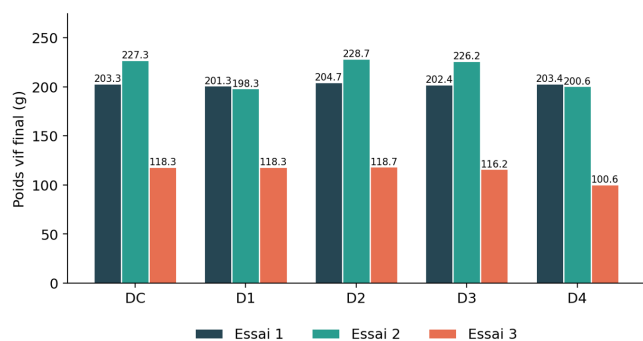


Figure 1: Poids vif final en phase croissance-finition selon le traitement et l'essai

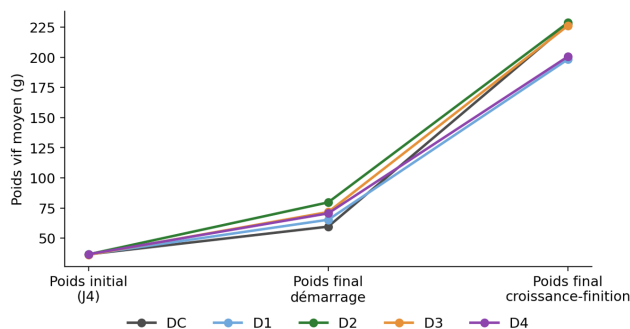


Figure 2: Courbe de croissance pondérale des cailleteaux selon le traitement (essai 2)

Gain moyen quotidien (GMQ)

Le gain moyen quotidien en phase de croissance-finition a été systématiquement plus élevé chez les cailleteaux du traitement D2, avec des valeurs de 5,1 g/j (essai 1), 5,3 g/j (essai 2) et 5,3 g/j (essai 3), contre 4,2 à 4,6 g/j pour le témoin DC (figure 3). Bien que ces écarts n'aient pas toujours atteint le seuil de signification statistique, leur constance sur trois essais indépendants suggère un effet biologique réel de la dose modérée de Moringa-Neem, plausiblement lié à la synergie entre l'apport protéique et antioxydant du Moringa et l'action antimicrobienne et immunostimulante du Neem (El-Katcha *et al.*, 2016).

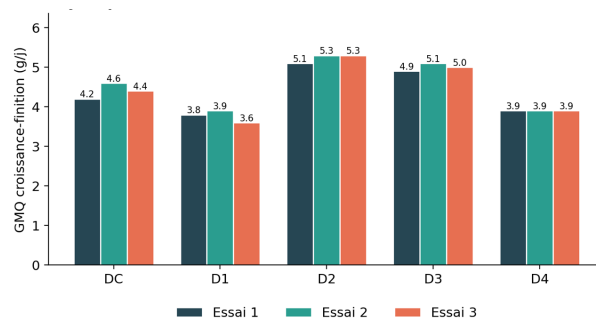


Figure 3: Gain moyen quotidien (GMQ) en croissance-finition selon le traitement et l'essai

Ingestion alimentaire et indice de consommation

L'ingestion alimentaire totale est restée globalement comparable entre traitements (430 à 444 g selon le lot et l'essai), signe d'une bonne acceptabilité des rations contenant du Neem et du Moringa, y compris à la dose la plus élevée (12,3 % de chaque poudre). Ce constat rejoint celui de Sarikhan *et al.* (2010), qui rapportent une consommation alimentaire relativement stable des cailles tant que le taux d'incorporation reste modéré. L'indice de consommation en croissance-finition s'est en revanche montré nettement plus favorable pour D2 (2,53 en essai 1, 2,49 en essai 2 et 2,43 en essai 3) que pour les autres traitements, notamment D1 (3,28 à 3,46), ce qui traduit une meilleure valorisation de l'aliment ingéré (Figure 4).

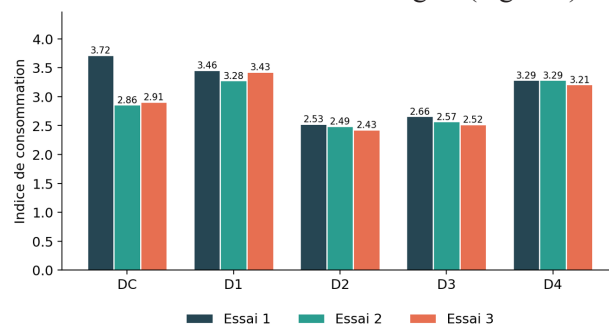


Figure 4: Indice de consommation en croissance-finition selon le traitement et l'essai

Pour Dozier *et al.* (2008), le taux d'incorporation des acides aminés essentiels demeure le facteur déterminant du potentiel zootechnique de la caille de chair, la consommation variant de façon inversement proportionnelle à la densité énergétique de la ration. L'amélioration de l'indice de consommation observée chez D2 pourrait donc traduire un équilibre nutritionnel plus favorable de cette formulation plutôt qu'un simple effet de dose.

Ambiance climatique des compartiments d'élevage

La température des compartiments a oscillé entre 25 °C et 38 °C sur l'ensemble de la période expérimentale. Le compartiment DC a montré l'accumulation thermique la plus marquée en fin de période (jusqu'à 38 °C), tandis que D2 est apparu comme le plus stable thermiquement (30-34 °C), ce qui suggère une meilleure inertie thermique de ce compartiment. Or, selon Ayo *et al.* (2011), un indice température-humidité élevé conduit la caille à réduire sa consommation alimentaire pour limiter la production de chaleur métabolique, ce qui peut freiner l'expression du potentiel zootechnique. La stabilité thermique relative de D2 pourrait donc avoir contribué, en plus de l'effet nutritionnel des poudres incorporées, à ses meilleures performances.

L'humidité relative moyenne (Figure 5) s'est étagée entre 57,9 % (DC) et 66,7 % (D3), soit une plage globalement conforme à la zone de confort communément admise pour l'élevage de la caille (50-70 %). Le traitement D3 a toutefois affiché la plus forte dispersion ($\pm 13,2$ points), avec un maximum ponctuel de 89 %, signe d'une variabilité climatique plus marquée dans ce compartiment. Une humidité excessive (supérieure à 75 %) est connue pour détourner l'énergie métabolisable vers la maintenance immunitaire au détriment de la croissance musculaire (Saina *et al.*, 2005), ce qui invite à considérer l'ambiance climatique comme un facteur confondant à maîtriser dans les essais ultérieurs.

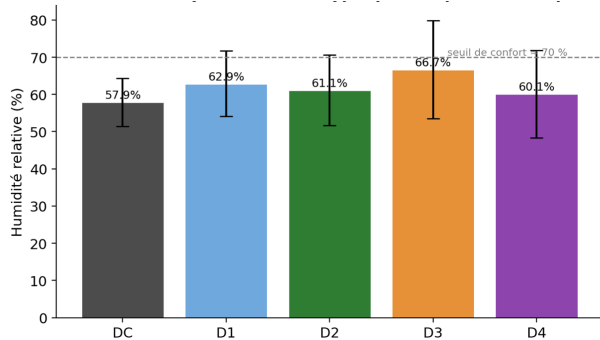


Figure 5: Humidité relative moyenne ($\pm$ écart-type) par compartiment expérimental

Synthèse comparative des trois essais

L'analyse en composantes principales a montré que le gain moyen quotidien de démarrage se distingue nettement des autres paramètres, tandis que le GMQ de croissance-finition, le poids final et le poids de démarrage restent fortement associés dans les trois essais. De même, l'ingestion totale et l'indice de consommation en croissance-finition apparaissent corrélés entre eux, contrairement à l'indice de consommation de démarrage et au poids initial, qui se comportent de façon plus indépendante. La comparaison des trois essais fait ressortir une supériorité nette du deuxième essai, qui présente les poids finaux les plus élevés et la meilleure cohérence entre traitements, le premier essai affichant une tendance intermédiaire et le troisième la performance la plus faible. Ce classement conforte le traitement D2 (dose modérée d'environ 3,1 % de chaque poudre, ou son équivalent à 50 % Neem + 50 % Moringa selon la formulation) comme la combinaison la plus recommandable pour la formulation de rations locales.

Ces résultats confirment que l'incorporation simultanée de Moringa et de Neem, à dose modérée, ne compromet ni la croissance ni l'ingestion des cailleaux, tout en améliorant sensiblement l'efficacité alimentaire. Ils rejoignent les observations de Nyoni *et al.* (2019), selon lesquelles l'incorporation de matières végétales riches en facteurs antinutritionnels au-delà d'un certain seuil peut au contraire dégrader le confort digestif et, par ricochet, la performance globale - ce qui explique vraisemblablement le comportement moins favorable des doses extrêmes (D1 et, dans une moindre mesure, D4) observées dans cette étude.

CONCLUSION

Cette étude démontre que l'incorporation simultanée du Moringa et du Neem dans l'alimentation de la caille japonaise constitue une alternative biologique prometteuse aux additifs de synthèse et aux tourteaux importés. Sur les trois essais conduits, le traitement D2 - dose modérée d'environ 3,1 % de chaque poudre, associée à 50 % de tourteau de soja, ou son équivalent en proportions 50 % Neem + 50 % Moringa selon la formulation - s'est révélé la combinaison la plus re-

commandable: il combine le meilleur gain moyen quotidien en croissance-finition et l'indice de consommation le plus favorable, sans pénaliser le poids final ni l'ingestion alimentaire. Sur le plan pratique, la valorisation des feuilles de Moringa et de Neem apparaît comme une stratégie efficace pour réduire les coûts de production en coturniculture, en diminuant la dépendance aux intrants industriels importés tout en maintenant un bon niveau de performance. Cette approche s'inscrit pleinement dans une dynamique d'agroécologie urbaine, démontrant que la valorisation de ressources phytogéniques locales peut se conjuguer avec la rentabilité économique des ateliers avicoles.

Ces travaux ouvrent la voie à de nouvelles investigations, en particulier sur la détermination du ratio optimal Neem-Moringa au-delà du seuil ici testé, sur la caractérisation immunitaire et sanitaire des animaux soumis à ces régimes, ainsi que sur la maîtrise de l'ambiance climatique des compartiments d'élevage, qui est apparue comme un facteur confondant potentiel. Il serait également utile d'approfondir la différenciation des valeurs nutritionnelles entre les deux espèces végétales et de simplifier les méthodes de séchage et de broyage des feuilles, afin d'en faciliter l'adoption par les éleveurs.

RÉFÉRENCES

- Abotsi K.E.Y., Fare F., Douzanneau F., Villo F., Metro N., Mawutsu G., Kokou K. (2017). Croissance et productivité du *Moringa oleifera* Lam. en plantation agroforestière au Togo. *International Symposium on Moringa* (p. 1158). CSTS Data Horticultural.
- Al-Fatah A.R., Abu-Dieyeh Z.H.M. (2007). Effects of chronic heat stress on growth performance and physiological characteristics of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 6: 17-24.
- Anwar F., Latif S., Ashraf M., Gilani A.H. (2007). *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research*, 21: 17-25.
- Ayo J.O., Obidi J.A., Rekwot P.I. (2011). Effects of heat stress on the well-being, fertility and hatchability of chickens: A review. *Journal of Applied Animal Research*, 39: 1-20.
- Baumgartner J. (1994). Japanese quail production, breeding and genetics. *World's Poultry Science Journal*, 50: 227-235.
- Benjamin L. (2011). Fiche de présentation - Neem. Document développement durable.org.
- Cheeke P.R. (2005). Applied animal nutrition: Feeds and feeding (3e éd.). Pearson Prentice Hall.
- Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Bastianelli D., Lebas F. (2015). Neem (*Azadirachta indica*). Feedipedia, INRAE-CIRAD-AFZ.
- Lebas F., Renouf B. (2009). La caille japonaise, une petite production animale à valoriser. *Cuniculture Magazine*.
- Minvielle F. (1998). Genetics and breeding of Japanese quail for production around the world. *Proc. of the World Poultry Congress*.
- Minvielle F. (2004). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60: 500-507.
- Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., Simons A. (2009). *Azadirachta indica*. Agroforestry Database: A tree reference and selection guide, version 4.0. World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Palada M.C., Chang L.C. (2003). Suggested cultural practices for Moringa. International Cooperators' Guide, AVRDC.
- Puri H.S. (1999). Neem: The divine tree, *Azadirachta indica*. Harwood Academic Publishers.
- Sarikhan M., Shahryar H.A., Gholizadeh B., Hosseinzadeh M. H., Beheshti B., Mahmoodnejad A. (2010). Effects of insoluble fiber on growth performance and carcass characteristics of Japanese quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 1721-1725.
- Wetmore A. (1952). A study of the ancient records of the genus *Coturnix*. *Wilson Bulletin*, 64: 199-201.
- Wilson H.R., Ingram D.R., Kang S.W. (2007). Egg production, growth and reproduction of Japanese quail. *World's Poultry Science Journal*, 63: 585-592.