



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Qualité technologique et nutritionnelle de la viande des lapins nourris avec des rations contenant des feuilles de *Cissus populnea* et *Synedrella nodiflora* et corrélations

Polycarpe Ulbad TOUGAN^{1,2*}, Raoul Baudoin AHOLOU¹, Eléonore YAYI-LADEKAN¹, Paul Fidèle TCHOBO³, Akpovi AKOUEGNINOU⁴, Christian HANZEN⁶ et Gbètondjingninougbo Benoît KOUTINHOUI¹

¹Research Unit of Animal Husbandry and Meat Products Quality Control of Animal Production and Health Department, Polytechnic School of Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Benin.

²Faculty of Agronomy, University of Parakou, Benin.

³Department of Food Technology, Polytechnic High School of Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Benin.

⁴Faculty of Science and Technique; University of Abomey-Calavi, Benin.

⁵Regional Excellence Centre of Avian Sciences of the University of Lome, BP 1515, Lome, Togo.

⁶Service de Thétiogénologie, Département Clinique des Animaux de Production, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège.

*Corresponding author; E-mail: ulcaless71@yahoo.fr; Tel: 0022961825586

RESUME

L'impact de l'utilisation des ressources alimentaires animales non conventionnelles d'origine végétale sur la qualité de la viande reste peu documenté. L'objectif de l'étude est de déterminer les relations entre la productivité et la qualité de la viande de lapins nourris avec des rations contenant ou non (lot1) des feuilles de *Cissus populnea* (lot 2) ou de *Synedrella nodiflora* (lot 3). Il en ressort que l'analyse en composantes principales discrimine les trois groupes de lapins selon leur productivité et les propriétés de la qualité de leur viande. Le premier axe explique 62,55% des variations et oppose les lapins du lot témoins à ceux des lots expérimentaux. Le deuxième axe explique 37,45% des variations et oppose les lapins du lot 3 à ceux des lots 1 et 2. Dans l'ensemble, les lapins des lots expérimentaux 2 et 3 sont caractérisés par les meilleurs taux de fertilité, taille de la portée au sevrage, poids vif à l'abattage, hématocrite, teneurs en protéine, en matière sèche, en matière organique et en minéraux. Par contre, les lapins du lot témoin sont caractérisés par les meilleures valeurs de pH, de teneur en matière grasse, capacité de rétention d'eau et de rendement de la carcasse. Les rations alimentaires contenant des feuilles granulées de *C. populnea* ou de *S. nodiflora* améliorent la qualité nutritionnelle de la viande des lapins.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Mots clés: Bénin, *Cissus populnea*, lapins, qualité de la viande, relations, *Synedrella nodiflora*.

Technological and nutritional quality of meat of rabbit fed with diets containing leaves of *Cissus populnea* and *Synedrella nodiflora* and Relationships

ABSTRACT

The impact of using unconventional vegetable food resources in improving animal productivity on meat quality remains poorly documented. The study aims to determine the physiological parameters and meat

quality of rabbits fed with diets containing or not *Cissus populnea* leaves (Guill & Perr) (lot 2) or *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn (lot 3) and existing relationships. It comes out from this study that the principal component analysis discriminates the three groups of rabbits according to their physiological parameters and the properties of the quality of their meat. The first axis explains 62.55% of the variations and opposes the rabbits of the control lot (lot 1) to those of the experimental batches fed with food rations containing leaves of *C. populnea* or *S. nodiflora*. The second axis explains 37.45% of the variations and opposes the rabbits of the lot 3 to those of the lots 1 and 2. In general, the groups of rabbits fed diet containing granulated leaves of *C. populnea* or *S. nodiflora* are characterized by the highest fertility rates, litter size at weaning, live weight at slaughter, protein, dry matter, organic matter and ash contents. In contrast, rabbits in the control group are characterized by the best pH values, fat content, water retention capacity and carcass yield. Diets containing granulated leaves of *C. populnea* or *S. nodiflora* improve the nutritional quality of rabbit meat.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Keywords: Benin, *Cissus populnea*, rabbits, meat quality, relationships, *Synedrella nodiflora*.

INTRODUCTION

Dans les pays de l'Afrique subsaharienne où 30% de la population totale souffrent encore de la faim et de ses conséquences (FAO, 2008), la demande croissante en produits d'élevage devrait se poursuivre au cours des prochaines décennies. Cette demande croissante est déterminée par une population croissante, une urbanisation croissante et par le changement des habitudes alimentaires orientées vers une plus grande consommation de viande (Nellemann et al., 2009).

Le Bénin couvre une superficie de 112600 km² et est constitué de huit zones agro-écologiques. Il compte 12 départements (Alibori, Borgou, Atacora, Donga, Collines, Zou, Ouémé, Plateau, Atlantique, Littoral, Mono et Couffo) et est limité au Nord par le Niger, au Nord-Ouest par le Burkina-Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par le Nigéria et à l'Ouest par le Togo. Son économie dépend essentiellement du secteur rural auquel se consacrent plus de 70% de la population et dont la production représente 39 % du Produit Intérieur Brut (PIB).

Le cheptel national du Bénin est estimé en 2011 à 2058000 bovins, 1640000 caprins, 825000 ovins, 383000 porcins, 17087000 volailles, 25000 lapins et 624000 rongeurs (Countrystat, 2012). Ce cheptel fournit à la population 61646 tonnes de viande et 101959 tonnes de lait (Countrystat, 2012 ; Salifou et

al., 2012). Pour les ménages, le disponible en viande et en lait est d'environ 7 kg/an/habitant et 11,3 litres/an/habitant, respectivement et est en dessous des normes minimales de 21 kg de viande et de 62 litres de lait recommandées par la FAO pour les pays en développement. Pour approcher ces normes recommandées, il faudra accroître la production actuelle du simple au triple et assurer la conservation des produits. Pour l'instant, ce déficit est comblé par les importations, dont le volume et le coût sont en nette progression, occasionnant chaque année, des pertes importantes de devise, en privant également l'Etat de l'exploitation des opportunités de développement qu'offrent la production et la transformation de produits localement en l'occurrence la viande. Cet état de choses impose une promotion des espèces animales à cycle court.

Dans le but d'améliorer la productivité des races animales locales du Bénin, plusieurs projets de développement se sont axés sur l'amélioration de la production animale (création de paturages, création de retenues d'eau, amélioration de la gestion de la transhumance et du suivi sanitaire et médicale et amélioration génétique des animaux) (MAEP, 2012). Indépendamment de ces projets, de nombreux travaux de recherche ont été menés sur les lapins au Bénin. Comparativement aux autres espèces animales, les travaux de recherche sur

l'utilisation des plantes hormonales locales dans l'amélioration des performances de reproduction des lapins et la qualité de la viande restent quasi inexistante.

La production annuelle de viande de lapin au Bénin est passée de 4 tonnes en 1993 à 240 tonnes en 2005 (Koutinhoun et al., 2017). Selon Koutinhoun et al. (2017), le cheptel cunicole du Bénin comprend 604 élevages répartis dans les 8 départements du sud et du centre avec un effectif de 8.471 lapines-mères, soit 14 lapines mères par élevage. Mais aujourd'hui l'élevage cunicole est présent dans presque toutes les contrées du Bénin même si les objectifs de production sont différents. Les performances reproductives sont le facteur essentiel de la réussite économique d'un élevage de lapin, qui est une espèce prolifique à rythme de reproduction intensif (Koutinhoun et al., 2017). L'amélioration des performances reproductives des lapins est une solution pour la réalisation des progrès escomptés en matière d'autosuffisance en protéine animale.

La productivité numérique des lapines est faible en zone tropicale (Koutinhoun et al., 2009a,b). Pour améliorer les performances de reproduction des lapins au Bénin, Koutinhoun et al. (2014, 2015, 2017) et Aholou et al. (2016, 2017) ont utilisé les feuilles de *C. populnea* et *S. nodiflora*, deux plantes hormonales aphrodisiaques locales avec succès.

Par ailleurs, Aholou et al. (2016, 2017) ont rapporté que l'utilisation des feuilles de *C. populnea* et de *S. nodiflora* dans l'amélioration des performances de reproduction des lapins n'affecte pas l'hématocrite, l'hémogramme, l'état de santé général de l'animal et la qualité de la viande.

Si l'impact de l'utilisation des feuilles de *C. populnea* et de *S. nodiflora* sur les performances zootechniques, l'hématocrite, l'hémogramme des lapins et la qualité de la carcasse et de la viande est bien connu et documenté, aucune donnée scientifique n'est

disponible sur la variabilité des relations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande selon la plante hormonale utilisée.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence les relations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande de lapins nourris avec des rations contenant ou non des feuilles de *C. populnea* ou de *S. nodiflora*.

Spécifiquement, il s'agit de :

- ☛ Évaluer la qualité nutritionnelle, le rendement de la carcasse et la formule sanguine des lapins nourris avec des rations contenant ou non des feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) ou de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn;
- ☛ Calculer les coefficients de corrélations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande de lapins nourris avec des rations contenant ou non des feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) ou de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn;
- ☛ Faire l'analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physiologiques et la qualité de la viande de lapins des trois lots nourris avec des rations contenant ou non des feuilles de *Cissus populnea* ou de *Synedrella nodiflora*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cadre d'étude

L'étude sur l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* (Guill & Perr) et *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn dans l'alimentation sur la composition de la carcasse et la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande de lapins en élevage traditionnel a été réalisée à la ferme cunicole « Agro Plus » située dans la Commune d'Abomey-Calavi du 1^{er} avril 2015 au 30 septembre 2016.

La ville d'Abomey-Calavi, 1^{er} arrondissement de la Commune d'Abomey-Calavi, est repérable selon les coordonnées

géographiques 6°27' de latitude Nord et 2°21' de longitude Est, et s'étend sur une superficie de 650 km² avec une population de 307745 habitants (RGPH, 2010). La densité de la population d'Abomey-Calavi est de 473,5 habitants/km².

La Commune d'Abomey-Calavi bénéficie des conditions climatiques de type subéquatorial de transition avec une inégale répartition spatio-temporelle des pluies. La pluviométrie régionale augmente d'Ouest en Est. La distribution temporelle des précipitations permet de déterminer quatre saisons plus ou moins marquées, dont deux pluvieuses et deux sèches, réparties comme suit :

- Une grande saison sèche de mi-novembre à fin mars ;
- Une grande saison pluvieuse du début avril à mi-juillet ;
- Une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre ;
- Une petite saison pluvieuse de mi-septembre à mi-novembre.

La pluviométrie moyenne est voisine de 1200 mm/an. Les températures moyennes mensuelles varient entre 27 et 31 °C et l'humidité relative de l'air fluctue entre 65% de janvier à mars et 97% de juin à juillet.

Méthodologie

Dispositif expérimental

L'étude sur l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *C. populnea* et *S. nodiflora* dans l'alimentation sur la composition de la carcasse et la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande de lapins en élevage traditionnel a porté sur 30 mâles âgés de 65 jours initialement répartis en trois lots de 10 mâles soumis à trois différents traitements alimentaires. Le lot 1 était le lot témoins constitué des mâles soumis seulement à la provende conventionnelle pour lapin produite sans feuilles de *C. populnea* et *S. nodiflora* ; le lot 2 était constitué des animaux soumis à

l'aliment granulé contenant 70% d'aliment conventionnel commercial et 30% de granulées de feuilles séchées de *Synedrella nodiflora* et le lot 3 regroupait les lapines ayant été nourries avec l'aliment granulé contenant 70% d'aliment conventionnel commercial et 30% de granulées de feuilles séchées de *Cissus populnea*.

Prophylaxie sanitaire et médical

Sur le plan sanitaire, avant l'installation des animaux dans les cages et le bâtiment d'élevage, il a été procédé à un vide sanitaire de deux semaines, suivis d'une désinfection du local et de tout le matériel d'élevage avec de l'eau de javel et du crésyl. A cet effet, les murs intérieurs de la lapinière et les supports des cages ont été enduits de chaux vives.

Sur le plan médical, pour réduire l'incidence négative des pathologies sur les performances des animaux, ceux-ci ont été déparasités à base de Sulfa 33,3[®] % (Sulfadimine sodium, Alfasan, Hollande, 3-6 ml/10kgpoids vif), Piperate (pipérazine citrate, Genevet Ltd, United Kingdom, 1g/10 kg) et l'ALFAMEC[®] (Ivermectine, INOUKO, France, 0,3 ml/animal). Ces traitements ont été associés à un anti-stress (AMINOVIT[®], complexe vitaminé, V.M.D n.v. /s.a.HogeMauw 900-B-2370 Arendonk, Belgique, 50-100 g/200 litres, dans l'eau pendant 3 jours) et de l'Hépaturyl (complexe minérale et organique, LAPROVET, France, 1 g/10 kg de poids vif). Un mois après, ces traitements ont été renouvelés. Les animaux ont été inspectés chaque deux jours afin de détecter d'éventuelles pathologies. Le bâtiment d'élevage a été nettoyé quotidiennement et les animaux morts ont été retirés et enfouis. A l'exception de l'Alfamec et du Sulfa 33[®] les autres produits ont été administrés aux animaux dans l'eau de boisson après une diète hydrique d'environ 12 heures. L'Alfamec a été administré aux animaux par injection sous-cutanée tandis que le Sulfa 33[®] l'a été par voie intramusculaire.

Méthode

Caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande des lapins

Au terme de l'engraissement de 55 jours post-sevrage, 30 lapins mâles (10 têtes/lot) ont été prélevés au hasard, pesés individuellement et abattus afin de déterminer les caractéristiques des carcasses et évaluer l'effet de l'utilisation des feuilles granulées de *Cissus populnea* et *Synedrella nodiflora* dans l'alimentation sur la qualité technologique, nutritionnelle et sensorielle de la viande.

❖ **Abattage des animaux**

Les lapins ont été saignés après avoir été étourdis par un coup sec donné au niveau de la région occipitale. L'abattage a été suivi de 5 minutes d'égouttage. Par la suite, les animaux ont été dépouillés et éviscérés. La méthode d'habillage à deux opérateurs décrite par Kpodékon et al. (2000) est celle utilisée dans cette étude.

❖ **Evaluation des rendements et découpe de la carcasse**

Le rendement de la carcasse a été déterminé selon la méthode modifiée par Ouyed (2009) en faisant le rapport entre le poids de la carcasse sur le poids vif de l'animal à jeun pendant environ 18 heures. Le poids de la carcasse a été déterminé après dépouillement, éviscération et ablation des pattes sectionnées au niveau des articulations carpo-métacarpiennes ou tarso-métatarsiennes), de la queue (sectionnée entre les sixième et septième vertèbres caudales), du pis et des organes génitaux. Le poids de la tête a été pris en compte pour le calcul du rendement de la carcasse. Après l'abattage, les données concernant le poids de la carcasse chaude obtenu juste après l'éviscération et le poids de la carcasse froide déterminé 24 heures après conservation au réfrigérateur à 4 °C ont été enregistrées.

Evaluation de la qualité technologique de la viande

❖ La mesure du pH et de la température

Le pH et la température post mortem ont été mesurés à 1 h (pH1) et à 24 h (pHu) à l'aide d'un pH-mètre électronique de marque Hanna calibré. Ces mesures ont été prises sur les carcasses *in situ* au niveau du *biceps femoris* et du *longissimus dorsi*.

Avant la prise des mesures, l'appareil a été calibré puis dégraissé après utilisation. La méthode utilisée a consisté à plonger les électrodes du pH-mètre dans les muscles concernés de la carcasse.

❖ **Détermination des pertes d'eau**

La détermination des pertes d'eau a été faite selon la méthode modifiée utilisée par Djikinhedo et Toviéhou (2006). La détermination des pertes d'eau à la conservation a été réalisée à partir des muscles du *biceps femoris* et du *longissimus dorsi*. Ces morceaux ont été attachés à l'aide de fil de fer avant d'être placés dans des sachets (sans qu'il n'ait de contact entre la viande et le sachet) et conservés à 4 °C. Ces échantillons ont ensuite été pesés 24 heures plus tard.

Pertes d'eau(%)

$$= \frac{(\text{Poids avant traitement} - \text{poids après traitement})}{\text{Poids avant traitement}} \times 100$$

Les morceaux de viande utilisés pour la perte d'eau à la réfrigération ont ensuite été mis dans des poches sous vide (sachets) et cuit à 75 °C dans un bain-marie muni d'un thermostat pendant 60 mn. Après la cuisson, les échantillons ont été refroidis sous l'eau courante pour leur permettre de s'équilibrer à la température ambiante, puis essuyés et pesés. Les pertes à la cuisson sont exprimées en pourcentage du poids avant la cuisson.

La somme des pertes d'eau à la conservation et à la cuisson représente la perte d'eau totale.

❖ **Qualité nutritionnelle de la viande**

Les teneurs en matières sèches, en cendres, en matières grasses et en protéines ont été déterminées selon les procédures normalisées recommandées par l'AOAC (2000).

La teneur en eau a été déterminée par gravimétrie aussi bien dans le muscle du bras

que celui de la cuisse selon la méthode de Tougan et al. (2013) et conformément à la norme NF V 04-401 de Avril 2001. Pour chaque mesure, 3 répétitions ont été réalisées par type de muscle.

La teneur en matières grasses a été déterminée conformément à la norme NF V 04-402 de janvier 1968 (ISO 1443 : 1973) par traitement de l'échantillon à l'HCl, filtration, extraction de la matière grasse et expression des résultats. Pour chaque mesure, 2 répétitions ont été réalisées par type de muscle.

La Teneur en cendres totales a été déterminée selon la norme NF V 04-404 d'Avril 2001 (Leusink, 2010).

Quant à la teneur en protéine, elle a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl, conformément à la norme NF V 04-407 de septembre 2002, selon le principe suivant :

- Minéralisation de la prise d'essai par l'H₂SO₄ en présence d'un catalyseur (la pastille Kjeldahl) ;
- Alcalinisation des produits de réaction ;
- Distillation de l'NH₄ et recueillement dans H₃BO₃ ;
- Titration de la solution par une solution d'HCl 1N ;
- Détermination de la teneur en azote (TN) et calcul de la teneur en protéine (TP = TN × 6,25).

Analyse statistique

Les données ont été analysées par le logiciel SAS (Statistical Analysis System, 2006). Les coefficients de corrélations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande de lapins et les probabilités ont été déterminés par la procédure *proc corr du SAS pour* chaque traitement alimentaire. L'analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physiologiques et la qualité de la viande de lapins a été réalisée pour tous les traitements alimentaires à l'aide de la procédure *proc princomp* du SAS.

RESULTATS

Variabilité de la qualité technologique et nutritionnelle de la viande

Dans l'ensemble (Tableau 1), il apparaît qu'en dehors de la teneur en minéraux totaux, les autres paramètres de la qualité nutritionnelle étudiés ont été significativement affectés par la ration. Les teneurs les plus élevées en matière sèche (27,3%) et en matière organique (25,74%) ont été observées chez les lapins du lot 2 (P<0,05). De même, les teneurs les plus élevées en protéine brute (23,28%) ont été enregistrées chez les lapins du lot 2 (P<0,001). Par contre, la plus faible teneur en matière grasse (2,46) a été enregistrée chez les lapins du lot 2 (P<0,001).

Le poids vifs des animaux avant l'abattage, le poids des carcasses et le rendement carcasse n'ont pas été affectés par la ration alimentaire (P>0,05). Quel que soit le type de muscle, les pH enregistrés à 1 heure *post-mortem* des 3 lots sont identiques (P>0,05). Par contre, la valeur du pH enregistré 24 heures *pot-mortem* (PM) a été significativement affectée par la ration alimentaire avec la valeur la plus élevée enregistrée au niveau du lot 1 (P<0,05).

Les pertes de jus au ressuyage de la viande de la cuisse et du râble n'ont pas varié significativement en fonction de la ration (P>0,05) et sont comprises entre 2,54 et 3,99%. Quant aux pertes de jus à la cuisson, la plus faible perte de jus a été enregistrée au niveau du muscle du râble des animaux du lot 2 (P<0,05).

Relations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande des lapins selon le traitement alimentaire

Les relations entre les paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande des lapins du lot témoin et ceux nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr) ou de *Synedrella nodiflora* (L.)

Gaertn sont consignées respectivement dans les Tableaux 2, 3 et 4.

Chez les lapins du lot témoins soumis seulement à la provende conventionnelle produite sans feuilles de *Cissus populnea* et *Synedrella nodiflora*, le taux de fertilité des lapines mères est positivement et faiblement corrélé avec la capacité de rétention d'eau, les teneurs en matière sèche, en matière grasse et en cendres de la viande de leurs lapereaux à maturité ($0,66 \leq r \leq 0,73$; $p < 0,05$). L'hématocrite des lapins est positivement et fortement associé aux teneurs en matière sèche et en matière grasse ($0,89 \leq r \leq 0,9$; $p < 0,001$), mais positivement et faiblement corrélé avec la teneur en cendre ($r = 0,69$, $p < 0,05$). De même, la teneur en matière grasse est positivement et fortement associée à la teneur en matière sèche ($r = 0,99$, $p < 0,001$), positivement et faiblement corrélée avec le poids vif et la teneur en cendre ($0,59 \leq r \leq 0,66$; $p < 0,05$).

Chez les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *Cissus populnea*, le taux de fertilité des lapines mères est positivement et fortement associé à la concentration du sang en globules blanc ($r = 0,96$, $p < 0,001$), mais négativement et fortement corrélé avec l'hématocrite, les teneurs en matière sèche et en protéine de la viande de leurs lapereaux à maturité ($-0,95 \leq r \leq -0,88$; $p < 0,001$), et négativement et moyennement corrélé avec le poids vif ($r = -0,86$, $p < 0,01$). L'hématocrite des lapins est positivement et fortement associé aux poids vif et aux teneurs en matière sèche et en protéine ($0,92 \leq r \leq 0,95$; $p < 0,001$), mais négativement et fortement corrélé avec la concentration du sang en globules blanc ($r = -0,96$, $p < 0,001$). Par ailleurs, la concentration du sang en globules blancs des lapins est négativement et fortement corrélée avec le poids vif, les teneurs en matière sèche et en protéine de la viande ($-0,89 \leq r \leq -0,86$; $p < 0,001$).

Chez les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles

granulées de *Synedrella nodiflora*, en dehors de la faible corrélation positive notée entre l'hématocrite et la capacité de rétention d'eau de la viande, aucune relation significative n'a été observée entre les paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande des lapins.

Analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande

La Figure 1 présente l'analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physiologiques et propriété de la qualité de la viande des lapins des trois lots étudiés. En effet, l'analyse en composantes principales (ACP) discrimine les trois groupes de lapins selon leurs paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de leur viande. Le premier axe explique 62,55% des variations et oppose les lapins du lot témoins à ceux des lots expérimentaux nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles de *C. populnea* ou de *S. nodiflora*.

Le deuxième axe explique 37,45 % des variations et oppose les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *S. nodiflora* à ceux des lots témoins et dans une moindre mesure aux lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *C. populnea*.

Dans l'ensemble, les groupes de lapins nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles granulées de *C. populnea* ou de *S. nodiflora* sont caractérisés par les meilleurs taux de fertilité, taille de la portée au sevrage, poids vif à l'abattage, hématocrite, teneurs en protéine, en matière sèche, en matière organique et en minéraux. Par contre, les lapins du lot témoin sont caractérisés par les meilleures valeurs de pH, de teneur en matière grasse, capacité de rétention d'eau et de rendement de la carcasse.

Tableau 1: Variabilité du rendement de la carcasse et de la qualité technologique et nutritionnelle de la viande.

Variables	Lot 1	Lot 2	Lot 3	RSD	Effet ration
	Moyenne	Moyenne	Moyenne		
Matière Sèche	24,96 ^a	27,30 ^b	25,60 ^{ab}	0,39	*
Matière Organique	23,60 ^a	25,74 ^b	24,37 ^{ab}	0,41	*
Matière Azotée Totale	21,14 ^a	23,28 ^b	21,96 ^a	0,81	***
Matière Grasse	2,46 ^b	1,36 ^a	2,43 ^b	0,78	***
Cendre Totale	1,03 ^a	1,23 ^{ab}	1,23 ^{ab}	0,12	NS
Rendement de la carcasse	61,47	60,89	63,38	0,21	NS
pH à 24 heures PM	5,93 ^a	5,74 ^b	5,66 ^c	0,23	*
Capacité de rétention d'eau	41,32 ^a	36,65 ^b	42,93 ^a	4,2	*

PM: Post mortem; NS : P>0,05; * : P<0,05, *** : P<0,001. RSD: Déviation standard résiduelle. Les moyennes interclasse de la même ligne suivies de la même lettre sont similaires au seuil de 5%.

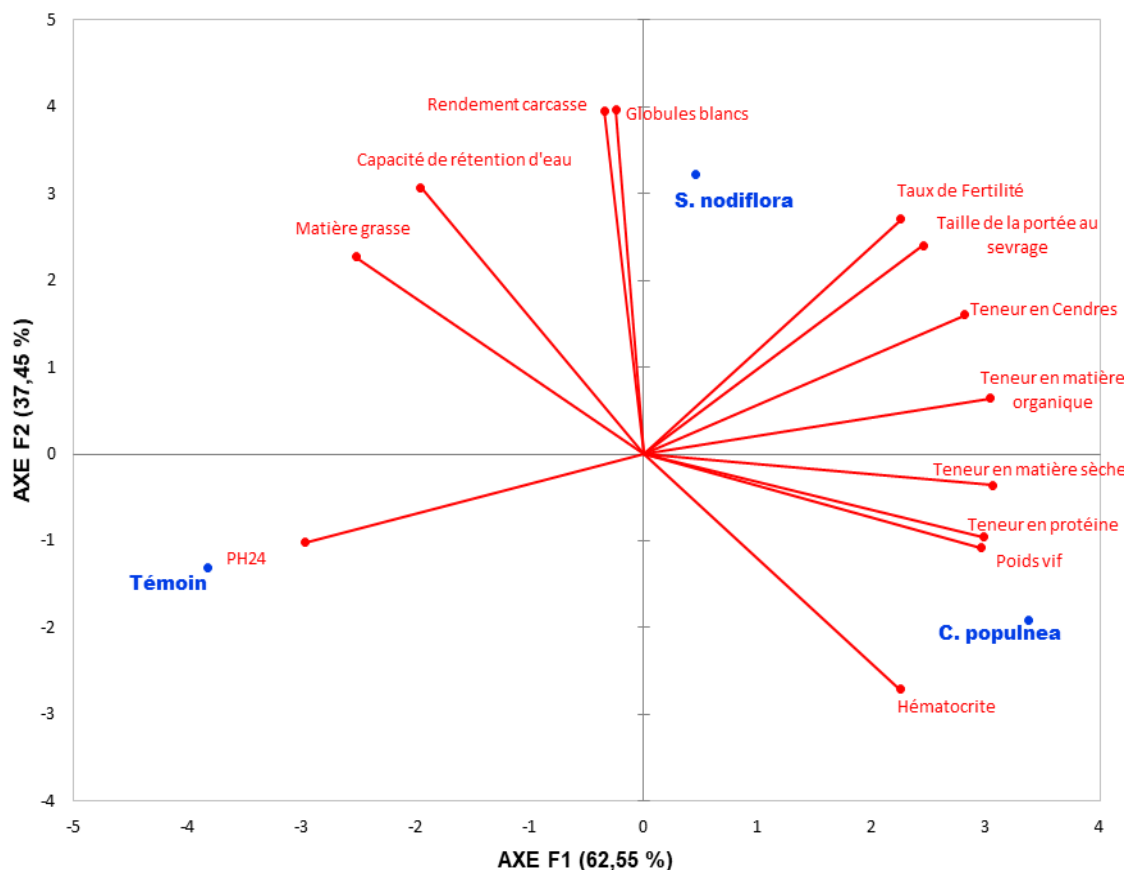


Figure 1: Analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande.

Tableau 2: Relations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande des lapins du lot témoin.

Variables	Fertilité	Hématocrite	Globules blancs	Poids vif	CRE	Matière sèche	Protéine	Matière grasse	Cendres
Fertilité	1								
Hématocrite	0,55 ^{NS}	1							
Globules blancs	-0,13 ^{NS}	-0,02 ^{NS}	1						
Poids vif	0,54 ^{NS}	0,41 ^{NS}	-0,28 ^{NS}	1					
CRE	0,73*	0,13 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,41 ^{NS}	1				
Matière sèche	0,66*	0,9***	-0,01 ^{NS}	0,68 ^{NS}	0,3 ^{NS}	1			
Protéine	-0,34 ^{NS}	0,05 ^{NS}	-0,56 ^{NS}	0,28 ^{NS}	-0,39 ^{NS}	0,1 ^{NS}	1		
Matière grasse	0,66*	0,89***	0,09 ^{NS}	0,66*	0,33 ^{NS}	0,99***	-0,01 ^{NS}	1	
Cendres	0,73*	0,69*	-0,31 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,66*	0,06 ^{NS}	0,590*	1

CRE : Capacité de Rétention d'Eau de la viande ; NS : Non significatif ; * : P<0,05 ; *** : P<0,001.

Tableau 3: Relations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande des lapins nourris avec des aliments granules contenant les feuilles de *Cissus populnea* (Guill & Perr).

Variables	Fertilité	Hématocrite	Globules blancs	Poids vif	CRE	Matière sèche	Protéine	Matière grasse	Cendres
Fertilité	1								
Hématocrite	-0,95***	1							
Globules blancs	0,96***	-0,96***	1						
Poids vif	-0,86**	0,92***	-0,86***	1					
CRE	-0,35 ^{NS}	0,225 ^{NS}	-0,216 ^{NS}	0,252 ^{NS}	1				
Matière sèche	-0,9***	0,95***	-0,891***	0,973***	0,213 ^{NS}	1			
Protéine	-0,88***	0,94***	-0,879***	0,988***	0,258 ^{NS}	0,989***	1		
Matière grasse	-0,41 ^{NS}	0,328 ^{NS}	-0,262 ^{NS}	0,236 ^{NS}	0,095 ^{NS}	0,375 ^{NS}	0,272 ^{NS}	1	
Cendres	-0,08 ^{NS}	0,174 ^{NS}	-0,242 ^{NS}	0,232 ^{NS}	-0,171 ^{NS}	0,149 ^{NS}	0,204 ^{NS}	-0,783**	1

CRE : Capacité de Rétention d'Eau de la viande ; NS : Non significatif ; ** : P<0,01 ; *** : P<0,001.

Tableau 4 : Relations entre les paramètres physiologiques et la qualité de la viande des lapins nourris avec des aliments granules contenant les feuilles de *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.

Variables	Fertilité	Hématocrite	Globules blancs	Poids vif	CRE	Matière sèche	Protéine	Matière grasse	Cendres
Fertilité	1								
Hématocrite	0,518 ^{NS}	1							
Globules blancs	-0,189 ^{NS}	-0,394 ^{NS}	1						
Poids vif	0,137 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,165 ^{NS}	1					
CRE	0,394 ^{NS}	0,69*	-0,595 ^{NS}	-0,240 ^{NS}	1				
Matière sèche	0,001 ^{NS}	0,422 ^{NS}	-0,227 ^{NS}	0,5 ^{NS}	-0,08 ^{NS}	1			
Protéine	-0,12 ^{NS}	-0,234 ^{NS}	0,062 ^{NS}	0,550 ^{NS}	-0,591 ^{NS}	0,233 ^{NS}	1		
Matière grasse	0,127 ^{NS}	0,475 ^{NS}	-0,167 ^{NS}	-0,248 ^{NS}	0,561 ^{NS}	0,289 ^{NS}	-0,862 ^{NS}	1	
Cendres	-0,168 ^{NS}	-0,298 ^{NS}	-0,240 ^{NS}	-0,204 ^{NS}	-0,490 ^{NS}	0,408 ^{NS}	0,297 ^{NS}	-0,133 ^{NS}	1

CRE: Capacité de Rétention d'Eau de la viande ; NS : Non significatif ; * : P<0,05.

DISCUSSION

Variabilité de la qualité technologique et nutritionnelle de la viande

Les résultats obtenus montrent que l'apport des feuilles dans les aliments n'a pas influencé les rendements de la carcasse et confirme les observations de Renouf et Offner (2007).

Les rendements de carcasse enregistrée dans les trois lots sont nettement supérieurs à ceux obtenus par Gigaud et Combes (2008) chez les lapins. Quel que soit le lot considéré, la teneur en Matière Grasse de la viande représente une infime quantité. Ce qui est en accord avec les résultats de Gigaud et Combes (2008) qui affirment que les viandes rouges sont plus riches en lipides que les viandes blanches.

Les valeurs des teneurs en matière grasse (MG) obtenue dans les lots expérimentaux 2 et 3 sont inférieures à la marge de 2,90-3,22%, obtenus par Cauquil et al. (2001) pour les lapins de type labels. La composition en Matières Azotées Totales du lot 2 est similaire aux résultats de Combes et al. (2004) qui signalent que pour des lapins aux âges et poids commerciaux d'abattage, les teneurs en protéines sont de 19,5-22,5%.

L'aliment n'a pas influencé le pH ultime du râble. Ceci est en parfait accord avec les résultats de Molette et al. (2009) qui signalent que le régime alimentaire n'entraîne pas une modification du pHu de la viande. Cependant les résultats enregistrés au niveau de la cuisse contredisent ces auteurs mais sont en accord avec les résultats de Travel et al. (2011) qui ont observé une variation du pH ultime du Biceps femoris en fonction des aliments. Les différences observées entre les pH₂₄ de la cuisse des lots pourraient s'expliquer par la présence des feuilles de *S. nodiflora* et de *C. populnea* dans l'aliment. A ce propos on pourrait émettre l'hypothèse que l'incorporation des feuilles de *S. nodiflora* dans l'aliment aurait conduit à une meilleure activité glycolytique au niveau de ce muscle. Un tel constat a déjà été fait par Travel et al. (2011) dans une étude ayant porté sur la variation de la teneur énergétique des aliments chez le lapin en croissance.

Les pertes de jus observées 48 h après l'abattage n'étant pas identiques dans les différents lots, la capacité de rétention d'eau des viandes est donc dépendante de l'alimentation. Dans tous les lots, les pertes d'eau à la cuisson enregistrées sont plus importantes que celles obtenues par Combes et al. (2003) et Combes et Lebas (2003) qui étaient situées entre 23,3 et 25,8%. De même, ces résultats sont également supérieurs à ceux de Cauquil et al. (2001) (22,7-30,7% et 27,2-33,4%) pour respectivement les lapins de type label et ceux de type standard.

Relations entre les paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande

Chez les lapins du lot témoins soumis seulement à la provende conventionnelle produite sans feuilles de *C. populnea* et *S. nodiflora*, le taux de fertilité des lapines mères est positivement et faiblement corrélé avec la capacité de rétention d'eau, les teneurs en matière sèche, en matière grasse et en cendres de la viande de ses lapereaux à maturité. L'hématocrite des lapins est positivement et fortement associé aux teneurs en matière sèche et en matière grasse, mais positivement et faiblement corrélé avec la teneur en cendre. De même, la teneur en matière grasse est positivement et fortement associée à la teneur en matière sèche, positivement et faiblement corrélé avec le poids vif et la teneur en cendre.

Chez les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *C. populnea*, le taux de fertilité des lapines mères est positivement et fortement associé à la concentration du sang en globules blancs, mais négativement et fortement corrélé avec l'hématocrite, les teneurs en matière sèche et en protéine de la viande de ses lapereaux à maturité, et négativement et moyennement corrélé avec le poids vif. L'hématocrite des lapins est positivement et fortement associé aux poids vif et aux teneurs en matière sèche et en protéine, mais négativement et fortement corrélé avec la concentration du sang en globules blancs. Par ailleurs, la concentration du sang en globules blancs des lapins est

négativement et fortement corrélée avec le poids vif, les teneurs en matière sèche et en protéine de la viande.

Chez les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *S. nodiflora*, en dehors de la faible corrélation positive notée entre l'hématocrite et la capacité de rétention d'eau de la viande, aucune relation significative n'a été observée entre les paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande des lapins.

Pla et al. (2004) ont établi des corrélations positives entre les teneurs en protéines, en matières grasses et en eau de la viande de lapin, avec le plus haut coefficient de corrélation (environ 1) entre l'eau et la teneur en matières grasses. Combes et al. (2008) ont étudié les relations entre les caractéristiques sensorielles et physico-chimiques de la viande de lapins de trois systèmes de production différents et ont rapporté de fortes corrélations entre les variables physico-chimiques et sensorielles ($r= 0,73$ et $0,68$). Bivolarski et al. (2011) ont observé que chez les lapins précocement sevrés, les teneurs en protéines et en matières grasses des muscles étudiés étaient corrélées négativement à la teneur en eau et positivement au pourcentage de matière sèche alors que chez les lapins normalement sevrés une relation inverse entre l'eau de la viande et la teneur en protéines a été observé avec la matière sèche positivement corrélée au taux de protéine brute.

Analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande

L'analyse en composantes principales (ACP) discrimine les trois groupes de lapins selon leurs paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de leur viande. Le premier axe explique 62,55% des variations et oppose les lapins du lot témoins à ceux des lots expérimentaux nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles de *C. populnea* ou de *S. nodiflora*.

Le deuxième axe explique 37,45% des variations et oppose les lapins du lot

expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *S. nodiflora* à ceux des lots témoins et dans une moindre mesure aux lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *C. populnea*.

Des résultats d'ACP similaires ont été aussi rapportés par Tougan et al. (2013) sur la qualité technologique et nutritionnelle de la viande des poulets locaux du Bénin et Debut et al. (2003) sur la caractérisation de la qualité de la viande des poulets à croissances rapide et ceux à croissance lente.

Dans l'ensemble, les groupes de lapins nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles granulées de *C. populnea* ou de *S. nodiflora* sont caractérisés par les meilleurs taux de fertilité, taille de la portée au sevrage, poids vif à l'abattage, hématocrite, teneurs en protéine, en matière sèche, en matière organique et en minéraux. Par contre, les lapins du lot témoin sont caractérisés par les meilleures valeurs de pH, de teneur en matière grasse, capacité de rétention d'eau et de rendement de la carcasse.

Conclusion

Les coefficients de corrélations sont des mesures de la liaison linéaire qui permettent de prédire une variable quantitative par une autre et de mesurer l'intensité de la liaison entre deux caractères quantitatifs. De la présente étude, il ressort que chez les lapins du lot témoins soumis seulement à la provende conventionnelle produite sans feuilles de *C. populnea* et *S. nodiflora*, le taux de fertilité des lapines mères est positivement et faiblement corrélé avec la capacité de rétention d'eau, les teneurs en matière sèche, en matière grasse et en cendres de la viande de ses lapereaux à maturité. L'hématocrite des lapins est positivement et fortement associé aux teneurs en matière sèche et en matière grasse, mais positivement et faiblement corrélé avec la teneur en cendre. Chez les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *C. populnea*, le taux de fertilité des lapines mères est positivement et fortement associé à la concentration du sang en globules blancs,

mais négativement et fortement corrélé avec l'hématocrite, les teneurs en matière sèche et en protéine de la viande de leurs lapereaux à maturité, et négativement et moyennement corrélé avec le poids vif. L'hématocrite des lapins est positivement et fortement associé aux poids vif et aux teneurs en matière sèche et en protéine, mais négativement et fortement corrélé avec la concentration du sang en globules blanc. Chez les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *S. nodiflora*, en dehors de la faible corrélation positive notée entre l'hématocrite et la capacité de rétention d'eau de la viande, aucune relation significative n'a été observée entre les paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de la viande des lapins.

L'analyse en composantes principales (ACP) discrimine les trois groupes de lapins selon leurs paramètres physiologiques et les propriétés de la qualité de leur viande. Le premier axe explique 62,55% des variations et oppose les lapins du lot témoins à ceux des lots expérimentaux nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles de *C. populnea* ou de *S. nodiflora*. Le deuxième axe explique 37,45% des variations et oppose les lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *S. nodiflora* à ceux des lots témoins et dans une moindre mesure aux lapins du lot expérimental soumis à la ration contenant des feuilles granulées de *C. populnea*. Dans l'ensemble, les groupes de lapins nourris avec des rations alimentaires contenant des feuilles granulées de *C. populnea* ou de *S. nodiflora* sont caractérisés par les meilleurs taux de fertilité, taille de la portée au sevrage, poids vif à l'abattage, hématocrite, teneurs en protéine, en matière sèche, en matière organique et en minéraux. Par contre, les lapins du lot témoin sont caractérisés par les meilleures valeurs de pH, de teneur en matière grasse, capacité de rétention d'eau et de rendement de la carcasse.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'aucun conflit d'intérêt n'existe par rapport à cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

La contribution de chacun des co-auteurs de cet article est décrite ainsi qu'il suit. RBA a installé le dispositif expérimental et réalisé la collecte des données et la rédaction de l'article. PUT a participé à la conception du plan d'expérience, la validation du protocole expérimental et les analyses de laboratoire sur la qualité de la viande. Il a également réalisé le traitement des données (analyses statistiques), et participer à la rédaction de l'article. PFT a participé à la validation du protocole expérimental, la supervision de la collecte des données et à la lecture de l'article. AA a également participé à la validation du protocole expérimental, la supervision de la collecte des données et à la lecture de l'article. CH a également participé à la validation du protocole expérimental et à la lecture de l'article. GBK a supervisé ce travail ; il a également participé à la validation du protocole expérimental, à la supervision de la collecte des données, à la lecture et l'amélioration de la qualité de l'article.

RÉFÉRENCES

- Aholou RB, Tougan PU, Daouda I-H, Kpodekon TM, Zannou MS, Hennou GEH, Goudjihounde M, Hanzen Ch, Koutinhoun GB. 2017. Valorization of *Cissus populnea* (guill & perr) and *Synedrella nodiflora* (L) Gaertn in rabbit breeding in Benin: impact on reproductive performances, blood cells count and hematocrit. *Int. J. Adv. Res.*, **5**(10): 1218-1227. <http://wwwjournalijarcom/indexing/>.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis* (17th edn). Association of Official Analytical Chemists: Washington DC, 25 p.
- Bivolarski BL, Ekaterina G, Vachkova Stefan SR. 2011. Effect of weaning age upon the slaughter and physicochemical traits of rabbit meat. *Veterinarski. Arhiv.*, **81**(4): 499-511.
- Cauquil L, Combes S, Jehl N, Darce B, Lebas F. 2001. Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la viande de lapin. Application à la comparaison de

- lapins Label et Standard. 9ème Journ. Rech. Cunicole Paris, pp 11-14.
- Combes S, Gonzales I, Dejan S, Baccini A, Lehl N, Cauquil L, Gabinaud B, Lebtas F, Larzul C. 2008. Relationships between sensory and physicochemical measurements in meat of rabbit from tree different breeding systems using canonical correlation analysis. *Meat Sci.*, **80**: 835-841.
- Combes S, Lebas F, Juin H, Lebreton L, Martin T, Jehl N. 2003. Comparaison lapin bio lapin standard : Analyse sensorielle, tendreté mécanique de la viande. 10èmes Journ. Rech. Cunicole Paris (France), 19-20 novembre, pp137-141.
- Combes S, Lebas S. 2003. Les modes du logement du lapin en engraissement : Influence sur la qualité des carcasses et des viandes. 10èmes Journées de la Recherche Cunicole Paris (France), 19-20 novembre 2003, pp185-200.
- CountryStat/Benin. 2012. Base de données statistiques, consulté à l'adresse, <http://countrystat.org/ben> ou <http://www.fao.org/economic/ess/countrystat/en/>.
- Debut M, Berri C, Baéza E, Sellier N, Arnould C, Guéméné D, Jehl N, Boutten B, Beaumont C, Le Bihan-Duval E. 2003. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Sci.*, **82**: 1829-1838. <http://psfao.org/cgi/reprint/82/12/1829pdf>.
- Djago A, Kpodékon M. 2000. Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'Ouest. P 9-60, 81.
- FAO. 2008. FAOSTAT: Agriculture. <http://apps.fao.org/page/collections>.
- Gigaud V, Combes S. 2008. Pour une viande plus riche en Oméga 3 Effet de la variation du rapport en acides gras polyinsaturés oméga 6/oméga 3 du régime sur la teneur en acides gras de la viande de lapin. *World Rabbit Science*, June 10-13, 2008, *Viandes Prod. Carnés*, **27**(1).
- Koutinhouin GB, Youssao AKI, Dougnon TJ, Kpodékon TM, Djago Y, Aglossi E, Djivo L. 2009a. Influence du rang de mise bas sur les paramètres de reproduction des lapins au Sud du Bénin. *Rev. Afric. San. Prod. Anim.*, **7**(1): 85p.
- Koutinhouin GB, Tougan PU, Kpodékon TM, Boko KC, Goudjihoude M, Aoulou A. 2014. Valuation of *Synedrella nodiflora* leaves in rabbit feeding as feed supplement: impact on reproductive performance. *Int. J. Agron. Agri. Res.*, **5**(4): 55-64. <http://www.winnspubnet>.
- Koutinhouin GB, Tougan PU, Kpodékon TM, Boko KC, Zannou MS, Aholou BR, Hanzen Ch, Thewis A. 2017. Substitution of commercial Pregnant Mare Serum Gonadotrophin (Gonaser®) by *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn leaves in rabbits breeding: impact on reproductive performance. *Ann. Vet. Anim. Sci.*, **4**(2): 64-73. <http://naturepub.org/navas>.
- Koutinhouin GB, Youssao AKI, Dougnon TJ, Kpodékon TM, Djago Y, Aglossi E, Djivo L. 2009a. Influence du rang de mise bas sur les paramètres de reproduction des lapins au Sud du Bénin. *Rev. Afric. San. Prod. Anim*, **7**(1): 85p.
- Koutinhouin GB, Youssao AKI, Kpodékon TM, Djago Y, Houenon R. 2009b. Incidence de la séparation mère-portée sur la fertilité des lapines allaitantes et la taille de la portée au Sud du Bénin. *Bull. Rech. Agron. Bénin* ; 15p.
- Kpodékon M, Gnimadji A, Djago Y, Koutinhouin B, Farougou S. 2000. Rabbit Production and Network in Benin. *World Rabbit Sci.*, **8**(1): 103-110.
- Leusink G, Rempel H, Skura B, Berkyto M, White W, Yang Y, Rhee YJ, Xuan SY, Chiu S, Silversides F, Fitzpatrick S, Diarra MS. 2010. Growth performance, meat quality, and gut microflora of broiler chickens fed with cranberry extract. *Poultry Sci.*, **89**: 1514-1523. DOI: 103382/ps2009-00364.
- MAEP. 2012. Rapport annuel d'activités. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou ; 150p.

- Nellemann C, MacDevette M, Manders T, Eickhout B, Svihus B, Prins AG, Kaltenborn BP. 2009. The environmental food crisis – The environment's role in averting future food crises A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. www.gridano.org.
- Ouyed Abida M. 2009. Evaluation du rendement en carcasse, en muscle et du poids des différentes parties des lapins de lignées pures et hybrides ; 111 p.
- Renouf B, Offner A. 2007. Effet du niveau énergétique des aliments et de leur période de distribution sur la croissance, la mortalité et le rendement à l'abattage chez le lapin. 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, pp : 101-104.
- Salifou CFA, Boco KC, Ahounou GS, Tougan PU, Salifou S, Kpodekon TM, Farougou S, Mensah GA, Clinquart A, Youssao AKI. 2012. Evaluation du procédé d'abattage des bovins aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(6): 6049-6061.
- Tougan PU, Dahouda M, Ahounou GS, Salifou CFA, Kpodekon TM, Mensah GA, Kossou NFD, Amenou C, Kogbeto EC, Thewis A, Youssao AKI. 2013. Effect of breeding mode, type of muscle and slaughter age on technological meat quality of local poultry population of *Gallus gallus* species of Benin. *Int. J. Biosci.*, **3**(6): 1-17. <http://www.innspub.net>.
- Tougan PU, Dahouda M, Salifou CFA, Ahounou GS, Kossou DNF, Amenou C, Kogbeto CE, Kpodekon MT, Mensah GA, Lognay G, Thewis A, Youssao IAK. 2013. Relationships between technological and nutritional meat quality parameters in local poultry populations (*Gallus gallus*) of Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(6): 2450-2467. <http://ajolinfo/index.php/ijbcs>.
- Tougan PU, Dahouda M, Salifou CFA, Ahounou GS, Kpodekon TM, Mensah GA, Kossou NFD, Amenou C, Kogbeto EC, Lognay G, Thewis A, Youssao AKI. 2013. Nutritional quality of meat of local poultry population of *Gallus gallus* specie of Benin. *J. Anim. Plant Sci.*, **19**(2) : 2908-2922. <http://www.melewa.org/JAPS/current-issue.html>.
- Travel A, Briens C, Duperray J, Mevel L, Rebours G, Salaun J-M. 2011. Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment : Impact sur le rendement carcasse et la qualité de la viande de lapins. 14^{èmes} Journées de la recherche cunicole, 22-23 novembre 2011, le Mans, France, pp : 105-108.