

Effets de la substitution du tourteau d'arachide par la fève de coton conventionnel en production de poulet de chair au Sénégal

M.T. Diaw¹, A. Dieng¹, G. Mergeai², M. Sy¹, J.-L. Hornick^{*3}

Keywords: Groundnut cake- Cottonseed kernel- Gossypol- Broilers, Performances- Digestibility- Senegal

Résumé

Une étude sur l'effet de la fève de coton conventionnel (glandé) en production de poulet de chair a été conduite sur 400 animaux. Le tourteau d'arachide a été substitué à raison de 0; 25; 50 et 75% par la fève de coton. L'incorporation de la fève de coton s'est traduite par une réduction significative ($p < 0,001$) des paramètres de croissance, d'ingestion, d'efficacité alimentaire et de digestibilité des nutriments des aliments expérimentaux. Cette diminution s'est faite de manière proportionnelle au niveau de substitution. Cette étude suggère que seule la teneur en gossypol des fèves de coton constitue un facteur limitant pour leur incorporation dans les aliments des volailles et que cet aliment soit exclu des formulations en production de poulets ou que son niveau maximal d'incorporation soit limité à 10% lorsque le temps de production n'est pas une contrainte pour l'éleveur.

Summary

Effects of the Substitution of Groundnut Cake by Conventional Cottonseed Kernel on Broilers Production in Senegal

A study has been conducted on 400 chicks to evaluate conventional cottonseed kernels on broilers production. Groundnut cake has been substituted by cottonseed kernels at 0, 25, 50 and 75% levels. Cottonseed kernel incorporation decreased significantly ($p < 0.001$) the growing parameters, feed intake, feed efficiency and nutrients digestibility of the experimental diets. This reduction was proportional to the level of substitution. The study suggests that only the level of gossypol in cottonseed kernels limits their incorporation in broilers diets and that this by-product should be excluded from the formulation in broilers production or that its level of incorporation should be limited to a maximal level of 10% when production duration is not a constraint for breeders.

Introduction

Le cotonnier, en particulier l'espèce *Gossypium hirsutum*, constitue l'une des plantes les plus cultivées (18) avec une production mondiale qui, actuellement, dépasse les 27 millions de tonnes. Elle est ainsi la première plante textile et également la deuxième ressource en protéines végétales après le soja et la cinquième plante oléagineuse devant l'arachide (28). La filière cotonnière africaine contribue pour environ 12% au PIB, 40% aux recettes totales d'exportation, 70% aux recettes agricoles et emploie plus de 15 millions de personnes (1).

Au Sénégal, avec une production moyenne actuelle de plus de 50.000 tonnes de coton graines (5), la valorisation des graines qui représentent 60% de la production (25) pourrait potentiellement couvrir 15% de la demande en huiles comestibles et plus de 10% des besoins du pays en protéines (26).

Et pourtant la filière avicole sénégalaise qui est en perpétuel essor, surtout au niveau de sa composante moderne avec un chiffre d'affaire estimé à 68 milliards de francs CFA (8), rencontre d'énormes difficultés dans

la fabrication de provende et l'approvisionnement en aliment protéique. La crise enregistrée au niveau de la filière arachidière et qui s'est aggravée en 2003, n'a pas épargné la plupart des industriels qui sont obligés d'importer des concentrés protéiques (3). Les surcoûts associés sont à la charge de l'aviculteur et du consommateur, avec une augmentation du prix de l'aliment.

L'utilisation de la graine de coton ou de ses co-produits dans les provendes pourrait permettre de réduire la demande en tourteaux et donc diminuer le coût de l'aliment volaille, procurant également une plus value auprès des coton-culteurs.

Les effets dépressifs du tourteau de coton sur les animaux monogastriques sont attribués au gossypol (11, 19), aux teneurs élevées en fibre (10) et à la présence d'acides gras cyclopropénoïques (25). Les niveaux d'incorporation du tourteau en production de poulets, rapportés dans la littérature, varient fortement (9, 11, 27) selon les divers traitements appliqués lors de la trituration (20). Ces derniers ont une forte

¹Université de Thiès, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, Département Productions Animales, km 3 route de Khombol, BP A296 Thiès, Sénégal.

²Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Département Phytotechnie tropicale et horticulture, Passage des Déportés, 2 – 5030 Gembloux, Belgique.

³Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Département Productions Animales, 20 Boulevard de Colonster, B 43, 4000 Liège, Belgique.

Auteur assurant la correspondance:

*J.-L. Hornick, Service nutrition du Département productions animales de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Liège, 20 Boulevard de Colonster, B 43, 4000 Liège (Belgique), Tel: +32(0)43664131, Fax: +32(0)43664122, jhornick@ulg.ac.be.

Reçu le 10.02.10 et accepté pour publication le 26.05.10.

incidence sur les teneurs en nutriment - notamment la cellulose (16, 20) - des co-produits de la graine de coton.

Le broyage partiel des graines de coton pour leur décortiquage donne, après tamisage, un produit dont les teneurs en nutriment sont proches de celles de l'amande de coton et sont également moins riches en constituant pariétaux que les tourteaux non décortiqués (20). Les effets d'un tel aliment chez la volaille n'ont jamais été étudiés. Sa possible incorporation pourrait permettre de combler une partie de la demande en tourteau d'arachide et en concentrés protéiques au Sénégal.

C'est dans cette optique qu'une étude a été effectuée pour évaluer les effets, sur les performances des poulets, de la substitution du tourteau d'arachide utilisé traditionnellement dans les provendes pour volaille au Sénégal, par la fève de coton.

Matériels et méthodes

L'expérimentation s'est déroulée à l'ENSA de l'Université de Thiès (Sénégal). Elle a eu lieu à la fin de la saison des pluies caractérisée par de fortes températures (30,9 à 34,0 °C) et une humidité relative élevée (48,0 à 71,5%).

Provenance des aliments

Les graines de coton ont été acquises, après égrenage, auprès de la société SODEFITEX du Sénégal. Un moulin à mil muni d'un tamis de maille 0,7 cm a été utilisé pour libérer l'amande. Le tamisage du produit obtenu a permis de collecter une fraction contenant 94,4% de matière sèche (MS); 6,6% de cendres (Ce); 40,2% d'extrait éthéré (EE); 8,5% de cellulose brute (CB); 33,7% de protéine brute (PB) et 20,2 MJ d'Energie métabolisable (EM) par kg de MS. Les teneurs en gossypol total et libre étaient respectivement de 1.6812 et 9.493 mg/kg.

Le tourteau d'arachide et les céréales ont été acquis, au Sénégal, dans le commerce auprès de grossistes. La farine de poisson, d'origine industrielle, provenait d'AFRIC AZOTE et le CMV, la lysine et méthionine de synthèse ont été fournis par VETAGROPHARMA.

Conduite des animaux

Quatre cents poussins d'un jour non-sexés et de souche Cobb 500 ont été réceptionnés à partir du couvoir de Mbao (Sénégal) et répartis aléatoirement en 4 lots de 2 répétitions, chacune de 50 sujets. Ils ont été élevés en claustration au sol sur litière de copeaux de bois pendant 6 semaines pour des phases (démarrage et croissance) d'égale durée, chaque groupe recevant, pour chaque période d'élevage, un aliment spécifique.

Un groupe témoin (G0) a reçu une ration contenant 25% de tourteau d'arachide. Les animaux des groupes G25, G50 et G75 ont été nourris avec des aliments dont le tourteau d'arachide a été respectivement substitué

par la fève de coton à raison de 25, 50 et 75% (Tableau 1). La ration témoin a été formulée conformément aux recommandations de la «National Research Council» (21) en minimisant le coût de l'aliment, mais aussi pour obtenir des teneurs iso-énergétique et iso-protéiques entre formules.

Durant l'essai, l'eau et l'aliment étaient disponibles à volonté et des pesées hebdomadaires ont été effectuées sur le poids vif. Des vaccinations ont été faites contre la maladie du Newcastle et la bronchite infectieuse dès la réception des poussins (1^{er} jour) et à 22 jours d'âge, et contre la maladie de Gumboro à 8 et 28 jours d'âge. Un anticoccidien a été administré dans l'eau de boisson à 2 et 23 jours d'âge pendant 5 jours consécutifs.

Digestibilité des nutriments

La digestibilité apparente des nutriments (DAN) a été évaluée sur des poulets de même souche avec un poids moyen de 1.300 g. Cinq animaux ont été utilisés par aliment et placés dans des cages individuelles à métabolisme. Après la période d'adaptation (7 jours), les fèces et les refus ont été récoltés tout au long de l'essai qui a duré 7 jours.

La DAN a été calculée sur la base de: $DAN (\%) = 100 \times (NI - NF) / NI$; avec NI et NF qui désignent respectivement les teneurs en nutriment ingéré et fécal.

Analyses chimiques et calculs

Les analyses chimiques ont été faites conformément aux méthodes de l'AOAC (1) et l'EM a été évaluée à partir de EM vraie (Mj/kg.MS) = $(3951 + 54,4.EE - 88,7.CB - 40,8.Ce) \times 0,004184$ où EE (Extrait éthéré), CB (Cellulose brute) et Ce (Cendre) sont exprimés en pourcentage (%) de la MS (15).

Les teneurs en aflatoxines (B1, B2, G1 et G2) ont été déterminées par chromatographie sur couche mince et le gossypol (total et libre) a été dosé par colorimétrie avec détermination de la densité optique à 440 nm après emplois de solution étalon.

Les retards de croissance (RC) des groupes G25, G50 et G75 par rapport au lot témoin (G0) ont été calculés à partir de la formule: $RC (\%) = ((P - P_0) / P_0) \times 100$ et où P_0 désigne le poids des animaux du témoin et P celui du groupe G25, G50 et G75.

Les corrélations entre le niveau d'incorporation de coton et certains paramètres zootechniques (mortalité, poids vif et ingestion) ont été réalisées à partir du logiciel Microsoft Excel.

Analyse des données

Les données non individualisables ont fait l'objet d'une simple statistique descriptive. Les autres données ont été analysées à l'aide d'un modèle généralisé linéaire (Proc GLM) du SAS (19). Le modèle utilisé a été le suivant:

Tableau 1
Formules et composition chimique estimée et déterminée (démarrage et croissance) d'un aliment témoin contenant 25% de tourteau d'arachide (G0) et d'aliments où ce tourteau a été substitué à raison de 25 (G25), 50 (G50) et 75% (G75) par la fève de coton conventionnel

	Aliments démarrage				Aliments croissance			
	G0	G25	G50	G75	G0	G25	G50	G75
Aliments								
Maïs	20,00	25,00	23,00	20,00	42,00	42,00	32,00	30,00
Mil	36,50	33,50	37,00	40,50	21,00	22,50	35,00	36,00
Tourteau d'arachide	25,00	18,75	12,50	6,25	25,00	18,75	12,50	6,25
Fève de coton	0,00	6,25	12,50	18,75	0,00	6,25	12,50	18,75
Farine de poisson	9,00	10,00	10,50	11,00	2,75	3,25	3,25	4,50
Phosphate tricalcique	1,24	0,30	0,00	0,00	1,50	1,50	0,50	0,25
Huile d'arachide	5,00	3,00	1,00	0,00	5,00	3,00	1,00	0,00
Lysine de synthèse	0,16	0,15	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15
Méthionine de synthèse	0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Prémix minéralo-vitaminé	3,00	3,00	3,20	3,20	2,50	2,50	3,00	4,00
Composition calculée								
E.M. (Kcal/kg.MS)	3203	3219	3217	3271	3259	3252	3268	3291
Protéine Brute (%)	23,7	23,7	23,8	23,6	20,5	20,4	20,4	20,5
Lysine (%)	1,2	1,3	1,4	1,4	0,9	1,0	1,0	1,2
Méthionine (%)	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
Calcium (%)	1,8	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,3	1,5
Phosphore disponible (%)	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6
Matière grasse (%)	9,7	9,7	9,7	10,6	9,8	9,8	9,8	10,6
Cellulose Brute (%)	5,2	5,2	5,3	5,2	5,4	5,4	5,4	5,4
Rapport (EM/PB)	135	136	135	139	159	160	160	160
Prix (en Fcfa)	254,4	235,6	221,6	210,7	239,7	221,6	204,1	201,5
Composition déterminée								
Protéine Brute (%)	20,5	21,3	21,7	20,0	19,5	17,4	18,0	19,5
Matières Grasse (%)	12,2	10,9	9,9	11,1	10,0	9,6	6,6	6,8
Celluloses Brute (%)	2,5	3,2	2,7	2,3	2,7	2,3	2,6	3,2
Matière sèche (%)	93,3	93,6	92,7	93,4	93,7	93,3	93,2	93,7
Cendre (%)	6,3	7,6	7,5	8,8	7,6	6,8	12,1	11,5
Calcium (%)	11,1	9,8	10,0	12,8	10,2	8,9	11,7	16,7
Phosphore disponible (%)	8,8	7,6	8,2	9,5	8,3	7,2	7,7	9,1
Potassium (%)	5,6	5,4	5,6	5,0	5,6	4,9	5,9	6,0
Sodium (%)	1,0	0,8	0,9	1,3	0,5	0,5	0,8	1,1
Magnésium (%)	2,2	1,9	2,2	1,8	1,8	1,8	2,3	2,6
Gossypol total (ppm)	0,0	580	1930	2507	0,0	734	1807	2642
Gossypol libre (ppm)	0,0	562	1338	1751	0,0	528	1224	1552

EM : Energie métabolisable

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Où, μ : moyenne général

α_i : effet de la substitution du tourteau d'arachide par la fève de coton i

β_j : effet de la répétition j

$\alpha\beta_{ij}$: effet de l'interaction entre le niveau de substitution i et la répétition j

ε_{ijk} : écart résiduel aléatoire

Résultats

Performances pondérales

Les performances pondérales des animaux ont été significativement ($p < 0,001$) affectées par le niveau de substitution (Tableau 2). La répétition par contre n'a eu aucun effet sur les poids durant les phases démarrage ($p = 0,863$) et croissance ($p = 0,994$).

Les poulets du groupe G0 ont réalisé les meilleures performances (353 et 991 g respectivement en fin de démarrage et de croissance). Avec l'incorporation de la fève de coton, une réduction significative des poids vifs a été observée et, déjà à 25% de substitution (G25), une diminution de plus que la moitié des performances des poulets a été notée, conduisant à la fin de l'essai à un poids moyen de 466 g (Figure 1). L'impact négatif des fèves de coton a été proportionnel au niveau d'incorporation et, tout niveau supérieur a réduit d'environ 50% le poids final des animaux par rapport au groupe de niveau inférieur donnant ainsi chez les volailles des groupes G50 et G75 des poids

vifs moyens finaux respectifs de 266 et 192 g. Par rapport aux volatiles du groupe G0, les poulets des lots G25, G50 et G75 ont connu des retards de croissances qui, dès le 15^{ème} jour, ont atteint respectivement -40%, -72% et -82% (Figure 2). Ces écarts se sont stabilisés, durant la phase croissance, autour de -64%, -80% et -87% respectivement.

Les gains quotidiens moyens (GQM) ont été plus importants chez les volailles du groupe G0 (14,8 et 30,4 g respectivement en démarrage et croissance) et les retards de croissance dans les autres groupes se sont traduits par des réductions similaires avec le

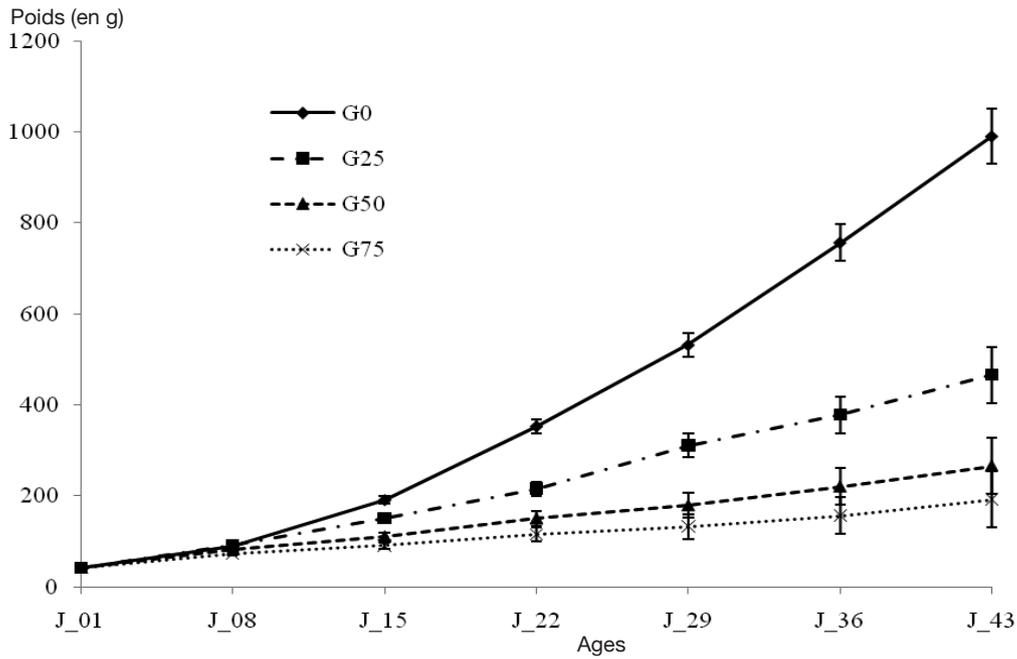


Figure 1: Evolution du poids vif de poulets ayant reçu un aliment contenant 25% de tourteau d'arachide (G0) ou des aliments où ce tourteau d'arachide a été substitué à raison de 25 (G25), 50 (G50) et 75% (G75) par la fève de coton conventionnel.

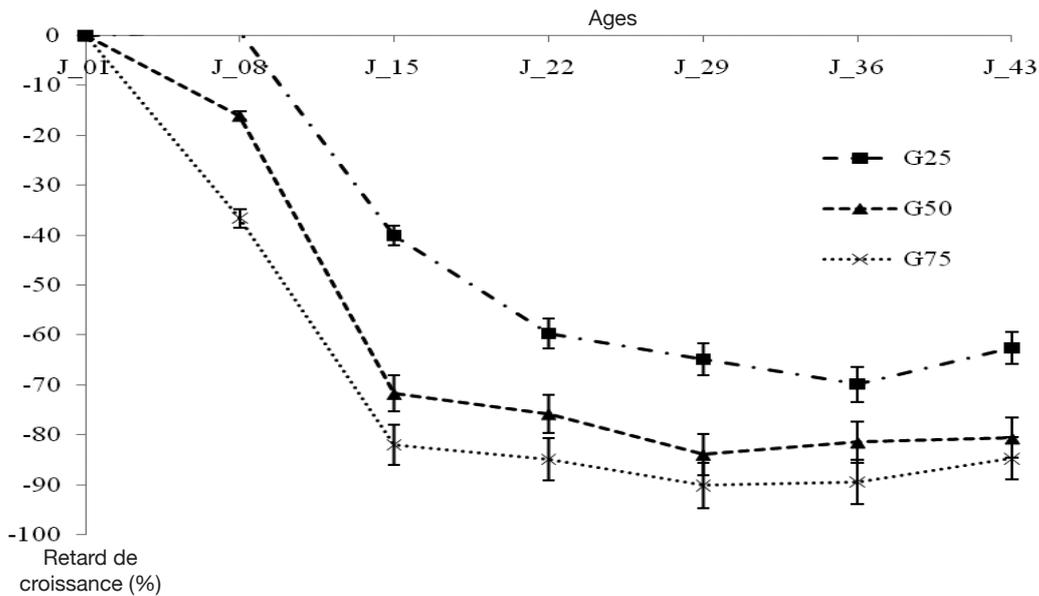


Figure 2: Evolution du niveau de retard de croissance de poulets ayant reçu un aliment contenant 25% de tourteau d'arachide (G0) ou des aliments où ce tourteau d'arachide a été substitué à raison de 25 (G25), 50 (G50) et 75% (G75) par la fève de coton conventionnel.

Tableau 2
Performances zootechniques, digestibilité des nutriments et évaluation économique chez des poulets ayant reçus un aliment contenant 25% de tourteau d'arachide (G0) ou des aliments où ce tourteau d'arachide a été substitué à raison de 25 (G25), 50 (G50) et 75% (G75) par la fève de coton conventionnel

	G0	G25	G50	G75	Pr > F	ETM
Performances zootechniques						
Poids vifs (g)						
Initial (J_01)	43	42	42	42	0,929	0,62
Fin du démarrage (J_21)	353a	216b	179c	115d	<0,001	7,66
Final (J_43)	991a	466b	266c	192c	<0,001	27,53
Gains quotidien moyens (g/j)						
Démarrage	14,8	8,3	5,1	3,5	-	-
Croissance	30,4	11,9	5,5	3,7	-	-
Prise alimentaire cumulée (g)						
Démarrage	627	358	245	174	-	-
Croissance	1734	825	457	280	-	-
Indice de consommation						
Démarrage	1,59	1,83	2,08	2,29	-	-
Croissance	2,72	3,30	3,95	3,64	-	-
Mortalité (%)						
Démarrage	15,15	12,00	18,00	28,28	-	-
Croissance	1,01	2,00	3,00	25,25	-	-
Digestibilité (%)						
Démarrage						
Matières sèches	64,8a	62,7ab	57,7b	47,4c	<0,001	0,99
Matières organiques	71,6a	66,8ab	60,8b	49,9c	<0,001	0,92
Extraits étherés	65,8a	62,8a	60,8ab	56,5b	<0,001	0,89
Croissance						
Matières sèches	66,9a	62,6ab	60,0b	57,7c	<0,001	0,99
Matières organiques	71,3a	64,1ab	62,3bc	55,5c	<0,001	0,92
Extraits étherés	67,2a	64,1b	60,3c	57,9c	<0,001	0,89
Calculs économique*						
A- Coût des poussins (370 Fcfa/poussin)	37 000	37 000	37 000	37 000	-	-
B- Coût total de l'aliment (Fcfa)	24 222	11 588	5 932	2 828	-	-
C- Coût des produits vétérinaire (Fcfa)	5 375	5 375	5 375	5 375	-	-
D- Charges de productions (A+B+C)	66 597	53 963	48 307	45 203	-	-
Nombre de poulets commercialisés	84	86	79	46	-	-
Poids moyens (kg)	0,991	0,466	0,266	0,192	-	-
G- Recettes (1598 Fcfa/kg)	132 996	64 040	33 546	14 136	-	-
Marge brute (G – D)	66 399	10 077	-14 760	-31 067	-	-
Marge brute par poussin départ	664	101	-148	-311	-	-

ETM : Ecart-type de la moyenne; a, b, c: les moyennes n'ayant pas de lettres en commun dans une ligne sont significativement différentes au seuil P < 0,05)*. Ces calculs économiques n'ont pas tenu compte de l'amortissement du matériel d'exploitation et du poulailler.

niveau de substitution, pour des croûts de moins de 4 g/jour avec le groupe G75.

La consommation alimentaire cumulée a connu une influence liée aux traitements similaire, à savoir une diminution progressive de l'ingestion avec le niveau de substitution du tourteau d'arachide. Chez les poulets du groupe G0, l'ingestion moyenne a été

de 627 g et 1.734 g par sujet durant respectivement les phases démarrage et croissance. Au niveau des groupes G25, G50 et G75, cette ingestion a diminué de respectivement - 47,7%, - 67,3% et - 78,1%, correspondant dans ce dernier cas à une ingestion d'environ 10 g/jour.

L'indice de consommation (IC) de la ration du groupe

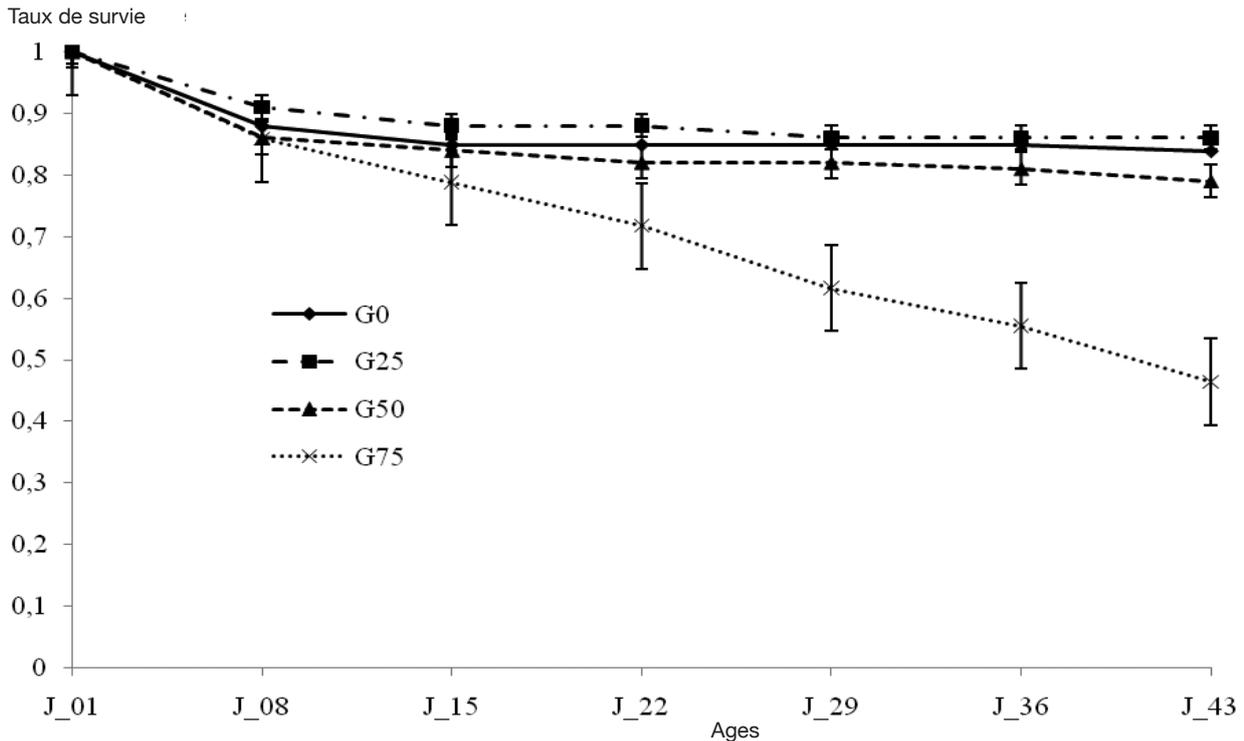


Figure 3: Evolution du taux de survie de poulets ayant reçus un aliment contenant 25% de tourteau d'arachide (G0) ou des aliments où ce tourteau d'arachide a été substitué à raison de 25 (G25), 50 (G50) et 75% (G75) par la fève de coton conventionnel.

G0 a été la plus faible (1,59 et 2,72 avec respectivement les aliments démarrage et croissance). L'IC des rations a augmenté, bien qu'assez modérément, avec le niveau de substitution du tourteau d'arachide.

Une forte mortalité a été enregistrée au démarrage de l'essai avec plus de 15% chez les poulets du groupe G0. Durant la phase croissance, les mortalités ont été plus marquées au niveau du groupe G75 où elles ont dépassé plus de 50% (Figure 3).

Digestibilité des nutriments

La digestibilité des divers nutriments a été fortement influencée ($p < 0,001$) par les niveaux de substitution (Tableau 2). Elle a été maximale pour les aliments du groupe G0 (plus de 71% pour la MO) et a diminué avec le niveau d'incorporation de la fève pour atteindre moins de 50 et 58%, respectivement pour les rations démarrage et croissance du groupe G75. La digestibilité de la MO a été la plus élevée (plus de 71%) dans le groupe G0, celles des EE et de la MS étant presque similaires.

Evaluation économique

L'augmentation du taux de fève de coton dans la ration en substitution du tourteau d'arachide a entraîné une diminution relativement modeste du prix de l'aliment (Tableau 1). L'utilisation d'aliment contenant la fève de coton a permis de réduire le coût alimentaire et la charge de production (Tableau 2); la diminution du poids final des animaux et, pour les groupes G50 et G75, du nombre d'animaux commercialisés, a réduit drastiquement les recettes. A partir de 50% de

substitution, la marge brute a été négative.

Discussion

Performances zootechniques

Les performances réalisées par les animaux témoins ont été faibles avec moins de 1.000 g après 6 semaines d'élevage. Celles-ci pourraient s'expliquer par la période expérimentale (4) qui a coïncidé avec la saison des pluies caractérisée par une ambiance climatique contraignante où les températures et l'humidité relative ont atteint jusqu'à 34 °C et 71,5% respectivement. En effet, chez la volaille, au-delà de 30 °C, la production ainsi que les besoins associés diminuent significativement, avec une réduction de l'ingestion concomitante à une baisse des performances.

L'hypothèse d'une mauvaise conservation du tourteau d'arachide acquis dans le commerce, entraînant le développement de mycotoxines, n'a pas été écartée pour expliquer les faibles performances du groupe témoin (6).

Par ailleurs, ces faibles performances des témoins pourraient également être liées à un phénomène d'oxydation des lipides du mélange. En effet, il n'y avait pas d'antioxydant dans les provendes, et l'huile d'arachide incorporée dans les aliments afin d'assurer des conditions iso-lipidiques a pu s'oxyder. Le phénomène a moins de chances de s'être produit avec les fèves de coton car ces dernières sont très riches en vitamine E (16) et d'autre part, ses huiles sont vraisemblablement mieux protégées à l'intérieur

des cellules de la fève.

Le taux d'incorporation de la fève de coton a eu un effet négatif quasi géométrique sur les poids vifs des poulets. En effet, l'incorporation de coton s'est accompagnée d'une augmentation du niveau de gossypol et surtout du GL dans les aliments (1.200 et 1.500 ppm à respectivement 50% et 75% de substitution). Or, l'effet dépressif de cette toxine sur la croissance des poulets a été rapporté par plusieurs auteurs (9, 10). Elle est à l'origine de la diminution de l'ingestion mais également de la formation, avec les résidus aminés libres des protéines – en particulier celle de la lysine – de bases de Schiff (13) qui réduisent la digestibilité des protéines (10).

Cette toxicité était d'autant plus prévisible que les fèves de coton n'ont subi aucun traitement chimique, thermique ou mécanique susceptible de réduire la teneur en GL en le dégradant, en l'éliminant ou en le fixant sur les protéines de la fève.

L'incorporation de la fève de coton a entraîné une diminution significative de la prise alimentaire, se surajoutant au niveau de consommation déjà faible des animaux témoins. L'effet du gossypol sur l'ingestion a déjà été rapporté dès 244 mg de GL/kg (14). Le caractère amer du GL ainsi que la toxicité de cette substance sont vraisemblablement à l'origine des faibles prises alimentaires liées aux rations G25, G50 et G75.

Les indices de consommation obtenus ont été supérieurs à ceux rapportés par la plupart des auteurs (11, 13, 29, 22) qui ont travaillé dans une meilleure ambiance climatique. Cependant, des IC proche de ceux des rations G0 et G25 ont également été rapportés (27).

De manière surprenante, les résultats de cette étude montrent que la conversion alimentaire est restée satisfaisante, même avec les rations extrêmes. Cela est d'autant plus étonnant qu'avec une consommation journalière moyenne de l'ordre de 11 g par jour, les animaux du groupe G75 dépassaient de peu une consommation couvrant les besoins liés à leur métabolisme basal. Le très faible poids de ces animaux situe toutefois ces besoins à environ 5 g d'aliment, laissant une marge pour la production de viande.

Ces considérations évoquent la difficulté de définir la notion de performances et nécessitent de développer un calcul économique relatif aux différentes stratégies utilisées. En effet, si le temps de production n'est pas une contrainte, les formules alimentaires autorisant la consommation maximale ne sont pas nécessairement plus profitables.

Cependant, l'évaluation de la marge brute (MB) révèle que cette activité n'est plus rentable à partir de 50% de substitution du tourteau d'arachide par la fève de coton et que même avec la plus faible incorporation de cet aliment, les recettes qui diminuent de moitié, conformément aux poids, conduisent à des marges

très faibles. Toutefois, dans un contexte de production extensive villageoise, où les coûts des poussins et les frais de santé sont considérés comme négligeables et où le facteur temps n'est pas déterminant pour les éleveurs, le coût de l'aliment devient prépondérant. Les fèves de coton comme supplémentation dans une alimentation d'animaux divagants pourraient alors se concevoir.

Le fait que les fèves de coton aient eu un impact si immédiat et important sur la consommation alimentaire et les performances zootechniques qui en découlent, alors que l'indice de consommation a beaucoup moins varié, doit amener à se poser la question de savoir si les fèves ont, ou non, une valeur intrinsèque et dans ce dernier cas si elles ont un impact négatif net sur la valorisation des autres ingrédients de la ration. Répondre à cette question nécessiterait de comparer les résultats obtenus avec des formules alimentaires dans lesquelles la fraction substituante (25, 50, 75%) serait retirée du mélange, sans que l'apport correspondant en tourteau d'arachide soit restitué, ou à tout le moins à concurrence de la valeur économique de la fraction retirée. Ces rations, plus pauvres en protéines, devraient être offertes à quantités journalières égales à celles obtenues avec les rations expérimentales actuelles. Des performances plus élevées signifieraient que les fèves exercent un effet négatif sur les autres constituants de la ration. A contrario, des performances inférieures signifieraient que les fèves de coton possèdent une valeur alimentaire nette positive. A défaut de pouvoir réaliser ces expériences, il est difficile d'affirmer que les fèves de coton peuvent être distribuées comme supplément chez des éleveurs traditionnels de poulets en liberté. Chez ces derniers, en effet, le prix du poussin et les frais vétérinaires peuvent être négligés, et le temps de production n'est pas une contrainte.

Les mortalités enregistrées dépassent la norme en aviculture au Sénégal, qui est de 5%. Les mortalités au démarrage sont vraisemblablement liées à l'ambiance climatique (7). Par contre en croissance, l'analyse des courbes de survie attribue une demi-vie de 40 jours environ aux animaux du groupe G75, valeur qui se démarque significativement des autres. Ceci remet au premier plan le caractère toxique du coton conventionnel, lié à la forte teneur en GL des provendes (13, 29).

Le tableau 3 indique les équations qui, parmi celles qui sont classiquement utilisées pour décrire des phénomènes biologiques, présentent les corrélations les plus élevées avec les données observées de mortalité, de poids vif et d'ingestion, liées aux taux d'incorporation des fèves de coton. Les modèles sont de type exponentiel, excepté celui décrivant la mortalité, qui est caractérisé par une valeur constante de 15,5%; jusqu'à des taux d'incorporation de 42%, puis par une évolution de type exponentiel. Le taux de base représenterait alors l'impact lié aux conditions

Tableau 3

Equations de prédictions de la mortalité (M), du poids vif (PV) et de l'ingestion (I) chez des poulets en fonction du taux d'incorporation de fèves de coton conventionnel dans la ration

	Equations	R ²
Mortalité (M)	si $\tau < 42\%$, alors $M = 15,5$ si $\tau > 42\%$, alors $M = 3,29 \times e^{(0,037 \times \tau)}$	0,993
Poids vif (PV)	$PV \text{ (en g)} = 891,63 \times e^{(-0,022 \times \tau)}$	0,970
Ingestion (I)	$I \text{ (en g)} = 2205,9 \times e^{(-0,022 \times \tau)}$	0,989

M: mortalité (%); τ : Taux d'incorporation de coton dans la ration (en %) avec $0 \leq \tau \leq 100$

climatiques. Ceci suggère que l'effet négatif des fèves de coton est géométrique sur les principales performances zootechniques mais que les animaux présentent une tolérance de survie jusqu'à des taux d'environ 40% de substitution ou 10% d'incorporation dans la provende. Cette tolérance est assurée en partie par une réduction de la consommation alimentaire des animaux. En tout état de cause, ces résultats permettent de conseiller une limite maximale d'incorporation de fève de coton conventionnel de l'ordre de 10% dans la ration.

Digestibilité des nutriments

Comparée aux résultats de Ojewola et ses collaborateurs (22), la digestibilité de l'EE et de la MS ont été très faibles (respectivement 56,51 à 67,22% et 47,38% à 66,86% contre 91,47 à 95,57% et 81,98 à 85,72%). Dans les groupes recevant la fève, la digestibilité globale s'est toutefois révélée dans l'ensemble très faible (jusqu'à moins de 50%) suggérant

ainsi que les animaux du groupe G75 ont quasiment souffert d'inanition suite au cumul d'une faible consommation et d'une faible digestibilité, expliquant vraisemblablement la mortalité enregistrée.

Conclusion

Au contraire des tourteaux de coton, la fève est un produit pauvre en constituants pariétaux et très riche en lipides, justifiant ainsi de l'évaluer en production avicole. L'utilisation de la fève de coton dans les aliments pour poulets pose, comme attendu, de sérieux problème d'appétibilité et de toxicité pour les animaux. Néanmoins, incorporée à des taux ne dépassant pas 10% de la ration, la fève n'augmente pas la mortalité des animaux et reste relativement bien valorisée. Elle pourrait ainsi constituer une ressource protéique chez les éleveurs qui ne sont pas soumis à une contrainte de temps lors du processus d'élevage. Ces résultats laissent envisager que certaines variétés de coton plus pauvres en gossypol pourraient être particulièrement bien valorisées et absorber une partie de la demande en aliment protéique chez les industriels.

Remerciements

Ce travail a été effectué dans le cadre du projet « PIC » portant sur l'amélioration de la rentabilité de la filière cotonnière du Sénégal et financé par la Commission Universitaire au Développement (CUD) de la Belgique. Les auteurs adressent leurs sincères remerciements à cette organisation.

Références bibliographiques

- Amehou S., Les négociations de juillet 2004, l'insertion du coton dans le dossier agricole et la mise en place du sous comité du coton: Conséquences et enjeux. 23-32. In: Hazard E., Négociation commerciales internationales et réduction de la pauvreté: Le livre blanc sur le coton. Enda ed. : Dakar, 2005, 164 p.
- AOAC, 1990, Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Barry importations de volaille: le secteur avicole menacé de disparition. [en ligne] (15/06/2004) Adresse URL http://www.africatime.com/Senegal/nouvelle.asp?no_nouvelle=125195&no_categorie= Consulté le 02/04/2006.
- Buldgen A., Parent R., Steyaert P. & Legrand D., 1996, Aviculture semi-industrielle en climat subtropical: guide pratique. Les presses agronomiques de Gembloux, p.122.
- Dagris, Sénégal: les clés d'une performance, La lettre de Dagris n°21. [en ligne] (05/2007) Adresse URL <http://www.sodefitec.sn/pdf/lettre%20Dagris%2021.pdf> Consulté le 19/04/2009.
- Danick S., 2002, Prevention and control mycotoxins in the poultry production chain: a European view. Poultry Sci. J. 58, 451-467.
- Diaw M.T., Dieng A., Mergeai G., Youssouf I., Dötterpe O. & Hornick J.-L., Effect of groundnut cake substitution by glandless cottonseed kernels on broilers production: animal performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and fatty acid composition of muscle and fat. Int. J. of Poultry Sci. 2009, (in press).
- Direction de la Prévision et des Statistiques, Statistique 2008 de la filière avicole moderne du Sénégal, Cimel de Mbao ed.: Dakar, 2009, 20 p.
- El-Boushy A.R. & Raterink R., 1989, Replacement of soybean meal by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. Poultry Sci. 68, 799-804.
- Fernandez S.R., Zhang Y. & Parson C.M., 1994, Effect of overheating on the nutritional quality of cottonseed meal. Poultry Sci. 73, 1563-1571.
- Gamboa D.A., Calhoun M.C., Kuhlmann S.W., Haq A.U. & Bailey C.A., 2001, Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible Amino acid Basis. Poultry Sci. 80, 789-794.
- Guerre P., Galtier P. & Burgat V., 1996, Les aflatoxicoses chez l'animal: des manifestations cliniques mécanismes d'action. Rev. Méd. Vét. 147, 497-518.
- Henry M.H., Pesti G.M., Bakalli R., Lee J., Toledo R.T., Eitenmiller R.R. & Phillips R.D., 2001, The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal with Lysine. Poultry Sci. 80, 762-768.
- Husby F.M. & Kroening G.H., 1971, Energy value of cottonseed meal for swine. J. Anim. Sci. 33, 592-603.
- Institut National de Recherches Agronomiques, 1984, L'alimentation des animaux monogastriques: porcs, lapin, volailles (Eds) INRA Paris, Cedex 07, 23, 282 p.
- Lennerts L., 1988, Oil cakes and oil seeds as raw material for the production of feed mixtures. Seven feedstuffs made from cottonseed. Oik. Ols Roh. Misch. Prod. 129, 504-505.
- Lordelo M.M., Davis A.J., Calhoun M.C., Dowd M.K. & Dale N.M., 2005, Relative toxicity of gossypol enantiomers broilers. Poultry Sci. 84, 1376-1382.
- Mergeai G., Baudoin J.P. & Vroh Bi I., 1997, Exploitation of trispecific hybrids to introgress the glandless seed and glanded plant trait of *Gossypium sturtianum* Willis into *G. hirsutum* L. Biotech. Agron. Soc.

Environ. 1, 272-277.

19. Morgan S.E., Stair E.L., Martin T.M., Edwards W.C. & Morgan L., 1988, Clinical, clinicopathologic, pathologic, and alterations associated with gossypol toxicosis in feeder lambs. *Am. J. Vet. Res.* 49, 493-499.
20. Nagalakshmi D., Savaran V., Rama R., Arun K.P. & Vadali R.B.S., 2007, Cottonseed meal in poultry diets: a review. *Int. J. of Poult. Sci.*, 44, 119-134.
21. National Research Council, 1994, Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press Washington, DC.
22. Ojewola G.S., Ukachuckwu S.N. & Okulonye E.I., 2006, Cottonseed meal as substitute for soybean meal in broiler ration. *Int. J. of Poult. Sci.* 5, 360-364.
23. Percy R.G., Calhoun M.C. & Kim H.L., 1996, Seed gossypol variation within *Gossypium barbadense*. *L. Cotton Crop. Sci.* 36, 193-197.
24. Statistical Analysis System, 1999, Statistics User Guide, Statistical Analysis system, 5th ed., 8.2 version, Carry, NC: SAS Institute Inc.
25. Schmidely P. & Sauvant D., 2001, Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants: effets de l'apport de matière grasse ou d'aliment concentré. *INRA Prod. Anim.* 14,5, 337-354.
26. Sekhar-Reddy P., Sudhakar-Reddy P., Satyanarayana-Reddy P.V.V. & Srinivasa Rao D., 1998, Influence of cottonseed cake on the performance of broilers. *Indian J. Anim. Nutr.* 15, 188-193.
27. Sy M., 2006, Effets de l'incorporation d'amande de coton gossypolé sur les performances de poulets de chair (Mémoire). ENSA (Sénégal), 49 p.
28. Texier P.H., 1993, Le coton, cinquième producteur mondial d'huile alimentaire. *Cotton Dev.* 8, 2-3.
29. Watkins S.E., Saleh E.A. & Waldroup P.W., 2002, Reduction in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler. *J. Poult. Res.* 1, 53-58.

M.T. Diaw, Sénégalais, DEA en Productions et Santé animales de l'Université de Liège (en 2007), Ingénieur Agronome, Option Productions animales (ENSA), Assistant de Recherche/Enseignement au niveau de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de l'ENSA de Thiès, Sénégal.

A. Dieng, Sénégalais, Doctorat (PhD) en Zootechnie (FUSAGx), Ingénieur Agronome, Option Zootechnie (ENSA), Enseignant/Chercheur (Maître de conférences) au niveau de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de l'ENSA de Thiès, Sénégal.

G. Mergeai, Belge, Doctorat (PhD) en Amélioration des plantes tropicales (FUSAGx), Ingénieur Agronome (FUSAGx), Professeur au niveau de l'Unité de Phytotechnie tropicale et Horticulture de Gembloux Agro-Biotech de l'ULg, Belgique.

M. Sy, Sénégalais, Ingénieur Agronome, Option Productions animales (ENSA), Responsable d'exploitation de la ferme agropastorale de Kébémér, Ferme Agropastoral de Kébémér Sénégal.

J.-L. Hornick, Belge, Agrégation (PhD) de l'Enseignement Supérieur (ULg), Licence en Zootechnie (ULg), Licence en Santé et Production animale en Milieu Tropical (IMT), Docteur en Médecine Vétérinaire (ULg). Agrégé de Faculté au niveau du service Nutrition de la Faculté de Médecine Vétérinaire (FMV) de l'Université de Liège, Belgique.