

## Influence de l'aliment à base du maïs à haute teneur en lysine et tryptophane sur les performances de croissance des poulets de chair dans la ville de Mbujimayi.

Mbuya K.<sup>1</sup>, Bombani B.<sup>1</sup>, Mulamba N., Tshimbombo J.<sup>1</sup>, Mulumba B.<sup>1</sup>, Kaboko K.<sup>1</sup>, Tshibanda K.<sup>1</sup>, Nshimba M., Nyembo K.<sup>2</sup>, Lydia K.<sup>3</sup> et Odeke M.<sup>3</sup>

### Abstract

Received:  
April 20, 2015  
Revised:  
July 25, 2015  
Published online:  
September 27, 2015

### Keywords:

QPM, feed, broiler chickens, INERA, Mbujimayi

A study was carried out on "Arbor Acres Plus" broiler chickens in Mbujimayi to evaluate the growth performance of broiler chicken fed with high lysine and tryptophan content maize (QPM) based diet. The experimental day old birds were allotted into three treatments with three replications having 33 birds in each replication and 11 birds for each treatment by using Complete Randomized Design (CRD). To were provided commercial based diet, T1 QPM based diet and T3 normal maize based diet. Birds were fed during 7 weeks. The parameters measured included body weight, weight gain, feed intake and profitability. Experiment revealed that body weight was found to be higher ( $P < 0,05$ ) in commercial based feed (1.398,3 g) followed by QPM based diet (1.119,0 g). The least body weight was recorded under normal maize based diet (725, 0 g). Weight gain and food intake had the same trend with body weight. However, the experiment revealed that QPM based diet was cost-effective compared to the commercial one. QPM based diet can then be used to replace the high cost imported commercial food.

<sup>1</sup> INERA Centre de Recherche de Gandajika, C/O Direction Generale, B.P. 2037 KINSHASA I

<sup>2</sup> Université Officielle de Mbuj-Mayi, B.P. 2015 Mbujimayi, Kasai-Orientale

<sup>3</sup> Knowledge, Management and Upscaling Program, ASARECA, P.O.Box 765, Entebbe Mpigi Road, Entebbe, Uganda

\* To whom correspondence should be addressed: [sgramer2003@yahoo.fr](mailto:sgramer2003@yahoo.fr)

### INTRODUCTION

L'agriculture a pris de plus en plus de l'ampleur dans la ville de Mbujimayi compte tenu de l'importance de la poule dans la contrée. Comme dans plusieurs pays africains, elle constitue une source importante de revenu de la population [ZAMAN *et al.*, 2004; AYSSIWEDE *et al.*, 2009]. A Mbujimayi, compte tenu des besoins sans cesse croissants en volaille, on assiste à l'émergence progressive de l'élevage privé tant au niveau d'exploitations de moyenne taille que du petit élevage en parcelle. En élevage intensif, la production avicole dépend largement de la satisfaction alimentaire des animaux. Une mauvaise alimentation compromet la rentabilité de l'activité. Pourtant, le petit élevage dans

la plupart des pays africains connaît la rareté d'aliments concentrés [IEMVT, 1991]. Dans l'aviculture intensive, le coût des aliments représente 60-75 % du coût total des productions [WACKER et GRANZ, 1971; DAYON et ARBELOT, 1997; OYEDIJI, 2001; SOTO *et al.*, 2013; CHIBA, 2014]. A Mbujimayi, les éleveurs de races améliorées recourent à de nombreux aliments tels que l'aliment commercial importé de la Zambie, la farine de poissons, le maïs et le soja. Mais ces derniers ne leur donnent pas toujours satisfaction soit parce qu'ils sont onéreux, soit par ce qu'ils ne sont pas disponibles soit parce qu'ils ont une composition déséquilibrée. Or, pour le poulet de chair, le moindre déséquilibre alimentaire entraîne des retards de croissance [DAYON et ARBELOT,

1997]. Dans l'alimentation des poulets de chair, les acides aminés sont importants lors de la formulation des aliments. Une déficience en acides aminés essentiels entrainera une réduction des performances [MCNAB, 1994; DAYON et ARBELOT, 1997]. Une attention particulière devrait leur être accordée. En effet, près de 25 % du coût d'aliments pour poulets est consacré aux acides aminés [KHIEU *et al.*, 2002; FAO, 2004]. Dans la formulation des rations, le maïs constitue un ingrédient alimentaire critique dans les régimes des monogastriques et particulièrement les poules du fait qu'il est de grande valeur énergétique (3.200 kcal/kg de matière sèche) et est dépourvu de substances anti-nutritionnelles [BORNSTEIN ET LIPSTEIN, 1971; MITARU *et al.*, 1985; DOUGLAS *et al.*, 1993, ONIMISI *et al.*, 2009]. Il est généralement incorporé à 50 – 70 % dans les rations des poulets de chair [SALAMI et ODUNSI 2003; TEGUIA *et al.*, 2004]. A ce jour, les éleveurs de la ville de Mbujimayi recourent d'une part au maïs (maïs à faibles niveaux en lysine et tryptophane) comme principal ingrédient. Or, ce maïs a des teneurs faibles en acides aminés essentiels tels la lysine et le tryptophane [NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1988; FAO, 2004]. La teneur en ces deux acides aminés essentiels est en dessous des exigences nutritionnelles pour les animaux monogastriques. Tiwari et Huang [TIWARI *et al.*, 2013, HUANG *et al.*, 2006] ont démontré que dans la plupart des céréales, y compris le maïs ordinaire, la lysine est toujours l'acide aminé le plus limitant pour la nutrition animale. Selon De Groote *et al.* [2010], la lysine et le tryptophane constituent les acides aminés limitants pour les monogastriques. Un maïs riche en lysine et tryptophane serait un ingrédient de qualité et bon marché et contribuerait à la formulation d'aliments recherchés. Le « Quality Protein Maize » (QPM), maïs à haute teneur en lysine et tryptophane aurait ce profil. En effet, le QPM contient les acides aminés essentiels équilibrés et peut réduire l'inclusion dans les régimes des ingrédients riches en protéines comme les poissons et la lysine synthétique et par conséquent occasionner des épargnes sur le coût des aliments et rendre les produits animaux plus accessibles [OKAI *et al.*, 2005; VASAL, 2006]. Ces deux acides aminés permettent au corps de fabriquer les protéines complètes [PALIT et BABU, 2003]. Par conséquent, le QPM peut corriger la déficience du maïs normal et peut être avantageux dans les régimes des animaux monogastriques [HAI *et al.*, 2010]. Selon De Groote *et al.*, [2010], son utilisation dans l'alimentation des poulets de chair a un potentiel dans la réduction des besoins en d'autres sources de protéines très riches mais chères comme l'aliment à base soya. La FAO [1992] a trouvé que la substitution des ingrédients protéiniques conventionnels souvent coûteux comme le soja par le QPM dans la ration de poulets de chair peut s'avérer

intéressante en ce qu'elle réduirait le coût de fabrication des rations. Par ailleurs les éleveurs recourent à l'aliment commercial dont l'approvisionnement n'est pas aisé étant donné qu'il est importé et n'est pas toujours accessible à cause de son coût élevé. Ce qui perturbe le calendrier d'élevage pour les éleveurs. La formulation d'un aliment rentable et d'approvisionnement facile devrait être envisagée. L'objectif de cette étude était d'étudier la valeur nutritive du maïs à haute teneur en lysine et tryptophane sur les performances de croissance et sa rentabilité dans l'élevage des poulets de chair dans la ville de Mbujimayi.

## MATERIEL ET METHODES

### Animaux d'expérience

L'étude a été effectuée sur les poussins non sexés de la souche hybride « Arbor Acres Plus » en provenance de la Zambie. Ils ont été vaccinés contre les maladies infectieuses selon la recommandation du fournisseur et soumis à un traitement préventif et thérapeutique contre les maladies bactériennes et parasitaires.

### Site, dispositif expérimental et régime d'alimentation

Cet essai a été conduit dans la ville de Mbujimayi dans une salle aux coordonnées géographiques suivantes : 023° 35.638' longitude Est, 06° 06.746' latitude Sud et 620 m d'altitude (*GPS Garmin 10 copyright 2012*). Il était conduit suivant le dispositif expérimental complètement aléatoire où trois traitements étaient répétés trois fois. Les blocs (répétitions) étaient constitués des cages. Chaque cage était subdivisée en trois loges correspondant aux trois traitements. Chaque traitement était évalué sur 11 poussins et répété trois fois, soit un total de 33 poussins par traitement et 99 poussins pour tout l'essai. Chaque loge, contenant de la litière de copeaux de bois, avait une dimension de 1 m x 1 m x 0,50 m. Elle était équipée d'un abreuvoir siphonide d'une capacité de trois litres, une mangeoire en bois, une lampe à pétrole et une lampe torche. L'essai a été effectué pendant une durée de sept semaines allant du 7 février au 28 mars 2014 dans une salle où l'humidité relative et la température étaient respectivement de 77,7 % et 24,9 ° C. Les traitements étaient constitués de trois aliments suivants : l'aliment commercial, l'aliment à base du maïs à haute teneur en lysine et tryptophane et l'aliment à base du maïs. Ces aliments étaient distribués trois fois par jour de façon homogène dans les mangeoires et les refus récoltés et pesés chaque matin. Seules les valeurs alimentaires de deux rations et la composition en ingrédients sont présentés aux **Tableau I** et **II**; le fabricant de l'aliment commercial n'ayant pas livré la composition des ingrédients et la valeur nutritive de son aliment.

Tableau I. Composition des rations expérimentales (démarrage et finition)

Ingrédients (%)	Démarrage (D)			Finition (F)		
	Traitements expérimentaux			Traitements expérimentaux		
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Maïs	-	56,5	56,5	-	64,5	64,5
Soja	-	24	24	-	20	20
Farine de poissons	-	14	14	-	10,5	10,5
Huile de palme	-	1	1	-	1,7	1,7
Poudre calcaire	-	2	2	-	1,3	1,3
Sel	-	1,3	1,3	-	1	1
CMV (Prémix)	-	1,2	1,2	-	1	1
Total	-	100	100	-	100	100

T<sub>0</sub>: Témoin (aliment commercial), T<sub>1</sub>: aliment à base du maïs QPM, T<sub>2</sub>: aliment à base du maïs, CMV: Complément Minéral et Vitamine

Tableau II. Valeurs bromatologiques des ingrédients utilisés

Ingrédients	Quantité	EM Kcal/kg	Protéines brutes (%)	Lysine*	Tryptophane*	Calcium	Phosphore
QPM	100	3488	9,55	4,2	1,0	0,03	0,27
Maïs	100	2500	9,89	2,5	0,6	0,03	0,04
Soja	100	3850	37,00	-	-	0,20	0,40
Farine de poissons	100	3123	61,30	-	-	5,49	2,81
Huile de palme	100	8500	0	-	-	0,00	0,00
Poudre calcaire	100	0	0	-	-	37,00	0,00
Sel	100	0	0	-	-	0,00	0,00
CMV	100	0	0	-	-	0,00	0,00

(\* : % dans les protéines brutes)

## Observations

Les paramètres suivants avaient fait l'objet d'observation: le poids vif, le gain de poids, la consommation alimentaire et la rentabilité. Le poids vif était prélevé une fois par semaine et le gain en poids calculé. La consommation alimentaire quotidienne (quantité servie moins refus) a été déterminée et enregistrée à partir de la première semaine après que les poussins aient été soumis aux différents aliments. L'évaluation économique a été faite sur la base du coût de production alimentaire. Ce dernier a été calculé à partir du prix des ingrédients relevés sur le marché local de Mbujimayi. Le coût de production d'un kilogramme de poids vif a été obtenu en multipliant l'indice de consommation (IC) par le coût du kilogramme d'aliment.

## Analyses statistiques

Les analyses statistiques des données étaient effectuées à l'aide du test d'analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel *Statistix 8.0*.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Poids vif des poulets en fonction de l'âge

Les poids vifs des poulets à différents âges (semaines) ainsi que l'évolution des poids vifs sont présentés à la **Figure 1**.

La **Figure 1** montre que les poids obtenus à la première semaine ont été de 146,67 ; 144,67 et 119,00 grammes et étaient comparables. Les effets significatifs des aliments ( $P < 0,05$ ) ont commencé à se faire observer aux deuxième et troisième semaines. A ces périodes, les sujets soumis à l'aliment commercial et à celui à base du QPM bien qu'ayant obtenu les poids similaires, ceux-ci étaient significativement ( $P < 0,05$ ) supérieurs au poids des sujets soumis à l'aliment à base du maïs normal. A partir de la quatrième semaine jusqu'à la septième, le poids le plus élevé ( $P < 0,05$ ) était réalisé sous l'aliment commercial suivi de l'aliment à base du QPM tandis que le poids le plus faible était réalisé par les sujets soumis au maïs normal. Ces résultats sont similaires à ceux réalisés par plusieurs autres chercheurs

[SUBSUBAN *et al.* 1989 ; OSEI *et al.* 1998 ; ONIMISI *et al.* 2009 ; PANDA *et al.* 2010 ; TIWARI *et al.* 2013] dans leurs expériences sur la valeur nutritionnelle du QPM par rapport au maïs normal dans l'élevage des poulets de

chair. Par contre, Anon [2012], avait trouvé que le poids vif le plus élevé des poulets "Giriraja" était obtenu avec l'aliment à base du maïs normal mais que ce poids était comparable à celui obtenu sous l'aliment à base du QPM.

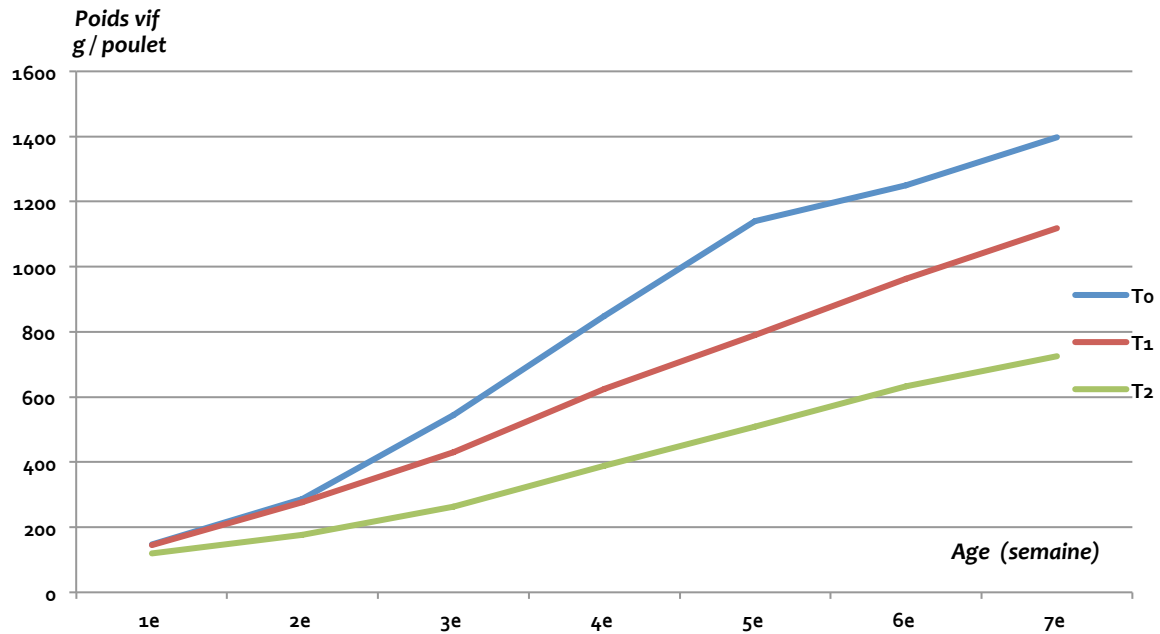


Figure I. Evolution du poids vif des poulets par traitement en fonction de l'âge

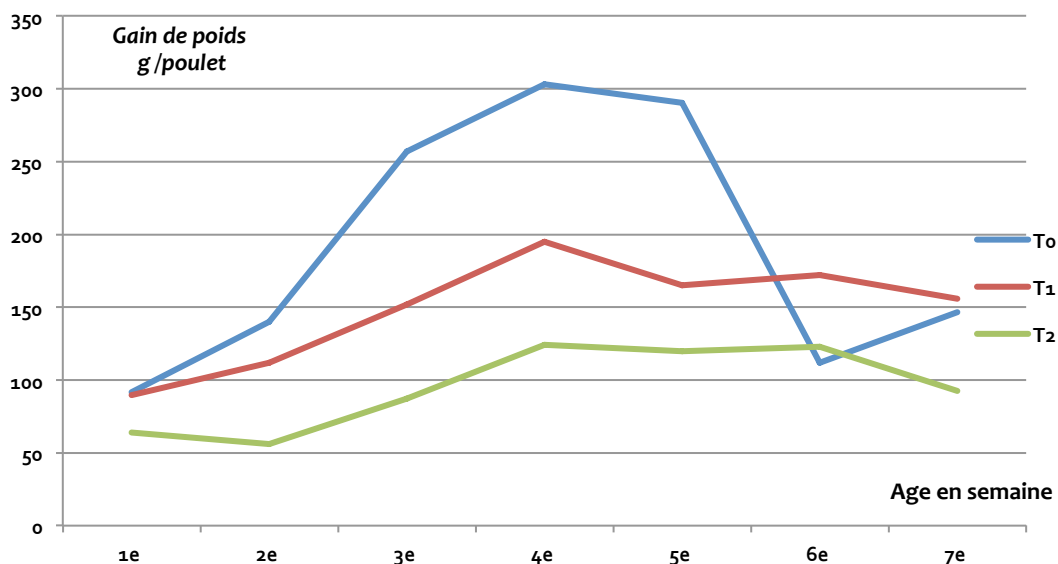


Figure II. Evolution de gain de poids des poulets par traitement en fonction de l'âge

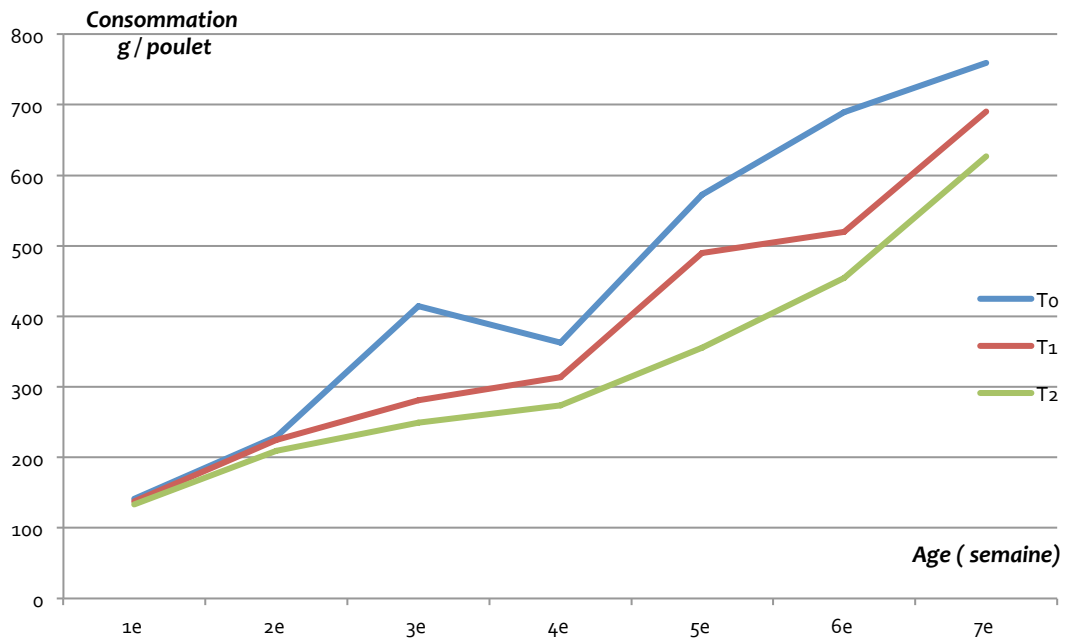
### Gain de poids des poulets par traitement en fonction de l'âge

Les gains en poids vifs des poulets à différents âges (semaine) ainsi que l'évolution de gain en poids sont présentés à la Figure II. Il ressort de la Figure II que les gains en poids ont été les mêmes pour tous les

traitements à la première semaine après soumission des sujets aux traitements. Des gains en poids croissants et significatifs ( $P < 0.05$ ) dus aux traitements ont été observés de la deuxième à la quatrième semaine avec l'aliment commercial en tête suivi de l'aliment à base du QPM à l'exception de la troisième semaine où les gains en poids ont été les mêmes pour les aliments à base du

QPM et maïs normal. Le gain en poids le plus bas a été réalisé par l'aliment à base du maïs normal. A partir de la cinquième semaine, les gains ont connu une flexion (baisse) jusqu'à la fin de l'expérience avec une tendance variable suivant les différents traitements. L'amélioration significative des performances des poulets nourris au QPM par rapport à ceux nourris au maïs normal a été également observée par d'autres chercheurs [JARKIN *et al.*, 1970 ; KEMM *et al.*, 1977 ; GOUS and GEVERS 1982 ; PANDA *et al.*, 2010 ; et TIWARI

*et al.*, 2013]. Cependant Tyagi *et al.* [2008] n'avaient pas trouvé des résultats similaires et attribuaient la non supériorité du QPM sur le maïs normal à la variation de composition en éléments de différentes variétés de QPM utilisées dans les différentes études. Ceci a également été démontré par d'autres chercheurs qui ont trouvé que la composition en acides aminés peut varier d'un cultivar à l'autre [CELESTINO *et al.*, 2012 ; MBUYA *et al.*, 2011 ; NKONGOLO et MBUYA, 2015 ; NKONGOLO *et al.*, 2015].



**Figure III.** Evolution de la consommation alimentaire individuelle des poulets en fonction des traitements par semaine.

### Consommation alimentaire individuelle des poulets par traitement en fonction de l'âge

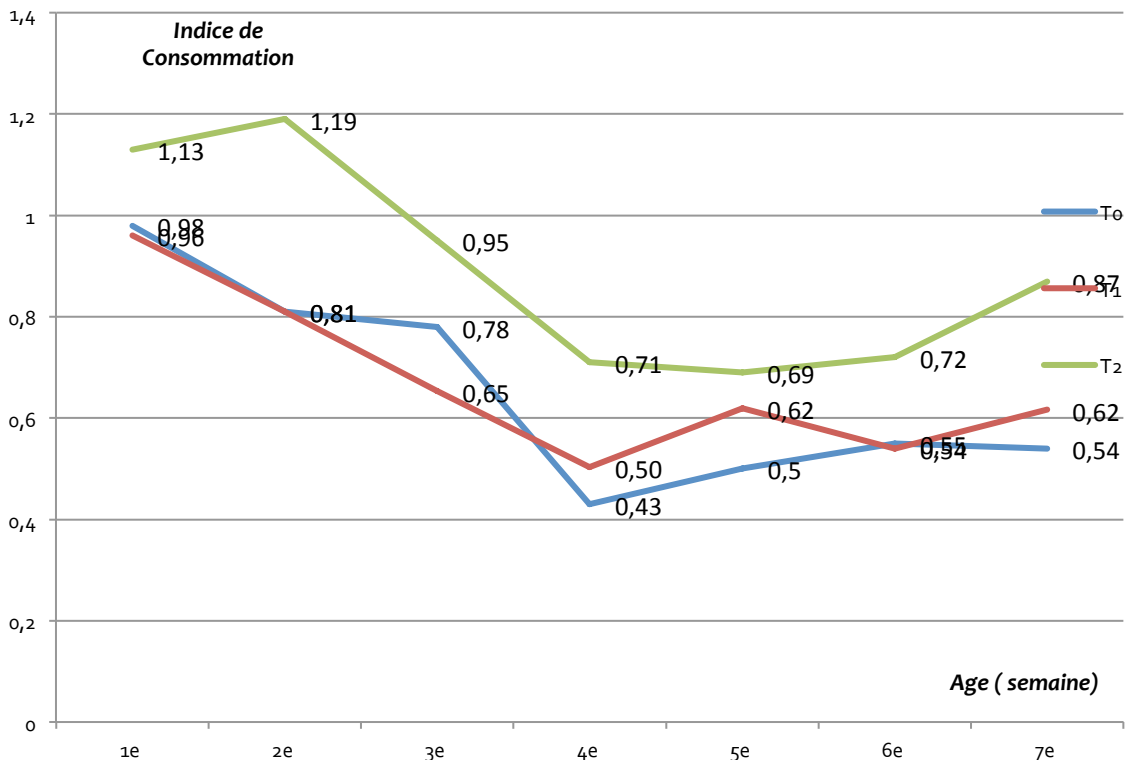
La consommation alimentaire individuelle des poulets d'expérience est présentée à la **Figure III** et à la **Figure IV**. D'une manière générale, la consommation a augmenté avec le temps jusqu'à la fin de l'expérience pour tous les aliments. Ceci a été trouvé aussi par Groote *et al.* [2000] dans leur étude sur l'alimentation de poulets de chair au QPM et au maïs normal au Kenya. Aucune différence significative n'a été observée dans la consommation alimentaire à la première semaine. Par contre, à la deuxième semaine, les aliments commercial et à base du QPM ont été plus consommés ( $P < 0.05$ ) par rapport à l'aliment à base du maïs normal. Les consommations à la troisième semaine ont été significativement différentes ( $P < 0.05$ ), l'aliment commercial ayant été le plus consommé (414,33 g) suivi de l'aliment à base du QPM (281,00 g). La consommation la plus faible a été enregistrée avec l'aliment à base du maïs normal (249,00 g). La tendance

a été la même pour les consommations cumulées qui ont été de 3169, 2657 et 2302 g respectivement pour l'aliment commercial, l'aliment à base du QPM et celui à base du maïs normal. Cette situation serait due à l'appétibilité de différents aliments comme cela était expérimenté par Mbuya *et al.* [2014]. La faible consommation de l'aliment à base du maïs normal s'expliquerait par l'hypothèse d'Agbede et Tegua [1996] selon laquelle le rapport énergie/protéine détermine le niveau de consommation alimentaire. Par conséquent la préférence des aliments commercial et à base du QPM serait due à la teneur élevée du tryptophane influant sur de nombreuses fonctions biologiques comme la régulation de l'appétit [AJINOMOTO, 2005]. A la fin de l'expérience, aucune différence significative dans la consommation n'a été observée entre les différents aliments. Ce qui corrobore les résultats de Groote (*op cit*). A la cinquième semaine, les consommations des aliments commercial et à base du QPM ont été élevées et comparables (572 et 490 g)

mais différentes ( $P < 0.05$ ) de celle de l'aliment à base du maïs normal qui n'était que de 355 g.

Il ressort de la **Figure IV** que les indices de consommation alimentaire obtenus pendant l'expérimentation à différents âges sont de 0,78 ; 0,65 ; 0,95 et 0,54 ; 0,54 ; 0,62 ; 0,87 respectivement pour les sujets des traitements T0, T1 et T2. L'indice de consommation

des sujets nourris aux traitements T0 et T1 est faible par rapport au T2 à la 3<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> semaine. Ceci signifie que les sujets consommant l'aliment commercial et l'aliment à base du QPM assimilent mieux leurs aliments par rapport au maïs normal. Toutefois, ces indices sont inférieurs à ceux d'Ayssiwede *et al.* [2009] qui sont de 2,01, 2,18 et 2,10 respectivement pour les oiseaux nourris au maïs et au sorgho.



**Figure IV.** Evolution des indices de consommation de poulets par traitement en fonction de l'âge

### Analyse économique

L'analyse économique a concerné le coût de revient de l'aliment ayant permis l'obtention du poids vif et le bénéfice brut réalisé par le poids vif. Dans cette évaluation économique, seule la charge de l'aliment a été prise en compte, les autres postes de charges étant supposés les mêmes pour les différents traitements.

A l'issue de cette analyse économique, on constate que le prix de la ration commerciale (T0) est supérieur à celui à base du maïs QPM (T1) et ordinaire (T2) pour l'âge de démarrage et la finition d'environ 54 %. Cependant la marge bénéficiaire brute alimentaire est plus élevée avec la ration à base de QPM (T1) que celles obtenues avec les rations à base du maïs ordinaire et l'aliment commercial (T2, T0). En comparaison avec la marge bénéficiaire brute de la ration témoin, la ration expérimentale T1 engendre un bénéfice de 1534, 44 F.c/Kg de poids vif (plus ou moins 31,3 %) tandis que la ration expérimentale T2 engendre un déficit d'environ

635,93F.c/Kg de poids vif. Ces résultats peuvent être justifiés par le fait que l'aliment à base du QPM est moins coûteux que l'aliment commercial et plus digestible que le maïs normal. Ces données se rapprochent de celles obtenues par Mbuya *et al.* [2014] dans leur expérience sur l'influence du QPM sur l'élevage de poulets de chair dans la Province du Bas-Congo.

### CONCLUSION

L'objectif de l'expérimentation était d'étudier la valeur nutritive du maïs à haute teneur en lysine et tryptophane sur les performances de croissance et sa rentabilité dans l'élevage des poulets de chair dans la ville de Mbuji-Mayi. Les résultats obtenus ont montré que l'aliment commercial a permis de meilleures performances de croissance mais qu'en termes économiques, l'aliment à base du maïs à haute teneur en lysine et tryptophane a permis de bonnes performances de croissance à moindre coût. Le QPM peut ainsi devenir un ingrédient de base dans la

formulation des aliments pour poulet de chair à Mbuji-Mayi en remplacement de l'aliment commercial qui est importé et dont le prix sur le marché est croissant. Etant donné la diversité de composition de différentes

variétés de QPM, une étude testant les différentes variétés QPM en diffusion dans la formulation d'aliment aiderait à sélectionner celle qui donnerait les meilleurs résultats.

**Tableau V. Coût des aliments et bénéfices brutes alimentaires par traitement**

Ingrédients	Prix unit/Kg (F.c)	Rations expérimentales							
		démarrage		finition		démarrage		finition	
		To	To	T1	T1	T2	T2		
Farine de Mais	800	-	-	22600	25800	22600	25800		
Farine de Soja	833	-	-	19992	16660	19992	16660		
Farine de poissons	350	-	-	4900	3675	4900	3675		
huile de palme	1070	-	-	1000	1700	1000	1700		
Poudre calcaire + Ca	10000	-	-	20000	13000	20000	13000		
sel	1000	-	-	1300	1000	1300	1000		
CMV (Prémix)	10000	-	-	12000	10000	12000	10000		
Coût total pour 100 kg (F.c)		167400	167400	81792	71835	81792	71835		
Coût d'un kg d'aliment pour le démarrage et finition (F.c)		1674		768,135		768,135			
Coût moyen d'aliment par poulet pour le démarrage et finition (F.c)		5304,91		2040,67		1768,24			
Prix de vente de 1 kg de poids vif (F.c)		6200		6200		6200			
Poids moyen de poulet par traitement fin expérimentation (Kg)		1,398		1,119		0,725			
Prix de vente de poulet par traitement fin expérimentation (F.c)		8667,6		6937,8		4495			
Bénéfice brut alimentaire/kg de poids vif (F.c)		3362,69		4897,13		2726,76			
Bénéfice brut par rapport au témoin (F.c)		0		1534,44		-635,93			

## RESUME

Une étude a été conduite sur les poussins de chair de la race "Arbor Acres Plus" à Mbujimayi. Le but de l'étude était d'évaluer les performances de croissance des poulets de chair nourris à l'aliment à base de maïs à forte teneur en lysine et tryptophane : Quality Protein Maize (QPM). Le dispositif expérimental utilisé était le bloc complètement aléatoire. Les poussins d'un jour étaient assignés à trois traitements avec trois répétitions.

Chaque répétition comportait 33 sujets à raison de 11 sujets par traitement. Les trois aliments comportaient l'aliment commercial (To), l'aliment à base du QPM (T1) et l'aliment à base du maïs normal (T2). Les sujets étaient alimentés pendant sept semaines. Les paramètres observés ont porté sur le poids vif, le gain en poids, la consommation alimentaire et la rentabilité. L'expérience a révélé que le poids vif le plus élevé ( $P < 0,05$ ) était obtenu par les sujets nourris à l'aliment commercial

(1.398,3 g), suivi de ceux nourris à l'aliment à base du QPM (1.119,0 g). Le poids vif le plus faible était enregistré chez les poussins nourris à l'aliment à base du maïs ordinaire (725,0 g). Le gain en poids ainsi que la consommation alimentaire avaient la même tendance que le poids vif. Toutefois l'expérience a révélé que l'aliment à base du QPM s'est montré rentable par rapport à l'aliment commercial et peut donc jouer le rôle de substitut à l'aliment commercial importé et onéreux.

**Mots clés :** QPM, aliment, poulets de chair, INERA, Mbujimayi

## REMERCIEMENTS

Cette publication est le résultat d'un projet « Dissemination Of New Agricultural Technologies in Africa » (DONATA) financé par la Banque Africaine de Développement (BAD) par le biais du Forum pour la Recherche Agricole en Afrique (FARA) et l'Association pour le Renforcement de la Recherche Agricole en Afrique Orientale et Centrale (ASARECA).

## REFERENCES ET NOTES

- ABDELBAKI R. [2010]. Etude de l'adsorption de colorants organiques (Rouge Nylosan et Bleu de Méthylène) sur des charbons actifs préparés à partir du Marc de Café, Thèse de doctorat, Université de Mentouri Constantine.
- Agbede, G. et Tegua A. [1996]. Cours d'aviculture 2nd Ed. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Dschang, Cameroun. 137p.
- AJINOMOTO, [2005]. Besoin en acide aminés du poulet de chair : revue sur la lysine, la thréonine et les autres acides aminés. *Ajinomoto animal nutrition*, 27 : 36pp
- ANON [2012]. Effect of *Utrica dioica* (Sisnu) and quality protein maize on the growth and egg laying performance of Giriraja chicks. Annual Report, *Agriculture Research Station*, Pakhribas, Dhankuta, Nepal, Pp 59.
- AYSSIWEDE S.B., AZEBAZE S.P.A. et MISSOHOU A. [2009] : Essais de substitution du maïs par le sorgho dans la ration: effets sur les performances zootechniques des poulets de chair : *Revue Africaine de santé et de production animale*. Raspa Vol 7(S): 25-32.
- BORNSTEIN S. LIPSTEIN B. [1971] Comparisons of sorghum grain (milo) and maize as the principal cereal grain source in poultry rations: The relative content of available sulphur amino acids in milo and maize. *British poultry Science* 12:1-13.
- CHIBA, [2014]. Animal Nutrition Handbook, Section 12: Poultry Nutrition and Feeding Page 410
- DAYON J.F. et ARBELOT B. [1997]. Guide d'élevage des volailles au Sénégal, CIRAD EMVT
- DE GROOTE H, NYANAMBA T., WAHOME R. [2010]. Quality protein maize for the feed industry in Kenya. *Outlook on Agriculture* 39: 291-298.
- DOUGLAS J.L., SULLIVAN T.W., GONZALEZ N. J. BECK M.M. [1993]: Differential age response of turkeys to protein and sorghum tannin levels. *British Poul. Sci.* 72: 1944-1951.
- FAO. [1992] Maize in human nutrition. Report Series 25, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO [2004] Protein sources for the Animal feeds Industry.FAO Expert Consultation Workshop Report,F.A.D., Rome.
- GOUS R. M., and GEVERS, H.O. [1982] Evaluation of high lysine maize in the diets of broilers', *South African Journal of Animal Science*, 12(2) : 135-142.
- GROOTE H. D., NYANAMBA T. and WAHOME R. [2000] Quality protein maize for the feed industry in Kenya. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
- HAI G., DIAO Q.Y. AND ZHANG S.H. [2010]. Nutritional evaluation and utilization of quality protein maize in animal feed protein sources for the animal industry. FAO Expert Consultation Workshop, 29 April- 3 May 20002, 185-198.
- HUANG S., FRIZZI A., FLORIDA CHERYL A., KRUGER DIANE E. and LUETHY MICHAEL H. [2006] High lysine and tryptophan transgenic maize resulting from the reduction of both 19-and 22-kD -zeins. *Plant Molecular Biology* 61:525-535.
- IEMVT [1991] Manuel d'aviculture en zone tropicale. 2. Collection « manuel et précis d'élevage ». Paris. 186pp.
- JARKIN R., ALBERTAZZI C. AND BRESSANI, R. [1970]. Value of Opaque-2 Corn for Chicks. *J. Agric. Food Chem.*, 18:268.
- KEMM E.H., GEVERS H.O., SMITH G.A., and RAS M.N. [1977], 'The use of South-African bred opaque-2 maize in pig growth diets', *South African Journal of Animal Science*, 7 :127-131.
- KHIEU B.O., BRIAN O. et JAN E.L. [2002] Methods and Techniques for the Determination of Amino Acid Digestibility. *Livestock Res. For Rural Dev.*, 14.
- MBUYA K., NKONGOLO K.K., KALONJI-MBUYI A. [2011]. Nutritional analysis of Quality Protein Maize Varieties Selected for Agronomic Characteristics in a Breeding Program. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 5(4): 317-327.
- MBUYA K., KABONGO J.P.T., PONGI G.K., MUNDONDO A.E., ANAGEANATIGA O.E. et EKUKÉ L.W. [2014]. Effet du maïs à forte teneur en protéines sur l'élevage des poulets de chair dans la province du Bas-congo et l'impact sur sa production en République Démocratique du Congo. *African Crop Science Journal*, 22(4) : 969 – 977.
- MCNAB J.M. [1994]. Amino Acid Digestibility and Availability Studies with Poultry. In: Farm Animal Nutrition, edited by D'mello J.P.F (CAB International), pp: 185-203.
- MITARU B.N., REICHERT D., BLAIR R. [1985]. Protein and amino acid digestibilities for chickens of reconstituted and boiled sorghum grains varying in tannin contents. *Poultry science*, 64: 101-106.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL [1998]. Nutrient requirement of swine, tenth revised edition. National Academies Press, 2101 Constitution Avenue NW. Lockbox 285, Washington D.C.
- NKONGOLO K.K., DANIEL G., MBUYA K., MICHAEL P. and THERIAULT G. [2015]. Characterization of new Quality Protein Maize (QPM) varieties from a breeding program: analysis of amino acid profiles and development of a variety-diagnostic molecular marker. *British Biotechnology Journal*.
- NKONGOLO K.K. and MBUYA K. [2015]. Decrease in lysine and tryptophan content in S-2 inbred lines from a Quality Protein Maize (QPM) variety in a breeding program. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 181-188.
- OKAI D.B., OSEI, S.A., HAAG W.L. and DZAH B.D. [2005]. The role of quality protein maize (QPM) in pig nutrition and production. Paper presented at the Sasakawa Global 2000. Training Workshop on QPM. Development and Seed Delivery system, Kumasi, Ghana, 4-15.
- CELESTINO O.F., SAN ANDRES J.V., BADUA A.T., and MARTIN E.A. [2012]. Amino acid profile, energy metabolizability and feeding value of quality protein



- maize in laying hens. *Philipp J Vet Anim Sci* 2012, 38 (2): 117-126
- ONIMISI P.A.**, **OMAGE J.J.**, **DAFWANG I.I.** and **BAWA G.S.** [2009]. Replacement Value of Normal Maize with Quality Protein Maize (Obatampa) in Broiler Diets. Asian Network for Scientific Information, *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (2): 112-115.
- OSEI S.A.**, **ATUAHENE C.C.**, **OKAI D.B.**, **DONKOH A.** and **TUAH A.K.** [1998]. The nutritive value of quality protein maize in the diets of broilers chickens. *Ghan Jnl agr.Sci* 31 :1-5. Accra National Science & Technology Press.
- OYEDIJI G.O.** [2001]. Improving poultry feed and supply in Nigeria. In: Improving poultry feed production and supply in Nigeria in management. Proceedings of a One-day Workshop organized by World's Poultry Science Association, Nigeria Branch in conjunction with the Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria. (2001)
- PALIT K.K.** and **BABU S.C.** [2003]. Food systems for improved human nutrition: linking agriculture, nutrition and productivity, Haworth Press, India.
- PANDA A.K.**, **RAJU M.V.L.N.**, **RAMA RAO S.V.**, **LAVANYA G.**, **REDDY P.K.E** and **SHYAM SUNDER G.** [2010]. Replacement of normal maize with quality protein maize on performance, immune response and carcass characteristics of broiler chickens. *Asian-Aus J Anim Sci* 23 (12): 1626-1631.
- PIGLETS** in Wester Hills of (Nepal) *Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary* 13 (6) Version 1.0 Year [2013].
- SALAMI R. I** And **ODUNSI A. A.** [2003] Evaluation of processed cassava peel meals as substitutes for maize in the diets of layers. *International Journal of Poultry Science* 2 (2): 112-116
- SOTO C.**, **AVILA E.**, **ARCE J.**, **ROSAS F.**, and **MCINTYRE D.** [2013]. Evaluation of different strategies for broiler feed formulation using near infrared reflectance spectroscopy as a source of information for determination of amino acids and metabolizable energy. *J. Appl. Poult. Res.* 22 :730-737.
- SUBSUBAN CP**, **CAMPBELL IH**, and **PELAGIO O.** [1989]. Comparative evaluation of qualityprotein maize (QPM) and normal maize in animal feed. In: FAO Animal Production and Health Proceedings: Protein Sources for Animal Feed Industry. Expert Consultation and Workshop. Bangkok, 29 April to 3 May.
- TEGUIA A.**, **Beynen A.C.**, [2005]: Alternative feedstuff for broiler in Cameroon. *Livestock Research for Rural Development*, 17 (3) 2005.
- TIWARI M.R.**, **CHAPAGAIN P.B.**, **SHAH M.K.** and **SHRESTHA Y.K.** [2013]. Evaluation of Quality Protein Maize (QPM) and Normal Maize for Growth Performance of Crossbred piglets in Wester Hills of Nepal. *Global Journal of Science frontier research Agriculture and Veterinary* 13(6) :1-7.
- TYAGI P.K.**, **SHRIVASTAV A.K.**, **MANDAL A.B.**, **PROMOD TYAGI K.**, **ELANGOVAN A.V.** and **DEO C.** [2008]. The apparent metabolizable energy and feeding value of quality protein maize for broiler chicken. *Indian Journal of Poultry*, 43 : 169-174.
- VASAL, S.K.** [2006]. Quality Protein Maize story. *Food and Nutrition Bulletin*, 21: 445-450.
- WACKER, H & GRANZ, E.** [1971]. Tieproduktion. 7e éd. Parey, Berlin. 104pp.
- ZAMAN M.A.**, **SORENSEN P.** and **HOWLIDER M.A.R.**, [2004]: Egg production performances of a breed and three crossbreeds under scavenging system of management. *Livestock Research for Rural Development* 16 (8). <http://www.lrrd.org/lrrd16/8/zamal6060.htm>



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>