

ensiled brewer's grains, palm kernel cake or cocoa pod husk in growing finishing pigs

ensiled brewer's grains, palm kernel cake or cocoa pod husk in growing finishing pigs
Comparative digestibility of diets containing ensiled brewer's grains, palm kernel cake or cocoa pod husk in growing finishing pigs in Cameroon

to determine the digestibility of diets containing graded levels of ensiled brewer's grains, palm kernel cake and cocoa pod husk in growing pigs.

Summary

Three digestibility trials were conducted at the Institute of Agricultural Research at Nkolbisson in Yaoundé (Cameroon) from 2001 to 2005 in order to determine the digestibility of diets containing graded levels of ensiled brewer's grains, palm kernel cake and cocoa pod husk in growing pigs.

The results showed that the incorporation of increasing levels of ensiled brewer's grains; palm kernel and cocoa pod husk in the diets reduce significantly the digestibility of dry matter, gross energy and crude proteins. Digestibility coefficients of dry matter, gross energy and crude proteins, estimated by linear regression at a maximum level of incorporation of by-products in the diets were 51.03; 61.0; 72.0% for ensiled brewer's grains, 42.0; 47.3; 60.0 % for palm kernel meal and 37.1; 27.5; 12.4 % for cocoa pod husk meal respectively, showing a best nutrients digestibility of brewers' grains, followed by palm kernel and cocoa pod husk.

Keywords:

cocoa pod husk, digestibility, ensiled brewers grains, pigs, palm kernel cake

Introduction

Le Cameroun, à l'instar des autres pays tropicaux, dispose d'importantes quantités des sous-produits agricoles et agro-industriels dont la valorisation optimale pourrait réduire les coûts alimentaires du porc de l'ordre de 30 à 40%. Il s'agit notamment de la drêche des brasseries, des sous-produits du palmier à huile et des coques de cacao.

Les industries brassicoles produisent annuellement des quantités de drêches et de levures qui représentent une source alimentaire potentielle pour l'élevage des porcs et des volailles (Yaakugh et al 1994, Meffeja et al 2003 ; Amaefule et al 2006 ; Demeke 2007). Ce sont des résidus ayant servi à la fabrication de la bière et dont les caractéristiques nutritionnelles peuvent varier en fonction de leur origine et de la proportion des matières premières utilisées dans la fabrication de la bière.

Le tourteau de palmiste, estimé à 18000 tonnes en 2001 (Agristat 2002), est un des sous-produits dérivés de l'extraction de l'huile de palmiste. Il est d'une très grande disponibilité et relativement moins coûteux (50 à 60 FCFA/kg). Il n'a pas connu jusqu'à présent une grande

utilisation dans l'alimentation des monogastriques à cause de sa teneur élevée en cellulose (13 à 16%) et de son état graveleux et moins appétissant (Gohl 1981).

Les coques de cacao constituent l'une des sources de déchets agricoles les plus importants, abandonnés en champ après récolte. On estime à 600 670 t/an la quantité du cortex de cacao frais (Agristat 2002), avec une teneur en matière sèche d'environ 15,6%. Ce qui correspond à environ 93704,5 tonnes de matière sèche de coques de cacao.

Les caractéristiques nutritionnelles de ces ressources alimentaires ont été peu étudiées chez le porc au Cameroun. Cependant, des coefficients de digestibilité des protéines brutes de la drêche desséchée des brasseries de 58,9 ; 56 et 77% ont été rapportés chez le porc en croissance, respectivement par Pond et Maner (1974), l'INRA (2002) et Noblet et al (2003). L'INRA (2002), a rapporté également des coefficients de digestibilité de l'énergie brute, de la matière organique et des protéines brutes du tourteau de palmiste respectivement de 42, 47, 63% chez le porc en croissance et de 50, 54 et 77% chez la truie. De même, Agunbiade et al (1999) ont rapporté des coefficients de digestibilité de la matière sèche de 79% et des protéines brutes de 57,3% du tourteau de palmiste chez le porc en croissance.

Les données de la littérature sur la digestibilité des coques de cacao sont rares. Toutefois les coefficients de digestibilité de l'énergie, de la matière organique et des protéines brutes de 20 ; 24 et 0% chez le porc en croissance et de 27 ; 31 et 11% chez la truie ont été rapportés respectivement par l'INRA (2002) et Noblet et al (2003).

L'objectif de la présente étude est de déterminer la digestibilité des rations contenant des taux croissants de la drêche ensilée des brasseries, du tourteau de palmiste et des coques de cacao chez le porc en croissance finition et d'estimer par la méthode de régression linéaire les coefficients de digestibilité des nutriments de ces matières premières.

Matériel et méthodes

Localisation de l'étude

Les essais rapportés dans la présente étude ont été menés au Centre Régional de Recherche Agricole de Nkolbisson à Yaoundé (latitudes 3°50' et 3°85'N ; longitudes 11°25' et 11°35'E). Cette région agro écologique est caractérisée par une température moyenne annuelle de 25° C, une pluviométrie bimodale variant entre 1500 à 2500 mm /an et une humidité relative de 70 à 90%.

Essais de digestibilité

Trois essais de digestibilité ont été menés afin de mieux apprécier la valeur nutritive de la drêche ensilée des brasseries, du tourteau de palmiste et des coques de cacao dans les rations alimentaires des porcs. Les animaux utilisés, étaient de la même souche génétique (Landrace x Duroc x Large White x Berkshire).

Essai n° 1. Digestibilité des rations contenant des taux croissants de la drêche ensilée des brasseries

Quatre porcs mâles en croissance, de poids moyen $38,5 \pm 0,7$ kg ont été placés dans des cages à métabolisme de dimensions 1,09 m x 0,54 m x 0,97 m (Photo1) et soumis à un essai de digestibilité suivant le modèle expérimental en carré latin (4 x 4) de quatre périodes d'une durée chacune de 5 jours d'adaptation et 4 jours de collecte totale des fèces, selon la méthode décrite par Prak Kea et al (2003), soit au total 36 jours d'expérience. Chaque cage était munie d'une mangeoire et d'un abreuvoir en matière plastique.



Photo 1.

Cage de digestibilité

Les animaux ont été soumis à quatre rations alimentaires (D, D20, D30, D40) contenant 0, 20, 30 et 40 % de drêche ensilée obtenues par substitution de la drêche à un aliment de base (D) (Tableau 1).

Tableau 1.

Composition centésimale et chimique de l'aliment de base (D) et des rations contenant des taux croissants de la drêche des brasseries

Ingrédients, %	Rations expérimentales			
D	D20	D30	D40	

		20%D + 80%D	30%D + 70%D	40%D+ 60%D
Maïs	50			
Son de blé	18			
Poudre d'os	8			
Methionine	20,5			
Sel	2,3			
Total	0,5			
	0,1			

	0,1			
	0,5			
	100			
Energie brute, kcal/kg	3891	3779	3667	3555
Protéines brutes, %	20,4	21,2	22,0	22,9
Cellulose brute, %	5,49	7,53	8,34	9,57
<i>D : Drêche ensilée (40,3% MS)</i>				

Cet aliment de base a été formulé à partir du maïs, du tourteau de coton, de la farine de poisson et du son de blé. La consommation alimentaire moyenne quotidienne a été de l'ordre de 90 à 95 g/kgPV^{0,75}, soit environ 1,3 à 1,5 kg d'aliment/animal/jour afin d'éviter les effets stressants des conditions climatiques chaudes (Picard et al 1985). Les animaux ont été nourris une fois par jour et les fèces collectées le matin suivant.

La drêche utilisée (D) provenait de l'usine des sociétés anonymes des brasseries du Cameroun (SABC). Elle a été ensilée à l'état frais dans des sacs de polyéthylène pendant 2 à 3 semaines.

Essai n°2. Digestibilité des rations contenant des taux croissants du tourteau de palmiste

Quatre porcs mâles en croissance, de poids moyen $42,3 \pm 0,6$ kg ont été placés dans le même

dispositif expérimental qu'à l'essai n°1.

Les animaux ont été soumis à quatre rations alimentaires (P, P10, P20, P30) contenant 0, 10, 20, 30% du tourteau de palmiste, obtenues par substitution du tourteau de palmiste à l'aliment complet de base de l'essai n°1 (Tableau 2).

Tableau 2. Composition centésimale et chimique de l'aliment de base (P) et des rations contenant des taux croissants du tourteau de palmiste				
Ingrédients, %	Rations expérimentales.			
P	P10	P20	P30	

		10%P + 90%P	20%P + 80%P	30%P+ 70%P
Farine de poisson	50			
Son de blé	18			
Poudre d'os	8			
Methionine	20,5			
Sel	2,3			
Total	0,5			
	0,1			

	0,1			
	0,5			
	100			
Energie brute, kcal/kg	3891	3996	4101	4625
Protéines brutes, %	20,4	20,3	20,3	20,2
Cellulose brute, %	5,49	6,44	7,39	8,34
<i>P : Tourteau de palmiste</i>				

Essai n° 3. Digestibilité des rations contenant des taux croissants des coques de cacao

Quatre porcs mâles, avec un poids moyen initial de $32,6 \pm 0,9$ kg ont été placés dans le même dispositif expérimental qu'à l'essai n°1.

Les animaux ont été soumis à quatre rations expérimentales (C, C10, C20, C30) contenant 0, 10 20, 30% des coques de cacao, obtenues par substitution à l'aliment complet de base comme à l'essai n°1 (Tableau 3).

Tableau 3.

Composition chimique de l'aliment de base (C) et des rations contenant des taux croissants des coques de cacao

Ingrédients, %	Rations expérimentales			
C	C10	C20	C30	

		10%C + 90%C	20%C + 80%C	30%C+ 70%C
Maïs	50			
Tourteau de coton	18			
Farine de poisson	8			
Son de blé	20,5			
Poudre d'os	2,3			
Méthionine	0,5			
Sel	0,1			

Total	0,1			
	0,5			
	100			
Energie brute, kcal/kg	3891	3949	4007	4065
Protéines brutes , %	20,4	19,1	17,8	16,6
Cellulose brute, %	5,49	8,19	10,9	13,6
<i>C : Farine des coques de cacao</i>				

Les coques de cacao ont été collectées à l'état frais dans les plantations paysannes de la région de Yaoundé entre octobre et décembre 2004. Elles ont été découpées en pièces et séchées au soleil pendant 8 à 10 jours avant d'être écrasées pour être incorporées dans les rations expérimentales.

Méthodes d'analyses

Les prélèvements quotidiens des échantillons des matières fécales (10g) ont été aspergés avec une solution de H₂SO₄ à 2% afin de limiter les pertes d'azote (Huang et al 2003). Ils ont été ensuite séchés à 80°C pendant 72 heures, puis broyés et conservés dans des sachets en plastique, ensuite mélangés afin d'obtenir un échantillon représentatif par traitement.

L'énergie brute des échantillons des aliments et des fèces a été déterminée à l'aide d'un calorimètre adiabatique de Marque Parr et les protéines brutes (N x 6,25) par la méthode de

l'AOAC (1984). La matière sèche a été obtenue après séchage des échantillons à l'étuve pendant 72 heures à 80 C°. Les constituants pariétaux ont été déterminés par la méthode de Goering et Van Soest (1970).

Paramètres étudiés

Les coefficients d'utilisation digestive apparente (CUDa) de la matière sèche, de l'azote et de l'énergie brute des rations expérimentales ont été calculés suivant la formule : CUDa = (ingéré - fécal) / ingéré.

Analyse statistique

La méthode de la régression linéaire simple de la forme $Y = Ax + B$ a été utilisée pour estimer les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche, de l'énergie et des protéines de la drêche, du tourteau de palmiste et des coques de cacao à un niveau maximum d'incorporation (Agunbiade et al 1999 ; Ndindana et al 2002). Les coefficients de corrélation ont été calculés et les coefficients de détermination (R²) obtenus en élevant les coefficients de corrélation au carré

L'erreur type de la moyenne (ESM), définit comme le rapport de l'écart type de la moyenne sur la racine carré du nombre d'observation a donné la précision avec laquelle les moyennes ont été estimées.

Résultats

Composition chimique des sous-produits

Drêche ensilée des brasseries

La composition chimique analysée de la drêche ensilée des brasseries est présentée dans le tableau 4 en pourcentage de matière sèche.

Tableau 4. Composition chimique analysée de la drêche ensilée des brasseries	
Caractéristiques chimiques	Drêche des brasseries

Matière sèche, % de la matière fraîche	40,0
Protéines brutes, % MS	29,2
Matières grasses, % MS	9,2
Cellulose brute (% MS)	14,6
Matières minérales, % MS	3,9
NDF, % MS	49,2
Ligno-cellulose (ADF) , % MS	19,8
Lignine (ADL) , % MS	3,1
Hémicellulose (NDF ? ADF) , % MS	30,4
Energie brute, kcal/kg	4050

Tourteau de palmiste

La composition chimique analysée du tourteau de palmiste est présentée dans le tableau 5 en pourcentage de la matière sèche.

Tableau 5.

Composition chimique analysée du tourteau de palmiste, % MS

Caractéristiques chimiques	Tourteau de palmiste
Matière sèche, % matière brute	89,3
Protéines brutes, % MS	10,1
Matières grasses, % MS	11,3
Cellulose brute, % MS	28,8
Matières minérales, %MS	3,2
NDF, % MS	56,3
ADF, % MS	30,1
ADL, % MS	5,1
Hémicellulose, % MS	26,2
Energie brute, kcal / kg	4939

Coques de cacao

La composition chimique analysée de la farine des coques de cacao est présentée dans le

tableau 6 en pourcentage de la matière sèche.

Tableau 6. Composition chimique analysée de la farine des coques	
Caractéristiques chimiques	Farine des Coques de cacao
Matière sèche, % de la matière fraîche	14,5
Protéines brutes, % MS	5,8
Matières grasses, % MS	2,1
Cellulose brute, % MS	21,3
Matières minérales, % MS	12,2
NDF, % MS	56,3
ADF, % MS	43,5
ADL, % MS	19,7
Hémicellulose, % MS	12,7
Energie brute, kcal/kg	4470

Digestibilité des rations en fonction du taux d'incorporation de la drêche ensilée des brasseries, du tourteau de palmiste et des coques de cacao

Les coefficients de digestibilité apparente de la matière sèche, de l'énergie brute et des protéines brutes (N x 6,25) (Tableaux 7, 8, 9) ont diminué significativement avec le niveau croissant de la drêche ensilée des brasseries, du tourteau de palmiste et des coques de cacao dans la ration.

Drêche des brasseries

Les nutriments étudiés dans la ration de base ont été mieux digérés, suivis respectivement des rations contenant 20, 30 et 40% de la drêche ensilée (Tableau 7).

Tableau 7.

Influence du niveau croissant de la drêche ensilée des brasseries dans la ration alimentaire sur la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes

Nutriments	Niveau d'incorporation de la drêche ensilée des brasseries, %					
	20	30	40	100	ESM	
Matière sèche ingérée, kg	1,19a	1,47b	1,61bc	1,79c		0,48*
Matière sèche fèces, kg	0,31a	0,41ab	0,50bc	0,62c		0,09*
CUDA matière sèche, %	73,9a	72,4a	68,9b	63,4b	51,03°	3,18*
Energie brute ingérée, kcal	4630a	5555ab	5903b	6363c		179*
Energie brute des fèces, kcal	713a	1017b	1287bc	1597c		264**
CUDA de l'énergie, %	84,6a	81,7a	78,2b	74,9b	61,0°	3,26*
Protéines ingérées, g	243a	312ab	355bc	409c		26,1*
Protéines des fèces, g	17,0a	29,6b	45,4c	62,2d		16,1**
CUDA des protéines, %	93,0a	90,5a	87,2b	84,8b	72,0°	3,73*
CUDA : coefficient d'utilisation digestive apparente						

La régression des coefficients de digestibilité apparente (ou digestibilité fécale) sur le niveau d'incorporation de la drêche ensilée des brasseries dans la ration de base a permis d'obtenir les équations linéaires simples suivantes pour la matière sèche

(
 $CUD_{ms} = -0,24X + 0,75$), l'énergie brute ($CUD_e = -0,24X + 0,85$) et les protéines brutes ($CUD_p = -0,21X + 0,93$), avec des coefficients de corrélation significativement négatifs respectifs de $r_{ms} = -0,98$; $r_e = -0,97$ et $r_p = -0,98$. Les coefficients de détermination ont été

respectivement de $R_{2ms} = 0,96$; $R_{2e} = 0,94$ et $R_{2p} = 0,96$.

En introduisant dans les équations de régression linéaire, la drêche ensilée à un niveau maximum de 100%, on obtient par extrapolation pour la drêche à l'état pur, les coefficients de digestibilité apparente de la matière sèche de 51,03%, de l'énergie brute de 61,0% et des protéines brutes de 72,0%.

Tourteau de palmiste

Les nutriments étudiés dans la ration de base ont été mieux digérés, suivis des rations contenant 10, 20 et 30 % du tourteau de palmiste (Tableau 8).

Tableau 8.						
Influence du niveau d'incorporation du tourteau de palmiste dans la ration sur la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes						
Nutriments						
	10	20	30	100	ESM	
Matière sèche ingérée, kg	1,46	1,45	1,43	1,43		0,36n
Matière sèche fèces, kg	0,35a	0,37a	0,43b	0,49b		0,08n
CUDA matière sèche, %	76,0a	74,7a	69,6b	65,7b	42,0°	3,87*
Energie brute ingérée, kcal	5681a	5794a	5864a	6567b		135*
Energie brute des fèces, kcal	841a	1014b	1407bc	1686c		273*
CUDA de l'énergie, %	85,2a	82,5a	76,0b	74,5b	47,3°	4,21*
Protéines ingérées, g	298a	295a	290ab	289b		23,6*
Protéines des fèces, g	21,4a	25,1a	33,9b	49,9c		15,2*
CUDA des protéines, %	92,8a	91,5a	88,3b	82,7b	60,0°	4,27*



La régression simple du coefficient de digestibilité apparente sur le niveau d'incorporation du tourteau de palmiste dans la ration de base a permis d'obtenir les équations linéaires simples suivantes pour la matière sèche

(
CUDms = - 0,35 X + 0,77), pour l'énergie brute (CUDe = - 0,38 X + 0,85) et pour les protéines brutes (CUDp = - 0,34 X + 0,94), avec des coefficients de corrélation négatifs significativement élevés respectifs de rms = - 0,98 ; re = - 0,97 et rp = - 0,96. Les coefficients de détermination ont été respectivement de R2ms = 0,96 ; R2e = 0,94 et R2p = 0,92.

En introduisant dans les équations de régression, le tourteau de palmiste à un niveau maximum de 100%, on obtient par extrapolation pour ce dernier à l'état pur les coefficients de digestibilité apparente fécale de la matière sèche de 42%, l'énergie brute 47,3 % et les protéines brutes de 60 %.

Coques de cacao

Les nutriments étudiés ont été mieux digérés dans la ration de base, suivi respectivement des rations contenant 10, 20 et 30% de la farine des cabosses de cacao (Tableau 9).

Tableau 9.						
Influence du niveau croissant de la farine des coques de cacao dans la ration alimentaire sur la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines						
Nutriments	Niveau d'incorporation des coques de cacao					
	10	20	30	100	ESM	
Matière sèche ingérée, kg	1,33	1,33	1,29	1,27		0,26n
Matière sèche fèces, kg	0,33a	0,35a	0,40b	0,46b		0,06*
CUDA matière sèche, %	75,2a	73,4a	68,9b	63,6b	37,7°	4,32*

Energie brute ingérée, kcal	5175	5252	5169	5162		1235n
Energie brute des fèces, kcal	781a	1114b	1318bc	1693c		253*
CUDA de l'énergie, %	84,9a	78,8ab	74,5b	67,2c	25,7°	3,72*
Protéines ingérées, g	271a	254ab	230b	210c		20,3*
Protéines des fèces, g	18,2a	24,4a	51,4b	59,9c		13,5*
CUDA des protéines, %	93,3a	90,4a	73,3b	71,5b	12,4°	5,23*

La régression simple du coefficient de digestibilité apparente fécale sur le niveau d'incorporation de la farine des coques de cacao dans la ration de base a donné les valeurs suivantes: $CUD_{ms} = -0,39X + 0,76$ pour la matière sèche, $CUD_e = -0,57X + 0,84$ pour l'énergie brute et $CUD_p = -0,82X + 0,94$ pour les protéines brutes, avec les coefficients de corrélation négatifs respectifs de $r_{ms} = -0,98$; $r_e = 0,99$; $r_p = -0,98$. Les coefficients de détermination ont été respectivement de $R^2_{ms} = 0,96$; $R^2_e = 0,99$ et $R^2_p = 0,96$.

En introduisant dans les équations de régression, les coques de cacao à un niveau maximum de 100%, on obtient par extrapolation les coefficients de digestibilité de la matière sèche de 37,1%, de l'énergie brute de 27,5% et des protéines brutes de 12,4% des coques à l'état pur.

Discussion

Composition chimique des sous-produits

Drêche ensilée des brasseries

La composition chimique analysée de la drêche ensilée des brasseries utilisée est comparable aux données de l'IRZ (1986) pour la teneur en protéines brutes et en cellulose brute (Meffeja et al 2003). Toutefois les teneurs en protéines brutes et en cellulose brute enregistrées dans la littérature varient respectivement de 13 à 30% et de 15 à 40% de la matière sèche (NRC 1998 ; Nguyen et al 2002 ; Huang et al 2003 ; Demeke 2007). Cette grande variabilité pourrait s'expliquer par l'utilisation de différentes proportions des céréales dans la fabrication de la bière.

Le fractionnement de la cellulose brute de la drêche en NDF(Neutral Detergent Fibre) et en ADF(Acid Detergent Fibre) montre des valeurs très proches de la drêche française (INRA 1984)

et américaine (NRC 1998) mais légèrement inférieures aux valeurs rapportées par Nguyen et al (2002). Ce qui suggère que ces industries utiliseraient presque les mêmes matières premières dans la fabrication de leur bière. En occurrence le maïs et l'orge qui contiendraient moins de substances fibreuses sont utilisés pour la fabrication de la bière au Cameroun

Tourteau de palmiste

L'échantillon du tourteau de palmiste analysé a présenté une valeur très faible en protéines brutes (10,1%) et une valeur très élevée en cellulose brute (28,8%) comparées aux données obtenues par Devendra (1977) ; l'INRA (1984) ; l'IRZ (1986) et Agunbiade et al (1999). Ces résultats confirment la variabilité de la composition chimique d'une même matière première en fonction de son origine et de la technologie appliquée pour son extraction

Coques de cacao

L'analyse chimique de la farine des coques de cacao a montré des valeurs en protéines brutes de 5,9% et en cellulose brute de 21,3% comparables aux résultats obtenus par Branckaert et al (1973) et par Lyayi et al (2001). Toutefois la concentration en cellulose brute obtenue est très inférieure aux valeurs de 32,5 et 45,9% rapportées respectivement par Donkoh et al (1991) et Areghore (2002). Ces résultats attestent encore de la variabilité de la composition chimique d'un sous-produit en fonction de son origine, de la technologie appliquée pour son traitement et même des séries du produit issues de la même usine.

Le fractionnement de la cellulose brute en NDF et en ADF a montré des valeurs respectives de 56,3 et de 43,5% comparables aux valeurs de 52,2 et de 41,9% rapportées par Donkoh et al (1991) et inférieures aux valeurs de 66 et 57% trouvées par Smith et al (1988). Ces auteurs ont également rapporté des concentrations en lignine variant entre 24 et 38%. Les valeurs en NDF et en ADF des coques de cacao ont été de loin supérieures aux valeurs obtenues sur la drêche des brasseries et le tourteau de palmiste. C'est donc un produit alimentaire à la fois pauvre en énergie et en protéines brutes, difficilement digérés par des jeunes porcs en croissance.

Digestibilité des rations contenant des taux croissants de sous-produits

Drêche ensilée des brasseries

La digestibilité des rations contenant des taux croissants de la drêche ensilée des brasseries a montré une réduction linéaire des coefficients de digestibilité apparente de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes. Autrement dit, la diminution des coefficients de digestibilité apparente des nutriments semble être fonction du niveau croissant de la cellulose dans la ration. Cette assertion corrobore celles de Yaakugh et al (1994) et de Ndindana et al (2002) qui ont rapporté que la digestibilité d'une ration est inversement liée à la teneur en cellulose brute de la ration. Ces auteurs ont utilisé respectivement dans leurs études des niveaux croissants de la drêche desséchée des brasseries et des rafles de maïs en remplacement du maïs dans la ration des porcs en croissance. De même Noblet et al (2003) ont rapporté que les coefficients

d'utilisation digestive des nutriments d'un aliment sont affectés à la fois par les caractéristiques chimiques, la technologie mise en œuvre pour traiter le produit, le poids vif, l'âge de l'animal et le type génétique. Cependant, dans une étude récente au Nigeria rapportée par Amaefule et al (2006), aucune différence significative n'a été observée sur les coefficients de digestibilité de la matière sèche (83,4 ; 72,9 ; 81,5 ; 72,9%), et des protéines brutes (89,2 ; 79,3 ; 85,1 ; 81,7) des rations contenant respectivement 0 ; 30 ; 35 et 40% de la drêche desséchée des brasseries. Il a été même observé des coefficients de digestibilité élevés de la cellulose brute variant de 56,4 à 62% et de la matière grasse de 64 à 87,6%, ce qui laisse penser que la cellulose serait principalement de l'hémicellulose plus digestible que la cellulose vraie (Amaefule et al 2006).

La régression linéaire simple des coefficients de digestibilité des nutriments de la ration sur le taux croissant de la drêche montre des coefficients de détermination respectifs de 0,96, 0,94 et 0,96 indiquant que la variabilité de la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes des rations expérimentales serait expliquée respectivement à 96%, 94% et à 96% par le niveau d'incorporation de la drêche des brasseries dans la ration.

Les coefficients de digestibilité apparente de la matière sèche, de l'énergie brute et des protéines brutes de la drêche des brasseries, obtenus par régression linéaire simple ont été respectivement de 51,03 ; 61,0 et 72 %. Ces faibles coefficients semblent indiquer que la drêche des brasseries utilisée est riche en glucides pariétaux tels que le NDF et l'ADF qui ne sont pas dégradables au niveau de l'intestin grêle mais sont plutôt dégradés par les micro-organismes au niveau du caecum et du côlon en produisant des acides gras volatils utilisés par le porc. En effet, plusieurs auteurs (Dierick et al 1989; Knudsen Bach 1991) ont montré que la digestibilité des glucides cytoplasmiques (sucres, amidon) des principales céréales utilisées dans l'alimentation des animaux monogastriques est finie presque à 96% dans l'intestin grêle. Seuls les glucides des parois cellulaires traversent cette zone pour être digérés par les microorganismes présents dans le caecum et le côlon, conduisant à une croissance bactérienne dans la partie terminale du tractus digestif.

Le coefficient de digestibilité de la matière sèche, proche de celui de la matière organique a été supérieure à celui de 43,3% rapportée par Pond et Maner (1974). Le coefficient de digestibilité apparente des protéines a été supérieur à la valeur de 58,9% rapportée par ces auteurs et inférieurs aux valeurs de 73 et 77% rapportées respectivement par l'INRA (1984) et par Noblet et al (2003). Dans le même ordre d'idée, des coefficients d'utilisation apparente des protéines brutes de la drêche de 71,2 et de 70,2 % ont été rapportés par Llopis et al (1981) respectivement chez le rat et chez le poulet de chair âgés de 30 jours.

Le coefficient d'utilisation digestive de l'énergie a été similaire à celui de 60% rapporté par Huang et al (2003), mais supérieur à 52,4% rapporté par Noblet et al (2003).

Tourteau de palmiste

Les coefficients de détermination pour la matière sèche (0,96), l'énergie (0,94) et les protéines brutes (0,92), exprimés comme le carré des coefficients de corrélation, ont été aussi significativement élevés. Ce qui montre que la variabilité de la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes des rations expérimentales est expliquée à 96%, 94 % et à 92% par le niveau d'incorporation du tourteau de palmiste dans la ration. Les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche, de l'énergie brute et des protéines brutes du tourteau de palmiste, obtenus par régression linéaire simple ont été respectivement de 42,0 ; 47,3 et 60,0%. Ces valeurs sont inférieures à celles de la drêche des brasseries et montrent que le tourteau de palmiste contient une concentration en parois cellulaires (NDF et ADF) plus élevée que celle de la drêche des brasseries. . Toutefois, des coefficients de digestibilité apparente de la matière sèche de 79% et de l'azote de 57,3% ont été rapportés par Agunbiade et al (1999) tandis que Noblet et al (2003) ont trouvé des coefficients de digestibilité apparente de l'énergie

et de l'azote respectifs de 42,3 et 63,2 %. La variabilité observée dans ces résultats pourrait être due à l'âge des animaux utilisés ou à la teneur en matière grasse du produit.

Coques de cacao

La diminution de la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes de la ration en fonction du niveau croissant de la farine des coques de cacao, confirme les résultats des études antérieures sur l'influence négative des substances fibreuses sur la digestibilité des nutriments (Just et al 1985 ; Close 1993 ; Ndindana et al 2002). La faible digestibilité pourrait être expliquée par la réduction du temps moyen de rétention de l'aliment dans le tractus digestif. IL se pourrait également que l'accroissement de la concentration en farine des coques de cacao dans la ration alimentaire augmente la concentration en NDF, ADF et ADL qui empêchent l'accès des enzymes digestives de l'intestin grêle au contenu cellulaire (Kass et al 1980). Il a été démontré que les rations alimentaires à haute concentration en fibres entraînent une augmentation de la sécrétion du mucus dans le tractus digestif. Ceci semble d'autant plus compréhensible que le rôle de ce mucus est de protéger la paroi du tube digestif.

Les coefficients de détermination de la matière sèche de 0,96, de l'énergie de 0,98 et des protéines brutes de 0,96 sont encore plus élevés que ceux du tourteau de palmiste et montrent la très grande variabilité de la digestibilité des nutriments des rations expérimentales en fonction du niveau d'incorporation de la farine des coques de cacao. Les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche, de l'énergie brute et des protéines brutes de la farine des coques de cacao, obtenus par régression linéaire simple, ont été respectivement de 37,1, 27,5 et 12,4%. Ces valeurs sont encore plus faibles que celles trouvées pour le tourteau de palmiste.

De la drêche ensilée des brasseries à la farine des coques de cacao, il apparaît clairement que la digestibilité apparente ou fécale des nutriments d'un aliment diminue linéairement avec le niveau croissant des substances fibreuses dans la ration. Il est bien connu que les nutriments excrétés dans les fèces ne représentent pas uniquement la fraction non digérée des aliments, mais aussi des enzymes non utilisés, des cellules desquamées de la paroi du tractus digestif et des acides aminés issus de la fermentation microbienne du gros intestin. La fraction de l'azote fécale ne provenant pas de l'azote alimentaire est appelée azote fécal métabolique (AFM). Cet azote est en relation étroite avec la matière sèche ingérée. Plus la ration contient des substances non digestibles, plus les excréments métaboliques sont importantes, plus le coefficient de digestibilité apparente ou fécale diminue. Ce coefficient peut tendre vers des valeurs nulles ou négatives pour des aliments pauvres en protéines (Ranjhan 1981). Cette observation est conforme aux résultats de la présente étude et à ceux de Noblet et al (2003) qui ont rapporté des coefficients de digestibilité apparente de l'énergie et des protéines des coques de cacao de 20,0% et de 0,0% respectivement.

Les acides aminés apparemment disparus du gros intestin ne sont pas utilisés pour améliorer la rétention azotée. Dès leur entrée dans le gros intestin, ils sont désaminés par les bactéries pour produire de l'ammoniac qui est absorbé et excrété sous forme d'urée dans l'urine (Ndindana et al 2002). Toutefois le côlon semble capable de transformer une partie de ces acides aminés pour les incorporer dans le pool des acides aminés sanguins (Fuller 1991).

La forte corrélation négative observée entre les niveaux croissants d'incorporation des coques de cacao et les coefficients de digestibilité apparente des nutriments est en accord avec les résultats de Barnes et al (1984) qui ont rapporté des valeurs décroissantes des coefficients de digestibilité apparente de la matière sèche de 83,9 ; 86,0 et 47,3%, de l'azote de 83,9 ; 68,2 et 47,4% et de l'énergie de 82,0 ; 64,2 et 40,5% avec des rations contenant des niveaux croissants de la farine des coques de cacao de 0 ; 25 et 50% chez des porcs en croissance finition. En extrapolant les résultats de Barnes et al (1984) par la méthode de régression linéaire simple à un niveau d'incorporation maximale de 100%, les valeurs des coefficients d'utilisation digestive

des nutriments étudiés pour les coques deviennent respectivement 17,5% pour la matière sèche, 11,7% pour l'azote et presque nul pour l'énergie. Ces coefficients de digestibilité sont nettement inférieures à ceux obtenus dans la présente étude et attestent de la faible valeur alimentaire des coques de cacao. A Cause de la faible digestibilité de ses nutriments, les coques de cacao sembleraient mieux convenir aux animaux en phase de finition et à des animaux reproducteurs (trouilles allaitantes) qu'à ceux en phase de croissance rapide. C'est pourquoi les coques de cacao ont été plus valorisées chez les petits ruminants (Adeyanju et al 1975 ; Tuah et al 1984), chez les vaches laitières (Alba et al 1954) et dans l'engraissement des bœufs (Alvaro Lamosas et al 1984).

La synthèse des résultats montre que la concentration en constituants pariétaux (NDF, ADF, ADL) augmente de la drêche des brasseries aux coques de cacao et influence négativement l'utilisation digestive des composantes nutritionnelles du produit. En comparant les résultats obtenus sur les trois sous-produits, il apparaît que la digestibilité apparente des protéines est tributaire de la teneur en azote de la matière première. Elle est plus élevée dans la drêche des brasseries, suivie du tourteau de palmiste et des coques de cacao. Cette observation est conforme à celle de Wolter et al (1982) sur la digestibilité comparée chez le Poney de quatre céréales (avoine, orge, maïs, blé). De même, les coques de cacao sont moins bien digérées que les drêches et le palmiste en ce qui concerne la matière sèche et l'énergie brute.

Conclusion

- Au regard des résultats obtenus, l'incorporation des taux croissants de la drêche ensilée des brasseries, du tourteau de palmiste et des coques de cacao dans les rations alimentaires diminue significativement la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et des protéines brutes.
- La drêche ensilée des brasseries est plus digestible que le tourteau de palmiste et les coques de cacao.

Remerciements

Les auteurs remercient profondément l'IRAD et le Gouvernement camerounais pour l'appui financier accordé à ce travail à travers les projets BAD (Banque Africaine de Développement) et REPARAC de la coopération française.

Références

Adeyanju S, Ogutuga D B A, Ilori J O and Adegbola A A 1975

Potentialities of cocoa pod husk in livestock feed

Proceedings of the 5th international cocoa research Conference, Ibadan, Nigeria, pp 505-510, Cocoa Producers Alliances, Lagos.

Agristat 2002

Statistiques agricoles : superficies, productions et prix des principales cultures des 20 dernières années, N° 7. Ministère de l'Agriculture, Division des études et projets, Yaoundé, Cameroun, 25p.

Agunbiade J A, Wiseman J and Cole D J A 1999

Energy and nutrient use of palm kernels, palm kernel meal and palm kernel oil in diets for growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 80:165-181.

Alba J de, Garcia H, Cano F P and Uilca G 1954

Valor nutritive de cacao para production de leche en comparison con maiz molido de harina de yuca, Turrialba 4: 29-34.

Alvaro Liamosas J, Pereira M and Marcos S O 1984

The natural husk of cocoa pod in cattle feed. In proceedings of the 9th International Cocoa Research Conference, 12-18 February, Lomé, Togo, pp. 449-454, Cocoa Producers Alliances, Lagos.

Aregheore EM 2002

Chemical evaluation and digestibility of cocoa (*Theobroma cacao*) by-products fed to goats. *Tropical Animal Health and Production* 34(4): 339-348.

AOAC 1984

Official methods of analysis (14th Edition). Washington, DC, USA. Association of Official Analytical Chemists.

Barnes A R, Amega W K, Manu M and Rhule T 1984

Utilization of cocoa pod husk meal by growing-finishing pigs. In: proceedings of the 9th International Cocoa Research Conference, 12-18 February, Lomé, Togo, pp 449-454, Cocoa Producers Alliances, Lagos.

Branckaert**R, Vallerand F et Vincent J C 1973**

La farine de cabosse de cacao dans l'alimentation du porc. *Café, Cacao, Thé (Paris) Volume XVII (4):313-320.*

Close W H 1993

Fibrous diets for pigs. In: Gill M, Owen E, Pollott G E, Lawrence T L J (Editors) *Occasional Publications*, Volume 16. British Society of Animal Production, pp. 107-117.

Devendra C 1977

The utilization of cocoa pod by sheep. *Malaysian Agricultural Journal* 51:179-186.

Dierick N A, Vervaeke I J, Demeyer D I and Decuypere J A 1989

An approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation

in the overall energy supply. *Animal Feed Science and Technology* 23:141-167.

Donkoh A, Atuahene C C, Wilson B N and Adomako D 1991

Chemical composition of cocoa pod husk and its effect on growth and food efficiency in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology* 35:161-169.

Fuller M F 1991

Methodologies for the measurement of digestion. In: Verstegen M W A, Huisman J and den Hartog L A (Editors), *Digestive physiology in pigs*. Pudoc, Wageningen, pp.273-288.

Goering H K and Van Soest P J 1970

Forage fibre analysis (apparatus, reagent, procedures and some applications). Washington, DC, USA, USDA (Agricultural Handbook No 379).

Huang R L, Yin Y L, Wang K P, Li T J and Liu J X 2003

Nutritional value of fermented and not fermented material of distiller's grains in pig nutrition. *Journal of Animal and Feed Science* 12:261-269.

INRA 1984

Alimentation des animaux monogastriques : porc, volailles, lapin. Institut National de Recherche Agronomique, Paris, France, 290p.

INRA 2002

Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage (porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapin, poissons). Institut National de Recherche Agronomique, Paris, France, 300p.

IRZ (Institute of Animal Research) 1986

Summary of research results. Mankon, Cameroon, 48p.

Just A, Jorgensen H and Fernandez J A 1985

Correlation of protein deposited in growing female pigs to the ileal and faecal digestible crude protein and amino acids. *Livestock Production Science* 12:145-159.

Knudsen Bach K E 1991

Breakdown of the plant polysaccharides in the gastrointestinal tract of pigs. In "Digestive Physiology in Pigs". (Editors: Verstegen M W A, Huisman J and den Hartog L A) Proceedings of the Vth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs

Wageningen, the Netherlands. EAAP Publication. No. 54. 1991

Llopis

J, Boza J, Gonzalez-Molès A et Luque J A 1981

Etude des possibilités d'emploi de la drêche des brasseries dans l'alimentation des monogastriques.1 - Expériences chez des rats et des poulets, concernant la qualité nutritive de la protéine de deux fractions de la drêche de brasserie. *Annales de Zootechnie* 30 (1) :77-85.

Lyayi E A, Olubamiwa O, Ayuk A, Orowegodo S and Ogunaike E F 2001

Utilization of urea treated and untreated cocoa pod husk based diets by growing pigs: an on-farm study. *Tropicicultura* 19:101-104.

Meffeja F, Dongmo T, Fotso J M, Fotsa J C, Tchakounté J et Ndumbé N 2003

Effets du taux d'incorporation de la drêche ensilée des brasseries dans les rations alimentaires sur les performances des porcs en engraissement

Cahiers d'Agriculture 12 : 87-91

Ndindana W, Dzama K and Ndiweni P N B, Maswaure S M and Chimonyo M 2002

Digestibility of high fibre diets and performance of growing zimbabwean indigenous Mukota pigs and exotic Large White pigs fed maize based diets with graded levels of maize cobs

Animal Feed Science and Technology 97:199-208.

Nguyen N X D, Luu H M and Uden P 2002

Tropical fibre sources for pigs: digestibility, digesta retention and estimation of fibre digestibility in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 102:109-124.

NRC 1998

Nutrient Requirement of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Swine. 8th ed. National Academy Press, Washington, D C

Picard M, Bourdon D and Le Dividich J 1985

Methods of estimating digestibility and metabolism of crop residues and agro-industrial by-products in monogastric species in developing countries. In "Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines 1. State of knowledge" Proceedings of the FAO/ ILCA Expert consultation, editors: Preston T R, Kossila V L and Reed S B, FAO Animal Production and Health paper 50, p 163-181.

Pond W G, Maner J H 1974

Swine production in tropical and temperate environments. San Francisco, CA, USA, WH Freeman and company, 646p

Ranjhan S K 1981

Animal nutrition in the tropics, Second Revised Edition, Vikas Publishing House, PVT LTD, 480 p.

Smith O B, Osafo E L K and Adegbola A A 1988

Studies on the feeding value of agro-industrial by-products: strategies for improving the utilisation of cocoa-pod-based diets by ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 20 (3): 189 - 201.

Tuah H K, Dzogbe P and Adomako D 1984

Evaluation of cocoa pod husk as feed ingredient for sheep in Ghana. In proceedings of the 9th Cocoa Research Conference, Lomé, Togo, pp. 505- 510.

Wolter

R, Valette J P, Durix A, Letourneau J C et Carcelen M 1982

Digestibilité comparée de quatre céréales (avoine, orge, maïs, blé) selon le mode de présentation chez le poney. Annales de Zootechnie 31: 445-458.

Yaakugh I D I, Tegbe TSB, Olorunju S A and Aduku A O 1994

Replacement of brewers dried grains for maize on performance of pigs

Journal of Science, Food and Agriculture 66: 465-471.

How to cite this article



Yes