

# L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la santé des porcelets

Rosil LIZARDO (1,4), Jaume CAÑELLAS (2), Francisco MAS (3),  
David TORRALLARDONA (4), Joaquim BRUFAU (4)

(1) Fundação Ciência e Tecnologia – Programa Praxis XXI ; Av. D. Carlos, 126 ; 1200 Lisboa, Portugal

(2) Universidad de las Islas Baleares, Departamento de Química, 07009 Palma de Mallorca, Espagne

(3) Alimcarat S.A., c/ Antoni Barceló 5, Polígon Industrial - parcela 10, 07330 Consell (Balears), Espagne

(4) Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries - Centre Mas Bové, Apartat 415, 43280 Reus, Espagne

## L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la santé des porcelets

Par leurs propriétés astringentes, les tanins peuvent être utilisés pour prévenir les diarrhées du porcelet en post-sevrage et la farine de caroube (FPC) est une matière première qui en contient énormément. L'incorporation de 3% de FPC en substitution du dextrose dans les régimes est évaluée dans l'expérience 1. Ces régimes sont distribués pendant 5 semaines à 48 porcelets sevrés à 4 semaines (7,52 kg) et aucune différence significative n'est observée pour la consommation d'aliment (687 vs. 683 g/j) ou le gain de poids (431 vs. 441 g/j). Dans une 2<sup>ème</sup> expérience, 3 régimes contenant 0, 3 ou 6% de FPC en substitution de l'amidon et du lactosérum sont distribués à 60 porcelets sevrés à 3 semaines (7,47 kg). Ces régimes sont distribués pendant 3 semaines et un seul régime est distribué pendant la période suivante. En post-sevrage, la consommation d'aliment (432, 450, 450 g/j) et le gain de poids (328, 329, 346 g/j) sont similaires entre régimes. Par contre, la prévalence des diarrhées est réduite soit de 20 soit de 33% chez les animaux des régimes à 3 et à 6% FPC comparativement aux témoins. Les porcelets ayant reçu auparavant le régime 6% FPC montrent une tendance à l'augmentation de leur gain de poids (623, 614, 649 g/j) dans la 2<sup>ème</sup> période. L'incorporation de la farine de caroube dans les aliments du porcelet semble donc favorable aux performances et à la santé en post-sevrage.

## Utilisation of carob powder in piglet diets and its influence on growth performance and health after weaning

Carob powder (RCP) contains astringent substances (e.g. tannins), which could prevent piglet diarrhoea although their possible effect on performance remains unknown. Two experiments were conducted to study the effect of RCP on performance. In experiment 1, 48 piglets weaned at 4 weeks of age (7.52 kg) were fed for 35-d on either a control diet or a diet containing 3% RCP. Feed intake (687, 683 g/d), weight gain (431, 441 g/d) and feed conversion (1.60, 1.55) were similar for control and 3% RCP diets, respectively. In experiment 2, 60 piglets weaned at 3 weeks of age (7.47 kg) were offered three treatments corresponding to 0, 3 or 6% of RCP for 3 weeks. Feed intake (432, 450, 450 g/d), weight gain (328, 329, 346 g/d) and feed conversion (1.42, 1.45, 1.43) were similar between treatments. All piglets were then fed a unique diet (without RCP) for another 3 weeks to check the effect of the previous diets. Piglets previously fed with 6% RCP showed a trend to increase feed intake (1039, 1047, 1105 g/d) and weight gain (623, 614, 649 g/d). It appears that carob tannins did not affect negatively piglet growth performance. Additionally, the prevalence of post-weaning diarrhoea tended to be 20% and 33% lower than the control with 3% and 6% RCP diets respectively. Therefore, it can be concluded that RCP is suitable for piglet feeding at levels of up to 6% and could support health and performance after weaning.

## INTRODUCTION

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) pousse naturellement dans toute la région méditerranéenne et produit des fruits sous forme de gousse contenant entre 8 à 16 haricots. Il a été utilisé dans l'alimentation humaine et animale pendant des siècles. Aujourd'hui, il est principalement exploité pour la fabrication de la gomme de caroube (additif alimentaire E-410). Pendant le processus d'extraction de la gomme, quelques sous-produits comme la farine de germes ou la pulpe sont obtenus. La farine de germes est très riche en protéines (50%) et principalement utilisée dans les aliments pour les enfants. La pulpe est très utilisée soit comme aliment diététique, soit comme remplaçant du chocolat, soit encore en alimentation animale. Elle est très riche en sucres (40-60%) en particulier, saccharose (27-40%), fructose (3-8%) et glucose (3-5%) mais pauvre en lipides (0,4-0,6%) ou protéines (2-6% ; LEROY, 1929 ; AVALLONE et al., 1997). Par ailleurs, la pulpe présente également une teneur très élevée en fibres (27-50%) et une quantité non négligeable de tanins (SAURA-CALIXTO, 1988). Assez souvent, la pulpe est toastée et broyée donnant une poudre de couleur marron à arôme de chocolat (farine de caroube ; FPC). À part son utilisation en alimentation humaine, celle-ci semble particulièrement adaptée à l'alimentation du porc. Le remplacement du dextrose, de la poudre de lait ou des céréales par de la FPC permet d'obtenir des performances de croissance similaires chez le porcelet (PIVA et al., 1978 ; SANTI et al., 1987) aussi bien que chez le porc en croissance-finition (LANZA et al., 1983). Les sucres apportés par la FPC contribuent très probablement à la palatabilité des régimes et aucun effet anti-nutritionnel des tanins sur les paramètres mesurés n'est observé.

Les diarrhées de post-sevrage sont un problème très fréquent dans l'élevage du porc (MADEC et al., 1998) et la décision de l'Union Européenne de prohiber l'utilisation des antibiotiques en tant qu'additifs alimentaires n'a fait qu'aggraver la situation. Les tanins de la caroube présentent d'importantes propriétés anti-diarrhéiques (WÜRSCH, 1987) et sont largement utilisés dans le combat des diarrhées chez l'enfant (LOEB et al., 1989). Malheureusement, les diarrhées des porcelets en post-sevrage n'ont pas été évaluées dans les expériences précédentes. En conséquence, il est apparu très intéressant de tester la FPC dans les régimes pour le porcelet dans l'actuel contexte de la production animale en Europe. Le but de la présente étude est d'évaluer l'effet de la farine de caroube incorporée à l'aliment de sevrage sur la consommation d'aliment, la croissance et la prévalence des diarrhées chez le porcelet.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Protocole expérimental et animaux

Deux expériences sont réalisées pour étudier l'incorporation de la FPC (BioNulpro, Alimcarat S.A., Espagne) dans les aliments pour le porcelet après sevrage. Le remplacement du dextrose par 3% de FPC est étudié dans la première où les régimes sont distribués pendant les 5 semaines suivant le sevrage. Dans la deuxième expérience, les niveaux de 0, 3 et 6% de FPC sont utilisés en substitution de l'amidon ou de

l'amidon et du lactosérum doux. Les régimes sont uniquement distribués pendant les 3 premières semaines après le sevrage. Cependant, les porcelets sont maintenus en expérience pendant les 3 semaines suivantes (jusqu'à 25 kg PV) de façon à détecter un possible effet résiduel des tanins de la FPC sur les performances. Dans cette deuxième phase, tous les animaux reçoivent le même régime, sans aucune supplémentation (tableau 1). Tous les aliments utilisés sont granulés, ne contiennent pas d'antibiotiques ou promoteurs de croissance et sont distribués à volonté. 48 porcelets croisés Large-White x Landrace ayant 7,52 kg de poids vif (PV) au sevrage à 4 semaines (30,8 jours) sont utilisés dans la 1<sup>ère</sup> expérience. Dans la 2<sup>ème</sup>, 60 porcelets croisés Duroc x Landrace, sevrés à 3 semaines à 7,47 kg PV sont utilisés. Les porcelets sont répartis par blocs selon leur PV au sevrage, la portée d'origine et le sexe dans chaque expérience. Pour la première, 6 blocs de 8 porcelets chacun (4 par traitement) sont constitués et pour la deuxième, 5 blocs de 12 porcelets (4 par traitement). Les animaux sont logés par groupes de 4 individus chacun dans 12 ou 15 cellules d'un bâtiment de post-sevrage à sol en caillebotis total. Le bâtiment n'est ni nettoyé ni désinfecté de façon à aggraver le risque microbiologique pour les porcelets (MADEC et al., 1998). Les possibles cas de diarrhées sont détectés le matin et le soir pendant les 3 premières semaines de l'expérience 2. Les diarrhées sont classées par gravité en tenant compte de l'aspect des fèces, fluidité et couleur, selon une échelle allant de 0 (fèces normales) jusqu'à 5 (liquides). Leur prévalence est calculée en multipliant la note de gravité par le nombre de jours avec des symptômes et en divisant par le nombre de porcelets affectés.

### 1.2. Analyses de laboratoire et statistique

Les contenus en matière sèche, protéine brute, sucres totaux et fibres de la FPC et des régimes sont analysés selon les procédures AOAC (1990). La teneur en énergie brute est déterminée par calorimétrie et celle de l'énergie métabolisable est estimée d'après la méthode proposée par NOBLET et al. (1989). Le contenu en tanins est mesuré selon la méthode de PRICE et al. (1978).

La consommation d'aliment, le gain de poids et l'indice de consommation des porcelets de la première expérience sont mesurés au bout de 2 et 5 semaines après le sevrage. Dans la deuxième, les contrôles sont hebdomadaires mais les données des performances sont groupées pour les 3 premières semaines après sevrage et les 3 semaines suivantes. L'unité expérimentale correspond au groupe d'animaux logés ensemble. Toutes les données sont analysées selon la procédure GLM du logiciel SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990). Un modèle prenant en compte les traitements et les blocs et un test de Student-Newman-Keuls sont utilisés pour la comparaison des moyennes.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Expérience 1

Les résultats de l'expérience 1 montrent que les régimes avec ou sans FPC sont appréciables, entraînant une vitesse de crois-

**Tableau 1** - Composition et analyse chimique de la farine de caroube et des régimes expérimentaux utilisés (g/kg produit frais).

	Farine de caroube	Expérience 1		Expérience 2			
		Témoin	3% FPC	Témoin	3% FPC	6% FPC	2 <sup>ème</sup> âge
<b>Ingrédients</b>							
Orge		560,2	544,7	264,8	259,3	244,3	253,5
Blé		-	-	400,0	400,0	400,0	500,0
Tourteau de soja 48%		-	-	94,3	99,0	111,7	137,3
Soja extrudé		80,0	80,0	28,2	19,7	14,9	11,4
Farine de poisson		93,1	93,1	80,0	80,0	80,0	40,0
Farine d'os et viande		60,0	60,0	-	-	-	-
Saindoux		54,6	60,1	22,4	31,8	37,6	29,3
Lactosérum doux		120,0	120,0	60,0	60,0	30,0	-
Dextrose		20,0	-	-	-	-	-
Amidon de maïs		-	-	30,0	-	-	-
Farine de caroube (1)		-	30,0	-	30,0	60,0	-
Prémélange (2)		12,1	12,1	20,3	-	21,4	27,3
<b>Analyse chimique</b>							
Matière sèche	954	907	909	892	896	900	898
Sucres totaux	366	88	79	43	63	62	30
Fibre au détergente neutre	220	101	109	121	131	135	144
Protéine brute	32	220	219	196	196	199	195
Lysine	1,1	14,0	13,9	12,0	12,0	12,0	11,0
Energie (MJ EM/kg) (3)	13,1	14,7	14,6	14,1	14,0	14,1	13,8
Tanins (g/kg eq. catèchine)	23,5	2,2	2,9	2,2	3,5	4,4	1,0

(1) La farine de caroube utilisée (BioNulpro®) est un produit de Alimcarat S.A. (Baléares, Espagne).

(2) Les valeurs indiquées correspondent à la somme d'un prémélange classique de minéraux et de vitamines pour le porcelet en 1<sup>er</sup> âge (4,0 g/kg), et d'acides aminés de synthèse (lysine, méthionine, thréonine et tryptophane), de phosphate bicalcique, de carbonate de calcium et de sel.

(3) L'énergie métabolisable (EM) a été estimée d'après NOBLET et al. (1989).

**Tableau 2** - Consommation moyenne d'aliment et performances de croissance des porcelets après sevrage dans l'expérience 1 et 2, respectivement.

	Expérience 1				Expérience 2				
	Régimes		Analyse statistique (1)		Régimes			Analyse statistique (1)	
	Témoin	3% FPC	Rég.	ETR	Témoin	3% FPC	6% FPC	Rég.	ETR
<b>1<sup>ère</sup> période</b>	<b>0-14 jours</b>				<b>0-21 jours</b>				
Poids initial (kg)	7,5	7,5	NS	0,04	7,2	7,3	7,3	NS	0,69
Gain de poids (g/j)	216	220	NS	27,6	306	314	317	NS	31,7
Consommation (g/j)	400	405	NS	53,2	432	450	450	NS	33,2
Indice de consommation	1,86	1,87	NS	0,22	1,42	1,45	1,43	NS	0,09
<b>2<sup>ème</sup> période</b>	<b>15-35 jours</b>				<b>22-42 jours</b>				
Poids initial (kg)	10,5	10,6	NS	0,40	13,7	13,9	14,0	NS	0,59
Poids final (kg)	22,6	22,9	NS	1,15	26,6	26,9	27,7	NS	1,58
Gain de poids (g/j)	574	588	NS	44,0	615	616	654	NS	53,3
Consommation (g/j)	879	869	NS	56,7	1039	1047	1105	NS	81,1
Indice de consommation	1,54	1,48	NS	0,10	1,69	1,70	1,69	NS	0,05

(1) Rég. : effet du régime ; ETR : écart type résiduel du modèle.

sance rapide avec un PV de 23 kg à 66 jours d'âge. Le remplacement du dextrose par de la FPC n'entraîne de différence significative ni pour la consommation d'aliment, ni pour le gain de poids ou l'indice de consommation, dans la première période après sevrage (tableau 2). Des résultats similaires

entre traitements sont également observés pendant la 2<sup>ème</sup> période. Malgré l'absence d'antibiotiques promoteurs de croissance dans l'aliment et l'utilisation d'un bâtiment non désinfecté, aucun cas grave de diarrhée en période de post-sevrage n'est observé.

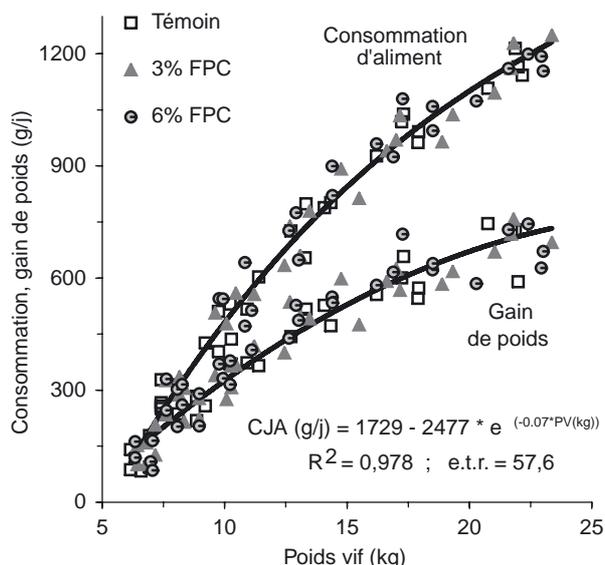
## 2.2. Expérience 2

La consommation d'aliment par porcelet augmente régulièrement à partir de 235 g/j en moyenne pour la première semaine après sevrage jusqu'à 1250 g/j au cours de la sixième (figure 1). En conséquence, la vitesse de croissance augmente également régulièrement de 172 g/j au cours de la première semaine jusqu'à 722 g/j au cours de la sixième et les porcelets atteignent 27 kg PV à 66 jours. Par ailleurs, les données de consommation d'aliment (CJA) obtenues également permettent d'établir une équation de prédiction de la consommation individuelle après sevrage pour des porcelets logés en groupe en fonction de leur PV :

$$CJA \text{ (g/j)} = 1729 - 2477 * e^{(-0.07 * PV \text{ (kg)})} ; R^2 = 0,978 ; \text{écart type résiduel} = 57,6 \text{ g/j}$$

Toutefois, aucune différence significative de performances n'est observée entre traitements pour la période immédiatement après le sevrage (tableau 2). Cependant, on observe dans la deuxième période que les porcelets ayant reçu auparavant le régime avec 6% FPC ont une consommation moyenne d'aliment plus élevée (+62 g/j) et une vitesse de croissance supérieure (+40 g/j) aux animaux des autres groupes. Finalement, les indices de consommation sont parfaitement similaires entre traitements dans les deux périodes (1,43 et 1,70, respectivement).

**Figure 1** - Evolution de la consommation journalière d'aliment (CJA ; g/j) et du gain de poids vif après un sevrage à 3 semaines, pour des porcelets logés en groupes (expérience 2).



Malgré le challenge microbiologique provoqué par le logement des porcelets dans un bâtiment «sale» et l'absence d'antibiotique dans les régimes, tous les cas de diarrhées observées sont de niveau 1 ou 2, donc peu sévères. Néanmoins, un nombre plus élevé de diarrhées de niveau 2 est observé chez les porcelets des groupes témoin et 3% FPC comparés à ceux du groupe 6% FPC (tableau 3). Leur durée est également plus élevée. En prenant le traitement témoin

comme référence, on observe que les traitements avec 3 et 6% FPC réduisent respectivement de 20 et 33% la prévalence des diarrhées.

## 3. DISCUSSION

### 3.1. Performances de croissance et consommation d'aliment

En général, les résultats observés lors de l'addition de la FPC dans les aliments sont en accord avec ceux obtenus auparavant par d'autres chercheurs chez le porcelet (PIVA et al., 1978 ; SANTI et al., 1987) et chez le porc en croissance-finition (LANZA et al., 1983). La FPC n'entraîne en aucun cas de réduction des performances. La farine de caroube contient un niveau très élevé de sucres stimulant potentiellement la palatabilité et l'arôme des régimes et donc la consommation d'aliment. Ceci ne s'observe pas ici, mais il sera important de remarquer que les 2 régimes témoins contenant respectivement 12 et 6% de lactosérum doux, sont très riches en lactose favorisant aussi la consommation. À contrario, les tanins apportés par la FPC peuvent entraîner une réduction de la palatabilité et de la consommation, comme observé chez les oiseaux (BULLARD et ELIAS, 1980). De tels résultats n'ont pas non plus été observés antérieurement chez le porc nourri avec des sorghos riches en tanins (COUSINS et al., 1981 ; LIZARDO et al., 1995). Ces observations semblent suggérer que le porc n'est pas aussi sensible à l'astringence apportée par les tanins des régimes que le rat ou les volailles (JANSMAN, 1993 ; BRUFAU et al., 1998). Par ailleurs, des résultats anciens sur l'utilisation du caroube chez les volailles ont montré que les tanins présents dans les régimes entraînaient une réduction de la croissance (VOHRA et KRATZER, 1964). Cependant, les régimes utilisés n'étaient pas formulés sur la base de l'énergie métabolisable et les différences de croissance observées pouvaient être dues à la différence de contenu énergétique, plutôt qu'aux tanins eux-mêmes (SAHLE et al., 1992). En effet, si les animaux ont la possibilité de compenser le faible contenu énergétique de la FPC par une augmentation de leur ingestion d'aliment, aucun effet négatif n'est observé sur la croissance des agneaux, des chevreaux ou des veaux (LOUCA et PAPAS, 1973 ; LANZA et al., 2001). En outre, les protéines de la FPC sont très riches en proline, aspartate et glutamate, et déficientes en acides aminés soufrés (LANZA et al., 1983 ; SAURA-CALIXTO, 1988). Les tanins se liant préférentiellement aux protéines riches en proline (MEHANSHO et al., 1987 ; JANSMAN, 1993) peuvent rendre indisponibles les protéines de la FPC (faible contenu) ou éventuellement d'autres protéines apportées par les différents ingrédients. Cependant, la supplémentation avec des acides aminés de synthèse, en particulier avec de la méthionine, a pu contribuer à améliorer ou masquer les différences de croissance.

### 3.2. Les diarrhées de post-sevrage

Les désordres digestifs et les diarrhées de post-sevrage en particulier sont la cause d'importantes pertes économiques affectant l'élevage du porc un peu partout dans le monde (SVENSMARK et al., 1989). Même si des sérotypes *Escherichia coli* spécifiques ont un rôle majeur dans l'étiolo-

**Tableau 3** - Prévalence des diarrhées pendant les 3 semaines après sevrage dans l'expérience 2.

	Régimes			Analyse statistique	
	Témoin	3% FPC	6% FPC	Régime	ETR
<b>Porcelets par traitement</b>	20	20	20		
ayant eu la diarrhée	16	15	17	-	-
ayant une diarrhée type 2	5	6	3	-	-
<b>Durée</b>					
par porcelet (j)	2,52	2,23	1,73	NS	1,60
en % durée totale	9,76	8,09	7,14	NS	7,73
<b>Prévalence</b>					
Note de gravité x nombre jours (1)	3,14	2,69	1,98	NS	2,29
en % du témoin	100,0	80,4	66,7	-	-

(1) gravité notée de 0 (féces normales) à 5 (féces liquides)

gie, le niveau d'hygiène, la conduite du troupeau et la gestion de l'élevage, aussi bien que la consommation d'aliment dans la première semaine après le sevrage, sont fortement associés avec la prévalence des diarrhées (MADEC et al., 1998). Les tanins de la caroube sont des astringents naturels qui s'utilisent régulièrement dans la prévention et le traitement des diarrhées non spécifiques chez l'enfant (LOEB et al., 1989). Les diarrhées observées n'ont pas atteint un stade de gravité élevé et les expériences réalisées ne permettent pas de conclure à l'effet bénéfique des tanins ou de la caroube dans son ensemble. Malgré cela et à la lumière des observations réalisées, l'interaction entre les sucres et les tanins dans la régularisation du processus digestif peut être supposée. Par ailleurs, une réduction du pH dans le cæcum et des bactéries coliformes dans l'intestin grêle et le cæcum ont été déjà observées chez le porcelet nourri avec des régimes contenant de la FPC (SANTI et al., 1987). Donc, la FPC peut jouer un rôle préventif contre les diarrhées du porcelet en post-sevrage et présente par ailleurs des propriétés nutritionnelles intéressantes.

## CONCLUSION

A partir des présents résultats, il semble que la farine de caroube soit un produit parfaitement adapté à l'alimentation des porcelets. Son incorporation jusqu'à un niveau de 6% dans les régimes s'avère très utile dans le soutien de la consommation, de la croissance et de la santé en post-sevrage. Néanmoins, des recherches sont encore nécessaires pour confirmer que les tanins n'affectent pas négativement les performances de croissance en l'absence de lactosérum et pour déterminer plus exactement son rôle dans la prévention des diarrhées du porcelet après sevrage.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Dr A. Aumaître pour son aide dans la révision du texte, la « CIRIT (Comisión Interdepartamental per a la Recerca i Tecnologia - Ref. GRQ93-9804 ; Espagne) pour son soutien financier ainsi que le personnel technique de l'IRTA pour l'expérimentation et les analyses de laboratoire.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> edition, AOAC, Washington DC, 1230p.
- AVALLONE R., PLESSI M., BARALDI M., MONZANI A., 1997. J. Food Comp. Anal., 10, 166-172.
- BRUFAU J., BOROS D., MARQUARDT R.R., 1998. Br. Poultry Sci., 39, 97-105.
- BULLARD R.W., ELIAS D.J., 1980. In : «Polyphenols in cereals and legumes», J.H. Hulse (Eds), IDRC éd., Ottawa, 43-49.
- COUSINS B.W., TANSKLEY JR. T.D., KNABE D.A., ZEBROWSKA T., 1981. J. Anim. Sci., 53, 1524-1537.
- JANSMAN A.J.M., 1993. Tannins in faba beans (*Vicia Faba L.*): antinutritional properties in monogastric animals. Ph.D. dissertation Thesis, University of Wageningen, The Netherlands, 207p.
- LANZA Á., D'URSO G., LANZA E., ALEO C., 1983. Técnica Agrícola, 35, 115-127.
- LANZA M., PRIOLO A., BIONDI L., BELLA M., BEN SALEM H., 2001. Anim. Res., 50, 21-30.
- LEROY, A., 1929. Élevage rationnel des animaux domestiques. Hachette éd., 448p.
- LIZARDO R., PEINIAU J., AUMAITRE A., 1995. Anim. Feed. Sci. Technol., 56, 67-82.
- LOEB H., VANDENPLAS Y., WURSCH P., GUESRY P., 1989. J. Pediatric Gastroenterol. Nutr., 8, 480-485.
- LOUCA A., PAPAS A., 1973. Anim. Prod., 17, 139-146.
- MADEC F., BRIDOUX N., BOUNAIX S., JESTIN A., 1998. Preventive Vet. Med., 35, 53-72.
- MEHANSHO H., BUTLER L., CARLSON D.M., 1987. Ann. Rev. Nutr., 7, 423-440.
- NOBLET J., FORTUNE H., DUBOIS S., HENRY Y., 1989. Nouvelles méthodes d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc. INRA éd., Paris, 106p.
- PIVA G., SANTI E., AMERIO M., 1978. Riv. Suinicoltura, 19, 43-46.
- PRICE M.L., VAN SCOYOC S., BUTLER L.G., 1978. J. Agric. Food Chem. 26, 1214-1218.
- SAHLE M., COLEOU J., HAAS, C., 1992. Br. Poultry Sci., 33, 531-541.
- SANTI E., CERIOLI C., SPERONI M., MORLACCHINI M., DELLAGLIO F., 1987. Riv. Suinicoltura, 28, 97-101.
- SAURA-CALIXTO, F., 1988. J. Food Sci., 53, 1769-1771.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990. User's guide : statistics. Version 6. Statistical analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.
- SVENSMARK B., NIELSEN K., WILLEBERG P. JORSAL S.A., 1989. Acta Vet. Scand., 30, 55-62.
- VOHRA P., KRATZER F.H., 1964. Poultry Sci., 43, 790-792.
- WURSCH P., 1987. In : «Proceedings of the II Int. Carob Symposium», P. Fito, A. Mulet (Eds), 29 sep-1 oct., Valencia, Consejería d'Agricultura i Pesca, 621-628.