

## INFLUENCE DES TANINS DU SORGHO SUR LA CROISSANCE, LA DIGESTIBILITÉ DES CONSTITUANTS DE LA RATION ET L'ACTIVITÉ DES ENZYMES PANCRÉATIQUES ET INTESTINALES CHEZ LE PORCELET

R. LIZARDO, Jany PEINIAU, Y. LEBRETON, A. AUMAITRE

Institut National de la Recherche Agronomique  
Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

Deux régimes à base des variétés de sorgho, *Bianco* et *Rosso I*, contenant 0,16 et 0,43% de tanins exprimés sous forme catechine, ont été testés par rapport à un régime à base de maïs, dans une expérience de croissance, chez le porcelet entre le sevrage à 21 jours et le poids de 25 kg. Les performances de croissance sur l'ensemble de la période, gain moyen quotidien, consommation journalière d'aliment et indice de consommation, ont été similaires pour tous les régimes, soit: maïs, 426g, 665g et 1,6; sorgho *Bianco*, 434g, 655g et 1,5; et sorgho *Rosso I*, 431g, 682g et 1,6. Ces résultats peuvent amener à conclure que le sorgho peut être utilisé au même taux que le maïs, dans les régimes de sevrage pour le porcelet.

Dans une deuxième expérience on a étudié l'effet des tanins sur la digestibilité des constituants de la ration et sur l'activité des enzymes pancréatiques et intestinales. Trois variétés de sorgho, *Argence+Rosato*, *Rosso II* et *Argor*, contenant respectivement 0,31, 0,92 et 4,01% de catechine ont été comparées au maïs, chez le porcelet entre 21 et 56 jours d'âge. On a mesuré sur 28 mâles castrés, la digestibilité totale (28 à 35 jours) et iléale (42 à 56 jours). Les animaux ont été abattus à la fin de l'expérience et le pancréas et la muqueuse intestinale prélevés pour la mesure de l'activité enzymatique. La digestibilité fécale de tous les constituants est réduite par la présence des tanins dans les régimes ( $P < 0,01$ ). Une tendance similaire est observée pour la digestibilité iléale; ainsi le CUD de l'énergie est significativement diminué par les tanins ( $P < 0,05$ ). Dans le pancréas, l'activité de la chymotrypsine ( $P < 0,05$ ) et celle de la lipase (NS) sont augmentées et celle de la trypsine (NS) diminuée. Dans la muqueuse intestinale, seule l'activité de la  $\gamma$ -glutamyl transférase a été affectée: elle est en général réduite en présence des tanins ( $P < 0,05$ ). Ainsi, la réduction de la digestibilité est le reflet d'une action double des tanins sur la digestion des constituants de la ration et sur une modification de l'activité des enzymes digestives.

Le sorgho incorporé à des régimes bien équilibrés en protéine et en acides aminés, est bien accepté par le porcelet et permet d'obtenir de bonnes performances. Cependant la présence de tanins dans certaines variétés entraîne un gaspillage des constituants et notamment de l'azote.

### **Influence of sorghum tanins on growth, digestibility, pancreatic and intestinal enzyme activities in the weaning piglet**

In a feeding trial conducted on weaned piglets between 21 days of age and 25kg of live weight, two diets based on sorghum varieties *Bianco* and *Rosso I*, containing 0.16 and 0.43% of catechin, respectively, were compared to a control diet based on maize. Average daily gain, feed intake and feed conversion ratio, for the overall period were similar between diets, being 426g, 665g and 1.6, 434g, 655g and 1.5, 431g, 682g and 1.6, for diets based on maize (control), sorghum *Bianco* and sorghum *Rosso I*, respectively. These results indicate that sorghum could be used in starter diets for piglets weaned at 21 days at the same level as maize.

In a second experiment conducted on piglets between 21 and 56 days of age, the effect of sorghum tanins was tested on the digestibility of feed components and on pancreatic and intestinal enzyme activities. Sorghum varieties, *Argence+Rosato*, *Rosso II* and *Argor*, contained 0.31, 0.92 and 4.01% of catechin, respectively were used in comparison

with maize. Twenty-eight castrated males were used for fecal (28-35 days) and ileal (42-56 days) digestibility measurements. All animals were sacrificed at the end of the experiment, the pancreas and brush border membrane of the small intestine were sampled for enzymatic activity measurements. For all components, fecal digestibility was significantly reduced by the presence of tanins in diets ( $P < 0.01$ ). A similar tendency was observed on ileal digestibility but only the coefficient for energy was significantly reduced by tanins ( $P < 0.05$ ); opposite to that the ileal digestibility of starch was not affected by the presence of tanins. In the pancreas, the activity of chymotrypsin ( $P < 0.05$ ) was increased as well as that of lipase (NS) but that of trypsin was non significantly reduced by the presence of dietary tanin. In the brush border membrane, only the activity of  $\gamma$ -glutamyl transferase was affected by tanins in the diet ( $P < 0.05$ ). Thus the decrease in fecal and ileal digestibility was the result of a double effect of tanins on feed components, particularly protein and on activity of digestive enzymes.

In starter diets well balanced in protein and amino acids, sorghum containing a low amount of tanins could be included and provides similar performance that maize. However the presence of dietary tanin induced a wastage of nitrogen.

## INTRODUCTION

La présence de tanins dans le grain de sorgho semble être responsable d'une réduction du gain de poids et d'une augmentation de l'indice de consommation chez le porc en croissance quand on l'alimente avec un régime à base de cette céréale (ALMOND et al., 1979). Les résultats des expériences réalisées avec des porcelets jusqu'à 25kg sont parfois divergents mais ils montrent en général très peu d'effet sur la croissance (COMBS et WALLACE, 1975; FÉKÉTÉ et CASTAING, 1987 ; MYER et GORBET, 1992). La comparaison entre régimes à base de sorgho ou de maïs ne montre pas non plus de différence si on les complète avec une source de protéine équilibrée couvrant avec un léger excès les besoins en protéines et en acides aminés (POND et MANER, 1984).

Les tanins du sorgho sont des molécules phénoliques complexes, sous forme condensée d'un polymère de procyanidine (GUPTA et HASLAM, 1980). Ils forment des complexes insolubles protéine-tanin dans le grain ou dans le tractus digestif des animaux (BUTLER et al., 1984). Ceci conduit à une réduction de la digestibilité apparente des constituants alimentaires, principalement de l'azote mais aussi de l'énergie, chez le porc (NOLAND et al., 1976 ; COUSINS et al., 1981). La valeur nutritionnelle du sorgho produit en France a été évaluée en fonction de son contenu en tanins, exprimé en pourcentage d'acide tannique: une réduction linéaire de la digestibilité apparente fécale (DAF) de l'azote et de l'énergie a été observée ( $r=-0,89$  et  $r=-0,86$ ,  $P<0,01$ ) (PEREZ et

BOURDON, 1984). Très peu de données sont disponibles concernant les effets des tanins sur le processus de digestion chez le porcelet. Les porcelets sevrés à 21 jours sont connus pour avoir un tractus digestif immature et une capacité de biosynthèse des enzymes pancréatiques limitée (CORRING, 1974). L'inhibition de la digestion enzymatique des protéines alimentaires dans le tractus digestif peut être une explication de la faible digestibilité fécale et peut être de la digestibilité iléale expliquant aussi la réduction des performances.

Deux expériences ont été réalisées pour mesurer l'influence d'une distribution précoce de régimes à base de variétés commerciales de sorgho, contenant différents teneurs en tanins, sur les performances zootechniques, la digestibilité des composants de la ration et l'activité des enzymes pancréatiques et intestinales chez le porcelet.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Sorgho

Six échantillons de variétés commerciales de sorgho *Bianco*, *Rosso I*, *Pau*, *Argence+Rosato*, *Rosso II* et *Argor* avec des teneurs variables en tanins ont été utilisés dans les expériences 1 et 2 (tableau 1). La valeur en tanins, exprimée en équivalent catéchine, a été déterminée dans les grains de sorgho par la méthode de la vanilline-HCl après extraction dans le méthanol (BURNS, 1971). Les variétés, classées respectivement dans le même ordre, contiennent 0,16 ; 0,43 ; 0,22 ; 0,31 ; 0,92 ou 4,01% de catéchine.

**Tableau 1** - Composition(1) et analyse des composants des régimes expérimentaux(2) (g/kg aliment)

	Expérience 1						Expérience 2			
	21-42 jours			42-63 jours			21-56 jours			
	Maïs	Bianco	Rosso I	Maïs	Bianco	Rosso I	Maïs	Argence +Rosato	Rosso II	Argor
<b>Ingrédients</b>										
Maïs	560	-	-	650	-	-	810	-	-	-
Sorgho	-	560	560	-	650	650	-	810	810	810
Tourteau de soja	350	350	350	280	280	280	-	-	-	-
Farine de poisson	-	-	-	-	-	-	150	150	150	150
Huile végétale	35	35	35	23,5	23,5	23,5	-	-	-	-
Carbonate de calcium	3	3	3	12	12	12	13	13	13	13
Phosphate bicalcique	24	24	24	18	18	18	14	14	14	14
L-Lysine HCl	3,5	3,5	3,5	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5
DL-Méthionine	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitamines/minéraux(3)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Analyse chimique</b>										
Tanin(4)	-	0,09	0,24	-	0,10	0,28	-	0,25	0,75	3,25
Matière sèche	875	880	873	889	892	883	893	889	888	902
Cendres	63	62	64	52	56	57	59	62	64	65
Protéine brute	215	218	223	193	194	195	164	169	171	177
Énergie brute (MJ/kg)	16,5	16,4	16,3	16,7	16,6	16,1	16,1	15,7	16	15,7

(1) Composition selon les recommandations INRA (1989)

(2) Chaque régime sorgho correspond à une variété commerciale différente

(3) Fournissant par kg d'aliment: vitamine A, 10000 UI ; vitamine D3, 2000 UI ; vitamine E, 75 UI ; vitamine K3, 1 mg ; vitamine B1, 4 mg ; vitamine B2, 10 mg ; vitamine B6, 10 mg ; acide nicotinique, 30 mg ; vitamine C, 40 mg ; vitamine B12, 50 µg ; biotine, 200 µg ; acide pantothénique, 1,8 mg ; choline, 798 mg ; Fe, 95 mg ; Zn, 102 mg ; Cu, 20 mg ; Mn, 40 mg ; Co, 2,1 mg ; I, 1,2 mg ; mecadox 50 mg ; et maltodextrines, 6,935 g

(4) En % de catéchine, selon Burns (1971)

## 1.2. Animaux et protocole expérimental

Dans l'expérience 1 on a utilisé dix-huit porcelets mâles castrés et dix-huit femelles Large White x Piétrain issus de 6 portées et sevrés à 21 jours d'âge, avec un poids moyen de  $7,1 \pm 0,97$  kg. Ils ont été répartis selon un dispositif en blocs complets dans les 3 traitements, en fonction de la portée d'origine et du poids, recevant l'un des trois régimes expérimentaux à base de maïs (témoin) ou d'une des variétés de sorgho *Bianco* et *Rosso I* (tableau 1). L'expérience se terminait quand les animaux atteignaient 25 kg de poids vif.

Dans l'expérience 2, vingt-huit porcelets mâles castrés, Large White, avec un poids initial de  $7,2 \pm 1,4$  kg ont été mis en expérience dans un bloc complet appliqué à quatre traitements correspondants aux quatre régimes expérimentaux, à base de maïs ou de sorgho des variétés *Argence+Rosato*, *Rosso II* et *Argor*, avec des taux croissants en tanins (0,31; 0,92 et 4,01 respectivement). Les porcelets ont été sevrés à 21 jours d'âge et logés dans des cages à métabolisme individuelles. Après une période d'adaptation d'une semaine, les fèces et l'urine ont été collectés pendant la période comprise entre 28 et 35 jours d'âge. A la fin de la période de collecte fécale, les animaux ont subi une anastomose iléo-rectale (BENGALA-FREIRE et al., 1988). Après une période de 7 jours de récupération et de réalimentation progressive, ils ont été utilisés dans deux périodes consécutives de collecte du chyme iléal, correspondant à 42-49 et 49-56 jours d'âge. Dix femelles additionnelles des mêmes portées et avec un poids de  $7,3 \pm 1,3$  kg au sevrage, logées individuellement et nourries dans les mêmes conditions, ont été utilisées en même temps pour la détermination de la digestibilité fécale des régimes maïs (témoin) et du sorgho *Rosso II*, entre 28-35 et 49-56 jours d'âge, respectivement. La comparaison de l'effet de l'âge sur la digestibilité fécale apparente des constituants alimentaires et la comparaison des mesures fécales et iléales à âge identique (49-56 jours) a été réalisée en considérant que l'effet sexe sur la digestibilité est non significatif (REIS DE SOUZA et al., 1994).

Les coefficients de digestibilité fécale et iléale ont été exprimés pour les constituants alimentaires majeurs à partir des mesures réalisées sur l'aliment, les fèces et le chyme iléal. La matière sèche, la matière organique, l'azote et l'énergie ont été mesurées selon les procédures classiques de laboratoire. L'amidon a été mesuré seulement dans l'aliment et dans le chyme iléal par la méthode enzymatique.

## 1.3. Régimes et distribution d'aliment

Les animaux de l'expérience 1 ont été nourris *ad libitum* et les refus récupérés et pesés quotidiennement. Dans l'expérience 2, tous les porcelets ont été alimentés de la même façon entre traitements sur une base journalière de 30 g et 20 g d'aliment par kg de poids vif pendant la période de digestibilité fécale et iléale, respectivement. L'aliment était granulé à 2,5 mm de diamètre et a été distribué deux fois par jour en auge individuelle. L'eau était fournie *ad libitum* dans un abreuvoir automatique. L'aliment des animaux ayant subi l'anastomose iléo-rectale a été renforcé par un complexe minéral et vitaminique.

## 1.4. Prélèvements à l'abattage et analyses enzymatiques

Les porcelets de l'expérience 2 ont été abattus à la fin des périodes de mesure de digestibilité, après un jeûne de 16 h. Le

pancréas a été prélevé et préparé pour l'analyse de l'activité des enzymes pancréatiques,  $\alpha$ -amylase, trypsine, chymotrypsine et lipase selon les méthodes décrites par LHOSTE et al. (1993). Après dissection, l'intestin grêle a été prélevé, soigneusement vidé et rapidement échantillonné après rinçage au sérum physiologique. Trois segments de 80 cm ont été pris au niveau du duodénum, du jéjunum (1/2 de la longueur) et de l'iléon, complètement grattés et le mucus stocké à  $-25^{\circ}\text{C}$  jusqu'à l'analyse. On a mesuré l'activité de 3 peptidases, N-aminopeptidase, dipeptidyl peptidase IV et  $\gamma$ -glutamyl transférase ainsi que celle de la maltase et de la phosphatase alcaline selon les méthodes décrites par PEINIAU et al. (1994).

## 1.5. Analyse statistique

Les données ont été statistiquement analysées par la procédure GLM du logiciel SAS (1989). Après l'analyse de variance, le test de Student-Newman-Keuls a été utilisé dans la comparaison des moyennes observées pour chacun des traitements. Une équation de régression a été aussi calculée dans l'expérience 1, pour exprimer la quantité journalière d'aliment ingéré ( $Y$ ; g par jour) en moyenne par porcelet, en fonction de leur âge exprimé en jours ( $X$ ) après le sevrage à 21 jours.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Performances de croissance

Les données de l'expérience 1 ne montrent pas de différences entre régimes pendant la période de post-sevrage pour les performances de croissance des porcelets exprimées par le gain moyen quotidien, la quantité ingérée et l'indice de consommation (tableau 2). Par contre, la quantité d'aliment ingéré et le gain de poids ont été significativement améliorés dans le cas des animaux castrés par rapport aux femelles (figure 1) pendant la période de 42 à 63 jours. On observe alors une augmentation journalière linéaire de la consommation, de 31 g pour les femelles contre 42 g pour les castrés ( $P < 0,01$ ).

### 2.2. Digestibilité apparente fécale et iléale

La digestibilité apparente fécale des constituants alimentaires majeurs ne diffère pas entre les sexes pour les animaux qui ont reçu les régimes à base de maïs ou de sorgho *Rosso I*. Il n'existe pas non plus de différences significatives pour la DAF entre les périodes 28-35 et 49-56 jours d'âge. Dans le cas de l'azote on a trouvé une DAF de 85,9% pour les femelles et de 85,8% pour les castrés (NS) entre 28 et 35 jours; la valeur observée pour les femelles entre 49 et éventuellement 56 jours était de 87,2%. En conséquence, seules les valeurs moyennes de DAF observées pour les animaux castrés sont présentées au tableau 3 p. 214.

Il existe un effet significatif du régime sur la DAF de tous les constituants alimentaires majeurs. L'effet du taux en tanins a été clairement démontré en comparaison avec le régime témoin. Mais un faible taux de tanin, 0,25% de catéchine n'a pas significativement affecté l'utilisation digestive de l'aliment, excepté une légère tendance à la réduction de la DAF de l'azote. Cette dernière ( $Y_N$ ) et celle de l'énergie ( $Y_E$ ) sont en relation linéaire avec le taux en tanins ( $X$ ) des régimes, soit :

**Tableau 2** - Effets de l'utilisation du sorgho sur les performances des porcelets (Expérience 1)

	Régimes (1)			Sexe		Analyse statistique		
	Maïs	Bianco	Rosso I	Castrés	Femelles	Régime	Sexe	ETR
<b>Période totale</b>								
Poids initial (kg)	6,9	7,3	7,1	7,5	6,8	NS	*	0,97
Poids final (kg)	26,1	26,4	26,5	27,2	25,4	NS	*	2,53
Durée (jours)	45,1	44,1	45,1	43,9	45,6	NS	NS	2,83
Gain de poids (g/jour)	426	434	431	450	410	NS	*	52
Aliment ingéré (g/jour)	665	655	682	696	639	NS	**	67
Indice de consommation	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	NS	NS	0,10
<b>Période : 21-42 jours</b>								
Gain de poids (g/jour)	219	215	219	226	209	NS	NS	63
Aliment ingéré (g/jour)	302	320	315	326	300	NS	NS	65
Indice de consommation	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	NS	NS	0,20
<b>Période : 42-63 jours</b>								
Gain de poids (g/jour)	580	611	573	633	543	NS	*	56
Aliment ingéré (g/jour)	923	929	937	1000	858	NS	*	134
Indice de consommation	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	NS	NS	0,15

ETR : Écart-type résiduel ; Signification : \*\* :  $P < 0,01$  ; \* :  $P < 0,05$  ; NS : non significatif

(1) Voir le tableau 1 pour la composition des régimes et le contenu en tanins

$$Y_N = 87,32 - 2,19X ; r_N = -0,61 ; P < 0,01$$

$$Y_\varepsilon = 90,23 - 1,26X ; r_\varepsilon = -0,57 ; P < 0,01$$

La digestibilité apparente iléale a été inférieure à la digestibilité apparente fécale et les valeurs absolues reflètent un effet similaire. Toutefois la signification des différences est moins marquée, et seule la digestibilité apparente de l'énergie est significativement réduite ( $P < 0,05$ ). La DAI de l'amidon est très élevée (99%) et l'effet de la présence du sorgho dans les régimes n'est pas significative. La différence entre la DAF et la DAI de l'azote varie entre 5,9 et 10,9 points tandis que la même différence pour l'énergie varie seulement entre 3,5 et 6,0 points pour les valeurs extrêmes.

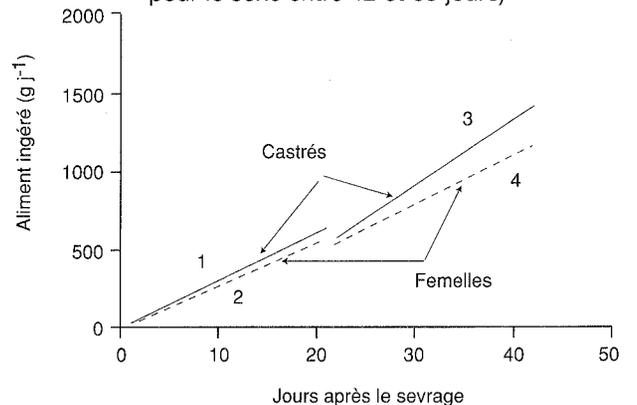
La rétention azotée, en général, n'est pas significativement affectée par la présence des tanins malgré la faible valeur observée pour le régime à base de sorgho *Rosso II*.

### 2.3. Enzymes pancréatiques et intestinales

L'intervention chirurgicale n'a pas modifié l'activité des enzymes, exprimée soit par g de tissu soit par mg de protéine. Le poids frais du pancréas, de l'intestin grêle et le contenu en protéines du pancréas n'ont pas été affectés par la présence du sorgho ou des tanins dans les régimes. Par contre le contenu en protéine de l'intestin grêle augmente avec le taux de tanins de la ration ( $P < 0,05$ ). L'effet principal des tanins a été une augmentation significative ( $P < 0,05$ ) de l'activité de la chymotrypsine pancréatique (tableau 4). Les activités de l'α-amylase et de la lipase augmentent aussi et celle de la trypsine diminue, mais non significativement.

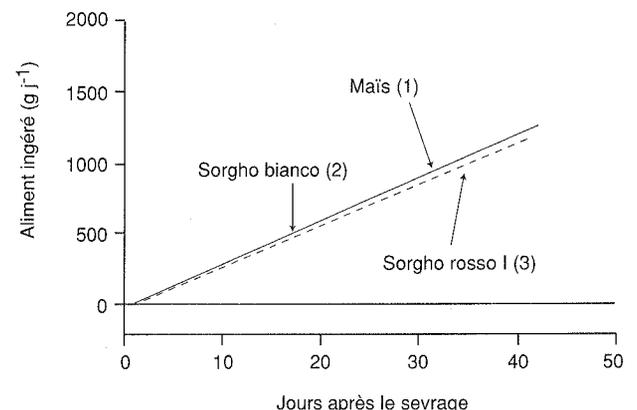
L'activité des enzymes intestinales est présentée sous forme de moyenne des valeurs observées pour les trois sites de l'intestin (tableau 4). L'opération chirurgicale n'affecte pas l'activité de ces enzymes. L'activité de la γ-glutamyl transférase a été réduite par la présence de sorgho ayant la plus forte teneur en tanins ( $P < 0,05$ ). Les trois peptidases ont une

**Figure 1** - Effet du sexe et du régime sur la consommation journalière d'aliment, chez le porcelet après le sevrage à 21 jours d'âge (la différence de pente de la droite de régression est significative à  $P < 0,01$ , pour le sexe entre 42 et 63 jours)



$$\text{Castrés : } 1- Y = -9,6 + 30,5x \quad 3- Y = -337,9 + 41,8x$$

$$\text{Femelles : } 2- Y = -1,9 + 27,5x \quad 4- Y = -135,9 + 31,1x$$



$$\text{Régimes } \begin{cases} 1- Y = -16,6 + 30,4x \\ 2- Y = -44,4 + 31,2x \\ 3- Y = -23,7 + 29,0x \end{cases}$$

**Tableau 3** -Influence des tanins du sorgho sur la digestibilité apparente fécale et iléale et la rétention azotée (Expérience 2)

	Régimes				Analyse statistique	
	Maïs	Argence	Rosso II +Rosato	Argor	Régime	ETR
<b>Digestibilité fécale (%)</b>						
Matière sèche	90,6a	91,1a	88,1b	87,8b	**	1,70
Matière organique	92,4a	93,2a	90,3b	89,8b	**	1,43
Azote	88,2a	86,9a	83,7b	81,0c	**	3,25
Énergie	90,7a	90,9a	87,9b	86,7b	**	1,96
<b>Rétention azotée</b>						
% N digestible	64,8	67,6	64,8	67,6	NS	6,56
g N par jour	3,7	3,9	3,7	3,5	NS	0,60
<b>Digestibilité iléale (1)</b>						
Matière sèche (%)	82,8	83,6	79,8	81,5	NS	2,91
Matière organique (%)	85,8	86,8	83,4	84,6	NS	2,50
Azote (%)	77,3	78,3	74,7	75,2	NS	4,72
Énergie (%)	85,1a	85,8a	81,9b	83,2b	*	2,44
Amidon (%)	99,0	99,0	99,1	99,1	NS	0,41
<b>Rétention azotée</b>						
% N digestible	74,7	70,2	67,5	70,6	NS	6,93
g N par jour	5,2a	4,9a	4,5b	5,3a	*	1,80

ETR : Écart-type résiduel ; Signification : \*\*:  $P < 0,01$  ; \* :  $P < 0,05$  ; NS : non significatif .

Les valeurs avec une lettre différente sur la même ligne diffèrent significativement à  $P < 0,05$

(1) L'effet période étant NS les valeurs présentées sont la moyenne des deux périodes

activité minimale dans le duodénum comparée avec celle des deux autres sites mais il n'existe pas d'interaction entre l'effet site et l'effet traitement.

### 3. DISCUSSION

#### 3.1. L'effet du sorgho sur les performances

En général, les performances des porcelets ne sont pas affectées par l'utilisation du sorgho dans les rations comme l'avaient déjà observé COMBS et WALLACE (1975), FÉKÉTÉ et CASTAING (1987) et MYER et GORBET (1992). L'absence d'effet tanin est peut-être dû à un apport très important de protéine dans les régimes et au niveau de lysine et de méthionine légèrement en excès par rapport aux besoins (INRA, 1989). Dans nos conditions, le sorgho apporte seulement 25 à 30% du contenu total en protéine de la ration. On peut alors conclure que les tanins n'ont pas d'effet dépressif sur la croissance des porcelets. Donc, le sorgho peut être incorporé dans les régimes de 1er et 2ème âge, au moins au même niveau que celui du maïs, sans compromettre la croissance.

Durant le 1er âge, la quantité d'aliment ingérée a été similaire pour les deux sexes. Cependant en 2ème âge, elle augmente plus rapidement chez les animaux castrés que chez les femelles. Une différence dans le poids de départ peut en partie expliquer ce comportement, mais les données sont intéressantes à utiliser dans la pratique de l'alimentation du porcelet après un sevrage précoce. On peut penser que la différence s'explique par une variation de l'appétit et un

développement différent des tissus musculaire et adipeux entre les deux sexes.

#### 3.2. Effet du sorgho et de ses tanins sur la digestibilité apparente des constituants alimentaires

Les données montrent l'effet dépressif du sorgho sur la DAF chez le porcelet, en accord avec ce qui se passe chez le porc en croissance (ALMOND et al., 1979 ; NOLAND et al., 1981 ; PEREZ et BOURDON, 1984). La conclusion principale à retirer est le gaspillage probable des constituants alimentaires, en particulier de l'azote et de l'énergie, provoqué par les tanins. L'effet des tanins sur la  $DAF_N$  est limité, à -2,19% pour chaque point de catéchine comparé avec les -6,2% par point d'acide tannique observé chez le porc en croissance par PEREZ et BOURDON (1984). Il semble donc que la mesure de la  $DAF_N$  soit un critère très sensible de l'effet dépressif des tanins de sorgho incorporés dans les aliments du porc ou du porcelet.

Les données de la DAI sont beaucoup plus variables, malgré une collecte totale du chyme iléal réalisée sur deux périodes successives de 7 jours chacune. Comme conséquence, l'effet des tanins n'a pas été significatif mais les résultats obtenus varient de façon similaire à ceux de la DAF et on observe clairement une chute de la DAI pour les régimes renfermant les variétés les plus riches en tanins. La valeur maximum de la différence DAF-DAI est observée pour le régime témoin, la valeur minimum est observée pour le régime le plus riche en tanins. Une telle observation qui recoupe les données de COUSINS et al. (1981) est difficile à expliquer.

Pour l'amidon, constituant majeur des régimes, on a trouvé

**Tableau 4** - Influence des tanins du sorgho sur l'activité des enzymes pancréatiques et intestinales (56 jours d'âge)  
(Expérience 2)

	Régimes				Analyse statistique	
	Maïs	Argence +Rosato	Rosso II	Argor	Régime	ETR
<b>Données d'abattage (1)</b>						
Poids vif (kg)	9,4	8,5	9,2	8,4	NS	1,17
Pancréas (g)	19,7	19,7	20,6	19,5	NS	3,12
Protéines du pancréas (mg/g)	195	177	206	186	NS	19,1
Intestin grêle (g)	351,3	328,6	321,1	329,4	NS	47,9
Protéines de l'intestin grêle (mg/g)	95b	115ab	101b	121a	*	27
<b>Enzymes pancréatiques (UI/mg protéine)</b>						
Amylase	850	960	970	850	NS	160
Trypsine	1,93	1,73	1,48	1,59	NS	0,36
Chymotrypsine	18,29b	23,42ab	18,93b	24,18a	*	3,78
Lipase	1,98	2,17	2,57	2,39	NS	0,70
<b>Enzymes intestinales (UI/mg protéine)</b>						
Maltase	0,17b	0,14b	0,25a	0,11b	**	0,10
$\gamma$ -Glutamyl transférase	29,7b	15,6a	31,2b	14,5a	**	13,7
N-aminopeptidase	31,2	37,5	37,2	36,9	NS	19,5
Dipeptidyl peptidase IV	66,8	48,8	60,9	53,2	NS	33,1
Phosphatase alcaline	458,7	413,4	429,9	370,9	NS	182,9

ETR: Écart-type résiduel ; Signification : \*\*:  $P < 0,01$  ; \* :  $P < 0,05$  ; NS : non significatif

Les valeurs avec une lettre différente sur la même ligne diffèrent significativement à  $P < 0,05$

(1) Les valeurs présentées sont la moyenne de 7 animaux castrés dans chaque groupe

des valeurs de DAI très élevées (>99%), signifiant une digestion complète à la fin de l'iléon. Ces résultats infirment l'hypothèse de NOLAND et al. (1976) chez le porc en croissance, concernant un effet possible des tanins sur l'amidon *in vivo* et aussi avec ce qui a été observé *in vitro* sur l'inhibition de l'activité de l' $\alpha$ -amylase par les tanins (DESPHANDE et SALUNKHE, 1982). Par contre nos résultats obtenus sur des aliments ayant subi une granulation sont en accord avec ceux de JANSMAN et al. (1993) qui suggèrent que la réaction glucide-tanin n'a pas lieu *in vivo* en présence d'autres molécules ayant une affinité plus importante pour les tanins. En plus, un effet positif de la granulation des rations a pu intervenir sur la DAI de l'amidon (BENGALA FREIRE et al. 1988).

### 3.3. Réponse des enzymes digestives aux tanins de sorgho

Le poids et le contenu en protéines du pancréas ne sont pas affectés par la présence des tanins mais l'activité de la chymotrypsine et à un moindre degré celles de l' $\alpha$ -amylase et de la lipase augmentent. Les essais *in vitro* ont montré une forte capacité d'inhibition des tanins sur les différentes enzymes (BUTLER et al., 1984) et une inhibition des enzymes pancréatiques dans la lumière intestinale a été aussi observée chez le porcelet et le poulet (AHMED et al., 1991 ; LONGSTAFF et McNAB, 1991). Les mesures d'activité de la trypsine dans le pancréas montrent une tendance à la réduction de son activité, en accord avec JANSMAN et al. (1993) qui ont observé une réduction significative de l'activité de cette enzyme dans le chyme intestinal des animaux ayant reçu des régimes contenant des tanins de féverole. On peut émettre l'hypothèse d'une stimulation spécifique de la biosyn-

thèse, notamment de la chymotrypsine au niveau du pancréas, consécutive à une inhibition de son activité dans la lumière intestinale, *via* un rétrocontrôle positif (CORRING, 1974).

Au contraire, la réponse des enzymes intestinales n'est pas claire. Seule l'activité de la  $\gamma$ -glutamyl transférase a été significativement altérée et plutôt par la présence du sorgho que par le taux de tanins. L'activité de la phosphatase alcaline n'a pas été réduite dans l'intestin contrairement à ce qui se passe *in vitro* (BUTLER et al., 1984). En général, l'activité des autres enzymes et principalement des peptidases n'a pas été modifiée par la présence des sorghos ou de leurs tanins. L'absence d'une réponse claire sur l'activité enzymatique de la bordure en brosse et le seul effet sur la  $\gamma$ -glutamyl transférase amènent à penser que les tanins n'ont pas d'effet sur la digestion finale des protéines mais peuvent interférer sur le transfert ultime des petits peptides et des acides aminés vers l'entérocyte.

### CONCLUSION

Les résultats indiquent qu'il faut observer avec attention l'incorporation de sorgho avec un contenu élevé en tanins dans les régimes pour le porcelet. Le mécanisme le plus important semble être associé à la formation de complexes avec les protéines alimentaires avant leur digestion par les enzymes pancréatiques ou un blocage partiel de l'activité de celles-ci dans l'intestin grêle. De plus on peut supposer une interférence sur l'absorption intestinale des peptides et acides aminés, qui entraîne une réduction de la digestibilité et en conséquence des pertes importantes d'azote. L'augmenta-

tion de l'excrétion de ce dernier composé peut ainsi contribuer à l'augmentation des rejets, donc à la pollution de l'environnement, dans certaines régions où les élevages porcins sont fortement concentrés.

## REMERCIEMENTS

La Société Ralston Purina Europe Inc. (J. VAN EYS) et l'AGPM (J. CASTAING) pour la fourniture des sorghos et

Dr. LECLERC (Ralston Purina France) pour la détermination du taux de tanins.

Le soutien financier du Programme Science de la JNICT - Junta Nacional de Investigaçao Cientifica e Tecnologica (Portugal) accordé à R. LIZARDO.

L'assistance de J.P. PRIGENT, M. LEFÈVRE et M. MASSARD pour l'expérimentation animale.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHMED, A.E., SMITHARD, R., ELLIS, M., 1991. *Br. J. Nutr.*, 65: 189-197.
- ALMOND, M., SMITH, W.C., SAVAGE, G.P., LAWRENCE, T.L.J., 1979. *Anim. Prod.*, 29: 143-150.
- BENGALA FREIRE, J., PEINIAU, J., LEBRETON, Y., AUMAITRE, A., 1988. *Livest. Prod. Sci.*, 20: 233-247.
- BURNS, R.E., 1971. *Agron. J.*, 63: 511.
- BUTLER, L., RIEDL, D.J., LEBRYK, D.G., BLYTT, H.J., 1984. *JAOCS*, 61: 916-920.
- COMBS, G.E., WALLACE, H.D., 1975. *Flor. Agr. Expt. Sta., Rep. AL8*, 2pp.
- CORRING, T., 1974. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 14: 487-498.
- COUSINS, B.W., TANKSLEY, T.D., KNABE D.A., ZEBROWSKA, T., 1981. *J. Anim. Sci.*, 53: 1524-1537.
- DESPHANDE, S.S., SALUNKHE, D.K., 1982. *J. Food Sci.*, 47: 2080-2083.
- FÉKÉTÉ, J., CASTAING, J., 1987. *Journées Rech. Porcine en France*, 19: 327-332.
- GROSJEAN, F., CASTAING, J., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, 16: 301-306.
- GUPTA, R.K., HASLAM, E., 1980. In: J.H. Hulse (Editor), *Polyphenols in Cereals and Legumes*, Int. Dev. Res. Centre, Ottawa, pp. 1524.
- INRA, 1989. *L'Alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. 2ème édition; INRA éd., Paris, 282 pp.
- JANSMAN, A.J.M., HUISMAN, J., VAN DER POEL, A.F.B., 1993. *Anim. Feed Sci. Technol.* 42: 83-96.
- LHOSTE, E.F., FISZLEWICZ, M., GUEUGNEAU, AM., WICKER-PLANQUART, C., PUIGSERVER, A., CORRING, T., 1993. *J. Nutr. Biochem.*, 4: 143152.
- LONGSTAFF, M., McNAB, J.M., 1991. *Br. J. Nutr.*, 66: 139147.
- MARISCAL-LANDIN, G., 1992. *Thèse Doctorat Université de Rennes I*, 135 pp.
- MITARU, B.N., REICHERT, R.D., BLAIR, R., 1984. *J. Nutr.*, 114: 1787-1796.
- MYER, R.O., GORBET, D.W., 1992. *North Flo. Res. Ed. Center, Marianna, Res. Rep. MA1992-4*, 27-32.
- MYER, R.O., COMBS, G.E., GORBET, D.W., 1986. *Nutr. Rep. Int.*, 33: 843-850.
- NOLAND, P.R., CAMPBELL, D.R., SHARP, R.N., JOHNSON, Z.B., 1976. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2: 219-224.
- PEINIAU, J., SOUFFRANT, W.B., AUMAITRE, A., 1994. In: W. Souffrant, H. Hagemester (Editors), *Vlth International Symposium on Digestive Physiology*, Rostock, 4-6 October, EAAP Publication n°80, 188-191.
- PEREZ, J.M., BOURDON, D., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, 16: 293-300.
- POND, W.P., MANER, J.H., 1984. In: W. G. Pond, J. H. Maner (Editors), *Swine Production and Nutrition*, AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, pp. 258-271.
- PRICE, M.L., VAN SCOYOC S., BUTLER L.G., 1978. *J. Agric. Food Chem.*, 26: 1214-1218.
- REIS DE SOUZA, T., PEINIAU, J., MOUNIER, A., AUMAITRE, A., 1994. *Anim. Feed Sci. Technol.*, In press.
- SAS, 1990. SAS Inst. Inc., Cary, NC.