

Carbadox ⁽¹⁾ et Furazolidone ⁽²⁾ employés individuellement et en combinaison comme additifs chez le porc en croissance sous différentes conditions d'environnement

M. JOST

*Station fédérale de recherches sur la production animale,
Grangeneuve, CH-1725 Posieux FR (Suisse)*

Résumé

L'efficacité stimulatrice sur la croissance du Carbadox à 50 ppm et de la Furazolidone à 100 mg, utilisés séparément ou en combinaison, a été contrôlée lors d'essais qui ont eu lieu simultanément à la Station fédérale de recherches de Grangeneuve et dans 3 élevages fermiers; au total, 1 400 porcs ont été utilisés au cours du 2^e semestre 1977.

Les résultats obtenus en Station de recherches avec des porcelets (8 à 25 kg de poids vif), soit une croissance pondérale de 361 g/jour et un indice de consommation de 2,25 dans le groupe témoin, ont été confirmés par les essais sur le terrain (353 g/jour et 2,18 d'indice). En Station de recherches, l'addition de Furazolidone ou de Carbadox séparément a amélioré respectivement ($P < 0,01$) la croissance de 14 p. 100 et 23 p. 100, et l'indice de consommation de 7 p. 100 et 12 p. 100. Lors des essais sur le terrain par contre, la Furazolidone n'a eu aucun effet significatif sur ces paramètres. Le Carbadox a amélioré significativement la croissance de 16 p. 100 et l'indice de consommation de 6 p. 100. Lorsque le Carbadox ou la Furazolidone était distribué séparément sur l'ensemble des périodes porcelet et engraissement (soit jusqu'à 60 kg de poids vif), l'effet stimulateur s'est maintenu, après la suppression des additifs, jusqu'à la fin de la période de finition (105 kg de poids vif).

Par comparaison avec le Carbadox seul, la combinaison des deux substances s'est traduite par une amélioration du gain moyen quotidien de 8 p. 100 ($P > 0,1$) en Station de recherches et de 4 p. 100 ($P > 0,1$) en élevages fermiers respectivement, ainsi que par un indice de consommation plus favorable de 4 p. 100 ($0,01 < P < 0,05$) et de 3 p. 100 ($P > 0,1$) respectivement. Cependant, après suppression des additifs, le gain de poids journalier des animaux traités a diminué. Sur l'ensemble de la période expérimentale (phase porcelets-engraissement-finition, soit de 8 à 105 kg de poids vif), la combinaison des deux substances a conduit aux mêmes résultats que l'emploi du Carbadox seul.

⁽¹⁾ Nom commercial déposé : Mecadox 50 de la Firme PFIZER.

⁽²⁾ Selon spécification British Pharmacopea 63.

Introduction

Le mode d'action des additifs antimicrobiens a fait, ces dernières années, l'objet d'importantes recherches (WENK et SCHUERCH, 1976; HENDERICKX *et al.*, 1978; SCHOLE, HARISCH et SALLMANN, 1978; VISEK, 1978). Jusqu'à maintenant ces mêmes additifs ont été utilisés le plus souvent séparément; mais il apparaît tout de même que l'emploi combiné de ces produits tend à se développer par le fait que l'adjonction simultanée de 2 ou plusieurs substances favorise davantage la croissance et la prévention des maladies que l'emploi d'une seule. Il semble par conséquent d'autant plus intéressant de tester l'efficacité d'une combinaison donnée (Carbadox + Furazolidone) que les autorisations d'utilisation ont été demandées jusqu'ici sur la base de données théoriques (spectre d'efficacité) ainsi que sur des expérimentations partielles.

De nombreux essais ont montré l'efficacité du Carbadox sur la croissance du porcelet ou du porc à l'engrais (TRASHER *et al.*, 1969; SCHNEIDER et BRONSH, 1974; RAYNAUD, 1974; PFIRTER *et al.*, 1978; BOURDON *et al.*, 1978). Par contre, une étude bibliographique basée sur les revues les plus importantes n'a révélé que 2 publications concernant l'action de la Furazolidone sur les performances d'engraissement (JUCKER *et al.*, 1973; CLAWSON et ALSMEYER, 1973). Un effet positif de la Furazolidone sur le traitement des affections intestinales dues à *Salmonella choleraesuis* a également été mis en évidence chez le porc par OLSON, RODABAUGH, MOREHOUSE, 1977.

L'efficacité de l'association de ces 2 substances n'a jamais vraiment été démontrée chez le porcelet. On sait seulement que l'association Oxytétracycline-Furazolidone-Acide arsanilique provoque une amélioration de 21 p. 100 de la croissance du porcelet entre 8 et 25 kg de poids vif (CLAWSON et ALSMEYER, 1973).

Enfin, les essais se sont toujours limités à une seule période de la vie du porc entre 10 et 20 kg, soit entre 20 et 100 kg, en ignorant les différentes conditions d'élevage.

Afin de vérifier l'efficacité de ces additifs (Carbadox et Furazolidone) dans des conditions variées, des essais sur porcelets ont été réalisés aussi bien dans les installations de la Station de recherches de Grangeneuve que dans 3 établissements privés, membres du « Service sanitaire porcin suisse ». Cette série d'essais fait partie d'un programme de recherches beaucoup plus étendu (combinaison du Carbadox avec différentes autres substances stimulatrices de croissance) auquel plusieurs instituts français et hollandais sont associés.

Matériel et méthodes

Le tableau 1 indique la répartition des animaux par traitement.

A la Station de recherches de Grangeneuve, l'essai a été mené en 2 temps avec, à chaque fois, 4 blocs de traitements. La formation des blocs a été faite sur la base du poids, du sexe et de la portée d'origine des animaux. L'essai en élevages fermiers a été mené dans 3 établissements, en 6 répétitions espacées de 3 semaines avec 50 à 60 animaux par séquence (12 à 15 animaux par loge).

Pour l'organisation pratique de l'expérience, une méthode basée sur celle des carrés latins incomplets a été choisie (tabl. 2).

TABLEAU 1

Répartition des animaux par traitement et caractéristiques des aliments utilisés
 Number of animals and replicates per treatment

Traitements <i>Treatments</i>	Témoin <i>Control</i>	Furazo- lidone	Carbadox	Carbadox + Furazo- lidone
	T A	F B	C C	C + F D
— Concentration des additifs (ppm) (<i>Concentration of additives (ppm)</i>) :				
a) Période porcelet (<i>Piglet period</i>) 18,5 p. 100 MAT (CP) 12,7 MJ ED/kg (DE/kg)	—	100	50	50 + 100
b) Période de croissance (<i>Growing period</i>). 16 p. 100 MAT (CP) 12,8 MJ ED/kg (DE/kg)	—	70	30	30 + 70
c) Période de finition (<i>Finishing period</i>) . 14 p. 100 MAT (CP) 12,8 MJ ED/kg (DE/kg)	—	—	—	—
— Grangeneuve :				
Nombre d'animaux (Loges) (<i>Number of animals (Boxes)</i>)	32 (8)	32 (8)	32 (8)	32 (8)
— Essais en élevage fermier :				
Nombre de porcelets (Séquences) (<i>Field trials number of piglets (Batches)</i>)	338 (6)	293 (6)	322 (6)	318 (6)

TABLEAU 2

Plan de l'essai en élevages fermiers: séquences de porcelets
 Experiment conducted on commercial farms: successive batches of piglets

Séquences de porcelets
 (Successive batches of piglets)

		1	2	3	4	5	6	7	8
Établissement (Farm no)	1	A	B	C	D	A	B	C	D
	2	B	C	D	A	B	C	D	A
	3	D	A	B	C	D	A	B	C

A, B, C, D : Traitements expérimentaux (*Treatments*).

TABLEAU 3

Formule de l'aliment utilisé dans l'essai porcelets (Station expérimentale et élevages fermiers)
Composition of the feedstuff used in trial with piglets (Research station and commercial farms)

Composants	p. 100
Orge (<i>Barley</i>)	20
Maïs (<i>Maize</i>)	16,5
Blé (<i>Wheat</i>)	20
Avoine non décortiquée (<i>Oat</i>)	10
Sous-produits de meunerie (<i>Milling by-products</i>)	18
Tourteau de soja 45 p. 100 M.A.T. (<i>Soyabean meal</i>)	5
Farine de hareng (<i>Herring meal</i>)	7,5
Phosphate monocalcique (<i>Calcium monophosphate</i>)	0,8
Carbonate de chaux (<i>Calcium carbonate</i>)	1,4
Chlorure de sodium (<i>Sodium chloride</i>)	0,3
Prémix (vitamines oligo-éléments) (<i>Trace elements, Vitamins</i>)	0,5
	100,0

Résultats d'analyse chimique des aliments
Chemical composition of the feed ration

	Traitements (<i>Treatments</i>)				
	<i>n</i> ⁽¹⁾	A \bar{x} / s_x	B \bar{x} / s_x	C \bar{x} / s_x	D \bar{x} / s_x
Matière sèche (<i>Dry matter</i>) (p. 100)	10	89,2 / 0,59	89,5 / 0,52	89,3 / 0,66	89,7 / 0,54
Cendres (<i>Ash</i>) (p. 100)	4	5,8 / 0,13	5,9 / 0,27	5,8 / 0,21	5,8 / 0,05
Matière azotée (<i>Crude protein</i>) (p. 100)	10	18,5 / 0,45	18,6 / 0,39	18,3 / 0,30	18,7 / 0,31
Matière grasse (<i>Total fat</i>) (p. 100)	4	3,2 / 0,15	3,2 / 0,18	3,1 / 0,08	3,1 / 0,15
Cellulose brute (<i>Crude fiber</i>) (p. 100)	4	4,4 / 0,19	4,5 / 0,09	4,6 / 0,16	4,5 / 0,20
Ca (<i>Calcium</i>) (p. 100)	4	1,0 / 0,01	1,0 / 0,07	1,0 / 0,04	1,0 / 0,03
P (<i>Phosphorus</i>) (p. 100)	4	0,9 / 0,02	0,9 / 0,03	0,9 / 0,04	0,9 / 0,02
Lysine (p. 100)	2	0,92	0,88	0,90	0,90
Méthionine + Cystine (p. 100)	2	0,70	0,65	0,62	0,66
Énergie digestible (calculée) ⁽²⁾ (<i>Digestible energy (calculated)</i>) (MJ/kg)		12,7	12,7	12,7	12,7

⁽¹⁾ Nombre d'échantillons d'aliment analysés par traitement (*Number of analyzed feed samples per treatment*).

⁽²⁾ En mégajoules, selon tables des valeurs nutritives pour porcs et volailles (*In megajoules from the nutrition value tables for pigs and poultry*). *Landwirtschaftliches Handbüchlein zum Wirkkalender*, 1978, p. 79.

Les additifs ont été administrés aux porcelets dans un aliment unique (granulé de 3 mm de diamètre).

L'aliment, aussi bien pour la Station de recherches de Grangeneuve que pour les 3 essais en élevages fermiers, a été préparé par la même fabrique d'aliments composés. Pour chaque traitement, les mêmes matières premières ont été utilisées.

En ce qui concerne les concentrations théoriques des additifs, les moyennes des mesures obtenues par analyse ainsi que les mesures individuelles se situent toutes dans les limites tolérées (tabl. 4).

TABLEAU 4

Concentration des additifs dans les aliments pour porcelets (Valeurs théoriques et analysées)
Level of additives in the starter ration (theoretical level and analyzed value)

Traitements <i>Treatments</i>	Témoin <i>Control</i> T	Furazolidone F	Carbadox C	Carbadox + Furazolidone C + F
Concentration théorique (ppm) <i>(Theoretical level (ppm))</i> . . .	—	100	50	50 + 100
Concentration effective (ppm) <i>(Analyzed value (ppm))</i> . . .	—	100,5 ± 3,4	47,4 ± 3,7	48,3 ⁽¹⁾ ± 2,9
Nombre d'échantillons analysés <i>(Number of analyzed samples)</i>	—	10	10	10

⁽¹⁾ Valeur pour le Carbadox (quantitativement indéfinissable pour la Furazolidone en combinaison avec le Carbadox) (*Value for Carbadox (Furazolidone not quantitatively detectable in combination with Carbadox)*).

Les animaux ont été affouragés à volonté (ad libitum) par un distributeur automatique. Les porcelets ont été maintenus en cage à sol grillagé. La température de l'air s'est située entre 25 et 22 °C et l'humidité relative à environ 60 p. 100.

A la Station de recherches de Grangeneuve, l'essai a débuté le 7 juin 1977 pour la première série et le 22 juillet 1977 pour la seconde, le poids vif étant de 7,9 kg. L'essai a duré à chaque fois 42 jours. Les porcelets ont été pesés chaque semaine et la consommation d'aliment hebdomadaire enregistrée en élevage.

Les essais en élevages fermiers avec un poids initial un peu plus élevé se sont déroulés du 8 juin 1977 au 13 janvier 1978. Pour des raisons d'organisation pratique de l'essai, seul le poids des animaux au départ et à la fin de l'essai et l'utilisation globale d'aliment par séquence ont pu être relevés.

Les résultats de l'essai à la Station de recherches de Grangeneuve ont été soumis à une analyse de variance à 2 facteurs (blocs et traitements). Les moyennes des traitements ont été comparées entre elles au moyen du test de comparaisons multiples de Tukey. Dans les essais en élevages fermiers, les effets des traitements sont partiellement confondus avec les effets des répétitions. C'est pourquoi les traitements ont dû être ajustés en fonction des séquences dans l'analyse de variance (KEMPTHORNE, 1952).

TABLEAU 5

Essai porcelets, Station de recherches Grangeneuve: poids vif, consommation d'aliment, gain de poids vif journalier, indice de consommation

Trials with piglets, Research Station Grangeneuve: body weight, feed intake, daily weight gain, feed/gain

Variables Variables	Traitements Treatments	Témoin Control	100 ppm Furazo- lidone	50 ppm Car- badox	50 ppm Car- badox + 100 ppm Furazo- lidone C + F	$s_{\bar{x}}^{(2)}$	ppDS ⁽³⁾ LSD ⁽³⁾ p = 0,1 / p = 0,05 / p = 0,01
		T	F	C			
Nombre d'animaux (groupes) (Number of animals (groups))		32(8)	32(8)	32(8)	32(8)		
<i>Période 1 à 21 jours (1 to 21 days):</i>							
Poids vif (Body weight) (kg):							
— début (Starting day)		7,9	7,8	8,0	8,0		
— 21 jours (Day 21)		13,3	13,8	14,8	15,2		
Consommation d'aliment (g/j) (Feed intake) (g/d)		550	564	620	608	18	61/69/88
Relative (Relative value)		100	102	113	110		
Gain de poids vif (g/j) (Daily weight gain) (g/d)		256	288	326	343	10	34/39/50
Relatif (Relative value)		100	112	127	134		
Indice de consommation ⁽¹⁾ (Feed/ gain)		2,21	1,98	1,92	1,77	0,05	0,17/0,20/0,25
Relatif (Relative value)		100	89	87	80		
<i>Période 22 à 42 jours (22 to 42 days):</i>							
Poids vif 42 jours (Body weight: Day 42) (kg)		23,1	25,0	26,6	27,9		
Consommation d'aliment (g/j) (Feed intake) (g/d)		1 064	1 146	1 137	1 172	30	102/117/148
Relative (Relative value)		100	108	107	110		
Gain de poids vif (g/j) (Daily weight gain) (g/d)		466	533	563	601	14	47/54/68
Relatif (Relative value)		100	114	121	129		
Indice de consommation ⁽¹⁾ (Feed/ gain)		2,28	2,14	2,02	1,94	0,03	0,10/0,11/0,14
Relatif (Relative value)		100	94	89	85		
<i>Période 1 à 42 jours (1 to 42 days):</i>							
Consommation d'aliment (g/j) (Feed intake) (g/d)		807	856	878	890	19	66/76/96
Relative (Relative value)		100	106	109	110		
Gain de poids vif (g/j) (Daily weight gain) (g/d)		361	411	445	472	10	34/40/51
Relatif (Relative value)		100	114	123	131		
Indice de consommation ⁽¹⁾ (Feed/ gain)		2,25	2,08	1,98	1,88	0,02	0,08/0,09/0,12
Relatif (Relative value)		100	93	88	84		

⁽¹⁾ En kg d'aliment/kg de gain de poids vif (Kg of feed/kg body weight gain).

⁽²⁾ Erreur standard de la moyenne par traitement (Standard error of treatment mean).

⁽³⁾ P.P.D.S. : plus petite différence significative (L.S.D.: least significant difference by Tukey test).

Résultats

a. — Essai porcelets Station de recherches Grangeneuve

Les résultats sont donnés au tableau 5.

Consommation d'aliment

Dans les 2 phases (1 à 21 jours, respectivement 22 à 42 jours) de l'essai, la consommation d'aliment a été augmentée par les additifs, ce qui a permis de confirmer statistiquement les différences entre les résultats observés après supplémentation avec le Carbadox et par la combinaison Carbadox + Furazolidone

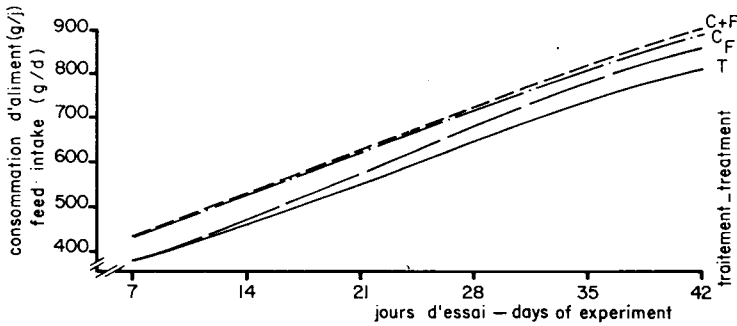


FIG. 1. — Consommation journalière d'aliment entre le jour 0 et x (Station de recherches Grangeneuve). Régression polynomiale du 3^e degré.

Feed intake between day 0 and x (Research station Grangeneuve). Polynomial regression 3rd degree.

$$\begin{aligned}
 y_T &= 340 + 3,811x + 0,4241x^2 - 0,00594x^3 & R^2_T &= 0,999 \\
 y_F &= 316 + 6,362x + 0,4063x^2 - 0,00599x^3 & R^2_F &= 0,998 \\
 y_C &= 338 + 13,878x + 0,00194x^2 - 0,000567x^3 & R^2_C &= 0,999 \\
 y_{C+F} &= 354 + 10,444x + 0,1725x^2 - 0,00275x^3 & R^2_{C+F} &= 0,998
 \end{aligned}$$

done par rapport au groupe témoin. Dans la première phase, l'augmentation de consommation d'aliment a été de 13 p. 100 pour le Carbadox et 10 p. 100 pour la combinaison Carbadox + Furazolidone. Durant cette même période, chez la Furazolidone seule on a trouvé un niveau de consommation semblable au témoin. Les moyennes de consommation d'aliment par animal et par jour sont ajustées à une régression polynomiale du 3^e degré (fig. 1)

On peut remarquer que les courbes d'ajustement sont rigoureusement parallèles; par ailleurs, les coefficients affectant la variable au 2^e degré et au 3^e degré sont presque identiques, respectivement pour les traitements T et F d'une part et C et C + F d'autre part.

Croissance

Le gain de poids vif journalier a été significativement amélioré de 14 p. 100 par l'addition de 100 ppm de Furazolidone, alors que 50 ppm de Carbadox l'au-

gumente de 23 p. 100 et la combinaison des 2 substances de 31 p. 100. La croissance journalière (fig. 2) et le poids vif (fig. 3) sont ajustés à une régression polynomiale du 3^e degré.

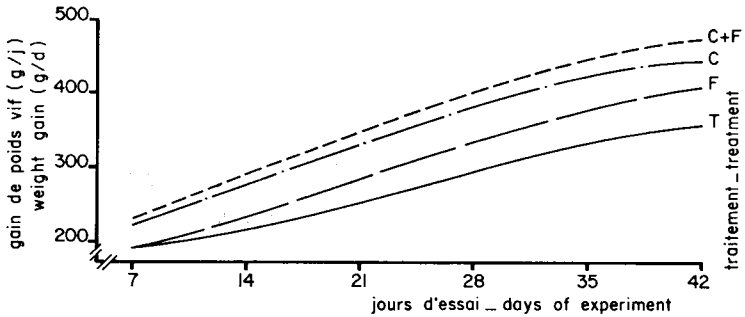


FIG. 2. — Croissance journalière du jour 0 à x (Station de recherches Grangeneuve).
Régression polynomiale du 3^e degré

Daily weight between day 0 and x (Research station Grangeneuve). Polynomial regression 3rd degree.

$$\begin{aligned}
 y_T &= 192 - 1,339x + 0,2815x^2 - 0,00367x^3 & R_T^2 &= 0,997 \\
 y_F &= 157 + 3,623x + 0,1768x^2 - 0,00286x^3 & R_F^2 &= 0,997 \\
 y_C &= 181 + 5,046x + 0,1747x^2 - 0,00348x^3 & R_C^2 &= 0,988 \\
 y_{C+F} &= 180 + 6,466x + 0,1436x^2 - 0,00316x^3 & R_{C+F}^2 &= 0,990
 \end{aligned}$$

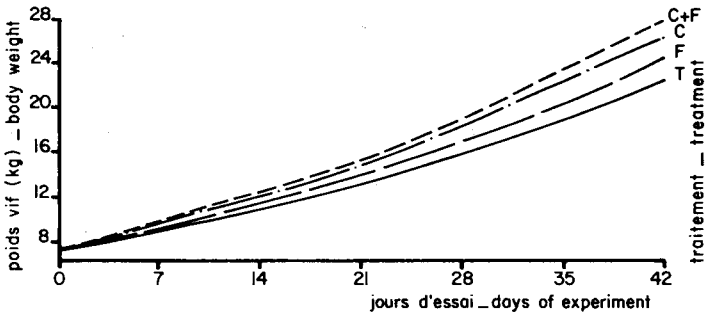


FIG. 3. — Évolution du poids des porcelets (Station de recherches Grangeneuve).
Régression polynomiale du 3^e degré.

Body weight increase of the piglets (Research station Grangeneuve).
Polynomial regression 3rd degree.

$$\begin{aligned}
 y_T &= 7,94 + 0,1284x + 0,006686x^2 - 0,0000275x^3 & R_T^2 &= 0,987 \\
 y_F &= 7,80 + 0,1142x + 0,009419x^2 - 0,0000567x^3 & R_F^2 &= 0,986 \\
 y_C &= 7,96 + 0,1461x + 0,010238x^2 - 0,0000753x^3 & R_C^2 &= 0,989 \\
 y_{C+F} &= 8,05 + 0,1454x + 0,011312x^2 - 0,0000842x^3 & R_{C+F}^2 &= 0,988
 \end{aligned}$$

Indice de consommation

En général on obtient, pour ce paramètre, les mêmes tendances que pour la croissance journalière, à savoir une efficacité accrue lorsque les 2 substances sont employées en combinaison. Sur l'ensemble de la période expérimentale,

la Furazolidone, employée isolément, améliore l'indice de consommation de 7 p. 100, le Carbadox de 12 p. 100 et la combinaison Carbadox + Furazolidone de 16 p. 100.

b. — *Essai porcelets en élevages fermiers*

Les valeurs moyennes par traitement ont été réajustées pour l'effet répétition (tabl. 6).

Les porcelets ont été pesés au début et à la fin de l'essai; seules les valeurs moyennes de l'ensemble de la période d'essai sont indiquées ici. Pratiquement,

TABLEAU 6

Essai en élevages fermiers : poids vif, consommation d'aliment, gain de poids vif, indice de consommation (Ensemble de la période)

Experiment on farms : average results during the whole period

Variables Variates	Traitements Treatments	Témoin Control	100 ppm Furazo- lidone	50 ppm Car- badox	50 ppm Car- badox + 100 ppm Furazo- lidone C + F	$s_{\bar{x}}^{(2)}$	ppDS ⁽³⁾ LSD ⁽³⁾ p = 0,1 / p = 0,05 / p = 0,01
	T	F	C				
Nombre d'animaux (séquences) (Number of animals (batches))		336(6)	293(6)	322(6)	318(6)		
Poids vif : — départ (kg) (Body weight at start)		9,2	9,6	9,0	8,0		
Poids vif : — fin (kg) (Body weight at the end)		23,2	26,0	26,5	25,7		
Consommation d'aliment (g/j) (Feed intake (g/d))		763	824	857	839	38	138/161/212
Relative (Relative value)		100	108	112	110		
Gain de poids vif (g/j) (Daily weight gain (g/d))		353	382	409	423	10	37/43/57
Relatif (Relative value)		100	108	116	120		
Indice de consommation ⁽¹⁾ (Feed/ gain)		2,18	2,19	2,06	2,00	0,04	0,13/0,15/0,20
Relatif (Relative value)		100	100	94	91		

⁽¹⁾ En kg d'aliment/kg de gain de poids vif (Kg of feed/kg body weight gain).

⁽²⁾ Erreur standard de la moyenne par traitement (Standard error of treatment mean).

⁽³⁾ P.P.D.S. : plus petite différence significative (L.S.D. : least significant difference by Tukey test).

les résultats obtenus en élevages fermiers confirment ceux de la Station de recherches; toutefois, dans le cas de l'emploi de la Furazolidone seule, la différence de 8 p. 100, enregistrée dans le gain de poids vif journalier, n'a pas atteint un niveau significatif dans les élevages fermiers, et l'indice de consommation n'a pas été amélioré.

c. — Performances en engraissement. Finition et qualité de carcasse

L'essai porcelets de la Station de recherches de Grangeneuve a été prolongé jusqu'à un poids vif de 105 kg, aux conditions présentées dans le tableau 1. Les poids vifs moyens sont ajustés à une régression polynomiale du 3^e degré (fig. 4).

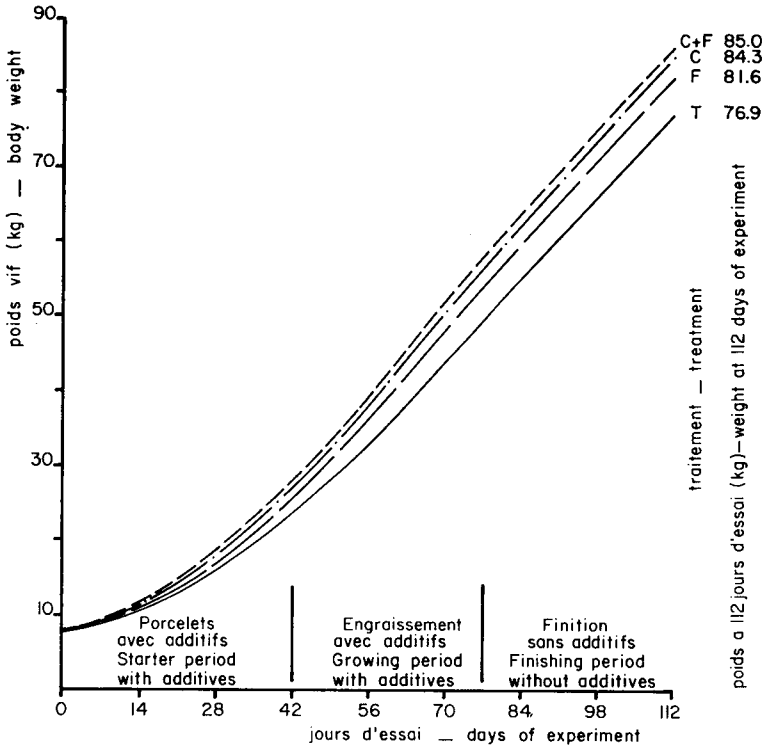


FIG. 4. — Évolution du poids des porcelets et porcs en engraissement (Station de recherches Grangeneuve). Régression polynomiale du 3^e degré.

Body weight increase of piglets and fattening pigs. (Research station Grangeneuve). Polynomial regression 3rd degree

$$\begin{aligned}
 y_T &= 8,22 + 0,0623x + 0,00864x^2 - 0,000033x^3 & (R_T^2 &= 0,999) \\
 y_F &= 7,96 + 0,0776x + 0,01000x^2 - 0,000043x^3 & (R_F^2 &= 0,999) \\
 y_C &= 8,09 + 0,1277x + 0,00964x^2 - 0,000042x^3 & (R_C^2 &= 0,999) \\
 y_{c+f} &= 8,18 + 0,1356x + 0,0102x^2 - 0,000047x^3 & (R_{c+f}^2 &= 0,999)
 \end{aligned}$$

Seule l'addition de Carbadox a donné une amélioration statistiquement significative pour l'ensemble de la période ainsi qu'un indice de consommation plus favorable (tabl. 7). La combinaison Carbadox + Furazolidone n'a plus apporté d'amélioration.

Chez tous les animaux, l'épaisseur du lard a été utilisée comme mesure de la qualité à l'abattage. Les animaux, soumis au traitement Carbadox seul, ont

TABLEAU 7

*Croissance, indice de consommation et qualité de carcasse pour la période totale
(7,9 à 105 kg de poids vif) (Essai Station de recherches, Grangeneuve)*

*Average daily gain, food conversion ratio and carcass characteristics during the whole period
(7,9-105 kg) (Research Station Grangeneuve)*

Variables Variates	Traitements Treatments	Témoin Control	100 ppm Furazo- lidone	50 ppm Car- badox	50 ppm Car- badox + 100 ppm Furazo- lidone C + F	$s_{\bar{x}}$ (²)	ppDS(³) LSD(³) P=0,1 / P=0,05 / P = 0,01
		T	F	C			
Gain de poids vif (g/j) (<i>Body weight gain (g/d)</i>)		656	688	710	712	8	29/33/42
Relatif (<i>Relative value</i>)		100	105	108	109		
Indice de consommation(¹) (<i>Feed / gain</i>)		2,78	2,72	2,67	2,66	0,02	0,07/0,08/0,10
Relatif (<i>Relative value</i>)		100	98	96	96		
Épaisseur du lard (<i>Back Fat thickness</i>):							
— Épaule (<i>Shoulder</i>) (mm)		42,5	42,9	42,5	43,8	0,7	2,3/2,6/3,3
— Dos (<i>Back</i>) (mm)		19,6	21,0	19,5	21,1	0,7	2,4/2,8/3,5
— Reins (<i>Loin</i>) (mm)		26,4	26,4	25,6	27,1	0,4	1,2/1,4/1,8

(¹) En kg d'aliment/kg de gain de poids vif (*Kg feed/kg body weight gain*).

(²) Erreur standard de la moyenne par traitement (*Standard error of treatment mean*).

(³) P.P.D.S. : plus petite différence significative (*L.S.D. : least significant difference by Tukey test*).

présenté une épaisseur du lard moindre dans la région rein-bassin que lorsqu'on utilise la combinaison (différence statistiquement significative). Toutes les autres différences peuvent être considérées comme aléatoires.

Discussion et conclusion

Les résultats obtenus avec le régime témoin en Station de recherches (gain de poids vif de 361 g/j et indice de consommation de 2,25 dans la phase porcelet) sont confirmés dans les essais en élevages fermiers (respectivement 353 g et 2,18). L'amélioration des performances (gain moyen quotidien: 8 p. 100; indice de consommation: 2p. 100) enregistrée pendant l'élevage (8-25 kg de poids vif) par l'addition de la Furazolidone seule est en accord avec les résultats obtenus par CLAWSON et ALSMEYER, 1973.

A la Station de recherches de Grangeneuve, l'addition de la Furazolidone seule a permis d'améliorer significativement la croissance (14 p. 100, P < 0,01) et l'indice de consommation (7 p. 100, P < 0,01). Dans les essais en élevage fermier, les variations intra-groupes sont plus importantes qu'en Station de recherches et une augmentation voisine de 8 p. 100 de la croissance est à la limite de la signi-

fication statistique ($p < 0,10$); ceci montre tout l'intérêt des expériences en Station de recherches où l'on contrôle mieux la variabilité intra-lot au départ de l'essai. Toujours en ce qui concerne la Furazolidone, l'adjonction de celle-ci n'a pas apporté une amélioration de l'indice de consommation. Ce résultat montre cependant que l'essai en Station de recherches ne permet pas à lui seul de juger de l'efficacité d'un additif. Une évaluation ayant une certaine portée pour la pratique n'est possible qu'après vérification dans les milieux variés, en particulier en élevages fermiers différents. Les résultats des essais de SCHNEIDER et BRONSCH (1974), qui montrent une efficacité différente du Carbadox selon le système d'élevage (au sol ou en cages grillagées), confirment également ces observations.

Le Carbadox a fait preuve d'une efficacité nettement supérieure à celle de la Furazolidone. Le Carbadox a amélioré la croissance dans la « phase porcelet » de 23 p. 100 ($P < 0,01$) en Station de recherches contre 16 p. 100 ($P < 0,01$) dans les élevages fermiers et l'indice de consommation de 12 p. 100 ($P < 0,01$) 6 p. 100 respectivement. Ces résultats confirment également le haut niveau d'efficacité enregistré par les auteurs, déjà cités dans l'introduction. Il apparaît de plus (fig. 1 et 2) que l'addition de Carbadox a été suivie d'un effet immédiat sur la consommation et le gain moyen quotidien tandis que l'efficacité de la Furazolidone ne s'est fait sentir qu'après 14 jours.

Enfin, la législation autorise l'emploi de Carbadox seulement jusqu'à 60 kg; le retrait s'accompagne toutefois du maintien d'un avantage de la supplémentation jusqu'à 100 kg; KIRCHGESSNER et ROTH, 1977, ont trouvé, après retrait de l'additif vers 24 kg de poids vif, une perte progressive des avantages obtenus durant la période porcelet.

La stimulation de la croissance obtenue par l'utilisation séparée de Carbadox et Furazolidone par rapport au groupe témoin dans la période porcelets et engraissement (8-60 kg de poids vif) a été conservée après retrait des additifs jusqu'à la fin de la période finition (105 kg de poids vif).

La combinaison Carbadox et Furazolidone a également provoqué, comparativement à l'emploi de Carbadox seul, une meilleure stimulation de croissance ainsi qu'un indice de consommation plus favorable. Mais après retrait de ces additifs, la vitesse de croissance de ces animaux a diminué. Sur l'ensemble de la période « porcelets » et « engraissement-finition », on a obtenu les mêmes résultats que pour le Carbadox employé seul.

La qualité de carcasse, déterminée en fonction de l'épaisseur du lard en divers endroits, n'est que peu influencée par les additifs; l'amélioration de la croissance par les additifs, excepté le Carbadox seul, s'accompagne d'une légère augmentation de l'adiposité en accord avec HOMB (1960), BRAUDE et RYDER (1973) et RERAT (1971). Dans l'ensemble, les animaux nourris avec les aliments supplémentés par la combinaison Carbadox et Furazolidone présentent une carcasse un peu plus grasse que les animaux des autres groupes.

Aucune différence n'a pu être établie entre les divers traitements en ce qui concerne l'état sanitaire des animaux.

Accepté pour publication en mars 1979.

Remerciements

Interprétation statistique des données en collaboration avec R. SCHLÄPFER, Technicum agricole suisse, Zollikofen.

Summary

Carbadox and Furazolidone used separately or combined as feed additives for fattening pigs under various environmental conditions

The growth stimulatory effects of Carbadox 50 ppm and Furazolidone 100 ppm, used separately or in combination, were tested simultaneously at the Research Station of Grange-neuve and in 3 farms. The trials included a total of 1,400 pigs during the second half of 1977.

The results of the control group obtained in the Research Station on piglets weighing 8 to 25 kg (a weight gain of 361 g per day and a feed conversion ratio of 2.25) were confirmed by the field trials (353 g per day and a feed conversion ratio of 2.10). In the Station, addition of Furazolidone or Carbadox separately improved significantly ($P < 0.01$) the growth rate (14 p. 100 and 23 p. 100 respectively) and the feed conversion ratio (7 and 12 p. 100, respectively). In the field trials, Furazolidone did not significantly improve the daily gain, the feed conversion ratio being the same as in the control group. Carbadox significantly improved growth rate (16 p. 100) and feed conversion ratio (6 p. 100). When Carbadox or Furazolidone were used separately during both the rearing and the fattening periods (up to 60 kg live weight), the growth stimulatory effects were maintained after suppression of the additives up to the end of the finishing period (105 kg live weight). In comparison with supply of Carbadox alone, the combination of the two products induced a higher growth stimulation. However, after suppression of the additives the daily gain of the treated animals decreased. Throughout the whole experimental period (rearing-growing-finishing from 8 to 105 kg live weight), the two additives used in combination gave the same performances as Carbadox alone.

Références bibliographiques

- BOURDON D., RAYNAUD J. P., FERRANDO R., 1978. Efficacy of a growth promotant in growing-finishing swine fed with balanced or protein deficient diets. *La Recherche agronomique en Suisse*, **17**, 229-241.
- BRAUDE R., RYDER K., 1973. Copper levels in diets for growing pigs. *J. Agric. Sci., Camb.*, **80**, 489-493.
- CLAWSON A. J., ALSMEYER W. L., 1973. Chemotherapeutics for pigs. *J. Anim. Sci.*, **37**, 918-926.
- HENDERICKX H. K., VERVAEKE I. J., DECUYPERE J. A., DIERICK N. A., 1978. Die Wirkung von Wachstumsförderern auf die biochemischen Leistungen von Darmbakterien beim Schwein. Tagungsbericht Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere, Göttingen. *Z. Tierphysiol., Tierernähr., Futtermittelkde*, **40**, 118.
- HOMB T., 1960. Langzeitversuch mit Antibiotikazulagen bei Schlachtschweinen. *Z. Tierphysiol., Tierernähr., Futtermittelkde*, **15**, 193-218.
- JUCKER H., PFIRTER H. P., WENK C., SCHUERCH A., 1973. Untersuchungen über die Wirkung antimikrobiell wirksamen Zulagen zum Futter von Ferkeln und Mastschweinen. *Wien. tierärztl. Mschr.*, **60**, 100-103.
- KEMPTHORNE O., 1952. *Design and analysis of experiment*, ed. Wiley, 531.
- KIRCHGESSNER M., ROTH F. X., 1977. Nutritiver Effekt von wachstumsfördernden Substanzen beim Schwein bei unterschiedlicher Applikationsdauer. *Züchtungskunde*, **49**, 490-501.
- OLSON L. P., RODABAUGH D. E., MOREHOUSE L. G., 1977. Comparison of Furazolidone and Carbadox in the feed for treatment of *Salmonella choleraesuis* in swine. *Am. J. Vet. Res.*, **38**, 1471-1477.
- PFIRTER H. P., HALTER H. M., JUCKER H., BICKEL H., 1978. Die Wirkung der Verabreichung von Chinoxalinderivaten auf das Wachstum und den Stoffwechsel des Schweines. *Z. Tierphysiol., Tierernähr., Futtermittelkde*, **40**, 191-203.
- RAYNAUD J. P., 1974. Evaluation on 5,500 young pigs of Carbadox used at 50 p.p.m. Economic interpretation in reference with performances of control animals or supplements used at nutritional (< 150 p.p.m.) or therapeutic (≥ 200 p.p.m.) levels. *Z. Tierphysiol., Tierernähr Futtermittelkde*, **32**, 249-278.

- RERAT A., 1971. Influence de l'addition de cuivre au régime du porc sur ses caractéristiques de croissance et de composition corporelle. *Journées Rech. Porcine en France*, 167-172, Paris, I.N.R.A.-I.T.P. éd.
- SCHNEIDER D., BRONSCH K., 1974. Einfluss von Carbadox auf die Aufzuchtleistung frühabgesetzter Ferkel in Boden und Käfighaltung. *Züchtungskunde*, **46**, 366-375.
- SCHOLE J., HARISCH G., SALLMANN H. P., 1978. Zur Wirkungsweise wachstumsfördernder Verbindungen. Tagungsbericht Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere, Göttingen. *Z. Tierphysiol., Tierernähr., Futtermittelkde*, **40**, 117.
- THRASHER G. W., SHIVELY J. E., ASKELSON C. E., BABCOCK W. E., CHALQUEST R. R., 1969. Effects of feeding Carbadox upon the growth and performance of young pigs. *J. Anim. Sci.*, **28**, 208-215.
- VISEK W. J., 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J. Anim. Sci.*, **46**, 1447-1469.
- WENK C., SCHUERCH A., 1976. Untersuchungen zur Wirkungsweise wachstumsfördernder Futterzusätze. *Schweiz. Landw. Monatshefte*, **54**, 293-301.
-