

UTILISATION DE DIVERS TYPES DE LACTOSERUM DANS LES REGIMES DE SEVRAGE DES PORCELETS ET DURANT LA PERIODE DE CROISSANCE-FINITION

C. FEVRIER, J. COLLET et D. BOURDON ()*

*I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs
C.N.R.Z. - 78350 Jouy-en-Josas*

INTRODUCTION

L'utilisation de taux croissants de lactosérum dans l'alimentation du porc en croissance-finition se traduit généralement par une amélioration de la croissance des animaux et de l'efficacité alimentaire dans la mesure où ce taux ne dépasse pas 30 à 40 p. 100 de la matière sèche totale de la ration; l'utilisation de taux plus élevés provoque, au contraire, une diminution des performances (FEVRIER, 1969; HANRAHAN, 1971; FEVRIER et AUMAITRE, 1972). Le lactose qui constitue 65 à 75 p. 100 du sérum sec est pour une large part responsable de cette utilisation défectueuse des régimes très riches en sérum (SHEARER et DUNKIN, 1968 et 1969), en raison de la diminution de l'activité de la lactase, responsable de l'hydrolyse intestinale du lactose (MANNERS et STEVENS, 1972). Mais on connaît encore mal l'influence que peuvent exercer d'autres composants tels que l'acidité ou les minéraux sur les performances des animaux. Mis à part les troubles digestifs, parfois mortels, engendrés par de brusques variations d'acidité lors de l'emploi de sérum liquide, on ne connaît pas précisément le rôle que peut jouer l'acidité sur la croissance des porcs nourris au sérum. Selon BARBER et MITCHELL (1968) le sérum doux est mieux consommé que le sérum acide et assure une meilleure vitesse de croissance; mais ce résultat est inconstant selon la saison.

Pour ce qui est des minéraux, le lactosérum est particulièrement riche en potassium, sodium et chlorures qui peuvent être des facteurs de déséquilibre dans l'alimentation du Porc. DANIEL et HARVEY (1947) ont constaté chez le Rat que le retrait d'environ la moitié des minéraux du lactosérum permettait d'améliorer les performances de croissance et d'efficacité alimentaire en réduisant la fréquence des diarrhées; la réintroduction de ces minéraux dans l'aliment s'accompagnait des effets inverses. Par ailleurs, DUNKIN (1963) a observé qu'un lactosérum de caséine lactique neutralisé par la soude avant la dessiccation permettait de moins bons résultats qu'un sérum normal quand ils étaient utilisés au même taux de 50 p. 100 dans un aliment pour porc en croissance.

Afin de mieux préciser l'influence de l'acidité et de la composition minérale du lactosérum sur son utilisation par le porcelet et le porc en croissance, nous avons réalisé deux expériences, l'une en lots, l'autre en cages à bilans, et faisant intervenir quatre types différents de lactosérum séchés par atomisation (procédé SPRAY) :

- lactosérum doux (DX)	- acidité (%acide lactique)	- 1,63	- minéraux :	8,66 %
- lactosérum acide (AC)	- acidité (%acide lactique)	- 5,77	- minéraux :	10,36 %
- lactosérum acide neutralisé (AN)	- acidité (%acide lactique)	- 3,25	- minéraux :	14,04 %
- lactosérum acide déminéralisé (DD)	- acidité (%acide lactique)	- 0,34	- minéraux :	1,25 %

MATERIEL ET METHODES

1 - Expérience en lots

. Porcelets

90 porcelets de race Large White, sevrés à 5 semaines, ont été répartis selon la méthode des blocs en 5 lots homogènes de 18 animaux (9 mâles castrés et 9 femelles). Entre 8 et 35 kg, ils ont été logés et alimentés par couple (1 mâle castré et 1 femelle) et ont reçu à volonté et sous forme de granulés (5mm de diamètre) un des 5 aliments suivants :

* avec la collaboration technique de L. BARRIERE, Françoise HOULIER et J.P. HAUTDUCOEUR.

- DX** : aliment à 20 p. 100 de lactosérum doux
AC : aliment à 20 p. 100 de lactosérum acide
AN : aliment à 20 p. 100 de lactosérum acide neutralisé
DD : aliment à 20 p. 100 de lactosérum déminéralisé
T : aliment témoin où le lactosérum est remplacé par du lait écrémé (5 %) et du manioc

Par ailleurs, ces aliments contiennent dans des proportions à peu près semblables des céréales (blé, orge) et du tourteau de soja. Ils contiennent également de la farine de poisson de Norvège (3 p.100), de l'huile d'arachide (5 p.100), du sucre dénaturé (5 p.100) des mélanges d'oligoéléments (0,5 p.100) et de vitamines (1 p.100). En outre, nous avons dû incorporer un certain nombre de composés minéraux afin d'égaliser les teneurs en calcium, phosphore et sodium conformément aux besoins du Porc. Les aliments ainsi formulés ont des teneurs équivalentes en énergie brute (4000 Cal/g), en protéines (18 p.100) et en acides aminés essentiels (lysine : 1 p.100 - acides aminés soufrés : 0,70 p.100). Les différences portent donc exclusivement sur l'acidité et l'excès ou non de certains éléments minéraux (potassium, chlorures).

Enfin, les porcelets disposaient d'eau à volonté grâce à un abreuvoir automatique placé dans chaque loge.

Porcs à l'engrais

Au cours de la phase suivante, c'est-à-dire entre 35 et 100 kg, nous avons utilisé les mêmes porcs, mais nous n'avons conservé que 4 des 5 lots précédents car, pour des raisons économiques, nous n'avons pas poursuivi l'expérimentation sur le lactosérum déminéralisé. De plus, parmi les 4 lots retenus, nous avons éliminé un certain nombre d'animaux afin de loger et alimenter chaque porc individuellement. Après cette modification du schéma expérimental initial, il restait au total 48 animaux en expérience, soit 6 mâles castrés et 6 femelles par lot. Ils ont reçu à volonté et sous forme de farine sèche un des 4 aliments suivants :

- DX** : aliment à 40 p.100 de lactosérum doux
AC : aliment à 40 p.100 de lactosérum acide
AN : aliment à 40 p.100 de lactosérum acide neutralisé
T : aliment témoin à base de céréales, soja et poisson.

Les caractéristiques chimiques de ces aliments varient selon qu'il s'agit de la période de croissance (35 - 60 kg) ou de la période de finition (60 - 100 kg), mais dans les 2 cas les régimes ont été équilibrés pour les teneurs en énergie brute (4200 à 4300 Cal/g de matière sèche) et en protéines (16 et 14 p.100 respectivement). En outre, les acides aminés essentiels, les minéraux et les vitamines sont apportés dans des proportions égales ou légèrement supérieures aux normes habituellement utilisées. Enfin, pour égaliser les teneurs en cellulose à 4 p.100 en période de croissance et à 5 p.100 en période de finition, nous avons dû incorporer respectivement 20 et 35 p.100 de son de blé dans les aliments à base de lactosérum.

Il faut également souligner que chaque animal retenu en expérience entre 35 et 100 kg a reçu le même type de lactosérum qu'au cours de la période précédente (8 - 35 kg).

Les porcs ont été abattus à un poids moyen de 98,2 kg. Divers organes ont été pesés et la composition corporelle a été déterminée sur une demi carcasse de chaque animal, découpée selon la technique parisienne normalisée après un ressuyage de 24 heures.

2 - Utilisation digestive et rétention azotée

L'étude a porté sur les quatre types de lactosérum (doux, acide, acide neutralisé, déminéralisé) introduits pour 40 p.100 dans des aliments formulés sur les mêmes bases que précédemment.

20 porcs mâles castrés de race Large White (soit 4 par lot) ont été utilisés pour comparer ces aliments à l'aliment témoin au cours de 2 périodes de collecte de 10 jours, l'une entre 35,5 et 40,5 kg avec les régimes de croissance, l'autre entre 46 et 51 kg avec les régimes de finition.

Les rations, distribuées sous forme de pâtée en 3 repas quotidiens, étaient égales pour tous les lots et constantes tout au long de chaque période de collecte (1400 g/j pour la période 1 et 1600, 1700 ou 1800 g/j selon les répétitions pour la période 2).

Les modalités expérimentales concernant la collecte des excréta et les analyses chimiques ont été précisées par ailleurs (HENRY et RERAT, 1966).

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - Croissance et consommation

a) Porcelets (tableau 1)

TABLEAU 1
PERFORMANCES DES PORCELETS ENTRE 8 ET 35 KG (*)

PERFORMANCES	T	DX	AC	AN	DD	SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)
Gain moyen quotidien (g)	428	454	447	485	446	-
Consommation moyenne quotidienne (g)	923	985	937	941	894	27,5 (8,8)
Indice de consommation (2)	2,18 B	2,22 B	2,12 AB	1,93 A	2,04AB	0,046 (6,6)

* Sur les 90 porcelets mis en expérience, 5 sont morts ou ont été éliminés en raison d'une croissance très faible (1 dans le lot T, 2 dans les lots AN et DD). Pour l'analyse statistique des résultats, nous avons reconstitué ces valeurs manquantes par la formule de YATES (1933).

(1) Ecart-type de la moyenne; entre parenthèses : coefficient de variation

(2) en kg d'aliment par kg de gain de poids.

A, B : les moyennes affectées du même indice ne sont pas significativement différentes entre elles ($P < 0,01$).

Les vitesses de croissance et les consommations moyennes par lot ne sont pas significativement différentes, en raison notamment d'une forte variabilité des résultats individuels. En général, nous constatons que le lactosérum est bien apprécié par le porcelet et ceci est particulièrement vrai pour le lactosérum doux puisque la consommation observée dans ce lot est supérieure de 6,7 p.100 à celle des animaux témoins, confirmant ainsi les observations déjà faites par FEVRIER et AUMAITRE (1972).

Les indices de consommation moyens, au contraire, varient de façon significative selon la nature de l'aliment distribué aux porcelets. Par rapport à l'aliment témoin seul le régime contenant du lactosérum acide neutralisé semble mieux utilisé. Ce résultat un peu surprenant peut être attribué en partie à une meilleure qualité de cet aliment mais aussi aux performances tout à fait exceptionnelles d'un seul animal qui a contribué ainsi à améliorer l'indice de consommation moyen du lot AN.

Enfin, l'influence de l'acidité et de la composition minérale du lactosérum sur les performances des porcelets semble nulle puisque nous ne notons pas de différence entre les sérums doux et acide, entre les sérums acide et acide neutralisé, ou encore entre les sérums doux et déminéralisé.

b) Porcs en croissance - finition (tableau 2 - page suivante)

Quelle que soit la période considérée, les consommations moyennes sont équivalentes pour tous les lots. Cependant, au cours de la période de finition, les porcs recevant les régimes à base de lactosérum ont ingéré sensiblement plus d'aliment que les animaux témoins. On peut estimer qu'un tel accroissement de la consommation est destiné à compenser partiellement une diminution de la teneur en énergie digestible de ces régimes (tableau 3); ce phénomène est maintenant bien admis (HENRY, 1966).

En outre, il faut noter l'influence habituelle du sexe sur ce paramètre : nous observons en effet que tout au long de l'engraissement, les mâles castrés ont consommé plus d'aliment que les femelles.

De la même façon, la vitesse de croissance des castrats est supérieure à celle des femelles entre 35 et 60 kg. Par contre, nous observons un résultat inverse en période de finition ce qui semble indiquer que les femelles sont

TABEAU 2
PERFORMANCES DES PORCS EN CROISSANCE - FINITION

PERIODE	PERFORMANCES	T	DX	AC	AN	SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)
35 - 60 kg	Gain moyen quotidien (g)					
	- mâles castrés	784	685	637	704	
	- femelles	713	634	672	585	
	- moyenne	748a	659b	654b	645b	23 (12)
	Consommation moyenne quotidienne (g)					
	- mâles castrés	2320	2193	2274	2304	
	- femelles	2235	2053	2201	2104	
	- moyenne	2277	2123	2238	2204	63 (10)
	Indice de consommation (2)					
- mâles castrés	2,98	3,22	3,59	3,30		
- femelles	3,15	3,23	3,31	3,60		
- moyenne	3,07a	3,23ab	3,45b	3,45b	0,10 (11)	
60 - 100 kg	Gain moyen quotidien (g)					
	- mâles castrés	745	660	664	666	
	- femelles	754	670	735	759	
	- moyenne	750	665	700	713	30 (15)
	Consommation moyenne quotidienne (g)					
	- mâles castrés	3186	3241	3339	3279	
	- femelles	2985	3090	3154	3161	
	- moyenne	3086	3165	3246	3220	90 (10)
	Indice de consommation (2)					
- mâles castrés	4,29	4,96	5,08	5,10		
- femelles	4,00	4,66	4,33	4,16		
- moyenne	4,14a	4,81b	4,71b	4,63b	0,16 (12)	
35-100 kg	Gain moyen quotidien (g)					
	- mâles castrés	758	668	650	679	
	- femelles	726	653	708	677	
	- moyenne	742	660	679	678	23 (11)
	Consommation moyenne quotidienne (g)					
	- mâles castrés	2830	2819	2892	2886	
	- femelles	2654	2687	2763	2660	
	- moyenne	2742	2752	2827	2773	65 (8)
	Indice de consommation (2)					
- mâles castrés	3,75	4,24	4,48	4,34		
- femelles	3,67	4,13	3,93	3,94		
- moyenne	3,71a	4,19b	4,20b	4,14b	0,11 (10)	

(1) Ecart-type de la moyenne - Entre parenthèses : coefficient de variation

(2) en kg d'aliment par kg de gain de poids.

plus aptes que les mâles castrés à utiliser un régime riche en lactosérum au cours de cette période; ce phénomène a déjà été observé par FEVRIER et AUMAITRE (1972).

La vitesse de croissance varie également selon la nature de l'aliment distribué aux porcs. En général, les animaux témoins ont eu une croissance supérieure à celle des animaux nourris avec les aliments "lactosérums". En réalité, la différence n'est significative qu'entre 35 et 60 kg, mais elle existe aussi en période de finition, bien qu'elle soit partiellement masquée par une forte variabilité des résultats individuels. Cette différence d'intensité de croissance est la conséquence d'une moins bonne efficacité des régimes renfermant 40 p.100 de lactosérum et, pour le lot DX en période de croissance, d'une consommation alimentaire un peu plus faible que celle des autres lots. Ces résultats sont donc en contradiction avec les performances généralement obtenues avec un taux de lactosérum de 40 p.100 (HANRAHAN, 1971).

La présence d'une forte teneur en lactose (24 à 30 p.100 selon le type de sérum utilisé) dans les régimes à base de lactosérum ne permet pas d'expliquer cette chute des performances car une expérience réalisée sur des animaux de même race et issus du même troupeau montre que le remplacement de 30 p.100 de l'amidon d'un aliment classique par du lactose a pour effet d'améliorer l'indice de consommation et la vitesse de croissance tout en réduisant légèrement la consommation quotidienne (FEVRIER, 1969).

L'acidité et la composition minérale des lactosérums ne sont certainement pas plus en cause, puisque nous n'observons aucune différence significative de croissance et d'efficacité alimentaire selon le type de sérum utilisé.

En revanche, le fait d'avoir ajouté une source de cellulose sous forme de son de blé semble avoir réduit la digestibilité des aliments lactosérums dans des proportions plus importantes que prévu.

2 - Utilisation digestive et rétention azotée

TABLEAU 3 : voir page suivante

L'utilisation digestive apparente des divers constituants de la ration, excepté l'azote, est équivalente pour tous les aliments de croissance. La même conclusion peut également être formulée pour le coefficient de rétention de l'azote. Par conséquent, ce résultat ne permet pas d'expliquer les performances inférieures réalisées par les porcs des lots lactosérums par rapport à ceux du lot témoin entre 35 et 60 kg. Mais il faut remarquer que la période de collecte (35,5 à 40,5 kg) ne correspond qu'au tout début de la période de croissance et il est probable qu'à ce moment les différences observées entre 35 et 60 kg ne se sont pas encore manifestées. Quant à la digestibilité des matières azotées, nous constatons que par rapport au régime témoin et au régime AN, ce paramètre est légèrement inférieur avec les aliments DX et AC et significativement plus faible avec l'aliment DD. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer l'utilisation digestive apparente de l'azote : taux azoté, nature des protéines alimentaires, disponibilité des acides aminés ...

En période de finition, la digestibilité des régimes à base de lactosérum est inférieure à celle de l'aliment témoin et nous constatons notamment que, malgré des taux de cellulose théoriquement équivalents, la digestibilité de ce constituant est significativement réduite en présence de lactosérum. Ces résultats nous permettent donc de comprendre les différences de croissance observées durant la même période dans l'expérience en lots. Ils nous permettent également d'expliquer la contradiction apparente existant entre nos résultats et ceux de HANRAHAN (1971) selon lequel un taux de lactosérum de 40 p.100 permet des performances équivalentes à celles obtenues avec un régime classique; en effet, cet auteur n'avait pas pris en considération le taux de cellulose dans la formulation des aliments de sorte qu'en introduisant du lactosérum dans la ration, il en diminuait le taux de cellulose et en augmentait ainsi la digestibilité.

La diminution de la digestibilité de la cellulose en présence de lactosérum est probablement due à une modification de la microflore du tube digestif, en particulier des régions distales (caecum et colon), sous l'influence d'un changement du constituant de base de la ration : en présence de lactose, la flore lactique se développerait au détriment de la flore cellulolytique habituellement rencontrée dans ces régions.

3 - Composition corporelle

Comme à l'accoutumée, les carcasses des femelles sont plus maigres que celles des mâles castrés. C'est pourquoi nous ne rapporterons que l'influence de l'aliment sur la répartition des différents morceaux. (Tableau 4).

TABLEAU 4 : voir page suivante

TABLEAU 3

COMPOSITION ET UTILISATION DIGESTIVE DES ALIMENTS DE CROISSANCE ET DE FINITION

PERIODES	CROISSANCE (35,5 - 40,5 kg)						FINITION (46,1 - 50,7 kg)								
	T	DX	AC	AN	DD	T	DX	AC	AN	DD	T	DX	AC	AN	DD
Matière sèche, p. 100	88,9	89,9	90,0	88,4	91,0	88,1	89,9	89,0	87,9	90,5					
Composition (p.100 m.s.)															
matière organique	92,5	92,5	92,4	90,5	93,5	92,8	92,1	91,9	90,3	93,4					
cellulose	4,5	4,3	4,4	4,3	4,7	5,7	4,7	4,9	5,1	5,4					
Protéines brutes	19,5	19,2	17,6	19,9	18,0	15,5	16,0	14,9	15,2	14,6					
Energie brute (1)	4296	4298	4235	4301	4220	4332	4249	4271	4253	4264					
Utilisation digestive apparente															
Matière sèche	82,7	83,2	83,1	83,3	82,3	82,8A	79,7B	79,2B	78,9B	77,5B					
Matière organique	85,7	85,1	85,6	85,3	84,5	85,0A	81,6B	81,7B	81,2B	79,8B					
Cellulose	36,3	33,5	34,3	30,9	35,2	38,9A	18,7B	24,7B	22,3B	29,9AB					
Protéines brutes	85,4a	83,9ab	82,0ab	85,0a	79,2b	84,1A	79,4AB	75,1AB	77,8AB	69,2B					
Energie	83,8	83,1	83,2	83,6	82,1	83,3A	79,3B	79,6B	79,4B	77,0B					
Energie digestible (2)	3601 ± 25	3573 ± 41	3524 ± 26	3597 ± 24	3463 ± 17	3610 ± 9	3371 ± 63	3400 ± 18	3377 ± 14	3285 ± 29					
Energie métabolisable (2)	3471 ± 21	3470 ± 22	3437 ± 20	3500 ± 19	3367 ± 20	3510 ± 15	3257 ± 53	3311 ± 22	3292 ± 15	3201 ± 29					
Coefficient de rétention d'azote	53,1	61,0	50,9	56,6	56,1	43,0	54,9	53,6	54,2	51,2					
Azote retenu en g/jour	18,0	20,3	15,2	19,7	16,6	13,9ab	17,7a	15,3ab	16,3ab	13,1b					

(1) en Kcal/kg de matière sèche

(2) en Kcal/kg de matière sèche ± écart-type de la moyenne

(A, B : seuil 1 p.100

(a, b : seuil 5 p.100

Les moyennes affectées d'indices différents sont significativement différentes entre elles

TABEAU 4
COMPOSITION CORPORELLE A L'ABATTAGE ET POIDS DE QUELQUES ORGANES

CARACTERISTIQUES	T	DX	AC	AN	SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)
Rendement (poids net/poids vif, p. 100)	71,8	71,0	69,8	70,1	0,62 (3)
Jambon (p.100 poids net)	21,2	21,4	21,5	21,5	0,31 (5)
Longe (p.100 poids net)	29,5	29,2	30,0	29,6	0,56 (6,5)
Bardière (p.100 poids net)	17,6	17,6	17,1	17,0	0,72 (14,5)
Panne (p.100 poids net)	2,49	2,61	2,31	2,24	0,12 (17,6)
Epaisseur du lard (R + D)/2, mm	30,6	30,8	27,3	29,8	1,27 (14,8)
Caecum vide (g)	188	217	205	208	9,9 (16,8)
Volume du caecum (ml) *	1507	1966	1798	1723	169 (33,5)
Gros intestin vide (g)	1651a	1761ab	1938b	1804ab	69 (13,4)

(1) Ecart-type de la moyenne; entre parenthèses : coefficient de variation
a, b : les moyennes affectées du même indice ne sont pas significativement différentes ($P < 0,05$)

* Le volume a été apprécié en remplissant le caecum d'eau dans un bain d'eau.

L'analyse statistique des mesures effectuées après la découpe montre qu'il n'existe aucun effet de l'acidité ou de la composition minérale du lactosérum sur l'état d'engraissement des carcasses. On note cependant une certaine tendance à un amaigrissement des carcasses dans les lots lactosérums et notamment pour les lactosérums acide et acide neutralisé.

Enfin, en raison du développement plus important du volume et du poids du caecum et du gros intestin sous l'influence du lactose, les animaux recevant les régimes à base de lactosérum présentent un rendement à l'abattage sensiblement inférieur à celui des témoins. Cette observation a déjà été faite au cours d'expériences antérieures (FEVRIER et AUMAITRE, 1972).

CONCLUSION

En conclusion, cette expérience vient confirmer des résultats antérieurs sur la possibilité d'emploi exclusif du lactosérum sec comme produit laitier dans des aliments de sevrage à 5 semaines. Elle précise en outre que les différents types de lactosérum entier (doux, acide, acide neutralisé) peuvent être employés indifféremment pour la fabrication de tels aliments dans la mesure où la composition minérale de ces produits est prise en considération au cours de l'établissement des formules.

Chez le porc en croissance-finition, l'acidité et la composition minérale du sérum sont également sans influence sur les performances de croissance et d'efficacité alimentaire de même que sur l'état d'engraissement des carcasses quand ce sous-produit est introduit dans l'aliment au taux de 40 p.100 et que sa fraction minérale est prise en compte dans le calcul des régimes. Par ailleurs, nous avons évoqué un phénomène d'interaction entre le taux de cellulose et le constituant de base de l'aliment, interaction défavorable dans le cas du lactosérum et se traduisant par une baisse de la digestibilité de la ration, probablement sous l'influence d'une modification de la microflore intestinale. Ce point important reste donc à préciser au cours d'une prochaine expérience.

Remerciements :

Nous remercions la S.A. LACTOFrance, 55-VERDUN, qui nous a préparé et fourni les différents types de lactosérum utilisés dans cette expérience.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARBER R.S. et MITCHELL K.G., 1968. *Animal Production*, **10** (2), 238.
- DANIEL F.K. et HARVEY E.H., 1947. *Journal of Nutrition*, **33**, 429-436.
- DUNKIN A.C., 1963. *Journal of Dairy Research*, **30**, (3), 331-338.
- FEVRIER C., 1969. *Journées de la Recherche Porcine en France, Paris*, 91-98.
- FEVRIER C. et AUMAITRE A., 1972. *Journées de la Recherche Porcine en France, Paris*, 199-206.
- HANRAHAN T.J., 1971. *Irish J. of Agric. Res.*, **10** (1), 1-7.
- HENRY Y., 1966. IX^e Congrès International de Zootechnie, Edimburg.
- HENRY Y. et RERAT A., 1966. *Ann. Zootech.*, **15**, 231-251.
- MANNERS M.J. et STEVENS J.A., 1972. *British Journal of Nutrition*, **28**, 113-127.
- SHEARER I.J. et DUNKIN A.C., 1968. *New Zealand J. of Agric. Res.*, **11** (2) 465-476.
- SHEARER I.J. et DUNKIN A.C., 1969. *New Zealand J. of Agric. Res.* **12** (2) 321-332.