

INFLUENCE DE DIFFÉRENTES DOSES D'HORMONE GONADOTROPE SÉRIQUE (PMSG) INJECTÉES EN PHASE FOLLICULAIRE SUR LA DURÉE DU CYCLE ŒSTRIEN CHEZ LES BOVINS

P. MAULÉON, J.-C. MARIANA, D. CHUPIN et Aline SOLARI
avec la collaboration technique de Y. DE FONTAUBERT

*Institut national de la Recherche agronomique
Laboratoire de Physiologie de la Reproduction, 37 - Nouzilly, France
Station centrale de Physiologie animale, 78 - Jouy-en-Josas, France*

Chez la Vache, l'injection d'hormones gonadotropes à n'importe quel moment du cycle et même pendant la gestation provoque l'ovulation (ZAVADOVSKI *et al.*, 1935). Mais lorsque cette injection est effectuée en phase progestative, les vaches extériorisent rarement un comportement d'œstrus (HAMMOND et BHATTACHARYA, 1944) et les œufs pondus sont peu fécondables (CASIDA *et al.*, 1940 ; ROWSON, 1951 ; WILLETT *et al.*, 1952).

Par contre, lorsque l'injection de PMSG est faite vers la fin du cycle, les vaches viennent généralement en œstrus (HAMMOND, BHATTACHARYA, 1944 ; GORDON *et al.*, 1962 ; HAFEZ *et al.*, 1965 ; SCANLON *et al.*, 1968). La fécondabilité des œufs pondus est élevée bien que le pourcentage de survie des œufs superovulés et fécondés varie en fonction de l'intervalle entre l'injection de PMSG et l'œstrus (IC) puisque les œufs dégénèrent lorsque cet intervalle est supérieur à 5 jours (LAMMING et ROWSON, 1952). La durée de cet intervalle influe également sur la variabilité du taux de superovulation obtenu (HAFEZ *et al.*, 1965 ; SCANLON *et al.*, 1968).

Or l'injection de PMSG modifierait légèrement la durée moyenne du cycle et rendrait ainsi difficile le calcul de l'intervalle IC, elle entraînerait également des anomalies d'œstrus (ovulations silencieuses) plus fréquentes que normalement (HAFEZ *et al.*, 1965). Cependant il n'a pas toujours été tenu compte de la variabilité individuelle de la durée du cycle œstrien (OLDS et SEATH, 1951). Aussi avons-nous repris cette étude et recherché si la durée du cycle œstrien était perturbée par l'injection de PMSG effectuée en phase folliculaire ; nous avons effectué au préalable une correction du moment d'injection de PMSG d'après la durée moyenne des cycles œstriens antérieurs de chaque individu.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude a porté sur 323 vaches de race *Française Frisonne Pie Noire* (expériences A I et B IV), primipares, en lactation et traites. Les cycles œstriens ont été observés depuis la mise bas et les animaux ont reçu le traitement PMSG entre 85 jours et 140 jours après la mise bas. Les observations ont été faites également sur les 62 vaches de race *Charolaise* (expérience A II) primipares et allaitant leurs veaux ; ces animaux sont entrés en expérience environ 100 jours après la mise bas. L'injection de PMSG a toujours été effectuée de 8 h 30 à 9 h 30, quatre jours avant la date présumée de l'œstrus ; cette dernière a été calculée en utilisant la durée moyenne de trois cycles œstriens.

Dans le dépouillement concernant la venue en œstrus, il n'a pas été tenu compte de l'injection ou non de l'hormone chorionique puisque celle-ci n'est faite qu'après le début observé de l'œstrus. Un soin particulier a été apporté à la détection de celui-ci de façon à obtenir avec précision l'heure de début et de fin de chaleurs. Au cours de l'expérience réalisée au C. N. R. Z. de Jouy-en-Josas le comportement vis-à-vis de deux mâles vasectomisés était noté chaque matin et chaque soir. Les vaches par groupe de dix séjournaient un quart d'heure dans un parc où le taureau était présent ; la position des vaches par rapport au mâle attaché était notée au bout de 3 minutes et les activités de chevauchement relevées, cet ensemble de critères permettant de définir le début de l'œstrus.

Au cours des expériences A II et B IV, réalisées au C. R. V. Z. de Nouzilly la technique d'utilisation du taureau vasectomisé a dû être simplifiée, mais la fréquence de passage est restée la même. Le mâle est lâché au milieu du groupe de 15 à 20 vaches. Les réactions d'immobilisation des femelles constituent le seul critère d'œstrus mais l'activité de recherche du mâle par les femelles aide à orienter le taureau vers la découverte des femelles en œstrus ; celles-ci sont sorties du lot aussitôt que le test d'immobilité est obtenu. Nous avons estimé que la précision dans la détermination du début de l'œstrus était de ± 3 heures. Elle est beaucoup plus faible avec ces méthodes en ce qui concerne la fin de l'œstrus, aussi aucun résultat concernant la durée de l'œstrus ne sera donné.

L'intervalle injection de l'hormone PMSG-œstrus (IC) est donné en heures. La normalité des courbes de distribution a été testée selon le critère de χ^2 de PEARSON.

RÉSULTATS

Sur l'ensemble des 385 vaches *Française Frisonne Pie Noire* et *Charolaise*, la proportion d'ovulations silencieuses n'a été que de 0,8 p. 100. 382 animaux ont donc servi pour les calculs rapportés ici.

1. Distribution du jour d'injection de PMSG par rapport à l'œstrus précédent

Les durées moyennes des cycles œstriens qui ont servi à calculer la date d'injection de PMSG varient de 18 à 24 jours. Ainsi le jour d'injection de PMSG rapporté à l'œstrus précédent considéré comme J_0 a varié de J_{14} à J_{20} (fig. 1) ; le mode se situe à J_{16} pour 35 p. 100 des vaches ; pour 83 p. 100 d'entre elles l'injection a été effectuée les 15^e, 16^e et 17^e jours du cycle. Il en est de même pour les animaux de race *Charolaise* : 31,5 p. 100 ont été injectés le 16^e jour du cycle et 74 p. 100 les 15^e, 16^e et 17^e jours (fig. 1).

2. Influence de la dose de PMSG sur l'intervalle IC

L'injection de PMSG étant faite 4 jours avant la date présumée de l'œstrus, l'intervalle moyen IC devrait donc être égal à 96 heures. En réalité chez les vaches *Frisonne* pour la dose de 1 600 UI de PMSG cet intervalle est de 94,1 heures, puis il

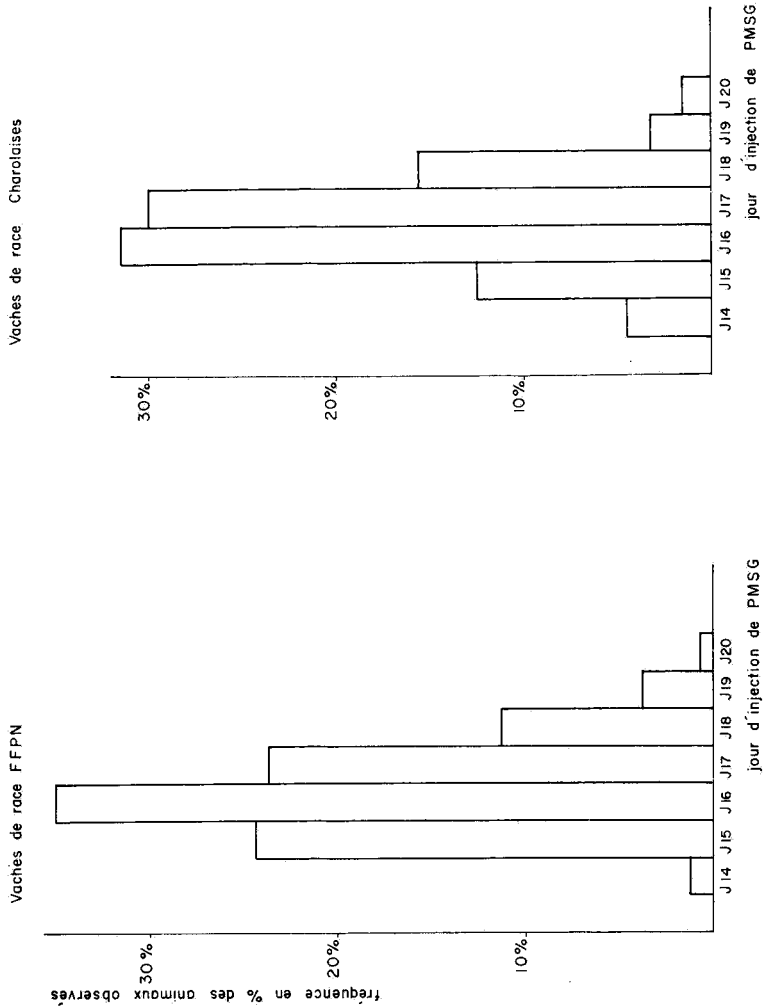


FIG. I. — Distribution des jours d'injection de PMSG par rapport à l'œstrus précédent

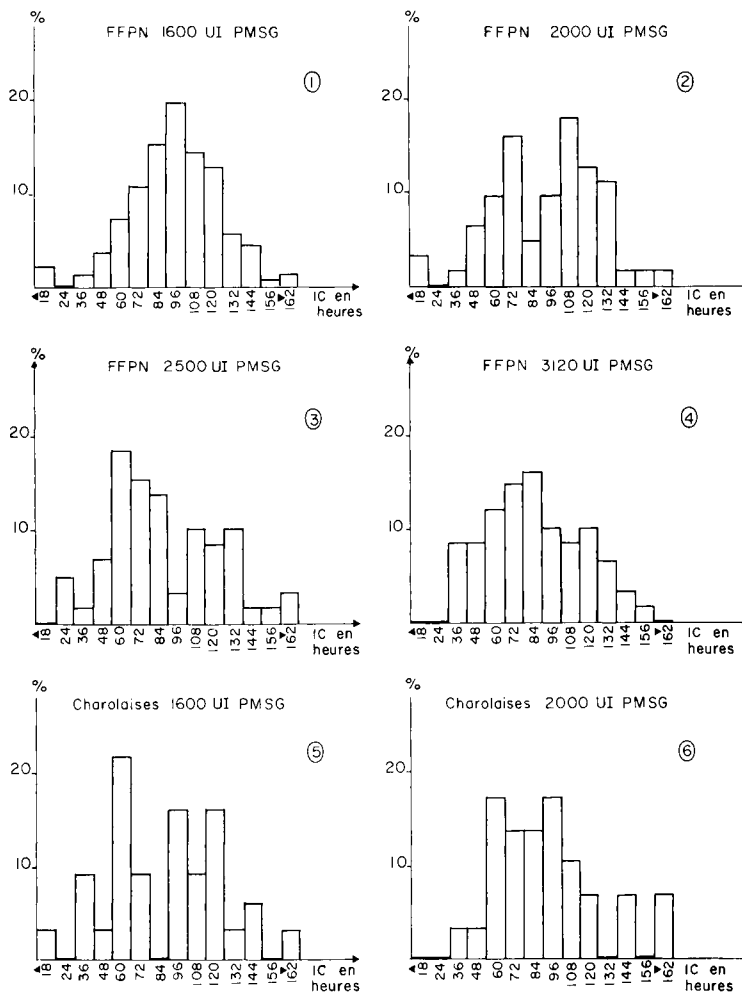
TABLEAU I
Caractéristiques des cycles œstriens des vaches avant et après traitement
par l'hormone gonadotrope sérique PMSG

	F. F. P. N.	F. F. P. N.	F. F. P. N.	F. F. P. N.	F. F. P. N.	Charolaises	Charolaises
Races	1 600	2 000	2 500	3 120	1 600	2 000	2 000
Doses de PMSG (UI)	A _I + B _{IV}	A _I	A _I	A _I	A _{II}	A _{II}	A _{II}
Références n° d'expérience							
Nombre d'animaux traités	141	62	60	60	33	29	29
— avec ovulations silencieuses	1	0	1	0	1	0	0
— avec chaleurs	140	(1) (2) (3) 27 35 62	(1) (2) (3) 37 22 59	60	32	29	29
Intervalle injection-chaleurs (en heures)							
— IC moyen	94,1	60,9	64,3	85,6	84,7	92,3	92,3
— écart type	28,8	18,8	15,2	30,9	36,5	33,2	33,2
Animaux avec œstrus en deux temps %	2,14	17,2	15,2	18,33	3,42	3,44	3,44
Durée moyenne du cycle induit	20,1	4,61	10,16	20,4	20,7	20,5	20,5
— écart type	1,3	20,5	20,2	1,3	1,6	1,2	1,2
Durée moyenne des cycles antérieurs	20,3	1,4	1,4	20,5	20,8	21,2	21,2
— écart type	1,1	20,4	1,2	1,2	1,5	1,3	1,3

Entre parenthèses : caractéristiques de la population du 1^{er} pic de la courbe de distribution (1), de la population du 2^e (2), de tous les animaux (3).

diminue légèrement d'environ 2 heures et 6 heures pour les doses 2 000 et 2 500 UI et finalement devient nettement plus court et égal à 85,6 h pour la dose élevée de PMSG, 3 120 UI (tabl. 1).

Les courbes de distribution de cet intervalle subissent des modifications importantes en fonction de la dose de PMSG. Lorsque celle-ci est de 1 600 UI la distribution est normale comme le montre l'histogramme des fréquences correspondant à des classes de 12 heures d'intervalle (fig. 2), la linéarité des droites de Henry correspon-



% exprimés par rapport aux animaux venus en chaleurs.

FIG. 2. — Distribution des intervalles IC pour différentes doses de PMSG

dantes et le test de normalité du tableau 2. Lorsque les doses de PMSG injectées sont égales à 2 000 et 2 500 UI les courbes de distribution des intervalles IC correspondants sont composées de 2 sous-populations ; le clivage entre ces 2 sous-populations se produisant respectivement pour des valeurs de IC égales à 84 et 96 heures. Ces

deux sous-populations sont distribuées normalement (tests de normalité du tableau 2) autour de valeurs moyennes de IC égales à 60 h 9 et 117 h 6 pour la dose de 2 000 UI de PMSG et 64 h 3 et 122 h 1 pour la dose de 2 500 UI de PMSG. Lorsque la plus forte dose de 3 120 UI de PMSG est injectée, la courbe de distribution tend à redevenir normale et la valeur moyenne correspond à celle de l'une des sous-populations précédentes ; en fait à celle dont la valeur moyenne de IC était la plus faible.

TABLEAU 2

Tests de normalité des courbes de distribution des intervalles injection de PMSG-œstrus (IC) pour chaque dose de PMSG

Références des courbes	χ^2	Degré de liberté	χ^2 seuil 0,05
Courbe 1 PMSG 1 600 UI	3,674	11	19,67
Courbe 2 PMSG 2 000 UI { 1 ^{re} population	6,084	5	11,07
2 ^e population	1,38	4	9,49
Courbe 3 PMSG 2 500 UI { 1 ^{re} population	3,714	5	11,07
2 ^e population	3,505	4	9,49
Courbe 4 PMSG 3 120 UI	2,364	10	18,31

La courbe de distribution de l'intervalle IC pour les vaches de race *Charolaise* après l'injection de 1 600 UI de PMSG présente un clivage en deux sous-populations de part et d'autre de 84 heures comme cela existe après injection des doses 2 000 et 2 500 UI de PMSG aux animaux *F. F. P. N.* Après injection de 2 000 UI aux vaches *Charolaises* on constate une tendance à un regroupement des intervalles IC en une population normale qui correspond à la sous-population dont l'intervalle \overline{IC} moyen est le plus court comme cela a été montré avec les vaches *F. F. P. N.* recevant 3 120 UI de PMSG.

Ces différences entre races dans l'effet dose de PMSG sur l'intervalle IC sont le reflet de la plus forte sensibilité ovarienne des animaux de race *Charolaise* à PMSG comme nous le montrerons dans un chapitre suivant.

En plus de cette modification de la distribution des intervalles moyens \overline{IC} avec la dose de PMSG injectée, on constate une augmentation de la fréquence des œstrus « partagés » (split œstrus) lorsque la dose de PMSG injectée augmente (tabl. 1).

3. Durée totale du cycle induit par rapport à la durée moyenne des cycles précédents

Seuls les animaux de race *F. F. P. N.* recevant 1 600 UI de PMSG ont été considérés puisque c'est dans ce cas seulement que l'intervalle \overline{IC} moyen est voisin de l'intervalle souhaité de 96 heures et que la distribution de ces intervalles est normale.

Il existe une corrélation positive significative $r = + 0,414$ entre la longueur du cycle induit et la durée moyenne des cycles antérieurs ce qui montre que la correction effectuée en fonction de la valeur individuelle estimée de la longueur du cycle œstrien est efficace.

Elle est toutefois meilleure pour les animaux ayant un cycle court que pour ceux ayant un cycle long comme le montre le tableau de correspondance entre la durée des cycles induits et celle que l'animal aurait dû avoir (tabl. 3).

TABLEAU 3

Efficacité de la correction du moment d'injection en fonction de la valeur individuelle de la durée du cycle œstrien

Intervalle œstrus précédent-injection de PMSG	Nombre d'animaux	\bar{IC} moyen	Durée du cycle induit	Durée prévue du cycle
14 jours.....	1	4,0	18,0	18,0
15 jours.....	24	4,5	19,5	19,0
16 jours.....	30	3,9	19,9	20,0
17 jours.....	13	3,6	20,6	21,0
18 jours.....	6	3,0	21,0	22,0
19 jours.....	1	2,0	21,0	23,0
20 jours.....	1	4,0	24,0	24,0

Il n'existe pas de corrélation significative $r = + 0,135$ entre la durée de deux cycles antérieurs, ce qui montre que la détermination de la correction du moment d'injection de PMSG ne peut se faire si l'on ne connaît que la durée d'un seul cycle.

DISCUSSION

Les ovulations silencieuses sont très rares lorsque l'injection de PMSG est faite dans les conditions de nos expériences.

L'imprécision des méthodes de détection d'œstrus, l'influence d'une injection trop précoce au cours d'un cycle œstrien mal connu peuvent expliquer les 14,4 p. 100 obtenus par GORDON, WILLIAMS, EDWARDS (1962). L'injection d'hormone chorionique effectuée systématiquement après le 5^e jour qui suit le traitement PMSG si la vache n'est pas encore venue en œstrus, est peut-être responsable des 18,9 p. 100 d'ovulations silencieuses observées par SCANLON, SREENAN et GORDON (1968).

Récemment au cours d'une autre expérience de naissances gémellaires tentée par TURMAN, RENBARGER et STEPHENS (1969), il semble que plus de 10 p. 100 des vaches ne soient pas venues en œstrus après l'injection d'hormone gonadotrope sérique bien que ces auteurs ne donnent aucune précision sur les ovulations silencieuses.

HAFEZ *et al.* (1964) parlent également d'un taux élevé d'ovulations silencieuses ; cependant le calcul effectué à partir de leurs données ne révèle qu'une fréquence de 6 p. 100, ce qui est plus faible que les résultats des auteurs précédents. HAFEZ *et al.*

(1965) trouvent d'ailleurs que la fréquence de ce phénomène n'est pas plus élevée après traitement à l'aide de PMSG que chez les animaux non traités.

Il nous semble que les variations enregistrées au cours des diverses expériences sont surtout le reflet des conditions différentes d'environnement. En effet, on connaît l'influence de l'état physiologique de l'animal (GORDON, WILLIAMS, EDWARDS, 1962), de la production laitière, de la saison, du niveau nutritionnel, de l'intervalle qui sépare le traitement du vêlage, de la race et même de la lignée génétique (LABHSETWAR, TYLER et CASIDA, 1963). Mais il est possible également qu'il ne s'agisse, plus simplement, que des conditions différentes de détections d'œstrus. Compte tenu des résultats que nous avons obtenus, nous pensons qu'aucune influence de l'injection de PMSG n'est démontrable sur la fréquence d'apparition des ovulations silencieuses.

Par contre, l'œstrus « partagé » est bien le fait du traitement PMSG et en particulier des doses élevées injectées comme l'ont noté d'autres auteurs (HAFEZ et SUGIE, 1961 ; HAFEZ *et al.*, 1964 ; HAFEZ *et al.*, 1965).

L'influence de l'effet de la dose de PMSG sur la distribution de l'intervalle IC est dès le départ difficile à comparer entre auteurs puisque les hormones PMSG n'ont pas la même origine de fabrication et qu'une mauvaise correspondance entre unités internationales peut exister. D'autre part, les races bovines sur lesquelles les expériences ont été effectuées sont différentes et nous avons vu que ce facteur joue un rôle important. Un plus fort développement folliculaire entraîne une plus forte sécrétion d'œstrogènes et le seuil de sensibilité du système nerveux central à ce stéroïde risque d'être atteint plus tôt ; il est donc normal que l'on assiste lorsque la dose de PMSG croît ou lorsque la sensibilité des animaux (race) est plus grande à un déplacement de la distribution vers des intervalles IC plus courts. C'est aussi la tendance observée par HAFEZ *et al.*, (1965), du moins du point de vue effet global de PMSG ; par contre, aucun effet notable de la dose de PMSG n'a été observé sur la durée du cycle induit par GORDON, WILLIAMS et EDWARDS (1962) dans les limites de 800 à 2 000 UI. Chez les Ovins, ROBINSON (1951) et WALLACE (1954) notent que le traitement PMSG pendant la phase folliculaire hâte la venue en œstrus, mais ne trouvent pas d'effet dose sur ce raccourcissement à l'inverse de ce qu'observe GORDON (1958).

Enfin la tendance à une diminution de l'intervalle IC lorsque l'injection de PMSG est plus tardive par rapport à l'œstrus précédent, apparaît également dans les résultats de TURMAN *et al.* (1969).

CONCLUSION

Parmi les différentes doses utilisées dans nos expériences, seule la dose de 1 600 UI de PMSG injectée 4 jours avant la date présumée de l'œstrus permet une distribution normale de l'intervalle injection-œstrus (IC) autour de la valeur souhaitée de 96 heures. Chez les vaches *F. F. P. N.*, la durée du cycle induit est en corrélation avec la valeur moyenne de la longueur des cycles précédents et cette correction est particulièrement efficace pour les vaches à cycles courts. Dans l'ignorance de cette durée moyenne, l'injection de PMSG au 16^e jour après la date de l'œstrus précédent semble être la meilleure pour la population des vaches *F. F. P. N.* Mais étant donné les différences obtenues avec les animaux de race *Charolaise*, cette date doit être

réétudiée dans cette race en utilisant une dose de PMSG plus faible que celles expérimentées ici.

RÉSUMÉ

L'injection d'hormone gonadotrope sérique a été effectuée 4 jours avant la date présumée de l'œstrus, évaluée d'après la longueur des cycles œstriens antérieurs ; en fait, le jour d'injection s'est trouvé les 15^e, 16^e et 17^e jours du cycle dans 83 p. 100 des cas pour les vaches de race *F. F. P. N.* et dans 74 p. 100 des cas pour celles de race *Charolaise*.

Dans les conditions de détection d'œstrus utilisant un mâle vasectomisé, la proportion d'ovulation silencieuse est faible (0,8 p. 100). Elle est indépendante de la dose de PMSG injectée ; par contre, le pourcentage de « split œstrus » augmente avec cette dose.

La distribution des intervalles injection de PMSG-œstrus (IC) est modifiée pour les doses 2 000, 2 500 et 3 120 UI de PMSG. La distribution de ces intervalles est normale lorsque la dose injectée est de 1 600 UI de PMSG, mais cette population se clive en deux sous-populations normales autour des valeurs moyennes 60,9 et 117,6 heures d'une part, 64,3 et 122,1 heures d'autre part lorsque les doses injectées sont respectivement 2 000 UI et 2 500 UI de PMSG.

Lorsque la dose de PMSG est de 3 120 UI, la courbe de distribution des intervalles IC tend à devenir normale mais la moyenne de cet intervalle est de 85,6 heures, c'est à dire que IC devient plus court. C'est seulement pour une dose de 1 600 UI de PMSG que le cycle au cours duquel a lieu le traitement est le moins modifié puisque l'intervalle moyen IC de 94,1 heures est alors très voisin de la valeur souhaitée de 96 heures.

Par ailleurs, la correction du moment d'injection effectuée en fonction de la valeur individuelle de la longueur du cycle œstrien est efficace puisqu'il existe une corrélation positive de $r = + 0,414$ entre la longueur du cycle induit et la durée des cycles antérieurs.

Il existe des différences entre races dans l'effet dose de PMSG sur l'intervalle IC ; ainsi pour les vaches de race *Charolaise* après injection de 1 600 UI, la courbe présente deux sous-populations de part et d'autre de 84 heures. Cette dose d'hormone produit sur les animaux de cette race un effet comparable à 2 500 UI de PMSG chez ceux de race *F. F. P. N.*

SUMMARY

ACTION ON THE DURATION OF THE COW ŒSTROUS CYCLE OF DIFFERENT PMSG DOSES INJECTED DURING THE FOLLICULAR PHASE

PMSG was injected four days before the presumed date of œstrus, estimated from the length of previous œstrus cycles. The day of injection fell on day 15, 16, and 17 of the cycle in 83 p. 100 of *French Friesian* cows, and on the same days in 74 p. 100 of *Charolais* cows.

When œstrus was detected with a vasectomized bull, the proportion of silent ovulations was small (0.8 p. 100), being independent of the PMSG dose injected. On the contrary, the percentage of split œstrus increased with this dose in *French Friesian* cows (*F. F. P. N.*).

The distribution of the intervals between PMSG injection and induced œstrus (IC) is modified for the PMSG doses of 2, 000, 2, 500, and 3 120 IU. The distribution of these intervals is normal when the injected dose of PMSG is 1 600 IU, but this population splits into two normal sub-populations, one around the mean values of 60.9 and 117.6 hours, and the other around 64.3 and 122.1 hours when the injected doses are 2 000 and 2 500 I. U. of PMSG, respectively.

When the PMSG dose is 3 120 IU, the curve of the IC intervals tends to become normal again, but the mean of this interval is 85.6 hours ; that is, the I. C. becomes shorter.

The cycle during which the treatment is least modified occurs when the PMSG dose of 1 600 IU is given, since the mean IC interval of 94.1 hours is very close to the 96-hour desired value.

Furthermore, correction of the injection time in terms of the individual value of œstrous cycle length is efficacious since a positive correlation exists between the length of the induced cycle and the duration of previous cycles ($r = + 0.414$).

Differences between breeds exist as concerns the PMSG dose effect on the IC interval.

Thus, for the *Charolais* cows receiving an injection of 1,600 IU, the curve shows two sub-populations on each side of the 24-hour area. This hormone dose, given to those animals, produced an effect comparable to that which 2 500 IU of PMSG had on *French Friesian* cows.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASIDA L. E., NALBANDOV A., McSHAN W. H., MEYER R. K., WISNICKY W., 1940. Potential fertility of artificially matured and ovulated ova in cattle. *Proc. am. Soc. Anim. Prod.*, **33**, 302-303.
- GORDON I., 1958. The use of progesterone and serum gonadotrophin (PMSG) in the control of fertility in sheep. *J. agric. Sci.*, **50**, 123-197.
- GORDON I., WILLIAMS G., EDWARDS J., 1962. The use of serum gonadotrophin (PMSG) in the induction of twin-pregnancy in the cow. *J. Agric. Sci.*, **59**, 143-199.
- HAFEZ E. S. E., SUGIE T., 1961. Superovulatory responses in beef cattle and an experimental approach for non-surgical ova transfer. *Proc. IVth Int. Cong. Physiol. Anim. Reprod.*, The Hague, **2**, 387-391.
- HAFEZ E. S. E., RAJAKOSKI E., ANDERSON P. B., FROST O. L., SMITH G., 1964. Problems of gonadotropin induced multiple pregnancy in beef cattle. *Am. J. Vet. Res.*, **25**, 1074-1079.
- HAFEZ E. S. E., JAINUDEEN M. R., LINDSAY D. R., 1965. Gonadotrophin induced twinning and related phenomena in beef cattle. *Acta endocr.*, **50**, suppl. 102, 1-44.
- HAMMOND J., BHATTACHARYA P., 1944. Control of ovulation in the cow. *J. Agric. Sci.*, **34**, 1-15.
- LABHSETWAR A. P., TYLER W. J., CASIDA L. E., 1963. Genetic and environmental factors affecting quiet ovulations in cattle. *J. Dairy Sci.*, **46**, 843-845.
- LAMMING G. B., ROWSON L. E., 1952. Superovulation and ovum transplantation in cattle. *2nd Cong Artif. Insem. Physiol. Reprod.*, Copenhagen, 144-153.
- OLDS O., SEATH P. M., 1951. Repeatability of estrous cycle length in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **34**, 626-628.
- ROBINSON T. J., 1951. The control of fertility in sheep. Part II. — The augmentation of fertility by gonadotrophin treatment of ewe in the normal breeding season. *J. Agric. Sci.*, **41**, 6-63.
- ROWSON L. E., 1951. Methods of inducing multiple ovulations in cattle. *J. Endocr.*, **7**, 260-270.
- SCANLON P., SREENAN J., GORDON I., 1968. Hormonal induction of superovulation in cattle. *J. Agric. Sci.*, **70**, 179-182.
- TURMAN E. J., RENBARGER R. E., STEPHENS D. F., 1969. Producing multiple births in beef cows by hormone injections (non publié).
- WALLACE L. R., 1954. Studies in the augmentation of fertility of *Romney* ewes with pregnant-mare serum. *J. Agric. Sci.*, **45**, 60-79.
- WILLET E. L., McSHAN W. H., MEYER R. K., 1952. Gonadotrophins for superovulation of cows. *Proc. Soc. exp. Biol.*, **79**, 396-400.
- ZAVADOVSKI M. M., ESKIN I. A., OVSJANNIKOV G. F., 1935. The control of the female sex cycle in cows. *Trud. Dinam. Razvit.*, **9**, 75.