ITEA (2000), Vol. **96A N.° 2,** 115-125

# NOTA SOBRE LA ESTIMA DEL ERROR DE PATERNIDAD CUANDO LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL SE COMPLEMENTA CON MACHOS DE MONTA NATURAL

**Juan José Jurado García**

Dpto. de Mejora Genética Animal y Biotecnología, SGIT-INIA
Apdo. 8111, 28080 Madrid, España

RESUMEN

Se presenta un método simple para estimar el error de paternidad de un cordero, cuando la inseminación artificial (IA) se complementa con machos de monta natural (MN). Este error se hace depender del numero de días que transcurre entre la inseminación y la monta natural (N), de la frecuencia de fallos en la sincronización de celos (F) (o de la de IA, si se desconoce aquella) y del intervalo de días en el que los corderos nacidos se consideran hijos de los machos de IA (IC). También se calcula el número de días necesarios para garantizar la paternidad por IA. Esta informacion se dan en forma de tablas de fácil consulta.

Teniendo en cuenta que el modelo es necesariamente simplista, los errores de paternidad aquí descritos deben ser considerados como indicativos con el simple propósito de ayudar a tomar una decisión acerca de cuantos días después de la IA se deben echar los machos de MN, sin que el error de paternidad supere un máximo previamente establecido.

**Palabras claves:** Error de paternidad, Inseminación artificial, Corderos.

SUMMARY

A NOTE ABAUT THE ESTIMATE OF PATERNITY ERROR IN SHEEP WHEN ARTIFICIAL INSEMINATION IS COMPLEMENTED WHITH NATURAL MATING

A simple method is presented to estimate lamb's paternity errors when natural mating (NM) complements artificial insemination (AI). This error depends on the number of days between insemination and natural mating (N), the rate of oestrus synchronisation failure (F) (or insemination failure rate, if sinchronisation data are not available), and, the number of days in which the new born lambs are considered to be sired by AI rams (IC). The necessary number of days to guarantee AI paternity is also supplied. Results are provided in easily handled tables.

Having in mind the simplicity of the model, the paternity errors provided here should be considered as mere indicators aiming at helping in deciding how many days after insemination natural mating sires can be used in order to avoid paternity error above a predetermined maximum value.

**Key words:** Paternity errors, Artificial insemination, Lambs.

## Introducción

En España se están desarrollando en la actualidad numerosos esquemas de selección en ganado ovino en los que la valoración genética se lleva a cabo mediante metodología BLUP, basada en la conexión de los diversos rebaños que colaboran mediante los llamados machos de referencia. Estos machos suelen estar situados en Centros de Inseminación Artificial y tienen hijas en los rebaños mediante inseminación artificial (IA) con semen refrigerado o congelado. Se consideran hijos de IA a todos aquellos corderos nacidos en un intervalo más o menos amplio alrededor del día en que se cumple el periodo de gestación.

En todos los casos el manejo de los rebaños exige que los posibles fallos que se produzcan en la sincronización de celos y/o en la propia inseminación artificial sean subsanados mediante la introducción en el rebaño de machos de monta natural (MN) algunos días después de la inseminación, de modo que el porcentaje de ovejas vacías sea mínimo. Esta práctica conlleva la posibilidad de que se produzcan errores acerca de la paternidad de los corderos, que será tanto mayor cuanto menor sea el número de días transcurridos entre la IA y la introducción de los machos de MN.

Es objeto de controversia el número de días que se considera necesario que deben transcurrir entre la IA y la entrada de los machos de MN, para tener cierta garantía acerca de la paternidad de los corderos. Está claro que si se quiere una seguridad total, los machos de MN se deben introducir muchos días después de la IA, pero esto supone una ruptura del ritmo de cubriciones de los rebaños, en especial los de producción cárnica. Realmente muchos ganaderos tal vez no participarían en los esquemas de selección si tuvieran que esperar un plazo de tiempo dilatado antes de echar los machos de MN. Cabe la posibilidad de disminuir ese número de días, si a cambio se acepta un cierto grado de incertidumbre acerca de la paternidad de los corderos. La magnitud de esta incertidumbre determinaría, al menos en parte, la fiabilidad de la valoración genética y se podría tomar una decisión con cierto conocimiento de causa.

Con esta nota pretendemos mediar en la controversia aportando el concepto de error de paternidad, e indicando una forma de calculo en función del número de días que transcurren entre la IA y la MN y de la amplitud del intervalo de días en los que se asigna la paternidad a los machos de IA.

## Material y métodos

Se define como error de paternidad de un cordero (Ep) a la probabilidad de que se le asigne como padre el macho de IA cuando realmente es hijo del macho de MN.

El que una oveja quede preñada de un macho de MN después de un proceso de sincronización de celos (SC) e IA depende de las circunstancias que se den en cada uno de estas operaciones. Respecto a la SC se pueden dar dos circunstancias:

– Que el proceso fracase en la SC, en cuyo caso la oveja entrara en celos posteriormente, según su ciclo normal.

– Que la SC tenga éxito, pero la ovulación tenga lugar horas después de la IA (ovulación tardía), en cuyo caso la oveja no quedara preñada en la misma. Este retraso rara vez dura mas de dos días.

Si los machos de MN se echan como pronto, tres días después de la IA, en el pri-

mer caso la oveja puede quedar preñada de estos machos en cualquier día de su ciclo. En el segundo caso es extremadamente difícil que se produzca una gestación.

El que la IA tenga éxito o no es irrelevante en esta situación. En el primer caso por ser inútil (no hay ovulación) y en el segundo por ser extemporánea (la IA no coincide con la ovulación).

Se puede concluir que el error de paternidad cabe atribuirlo exclusivamente a la frecuencia de fallos en la SC. De los resultados presentados por GARDE y col. (1997) se podría deducir que la frecuencia conjunta de fracasos en las SC y ovulaciones tardías es de un 18,57%, no distinguiéndose entre ambas. Si la frecuencia de fallos en las SC no es conocida, se puede utilizar como sustituto la de la IA, que siempre será mayor. Por consiguiente los errores de paternidad calculados en esta nota deben ser considerados como máximos, debiendo ser en la realidad algo inferior

Se ha desarrollado un modelo para estimar los errores de paternidad teniendo en cuenta las circunstancias antes descritas. Los parámetros que intervienen en dicho modelo son:

N = Número de días transcurridos entre la IA y la entrada de los machos de MN.

D = Duración media del periodo de gestación de la oveja de la raza de que se trate. Se asume que los días de gestación presenta distribución normal.

SD = Desviación típica del periodo de gestación.

IC = Intervalo de días alrededor del día D, en el que los corderos nacidos se consideran hijos del macho de IA.

F = Frecuencia de fallos en la sincronización de celos. (En su defecto: frecuencia de fallos de la IA).

P = Duración del ciclo estral de la oveja

En la figura 1 se muestran estos parámetros. Si la IA tiene lugar el día 0, los corderos nacerán por termino medio D días después. Los corderos nacidos en el intervalo D ± (IC/2) se consideran hijos de los machos de IA. Los machos de MN se echan al rebaño el día N y se asume que la probabilidad de que una oveja entre en celo un día determinado y quede preñada es 1/P. Por consiguiente la probabilidad de que en una oveja no quede preñada en la IA, entre en celo el día N y quede preñada de MN es F/P por la razones antes expuestas.

En el caso de las ovejas que entran en celo precisamente el mismo día N, el error de paternidad (Epn) es el área bajo una distribución normal de media D + N y desviación típica SD en el intervalo D ± (IC/2), tal como se muestra en la figura. El error de paternidad de las ovejas que entran en celo el día N + 1 ($Ep_{n+1}$) será el área bajo la distribución normal con media D + N + 1, e igual SD, en el intervalo D ± (IC/2). El correspondiente a las ovejas que entran en celo el día N + 2 ($Ep_{n+2}$) sería el área bajo la curva normal de media N + D + 2 en el intervalo D ± (IC/2). Y así sucesivamente.

Una oveja en la que falló la IA puede entrar en celo no solo el día N sino en días sucesivos hasta el día P. El Ep será la suma de los errores de paternidad correspondientes a los días N,N + 1,N + 2,.....,N + P. En cada caso la probabilidad de que la oveja entre en celo el día N ó en los siguientes será siempre igual a F/P. En conclusión el error de paternidad será:

$$Ep=\sum_{i=N}^{i=N+P} Epi\ (F/P)$$

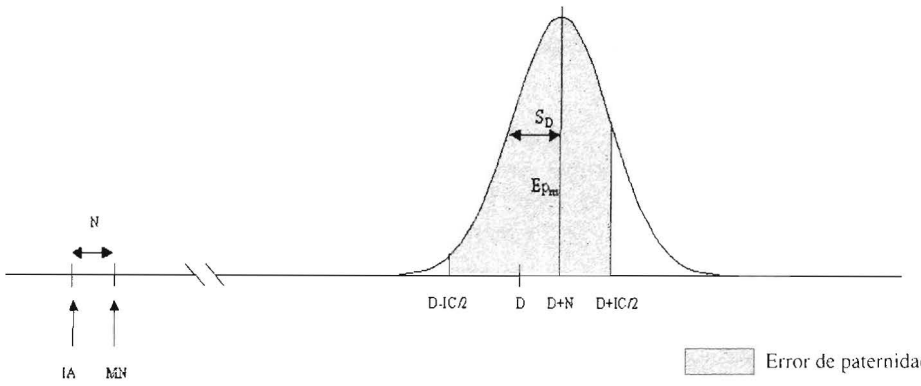



Figura 1. Error de paternidad. Probabilidad de que siendo el cordero hijo de MN (monta natural) se diga que es hijo de macho de IA (inseminación artificial).
*Figure 1. Paternity error. Probability of saying that a NM (natural mating) lamb is sired by an AI (artificial insemination) ram.*

En este estudio se asumirán los siguientes parámetros:

F = de 0,1 a 0,5
P = 17

El estudio abarcará la siguiente casuística:

D tomará los valores 149 ± 3 (Purroy, Bermejo y Jurado, 1982) y 151 ± 2 (Montoro, 1996)

N estará entre 3 y 15 días
IC estará entre 2 y 20 días

Los resultados se han obtenido mediante un programa escrito en FORTRAN 77, cuya entrada es un grupo de valores para D,SD,F y P. La salida es una tabla de doble entrada, en la que en filas está N y en columnas esta IC/2. Para cada valor de N y cada IC/2 se da el Ep. Este programa puede ser solicitado al autor.

## Resultados

En el cuadro 1 se presentan los errores de paternidad cuando la duración de la gestación es de 149 ± 3 días. En el cuadro 2 los correspondiente a una duración de gestación de 151 ± 2 días.

De los resultados presentados se puede obtener una estima del error de paternidad en diversas circunstancias. Por ejemplo, para una frecuencia de fallos en la sincronización de celos (o de la inseminación artificial si se desconoce la primera) de un 20%, si los machos de MN se echan al rebaño 3

Cuadro 1

Error máximo de paternidad de un cordero (en %) en función del número (N) de días transcurridos entre la IA y la entrada de los machos de MN y del intervalo de días (IC) en los que los corderos nacidos se consideran hijos de los machos de IA para una duración de la gestación de 149 ± 3 días, para diversas frecuencias de fallos en la sincronización de celos (F).

*Table 1*

*Maximun lamb's paternity error(%) in terms of the number of days between insemination and natural mating (N) and the number of days in which the new born lambs are considered to be sired by AI rams (IC),when the gestation length is 149 ± 3 days, for several rates of oestrus sinchronisation failure*

| F=0,1 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .242 | .513 | .835 | 1.219 | 1.665 | 2.162 | 2.697 | 3.258 | 3.833 | 4.415 |
| 4 | .147 | .324 | .554 | .854 | 1.227 | 1.668 | 2.163 | 2.698 | 3.258 | 3.833 |
| 5 | .082 | .188 | .343 | .562 | .857 | 1.228 | 1.668 | 2.163 | 2.698 | 3.258 |
| 6 | .041 | .101 | .197 | .346 | .563 | .858 | 1.229 | 1.668 | 2.163 | 2.698 |
| 7 | .019 | .050 | .104 | .198 | .346 | .563 | .858 | 1.229 | 1.668 | 2.163 |
| 8 | .008 | .022 | .051 | .104 | .198 | .346 | .563 | .858 | 1.228 | 1.668 |
| 9 | .003 | .009 | .023 | .051 | .104 | .198 | .346 | .563 | .858 | 1.228 |
| 10 | .001 | .003 | .009 | .023 | .051 | .104 | .198 | .346 | .563 | .858 |
| 11 | | .001 | .003 | .009 | .023 | .051 | .104 | .198 | .346 | .563 |
| 12 | | | .001 | .003 | .009 | .023 | .051 | .104 | .198 | .346 |
| 13 | | | | .001 | .003 | .009 | .023 | .051 | .104 | .198 |
| 14 | | | | | .001 | .003 | .009 | .023 | .051 | .104 |
| 15 | | | | | | .001 | .003 | .009 | .023 | .051 |

| F=0,2 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .484 | 1.026 | 1.670 | 2.439 | 3.330 | 4.324 | 5.395 | 6.515 | 7.665 | 8.830 |
| 4 | .294 | .647 | 1.109 | 1.708 | 2.455 | 3.336 | 4.326 | 5.395 | 6.516 | 7.665 |
| 5 | .164 | .377 | .686 | 1.125 | 1.715 | 2.457 | 3.336 | 4.326 | 5.395 | 6.515 |
| 6 | .083 | .202 | .393 | .692 | 1.127 | 1.715 | 2.457 | 3.336 | 4.326 | 5.395 |
| 7 | .038 | .099 | .208 | .395 | .692 | 1.127 | 1.715 | 2.457 | 3.336 | 4.326 |
| 8 | .016 | .044 | .101 | .209 | .395 | .692 | 1.127 | 1.715 | 2.457 | 3.336 |
| 9 | .006 | .018 | .045 | .101 | .209 | .395 | .692 | 1.127 | 1.715 | 2.457 |
| 10 | .002 | .007 | .018 | .045 | .101 | .209 | .395 | .692 | 1.127 | 1.715 |
| 11 | | .002 | .007 | .018 | .045 | .101 | .209 | .395 | .692 | 1.127 |
| 12 | | | .002 | .007 | .018 | .045 | .101 | .209 | .395 | .692 |
| 13 | | | | .002 | .007 | .018 | .045 | .101 | .209 | .395 |
| 14 | | | | | .002 | .007 | .018 | .045 | .101 | .208 |
| 15 | | | | | | .002 | .007 | .018 | .045 | .101 |

Cuadro 1 (continuación)

| F=0,3 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .726 | 1.538 | 2.505 | 3.658 | 4.995 | 6.486 | 8.092 | 9.773 | 11.498 | 13.245 |
| 4 | .441 | .971 | 1.663 | 2.563 | 3.682 | 5.004 | 6.489 | 8.093 | 9.773 | 11.498 |
| 5 | .245 | .565 | 1.028 | 1.687 | 2.572 | 3.685 | 5.005 | 6.489 | 8.093 | 9.773 |
| 6 | .124 | .303 | .590 | 1.037 | 1.690 | 2.573 | 3.686 | 5.005 | 6.489 | 8.093 |
| 7 | .057 | .149 | .312 | .593 | 1.038 | 1.690 | 2.573 | 3.686 | 5.005 | 6.489 |
| 8 | .024 | .067 | .152 | .313 | .593 | 1.039 | 1.690 | 2.573 | 3.685 | 5.004 |
| 9 | .009 | .027 | .068 | .152 | .313 | .593 | 1.039 | 1.690 | 2.573 | 3.685 |
| 10 | .003 | .010 | .027 | .068 | .152 | .313 | .593 | 1.038 | 1.690 | 2.573 |
| 11 | | .003 | .010 | .028 | .068 | .152 | .313 | .593 | 1.038 | 1.690 |
| 12 | | .001 | .003 | .010 | .028 | .068 | .152 | .313 | .593 | 1.038 |
| 13 | | | .001 | .003 | .010 | .028 | .068 | .152 | .313 | .593 |
| 14 | | | | .001 | .003 | .010 | .028 | .068 | .152 | .313 |
| 15 | | | | | .001 | .003 | .010 | .027 | .068 | .152 |
| F=0,4 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | .967 | 2.051 | 3.340 | 4.877 | 6.659 | 8.648 | 10.789 | 13.031 | 15.331 | 17.660 |
| 4 | .588 | 1.294 | 2.217 | 3.417 | 4.910 | 6.672 | 8.652 | 10.791 | 13.031 | 15.330 |
| 5 | .327 | .754 | 1.371 | 2.249 | 3.429 | 4.914 | 6.673 | 8.653 | 10.791 | 13.031 |
| 6 | .166 | .404 | .786 | 1.383 | 2.254 | 3.430 | 4.914 | 6.673 | 8.652 | 10.791 |
| 7 | .077 | .198 | .416 | .790 | 1.385 | 2.254 | 3.430 | 4.914 | 6.673 | 8.652 |
| 8 | .032 | .089 | .202 | .417 | .791 | 1.385 | 2.254 | 3.430 | 4.914 | 6.673 |
| 9 | .012 | .036 | .090 | .203 | .417 | .791 | 1.385 | 2.254 | 3.430 | 4.914 |
| 10 | .004 | .013 | .037 | .090 | .203 | .417 | .791 | 1.385 | 2.254 | 3.430 |
| 11 | .001 | .005 | .014 | .037 | .090 | .203 | .417 | .791 | 1.385 | 2.254 |
| 12 | | .001 | .005 | .014 | .037 | .090 | .203 | .417 | .790 | 1.384 |
| 13 | | | .001 | .005 | .014 | .037 | .090 | .203 | .417 | .790 |
| 14 | | | | .001 | .005 | .014 | .037 | .090 | .203 | .417 |
| 15 | | | | | .001 | .005 | .014 | .037 | .090 | .202 |
| F=0,5 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | .209 | 2.564 | 4.175 | 6.097 | 8.324 | 10.810 | 13.487 | 16.289 | 19.163 | 22.075 |
| 4 | .735 | 1.618 | 2.772 | 4.271 | 6.137 | 8.339 | 10.815 | 13.488 | 16.289 | 19.163 |
| 5 | .409 | .942 | 1.714 | 2.812 | 4.286 | 6.142 | 8.341 | 10.816 | 13.488 | 16.289 |
| 6 | .207 | .505 | .983 | 1.729 | 2.817 | 4.288 | 6.143 | 8.341 | 10.816 | 13.488 |
| 7 | .096 | .248 | .520 | .988 | 1.731 | 2.817 | 4.288 | 6.143 | 8.341 | 10.815 |
| 8 | .040 | .111 | .253 | .521 | .988 | 1.731 | 2.817 | 4.288 | 6.142 | 8.341 |
| 9 | .015 | .045 | .113 | .253 | .522 | .988 | 1.731 | 2.817 | 4.288 | 6.142 |
| 10 | .005 | .017 | .046 | .113 | .253 | .522 | .988 | 1.731 | 2.817 | 4.288 |
| 11 | .002 | .006 | .017 | .046 | .113 | .253 | .522 | .988 | 1.731 | 2.817 |
| 12 | | .002 | .006 | .017 | .046 | .113 | .253 | .522 | .988 | 1.730 |
| 13 | | | .002 | .006 | .017 | .046 | .113 | .253 | .521 | .988 |
| 14 | | | | .002 | .006 | .017 | .046 | .113 | .253 | .521 |
| 15 | | | | | .002 | .006 | .017 | .046 | .113 | .253 |

Cuadro 2

Error máximo de paternidad de un cordero (en %) en función del número (N) de días transcurridos entre la IA y la entrada de los machos de MN y del intervalo de días (IC) en los que los corderos nacidos se consideran hijos de los machos de IA para una duración de la gestación de 151 ± 2 días, para diversas frecuencias de fallos de la sincronización de celos (F)

*Table 2*

*Maximun lamb's paternity error(%) in terms of the number of days between insemination and natural mating (N) and the number of days in which the new born lambs are considered to be sired by AI rams (IC),when the gestation length is 152 ± 2 days, for several rates of oestrus sinchronisation failure*

| F=0,1 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .133 | .327 | .625 | 1.033 | 1.528 | 2.077 | 2.652 | 3.236 | 3.824 | 4.412 |
| 4 | .053 | .150 | .332 | .626 | 1.033 | 1.528 | 2.077 | 2.652 | 3.236 | 3.824 |
| 5 | .017 | .057 | .151 | .332 | .626 | 1.033 | 1.528 | 2.077 | 2.652 | 3.236 |
| 6 | .004 | .018 | .057 | .151 | .332 | .626 | 1.033 | 1.528 | 2.077 | 2.652 |
| 7 | | .005 | .018 | .057 | .151 | .332 | .626 | 1.033 | 1.528 | 2.077 |
| 8 | | | .005 | .018 | .057 | .151 | .332 | .626 | 1.033 | 1.528 |
| 9 | | | | .005 | .018 | .057 | .151 | .332 | .626 | 1.033 |
| 10 | | | | | .005 | .018 | .057 | .151 | .332 | .626 |
| 11 | | | | | | .005 | .018 | .057 | .151 | .332 |
| 12 | | | | | | | .005 | .018 | .057 | .151 |
| 13 | | | | | | | | .005 | .018 | .057 |
| 14 | | | | | | | | | .005 | .018 |
| 15 | | | | | | | | | | .005 |

| F=0,2 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .265 | .655 | 1.251 | 2.066 | 3.056 | 4.154 | 5.303 | 6.472 | 7.647 | 8.824 |
| 4 | .105 | .299 | .664 | 1.252 | 2.066 | 3.056 | 4.154 | 5.303 | 6.472 | 7.647 |
| 5 | .034 | .114 | .301 | .664 | 1.252 | 2.066 | 3.056 | 4.154 | 5.303 | 6.472 |
| 6 | .009 | .036 | .115 | .301 | .664 | 1.252 | 2.066 | 3.056 | 4.154 | 5.303 |
| 7 | .002 | .009 | .036 | .115 | .301 | .664 | 1.252 | 2.066 | 3.056 | 4.154 |
| 8 | | .002 | .009 | .036 | .115 | .301 | .664 | 1.252 | 2.066 | 3.056 |
| 9 | | | .002 | .009 | .036 | .115 | .301 | .664 | 1.252 | 2.066 |
| 10 | | | | .002 | .009 | .036 | .115 | .301 | .664 | 1.252 |
| 11 | | | | | .002 | .009 | .036 | .115 | .301 | .664 |
| 12 | | | | | | .002 | .009 | .036 | .115 | .301 |
| 13 | | | | | | | .002 | .009 | .036 | .115 |
| 14 | | | | | | | | .002 | .009 | .036 |
| 15 | | | | | | | | | .002 | .009 |

Cuadro 2 (continuación)

| F=0,3 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .398 | .982 | 1.876 | 3.098 | 4.584 | 6.230 | 7.955 | 9.709 | 11.471 | 13.235 |
| 4 | .158 | .449 | .996 | 1.879 | 3.099 | 4.584 | 6.230 | 7.955 | 9.709 | 11.471 |
| 5 | .051 | .171 | .452 | .996 | 1.879 | 3.099 | 4.584 | 6.230 | 7.955 | 9.709 |
| 6 | .013 | .054 | .172 | .452 | .996 | 1.879 | 3.099 | 4.584 | 6.230 | 7.955 |
| 7 | .003 | .014 | .054 | .172 | .452 | .996 | 1.879 | 3.099 | 4.584 | 6.230 |
| 8 | | .003 | .014 | .054 | .172 | .452 | .996 | 1.879 | 3.099 | 4.584 |
| 9 | | | .003 | .014 | .054 | .172 | .452 | .996 | 1.879 | 3.099 |
| 10 | | | | .003 | .014 | .054 | .172 | .452 | .996 | 1.879 |
| 11 | | | | | .003 | .014 | .054 | .172 | .452 | .996 |
| 12 | | | | | | .003 | .014 | .054 | .172 | .452 |
| 13 | | | | | | | .003 | .014 | .054 | .172 |
| 14 | | | | | | | | .003 | .014 | .054 |
| 15 | | | | | | | | | .003 | .014 |

| F=0,4 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .530 | 1.310 | 2.501 | 4.131 | 6.111 | 8.307 | 10.607 | 12.945 | 15.295 | 17.647 |
| 4 | .211 | .599 | 1.328 | 2.505 | 4.132 | 6.111 | 8.307 | 10.607 | 12.945 | 15.295 |
| 5 | .068 | .229 | .602 | 1.328 | 2.505 | 4.132 | 6.111 | 8.307 | 10.607 | 12.945 |
| 6 | .018 | .072 | .229 | .602 | 1.328 | 2.505 | 4.132 | 6.111 | 8.307 | 10.607 |
| 7 | .004 | .018 | .072 | .229 | .602 | 1.328 | 2.505 | 4.132 | 6.111 | 8.307 |
| 8 | | .004 | .018 | .072 | .229 | .602 | 1.328 | 2.505 | 4.132 | 6.111 |
| 9 | | | .004 | .018 | .072 | .229 | .602 | 1.328 | 2.505 | 4.132 |
| 10 | | | | .004 | .018 | .072 | .229 | .602 | 1.328 | 2.505 |
| 11 | | | | | .004 | .018 | .072 | .229 | .602 | 1.328 |
| 12 | | | | | | .004 | .018 | .072 | .229 | .602 |
| 13 | | | | | | | .004 | .018 | .072 | .229 |
| 14 | | | | | | | | .004 | .018 | .072 |
| 15 | | | | | | | | | .004 | .018 |

| F=0,5 IC/2 N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | .663 | 1.637 | 3.126 | 5.164 | 7.639 | 10.384 | 13.258 | 16.181 | 19.118 | 22.059 |
| 4 | .263 | .748 | 1.660 | 3.131 | 5.165 | 7.639 | 10.384 | 13.258 | 16.181 | 19.118 |
| 5 | .085 | .286 | .753 | 1.661 | 3.131 | 5.165 | 7.639 | 10.384 | 13.258 | 16.181 |
| 6 | .022 | .090 | .286 | .753 | 1.661 | 3.131 | 5.165 | 7.639 | 10.384 | 13.258 |
| 7 | .005 | .023 | .090 | .286 | .753 | 1.661 | 3.131 | 5.165 | 7.639 | 10.384 |
| 8 | | .005 | .023 | .090 | .286 | .753 | 1.661 | 3.131 | 5.165 | 7.639 |
| 9 | | | .005 | .023 | .090 | .286 | .753 | 1.661 | 3.131 | 5.165 |
| 10 | | | | .005 | .023 | .090 | .286 | .753 | 1.661 | 3.131 |
| 11 | | | | | .005 | .023 | .090 | .286 | .753 | 1.661 |
| 12 | | | | | | .005 | .023 | .090 | .286 | .753 |
| 13 | | | | | | | .005 | .023 | .090 | .286 |
| 14 | | | | | | | | .005 | .023 | .090 |
| 15 | | | | | | | | | .005 | .023 |

días después de la inseminación artificial, y se acepta el macho de IA como padre de los corderos nacidos en el intervalo D ± 6 días, el porcentaje de corderos con la paternidad errónea será de un 4,32%, si se asume una duración de la gestación de 149 ± 3 días, y de un 4,15% si la duración fuera de 151 ± 2 días.

En la tabla 3 se presentan el número de días que deben transcurrir entre la inseminación artificial y la monta natural (N), para que el error de paternidad sea prácticamente cero (pr < 0,05%), en función del intervalo de aceptación de paternidad de machos de IA (IC) y de la frecuencia de fallos de la SC (o de la IA, si se desconoce aquella), para una duración de la gestación de 149 ± 3 días. En la tabla 4 se presenta la misma informacion pero para 151 ± días.

Si se desea estar bastante seguros de que no habrá error de paternidad cuando la SC presenta fallos en un 20% de los casos y se acepta el macho de IA como padre de los corderos nacidos en el intervalo D ± 5, el número de días que deben transcurrir después de la IA hasta la MN debe ser de 11 si la gestación dura 149 días y de 9 días si dura 151.

## Conclusiones

No se nos oculta que el éxito de la IA depende de otro muchos factores además de los citados en este articulo. MONTORO (1996), indica la raza y la edad como factores dependientes del morueco amen de la

Cuadro 3

Número mínimo de días que deben transcurrir entre la IA y la entrada de machos de MN (N), para que el error de paternidad sea prácticamente cero (< 0,05%) en función del intervalo de días (IC) en los que los corderos nacidos se consideran hijos de los machos de IA y de la frecuencia de fallos de la SC (o de la IA, si se desconoce aquella), para una duración de la gestación de 149 ± 3 días

*Table 3*

*Minimum number of days between AI ans NM (N) in order to obtein paternity errors close to zero (< 0.05%) in terms of the number of days in which the new born lambs are considered to be sired by AI (IC) and the percentage of oestrus synchronisation failure (or AI, if this not available),when the gestation length is 149 ± 3 days*

| IC/2 F | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,10 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 0,20 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 0.30 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 0.40 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 0.50 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 0.60 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |

Cuadro 4

Número mínimo de días que deben transcurrir entre la IA y la entrada de machos de MN (N), para que el error de paternidad sea prácticamente cero (< 0,05%) en función del intervalo de días (IC) en los que los corderos nacidos se consideran hijos de los machos de IA y de la frecuencia de fallos de la SC (o de la IA, si se desconoce aquella), para una duración de la gestación de 151 ± 2 días

*Table 4*

*Minimum number of days between AI ans NM (N) in order to obtein paternity errors close to zero (< 0,05%) in terms of the number of days in which the new born lambs are considered to be sired by AI (IC) and the percentage of oestrus synchronisation failure (or AI, if this not available),when the gestation length is 152 ± 2 days*

| IC/2 F | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 0.20 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 0.30 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 0.40 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 0.50 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 0.60 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

propia variabilidad individual. Como factores relacionados con la oveja indica la raza, situación reproductivas, año y época del año, ganadería, dosis de PMSG, e incluso el propio inseminador. Un modelo que tuvieran en cuenta todas estas circunstancias seria de gran complejidad y no cumpliría el objetivo que nos hemos marcado de ayudar a tomar una decisión acerca del número mínimo de días que se debe esperar antes de echar los machos de MN. Por consiguiente los errores de paternidad aquí calculados deben ser considerados como meramente indicativos a los propósitos antes señalados.

Es evidente que la asunción de un error de paternidad determinado es algo que cada esquema de selección debe decidir en función de la fiabilidad de las valoraciones genéticas que quiera obtener. Una actitud razonable seria fijar un error máximo que se estuviera dispuesto a asumir y en función de éste, de la fertilidad de la IA, de la duración del ciclo del intervalo de aceptación de la paternidad, fijar el número de días que transcurrirán entre la IA y la MN.

No parece posible recomendar un error de paternidad máximo, sin tener en cuenta las circunstancias particulares de cada esquema de selección. Teniendo en cuenta elevado coste del testaje de un macho (por la IA, control de producciones de las hijas, etc.) y la cantidad de errores que suele acompañar a estas operaciones, se debería ser bastante exigente (error máximo de un 1%). Por otro lado un número de días demasiado grande entre la IA y la MN desanimaría a algunos ganaderos a participar en los esquemas de selección. Mi opinión particular sería aceptar un error de

paternidad inferior al 5%, si la alternativa es la no-participación de los ganaderos en el esquema de selección. Queda por estudiar como incidiría este error de paternidad en la predicción del valor genético de los animales

## Bibliografía

GARDE J.J., GARCÍA A.J., MOLINA A., FERNÁNDEZ C., GALLEGO L., 1997. Comparación de dos tratamientos progestativos (CIDRs con progesterona vs. Esponjas con FGA) para la sincronización de ovulaciones en ovejas de raza Manchega. ITEA, Volumen extra. Num. 18, tomo II, 490-492.

MONTORO V., 1996. La inseminación artificial con semen refrigerado en el esquema de selección de la raza ovina Manchega. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

PURROY A., BERMEJO A., JURADO J.J., 1982. Duración de gestación en ovejas de raza Churra. Previsión de errores de paternidad en ganado ovino. An. INIA, Serie Ganadera, num 16, 113-121.

(Aceptado para publicación el 27 de octubre de 1999)