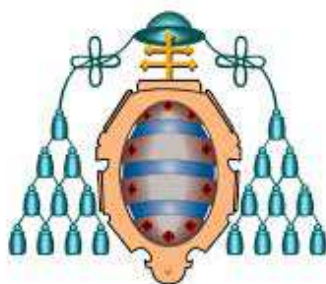


# **“ESTADO REPRODUCTIVO DE LAS EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO LECHERO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS”**

Máster en Biología y Tecnología de la Reproducción



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

**José Daniel Jiménez Calderón**

Tutores:

Carmen Díez Monforte

Adela Martínez Fernández

Fernando Vicente Mainar

Oviedo, Junio 2014

**Trabajo financiado por el proyecto:**

**INIA RTA2012-00065-C05-01, cofinanciado con fondos FEDER.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al INIA, por financiar la matrícula de este máster y al SERIDA, por permitirme utilizar sus instalaciones y medios técnicos durante la realización del trabajo.

A mis tutores, las Dras. Carmen Díez y Adela Martínez y el Dr. Fernando Vicente, por su ayuda y consejos, por sus observaciones y, en general, por todo el tiempo dedicado. También por la idea que tuvieron para plantear este proyecto.

A todas las personas que colaboraron en la realización de las encuestas (Adela Martínez, Fernando Vicente, Consuelo González, María Antonia Cueto y Valentín García) y a los ganaderos entrevistados por su disponibilidad y atención.

Al profesor de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, el Dr. Manuel Sánchez Rodríguez y a Carlos Méndez, de ASCOL, por facilitar datos e información útiles para la realización de este trabajo.

A Alfonso Carballal, por su ayuda en los momentos en los que la informática me ponía obstáculos.

A mis compañeros del área de Nutrición, Pastos y Forrajes del SERIDA y José Velarde, “el compa”, por su colaboración y ánimos cuando eran necesarios.

Al Dr. José Antonio García Paloma, por sus enseñanzas y aclaraciones durante las prácticas y servir de guía en la realización de la memoria de las mismas.

A todos los compañeros alumnos de este máster, por los buenos ratos. Destacar a Ali, por los repasos de última hora mientras el otro conducía y por formar un equipo con el que ir superando las pruebas que se planteaban.

Por supuesto, a mi familia, especialmente a mis padres y a mi hermano, por su entrega y esfuerzo para que haya podido llegar hasta esta etapa y porque sin ellos, no estaría hoy aquí.

## **ABREVIATURAS**

APP: Anestro postparto

ASCOL: Asturiana de Control Lechero

BEN: Balance Energético Negativo

BHV1 y 4: Herpesvirus Bovino tipo 1 y 4

BVD: Diarrea Vírica Bovina

DEL: Días en lactación

ER: Eficiencia Reproductiva

FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional

FIV: Fertilización *in vitro*

FSH: Hormona folículo estimulante

GLM: Modelo General Lineal

GnRH: Hormona liberadora de gonadotropinas

IA: Inseminación Artificial

IGF-1: Factor de crecimiento insulínico 1

INIA: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

IP: Intervalo entre partos

IPIF: Intervalo entre parto e inseminación fecundante

LH: Hormona luteinizante

MOET: Transferencia de embriones de ovulación múltiple

NEFA: Ácidos grasos no esterificados

OD: Días abiertos

OPU: Ovum Pick-Up

PAC: Política Agraria Común

PGF<sub>2α</sub>: Prostaglandina F<sub>2α</sub>

RTA: Recursos y Tecnologías Agrarias

SAS: Sistema de Análisis Estadístico

SNC: Sistema Nervioso Central

TE: Transferencia de embriones

TMR: Ración Completa Mezclada

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.	BREVE RECUERDO ANATÓMICO DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA .....	1
2.	FISIOLOGÍA Y ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN .....	4
3.	MANEJO REPRODUCTIVO.....	7
3.1	Entrada en reproducción de las novillas .....	7
3.2	Nutrición y fertilidad .....	8
3.3	Definición de los índices reproductivos. Niveles óptimos.....	11
3.4	Coste económico de la ineficiencia reproductiva .....	17
4.	TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS.....	19
4.1	Inseminación Artificial (IA) .....	19
4.2	Producción y transferencia de embriones. Sincronización de celos .....	20
4.3	Diagnóstico de gestación y sexaje .....	21
5.	PROBLEMAS REPRODUCTIVOS.....	24
5.1	Mortalidad embrionaria y abortos.....	24
5.2	Trastornos del ciclo. Anestro .....	24
5.3	Metrititis y endometritis.....	25
5.4	Quistes ováricos.....	25
5.5	Enfermedades infecciosas y parasitarias.....	25
5.6	Mellizos. Freemartinismo .....	26
6.	CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS GENERALES DEL SECTOR BOVINO LECHERO EN ASTURIAS.....	27
II.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	30
III.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	31
1.	SELECCIÓN DE EXPLOTACIONES .....	31

2.	CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES.....	33
3.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS .....	34
IV.	RESULTADOS .....	35
1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS REBAÑOS.....	35
2.	ÍNDICES REPRODUCTIVOS.....	37
3.	USO DE TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS .....	43
V.	DISCUSIÓN.....	47
VI.	CONCLUSIONES.....	52
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
VIII.	ANEXO.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Aparato reproductor de la vaca. Vista dorsal con la vagina y vulva cortadas. (Popesko, 1998).....	1
Figura 1. 2: Regulación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. (Serrano, 2010).....	4
Figura 1. 3: Evolución del nº de inseminaciones/gestación y su relación con su valor promedio y óptimo. (Datos facilitados por ASCOL). ....	28
Figura 1. 4: Evolución del intervalo entre partos y su relación con su valor promedio y niveles óptimos. (Datos facilitados por ASCOL).....	28
Figura 3. 1: Mapa de Asturias y zonas geográficas analizadas. En verde: zona de interior occidental; amarillo: zona costera occidental; rojo: zona costera central. ....	32
Figura 4. 1: Relación (por estratos) entre el nivel de producción medio de las vacas, su vida media útil (nº de lactaciones/vaca) y el porcentaje de renovación del rebaño. Datos de la campaña 2013. ....	36
Figura 4. 2: Intervalo (en días) entre el parto y la 1ª cubrición, según estratos de producción. ....	37
Figura 4. 3: Intervalos entre el parto y la inseminación fecundante, por estratos de producción. ....	38
Figura 4. 4: Vacas gestantes (%), dentro de cada estrato. ....	38
Figura 4. 5: Número de IA necesarias para conseguir una gestación según el estrato de producción. ....	39
Figura 4. 6: Tasa de desecho de vacas por problemas reproductivos en cada uno de los estratos de producción. ....	40
Figura 4. 7: Porcentaje medio de abortos en cada estrato de producción.....	40
Figura 4. 8: Porcentaje medio de partos distócicos en cada estrato de producción.....	41
Figura 4. 9: Porcentaje medio de partos gemelares en cada estrato de producción. ....	41
Figura 4. 10: Porcentaje medio de freemartinismo en cada estrato de producción. ....	42



Figura 4. 11: Edad media (en meses) a la que las novillas alcanzan su primer parto, por estratos de producción. ....	43
Figura 4. 12: Porcentajes de explotaciones que hacen uso de toro para realizar cubriciones en cada uno de los estratos estudiados. ....	44
Figura 4. 13: Porcentajes de explotaciones que realizan cruces industriales, según los estratos estudiados. ....	44
Figura 4. 14: Porcentajes de explotaciones que utilizan tratamientos hormonales para el manejo reproductivo por estratos de producción.....	45
Figura 4. 15: Porcentajes medios de explotaciones que usan semen sexado según cada estrato de producción.....	46
Figura 4. 16: Porcentajes de ganaderías donde se realiza TE, por estrato de producción. ....	46

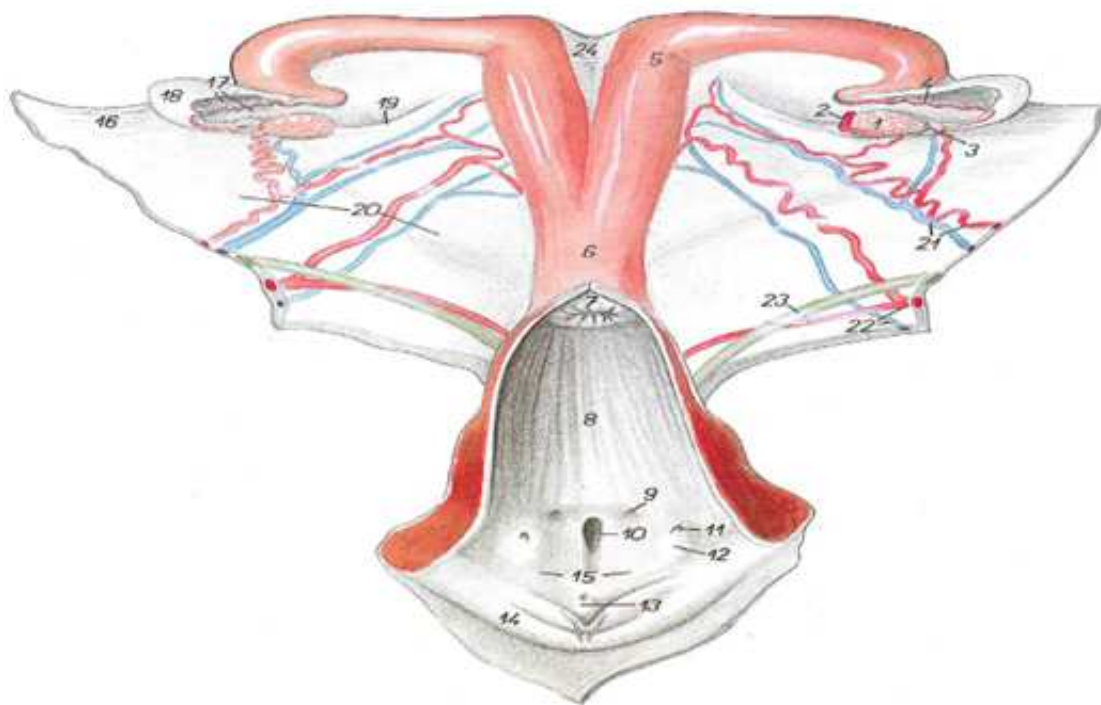
## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. 1: Clasificación de la situación reproductiva según sus IP.....	12
Tabla 1. 2: Situación reproductiva en función del valor de los días abiertos.....	14
Tabla 1. 3: Valores óptimos de los índices reproductivos explicados.....	17
Tabla 1. 4: Relación entre las pérdidas de producción y los OD y DEL.....	18
Tabla 1. 5: Signos positivos de gestación mediante palpación rectal.....	23
Tabla 3. 1: Número de explotaciones encuestadas según estrato de producción y zona geográfica. ....	33
Tabla 4. 1: Características de las explotaciones de vacuno lechero de Asturias en función de la cuota de leche asignada (t de leche/año).....	35
Tabla 5. 1: Producciones por lactación, vida media y producciones vitalicias medias de las vacas según los niveles de producción.....	48

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1. BREVE RECUERDO ANATÓMICO DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA**

Los órganos reproductores femeninos constan de ovarios, oviductos, útero, cuello uterino, vagina y genitales externos. Los cuatro primeros componen los genitales internos, y están sostenidos en la cavidad pelviana por el ligamento ancho. Este ligamento está integrado por el mesovario (que sostiene a los ovarios), el mesosálpinx (que da sostén al oviducto) y el mesometrio (sostiene al útero). En bovinos (Hafez, 1985), este ligamento ancho se adhiere dorsolateralmente a la región del íleon, de tal manera que el útero queda como los cuernos de un carnero, con la convexidad dorsal y los ovarios localizados cerca de la pelvis. En la figura 1.1 se representa el aparato reproductor de la vaca.



- |                                      |  |                        |
|--------------------------------------|--|------------------------|
| 1. Ovario                            | 9. Conducto longitudinal del epoóforo.         | 17. Mesosálpinx.       |
| 2. Cuerpo lúteo.                     | 10. Orificio externo de la uretra.             | 18. Bolsa ovárica.     |
| 3. Infundíbulo de la trompa uterina. | 11. Orificio de la glándula vestibular mayor.  | 19. Lig. propio.       |
| 4. Trompa uterina.                   | 12. Eminencia de la glándula vestibular mayor. | 20. Lig. ancho.        |
| 5. Cuerno uterino.                   | 13. Clítoris.                                  | 21. Arteria ovárica.   |
| 6. Cuerpo del útero.                 | 14. Labios de la vulva.                        | 22. Arteria uterina.   |
| 7. Porción vaginal del cuello.       | 15. Vestíbulo de la vagina.                    | 23. Uréter.            |
| 8. Cavidad vaginal.                  | 16. Mesovario.                                 | 24. Lig. intercornual. |

**Figura 1. 1: Aparato reproductor de la vaca. Vista dorsal con la vagina y vulva cortadas. (Popesko, 1998)**

El **ovario** de la vaca tiene forma almendrada y un peso que oscila entre 10-20 gramos. Permanece en la cavidad abdominal y desarrolla una doble función: exocrina (producción de gametos) y endocrina (esteroidogénesis). El ovario, compuesto por una zona medular y la corteza, está rodeado de un epitelio superficial, conocido como epitelio germinal. La médula está formada por tejido conectivo fibroelástico y un extenso sistema nervioso y vascular que alcanza el ovario a través del hilio ovárico (unión entre el ovario y el mesovario). La corteza ovárica contiene folículos ováricos, cuerpos lúteos o ambos en diferentes estadios de desarrollo o regresión, en función del momento reproductivo de la hembra.

Existe una íntima relación anatómica entre el ovario y el oviducto. El ovario de la vaca yace en una bolsa ovárica ancha y abierta que se forma por un fino pliegue peritoneal de mesosálpinx. El **oviducto** puede dividirse en cuatro segmentos funcionales: la fimbria, el infundíbulo, la ampolla y el istmo. La apertura del infundíbulo descansa en el centro de un fleco del proceso irregular que forma el extremo del oviducto, la fimbria. La fimbria solamente se liga al ovario por un punto en el polo superior. Esto asegura una aproximación estrecha de la fimbria a la superficie ovárica, permitiendo la captación del óvulo tras cada ovulación. La ampolla se une a una sección estrecha que es el istmo. El istmo se conecta directamente al útero. La unión del óvulo y el espermatozoide (fecundación) se produce en la ampolla. Tras la fecundación, el óvulo fecundado permanece en el oviducto tres días, antes de ser transportado al útero. El líquido oviductal proporciona un medio adecuado para la fecundación y división del óvulo fertilizado.

El **útero** se compone de cuernos, cuerpo y cuello (cérvix). En bovinos, el útero es bipartido, con dos cuernos uterinos separados y largos (35-40 cm. de longitud). Ambos lados del útero se adhieren a las paredes pélvicas y abdominales mediante el ligamento ancho. Las paredes del útero se componen de una cubierta de membrana mucosa, una capa intermedia de musculatura lisa y una capa externa, la serosa. Desde el punto de vista funcional y fisiológico, y desde fuera hacia dentro, se distinguen tres capas: perimetrio, miometrio y endometrio, que es la capa interna donde se producirá la implantación y posterior desarrollo del feto.

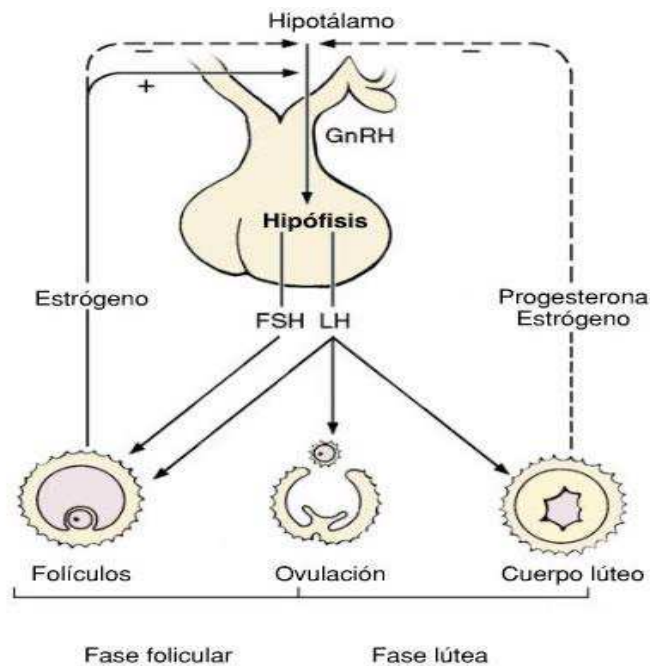
El **cérvix o cuello uterino** es la continuación del cuerpo uterino y se proyecta caudalmente hacia la vagina. Se caracteriza por tener una pared gruesa y una luz estrecha. Su conducto se caracteriza por prominencias de bordes entrecerrados que se conocen como anillos anulares (generalmente cuatro anillos en la vaca). El cuello se cierra fuertemente excepto durante el estro, momento en el que se relaja ligeramente para permitir que el esperma pase al útero.

La **vagina** es el órgano copulatorio femenino. Consta de un epitelio superficial, una capa muscular y una serosa. La vaca es la única hembra doméstica que posee un esfínter anterior además del posterior (en la unión de la vagina con el vestíbulo). La superficie del epitelio vaginal de la vaca se hallan presentes algunas células mucosas en la parte craneal cercana al cuello uterino y la superficie epitelial no se cornifica en esa zona.

El vestíbulo, los labios mayores, los labios menores, el clítoris y las glándulas vestibulares forman los **genitales externos**. La unión de la vagina y el vestíbulo está indicada por el orificio uretral. El vestíbulo de la vaca se prolonga hacia el interior, unos 10 cm, donde el orificio uretral externo se abre hacia su superficie ventral. Los labios mayores contienen depósitos grasos, tejido elástico y una capa delgada de musculatura lisa y tiene la misma superficie externa que la de la piel. Los labios menores tienen una corteza de tejido conectivo esponjoso. La superficie contiene numerosas glándulas sebáceas. La comisura ventral del vestíbulo aloja al clítoris, que tiene el mismo origen embrionario que el glande masculino. En la vaca, la mayor parte del clítoris está oculto en la mucosa del vestíbulo.

## 2. FISIOLOGÍA Y ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

El proceso reproductivo de la vaca (Ptaszynska, 2007) está regulado por una cascada compleja de la combinación de actividades del sistema nervioso central, ciertos tejidos secretores, tejidos diana y varias hormonas.



**Figura 1. 2: Regulación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. (Serrano, 2010)**

El sistema nervioso central (SNC) recibe información del entorno del animal y transmite la información relevante para la reproducción a las gónadas a través del **eje hipotálamo-hipófisis-ovario** (figura 1.2). El hipotálamo y la hipófisis están íntimamente unidos a la parte ventral del cerebro. No sólo son productores de hormonas, sino también órganos diana, por lo que constituyen un sofisticado sistema homeostático de retroalimentación mediante el cual regulan su propio ritmo de secreción. Tras un estímulo del SNC, las neuronas endocrinas del hipotálamo producen una de sus hormonas liberadoras: la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Ésta es transportada por el sistema porta hipotálamo-hipofisario al lóbulo anterior de la hipófisis, su órgano diana. Aquí estimula a células específicas de la hipófisis para que secreten hormona folículoestimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). La GnRH, la

FSH y la LH no se secretan constantemente, sino mediante una serie de pulsos. La FSH estimula el desarrollo de los folículos ováricos. Además, en la teca interna del folículo, la LH estimula la síntesis de androstenediona a partir del colesterol.

Bajo la influencia de la FSH, la androstenediona se transforma en testosterona, que sufre un proceso de aromatización para dar lugar a estradiol-17 $\beta$  en las células de la granulosa del folículo. El estradiol ejerce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo y la hipófisis, incrementando la frecuencia de los pulsos de GnRH. Por encima de un cierto nivel de estradiol, el hipotálamo responde con un pico de GnRH que, a su vez, induce un pico de LH que desencadena la ovulación. La LH también apoya la formación y la función temprana del cuerpo lúteo.

Uno de los principales efectos del estradiol es la inducción de los signos propios del celo. El celo puede describirse como el conjunto de signos conductuales y físicos que indican a los otros animales que una hembra se encuentra en la fase fértil de su ciclo y que permitirá que se apareen con ella.

Las células de la granulosa también producen inhibina. Esta hormona ejerce una retroalimentación negativa sobre la secreción de FSH por parte de la hipófisis, controlando por tanto el desarrollo folicular. Tras la ovulación, los restos del folículo se reorganizan, bajo la influencia de la LH, dando lugar al cuerpo lúteo. La cavidad del folículo se llena de vasos sanguíneos, y las células de la granulosa aumentan de tamaño. El cuerpo lúteo es, principalmente, un órgano endocrino donde se produce progesterona y oxitocina.

La progesterona es esencial para la ciclicidad normal de la vaca y, tras la fecundación, es la principal hormona responsable del mantenimiento de la gestación. Reduce los pulsos de liberación de GnRH y, por tanto, inhibe nuevas ovulaciones. Además, prepara al endometrio para la implantación del embrión en desarrollo, e inhibe las contracciones de la pared uterina, que resultarían negativas para la gestación. Si el óvulo liberado por el folículo no es fertilizado, no se recibirá señal de gestación y entonces, alrededor del día 16 después de la ovulación, el endometrio del útero no gestante secretará prostaglandina F<sub>2 $\alpha$</sub>  (PGF<sub>2 $\alpha$</sub> ), que provoca el inicio de la regresión del cuerpo lúteo (luteolisis).

Como resultado de la regresión del cuerpo lúteo, las concentraciones de progesterona en sangre disminuyen, eliminando el efecto de bloqueo sobre la secreción de GnRH por parte del hipotálamo. Esto inicia una nueva fase folicular y el desarrollo final de un nuevo folículo preovulatorio. El periodo de la maduración folicular, del celo y de la ovulación, caracterizado por la producción de estradiol, recibe el nombre de fase folicular del ciclo. La fase de dominio de la progesterona (desde la ovulación hasta la luteolisis) se llama fase luteal o luteínica.

El ciclo sexual de la vaca es independiente de la estación del año. El estro se observa, de media, cada 21 días, con un rango de 18-24 días, y el día en el que se produce se considera como el día 0 del ciclo. Dura relativamente poco, 18 horas de media, con un rango de 4-24 horas. La ovulación se produce unas 30 horas después del inicio del estro, es decir, después del cese del comportamiento estral. La fertilización del óvulo se da en el oviducto. El blastocisto llega al útero alrededor del día 5. La gestación dura 279-290 días. El intervalo entre el parto y la primera ovulación varía enormemente dependiendo de la raza de la vaca, su nutrición, rendimiento lechero, estación y presencia de un ternero mamando. Esta primera ovulación tras el parto no suele verse acompañada del comportamiento propio del estro, y es conocida con el nombre de “celo silencioso o silente”.

En la vaca, el crecimiento y desarrollo folicular se produce en dos o tres ondas foliculares consecutivas por cada ciclo estral. Cada oleada implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos (entre tres y seis, normalmente) de la reserva ovárica que crecerán hasta tener un diámetro mayor de 4-5 mm y la selección de un folículo dominante, que sigue creciendo y madurando mientras que los otros se atresian. El folículo dominante de la primera ola (en el caso de los ciclos de dos olas) y de la primera y segunda ola (en los ciclos de tres olas) sufren una regresión.

Estas olas foliculares están precedidas de un pequeño pico de FSH. Todos los folículos que crecen como cohorte contienen receptores específicos para la FSH y dependen de esta gonadotropina para crecer. En esta etapa, los folículos en crecimiento no disponen de un número suficiente de receptores de LH para responder a una estimulación de tipo LH.



Dentro de la cohorte de folículos, la selección del folículo dominante parece determinada por su mayor capacidad para la producción de estradiol. La secreción de estradiol por parte del folículo dominante está asociada con el cese del ascenso de la FSH y su posterior mantenimiento a niveles basales (Ginther *et al.*, 2000 a,b). El futuro folículo dominante adquiere receptores de LH que permiten que siga creciendo en el entorno con niveles bajos de FSH y crecientes de LH.

Tras su selección, el crecimiento, la actividad estrogénica y el plazo de vida de un folículo dominante son controlados por el patrón de pulsos de la LH. Así, cualquier cambio en el patrón de secreción de la GnRH y, por consiguiente, en el de la LH, tendrá un marcado efecto sobre el crecimiento continuo del folículo dominante y su posterior ovulación.

### **3. MANEJO REPRODUCTIVO**

#### **3.1 Entrada en reproducción de las novillas**

En teoría, la vida media de una vaca es larga, pero en los rebaños lecheros actuales, este periodo es mucho más corto por el desgaste que supone la intensificación de la producción y la elevada presión de selección. Por ello es preciso realizar una renovación del rebaño, que suele expresarse en tasas de reposición anual (en porcentaje) y se define como el número de terneras dejadas para vida por cada 100 vacas. Esta tasa de reposición varía en función de:

- Vida media de los animales del rebaño.
- La tasa de mortalidad del rebaño en un periodo dado.
- La presión de selección.

La recría de terneras es la fase que transcurre desde que se destetan (dejan de tomar leche) hasta la fase inmediatamente anterior a su primer parto. Entre los 4 y los 12 meses de edad es muy importante que las terneras crezcan unos 700 g/día, pero no deben engordar para no limitar el desarrollo de la glándula mamaria y que así no se infiltre de tejido graso. A partir de los 12 meses, el crecimiento es más lento (400-500

g/día) y las necesidades de las novillas son menores, por lo que se debe seguir evitando el engrasamiento que se puede producir si se sobrealimentan.

La primera cubrición no debe realizarse hasta cumplidos unos 13-15 meses, con suficiente desarrollo corporal (125 cm de altura a la cruz) y al menos 350 kg de peso, por lo que la edad deseable del primer parto se producirá a los 22-25 meses. Si se realiza una buena cría y recría, no deben existir dificultades en alcanzar estos parámetros.

### **3.2 Nutrición y fertilidad**

El manejo nutricional desempeña un papel clave para alcanzar los objetivos de fertilidad. Los efectos de una nutrición inadecuada en el ganado lechero incluyen una condición corporal disminuida (Roche *et al.*, 2009), retraso en la pubertad (Archbold *et al.*, 2012), baja tasa de concepción (Buckley *et al.*, 2003) y anovulación postparto prolongada (Rhodes *et al.*, 2003). Está firmemente establecido que a partir de una correcta condición corporal en el momento del parto (3 a 3,25, en una escala de 1 a 5) y minimizando la pérdida de la misma en el postparto ( $\leq 0,5$ ) se consigue un buen desempeño reproductivo del rebaño.

Los niveles reproductivos del vacuno lechero han experimentado un descenso significativo durante las últimas décadas (Royal *et al.*, 2000; Berry *et al.*, 2008).

Las razas de vacuno lechero altamente seleccionadas y especializadas tienen genéticamente una mayor pérdida de condición corporal durante el primer tercio de la lactación. Esta selección para la producción láctea provoca una movilización excesiva de las reservas corporales que afecta negativamente al metabolismo energético y a la reproducción (Gong *et al.*, 2002; Gutiérrez *et al.*, 2006). El balance energético (consumo energético menos la energía necesaria para mantenimiento y lactación) es un regulador clave del estado reproductivo (Chilliard *et al.*, 2000). Durante el inicio de la lactación, el coste energético de la producción láctea puede sobrepasar el nivel de energía ingerido, resultando en un periodo prolongado de balance energético negativo (BEN) y la consecuente movilización de tejidos de reserva corporales.

El BEN durante las tres primeras semanas de la lactación está estrechamente correlacionado con el intervalo entre el parto y la primera ovulación, dificulta la

secreción de LH, y también reduce la capacidad de respuesta del ovario a la estimulación de la FSH (Butler, 2000). Las vacas demasiado gordas en el momento del parto suelen presentar una reducción del apetito y acaban teniendo un balance energético negativo más acusado que el de las vacas con una condición corporal normal. Esas vacas demasiado gordas muestran una mayor movilización de grasa corporal y una mayor acumulación de lípidos en el hígado (Rukkwamsuk *et al.*, 1998), lo que da lugar a una lipidosis hepática que ha sido relacionada con problemas de fertilidad en el periodo postparto.

Varias hormonas, factores de crecimiento y metabolitos actúan como estimuladores o inhibidores del eje reproductivo. En general, estos factores tienden a elevarse y disminuir en tándem durante las condiciones nutricionales desfavorables (Butler *et al.*, 2006). Así, las concentraciones de insulina circulante, factor de crecimiento insulínico 1 (IGF-1), leptina y glucosa aparecen disminuidas, mientras que las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y glucocorticoides se elevan. La conjugación de todos estos cambios se asocia con un rendimiento reproductivo disminuido.

Las concentraciones de **glucosa** en sangre están disminuidas en aquellas vacas de alta producción lechera en comparación con vacas de baja producción (Snijders *et al.*, 2001). El cerebro es sensible a los niveles de hipoglucemia y además, la glucosa es necesaria para la secreción de la hormona hipotalámica liberadora de gonadotropinas (GnRH). Durante el primer tercio de la lactación, las vacas con buenos méritos genéticos para cualidades de fertilidad presentan niveles superiores de glucosa circulante comparadas con aquellas vacas con peores méritos relativos a fertilidad (Moore *et al.*, 2014), y esto puede que influya en ese fenotipo superior en términos de fertilidad (Cummins *et al.*, 2012). Reforzando esta idea, Garverick *et al.* (2013) demostraron que durante la 1ª semana postparto, la concentración de glucosa en el plasma era superior en vacas que posteriormente quedaban gestantes en la primera inseminación frente a los niveles de glucosa más bajos encontrados en aquellas que mostraban problemas para quedar gestantes.

La **insulina** también juega su papel en la esteroidogénesis ovárica. Estudios *in vitro* han demostrado que la insulina estimula directamente la mitosis y la producción de

esteroides en cultivos de células bovinas de la granulosa (Gutiérrez *et al.*, 1997) y células luteales (Mamluk *et al.*, 1999). Además, la insulina aumenta la esteroidogénesis en respuesta a gonadotropinas *in vitro* (Silva y Price, 2002). Esto está apoyado por hallazgos *in vivo*, donde una hiperinsulinemia durante la primera ola folicular postparto provoca un incremento de las concentraciones de estradiol circulante sin ningún cambio en la frecuencia de pulso de la LH (Butler *et al.*, 2004). Vacas en el primer tercio de lactación alimentadas con dietas TMR (ración completa mezclada) formuladas para incrementar las concentraciones de insulina circulante tuvieron una vuelta a la ciclicidad más temprana y una tasa de gestación mejor al primer servicio (Gong *et al.*, 2002). Garnsworthy *et al.* (2009) indicaron que la probabilidad de gestación exitosa aumentaba en vacas alimentadas para estimular niveles elevados de insulina circulante.

Pushpakumara *et al.* (2003) demostraron que la circulación de **IGF-1** es superior en vacas que conciben antes (<86 días) comparadas con aquellas que tardan más (86-230 días) o vacas que no llegan a quedar preñadas. La disponibilidad tanto de IGF-1 e insulina durante el crecimiento folicular se consideran críticas para la sensibilidad del ovario a las gonadotropinas. Como ambas hormonas están disminuidas durante la fase de BEN, se han considerado como señales metabólicas que tienen como resultado la anovulación (Diskin *et al.*, 2003). Las concentraciones de IGF-1 son superiores en animales con buena condición corporal (Patton *et al.*, 2008; Lucy *et al.*, 2009; Cummins *et al.*, 2012).

La **leptina** se forma principalmente en los adipocitos, y su principal acción es señalar el estado nutricional y las adecuadas reservas grasas (Schwartz *et al.*, 2000). En vacas lecheras, la leptina circulante y el tejido adiposo subcutáneo están disminuidas tras el parto, lo que se manifiesta con una fertilidad disminuida (Block *et al.*, 2001).

Diversos estudios han demostrado que la alimentación rica en omega 3 (como la grasa de pescado) mejora la fertilidad en vacas, disminuyendo la mortalidad embrionaria (Ambrose *et al.*, 2006; Petit y Twagiramungu, 2006) e incrementando los niveles medidos de esos mismos ácidos grasos en los lípidos uterinos (Burns *et al.*, 2003), lo que puede tener efectos sobre la reproducción. La hierba es rica en ácidos grasos omega 3 en comparación con otros forrajes (Elgersma *et al.*, 2003). Sin embargo, la intensificación llevada a cabo en las últimas décadas ha provocado un descenso en la

dependencia de hierba para la alimentación de las vacas. Este hecho ha derivado en un aumento en la ratio de ácidos grasos omega 6 respecto a los omega 3 (Pike y Barlow, 2000), lo que puede conducir a un estado subfértil en vacas lecheras. La suplementación con omega 3 contribuiría también a mejorar los niveles reproductivos.

### **3.3 Definición de los índices reproductivos. Niveles óptimos**

La eficiencia reproductiva (ER) de una explotación de vacuno lechero es quizás el factor de mayor incidencia en su rentabilidad económica.

La curva de producción lechera se caracteriza por la presencia de un pico de lactación, con niveles máximos de producción, situado en torno a los 45-60 días postparto. A partir de este momento, los rendimientos empiezan a decrecer gradualmente hasta el secado, por lo que la media de producción del rebaño será más baja cuanto más vacas tengamos en la 2ª mitad de lactación. Este hecho hace que sea conveniente cubrir a las vacas pronto tras el parto para así no alargar demasiado la curva de lactación, evitando de este modo los rendimientos más bajos.

Como ya se ha comentado en el apartado anterior de “nutrición y fertilidad”, las altas producciones al principio de la lactación no resultan fácilmente compatibles con la fecundación y la gestación. Como dato a modo de ejemplo de esta situación, el número de inseminaciones necesarias por gestación en España ha pasado de 1,8 a 2,5 en poco más de 10 años, situándose en niveles de fertilidad en torno al 30% (Sánchez-Rodríguez, comunicación personal).

Para una buena gestión técnica en rebaños lecheros es vital, por tanto, poder evaluar la ER, que dependerá de:

- La eficiencia de la detección de celos.
- La fertilidad de las vacas.
- La mortalidad embrionaria.

Se habla de una vaca con problemas de fertilidad cuando ésta es incapaz de gestar con un número razonable de servicios (hasta 3 cubriciones o inseminaciones artificiales), en los 120 días siguientes al parto.

Para diagnosticar la ER de un rebaño, se trabaja con diferentes parámetros reproductivos (ANEMBE, 2014), como:

1) Intervalo entre partos (IP).

El IP se expresa en días, y se define como la media de días transcurridos entre partos de todas las vacas del rebaño.

Este parámetro depende de los días después del parto en que se reinicia el ciclo estral, del número de celos no silentes y de su eficacia de detección, de la fertilidad de cada inseminación artificial (IA) y, finalmente, de la mortalidad embrionaria.

Para calcularlo, se utiliza la fórmula:

$$IP_{\text{rebaño}} = \frac{\sum IP\_de\_todas\_las\_vacas}{n^\circ\_de\_vacas}$$

Hoy día se admiten como aceptables niveles en torno a los 400 días. Se puede ver en la tabla 1.1 la clasificación de la situación reproductiva de los rebaños en función de su IP.

**Tabla 1. 1: Clasificación de la situación reproductiva según sus IP.**

Meses	Días	Situación reproductiva
< 11,7	< 355	Excesivamente corta
12-13,3	370-400	Óptimo
13,3-13,5	401-405	Aceptable
13,6-14	410-420	Problemas leves
> 14	> 425	Problemas moderados

Aunque es un buen indicador de la ER del rebaño, también tiene inconvenientes como:

- No tiene en cuenta la tasa de sacrificio o eliminación anual de vacas por problemas reproductivos (*cull rate*).
- No es rápido para evaluar las situaciones de un momento o la respuesta a unas acciones concretas, ya que hay que esperar al parto de las vacas.
- No incluye a las novillas de primer parto, al no tener aún dos partos para contabilizar su intervalo.
- Sólo trabaja con las vacas que paren, nunca con las vacías, donde se concentran los problemas más importantes.

A medida que el IP se alarga, la duración de las lactaciones se incrementa y encontraremos más vacas en el último periodo de lactación, lo que conduce finalmente a un aumento de las pérdidas económicas.

## 2) Intervalo entre el parto e inseminación fecundante (IPIF).

A este índice se le suele conocer comúnmente como “días abiertos” (OD), y se define como el intervalo medio entre el parto y la concepción confirmada de las vacas del rebaño. Se determina mediante la fórmula:

$$IPIF_{\text{rebaño}} = OD_{\text{rebaño}} = \frac{\sum IPIF_{\text{vacas\_gestantes}}}{n^{\circ}_{\text{de\_vacas}}}$$

Este índice refleja mejor la realidad reproductiva del rebaño en un momento dado, ya que no se tiene que esperar al parto, sino al diagnóstico de gestación.

Su único problema es que no incluye nunca a las vacas que no quedan gestantes y, por tanto, hay que utilizarlo conjuntamente con el % de vacas eliminadas por problemas reproductivos (*cull rate*) y con el de vacas no confirmadas gestantes a los 150 días de lactación. El nivel óptimo debe estar entre 85 y 115 días; cifras superiores delatan problemas de fertilidad.

**Tabla 1. 2: Situación reproductiva en función del valor de los días abiertos.**

Días	Situación reproductiva
< 85	Demasiado bajo
85-115	Óptima
116-125	Problemas leves
126-145	Problemas moderados
> 145	Problemas graves

En contra de lo que podría pensarse, valores demasiado bajos (inferiores a 85 días) tampoco son deseables porque el útero necesita recuperar su funcionalidad para poder soportar adecuadamente una nueva gestación.

3) Tasa de desecho o “*cull rate*” reproductivo.

Es el porcentaje de reposición debido a causas reproductivas. Su cálculo se hace en función del número de vacas eliminadas por problemas reproductivos en los últimos 12 meses con relación al total de vacas presentes en el rebaño:

$$\text{Tasa de desecho} = \frac{\text{n}^\circ \text{ _bajas _por _causas _reproductivas}}{\text{media _de _vacas _presentes}} \times 100$$

Este índice debe estar siempre en niveles inferiores al 15%.

Entre sus ventajas está su facilidad de cálculo y que da información sobre los animales realmente problemáticos. Se usa siempre complementando a otros índices para tener una mejor visión de la situación reproductiva del rebaño.

Tiene el inconveniente de que puede variar en función de los criterios que se utilicen para eliminar las vacas.

4) Porcentaje de vacas gestantes.

Se trata del % de vacas gestantes existentes en el rebaño en un momento dado:

$$\% \text{ de vacas gestantes} = \frac{\text{vacas _ges tan tes}}{\text{vacas _totales}} \times 100$$



El nivel óptimo debe situarse por encima del 50% y su ventaja es la facilidad de cálculo. Sus inconvenientes son que es sensible a los partos estacionales (si los hay) y que hay que tener en cuenta siempre el *cull rate*.

5) Media de días en lactación (DEL).

Se trata de la media, en días, entre el parto y el día que se hace el análisis del estado reproductivo de todas las vacas en lactación:

$$DEL_{\text{rebaño}} = \frac{DEL_{\text{vacas en ordeño}}}{n^{\circ} \text{ vacas en ordeño}}$$

Además de su información sobre el estado reproductivo, permite analizar mejor el nivel productivo del rebaño. Su nivel óptimo está en 155-180 días.

Su principal ventaja es que es muy fácil de obtener. Sus inconvenientes son que es muy sensible al *cull rate* y a la posible estacionalidad de las producciones.

6) Porcentaje de vacas con más de 150 DEL y no gestantes.

Son las vacas vacías con más de 150 DEL, que son realmente las “vacas problema”.

$$\% \text{ vacas con más de 150 DEL} = \frac{\text{vacas con más de 150 DEL no gestantes}}{\text{media de vacas totales}} \times 100$$

Su nivel no debe superar el 15%. Este índice está estrechamente correlacionado e influenciado por el *cull rate*.

7) Índice de abortos.

Es el % de abortos con relación a las gestaciones confirmadas, generalmente en los últimos 12 meses. Su nivel óptimo debe estar por debajo del 5%.

Hay que tener en cuenta que se considera como aborto al fallo de la gestación hasta el día 260 (8,5 meses). A partir de aquí se considera parto prematuro.

Además de esta tasa de abortos, se considera normal un nivel adicional de reabsorciones embrionarias de hasta un 5% ocurridas antes del diagnóstico de gestación.

#### 8) Número de inseminaciones por gestación.

También conocido como “servicios por concepción” (S/C). Refleja el valor del número de IA realizadas por el número de vacas gestantes.

Su valor no debe superar las 2,5 IA por gestación.

#### 9) Porcentaje de vacas repetidoras.

Este índice es de fácil estimación y está estrechamente relacionado con el anterior. Se entiende como “vaca repetidora” aquella que se cubre más de 3 veces para conseguir la gestación. Su nivel no debe superar el 15%.

$$\% \text{ de vacas repetidoras} = \frac{\textit{n}^{\circ} \textit{ _ vacas _ cubiertas _ más _ de _ 3 _ veces}}{\textit{media _ de _ vacas _ en _ el _ rebaño}} \times 100$$

Para las novillas, además, se pueden calcular otros 2 índices:

#### 10) Edad a la primera cubrición.

Se trata de la edad media (en meses) a la que se realiza la 1ª cubrición en un rebaño.

Su nivel debe estar lo más cercano posible a los 13 y 15 meses, teniendo en cuenta el desarrollo corporal de las novillas.

### 11) Edad al primer parto.

Es la media de edad (en meses) al primer parto. Lógicamente, está ligado al índice anterior, pero éste indica también si las novillas se están manejando bien en el ámbito reproductivo, ya que si no quedan preñadas, este índice va siendo cada vez mayor. Su nivel óptimo debe estar entre 22-25 meses.

En la tabla 1.3 se resumen los valores óptimos de cada uno de todos estos índices:

**Tabla 1. 3: Valores óptimos de los índices reproductivos explicados.**

ÍNDICE REPRODUCTIVO	VALOR ÓPTIMO
Intervalo entre partos	370-400 días
Intervalo parto – inseminación fecundante	85-115 días
Tasa de desecho reproductivo	< 15%
% de vacas gestantes	> 50%
Media de DEL	155-180 días
% de vacas > 150 DEL y no gestantes	< 15%
Abortos	< 5%
Nº de IA por gestación	< 2,5
% de vacas repetidoras	< 15%
Edad a la 1ª cubrición	13-15 meses
Edad al 1 <sup>er</sup> parto	22-25 meses

### 3.4 Coste económico de la ineficiencia reproductiva

La pérdida de rentabilidad en las explotaciones lecheras debida a problemas reproductivos se manifiesta principalmente en 3 puntos:

1. Incremento de la media de DEL.
2. Incremento de la duración del periodo de secado.
3. Incremento del gasto en dosis seminales.

#### 1. Incremento de la media de DEL.

A medida que los DEL aumentan, más vacas se encuentran en la fase final de la curva de lactación, donde se produce leche menos eficientemente y los niveles de producción medios del rebaño descienden.

Las pérdidas de leche por día que supera la media teórica de 150 DEL varía según el nivel productivo entre 0,06 y 0,085 L/día para vacas con producciones inferiores o superiores a 7.500 L/lactación, respectivamente.

Existe una estrecha relación entre días abiertos, DEL y pérdidas de producción, aumentando éstas a medida que se incrementan aquellos (tabla 1.4).

**Tabla 1. 4: Relación entre las pérdidas de producción y los OD y DEL.**

Días abiertos (OD)	DEL	Pérdidas de leche (L/vaca/día)
85-98	150-165	0
110-120	170-180	1,6-2,4
130-150	190-220	3,2-5,6

Sánchez-Rodríguez (2014).

Tomando como ejemplo una explotación media de 50 vacas, con una media de producción de 8.000 L/305 días y 190 DEL, que corresponden con unos 400 días de IP.

El exceso de DEL sobre el óptimo teórico sería de 25 (190-165). La pérdida de leche sería:

- 25 días x 0,085 L/día (nivel de producción superior a 8.000 L) = 2,12 L/vaca y día.
- 2,12L/vaca y día x 50 vacas = 106 L/día.
- 106 L/día x 365 días = 38690 L/año.

Estas pérdidas de leche suponen una disminución de ingresos de 14.700 € al precio promedio actual de la leche (unos 0,38 €/L.)

## 2. Incremento de la duración del periodo de secado.

Al incrementarse el periodo de secado por encima de los 60 días necesarios para el reposo y regeneración de la glándula mamaria, la rentabilidad de la explotación lechera se resiente, ya que:

- Se incrementan los gastos de alimentación por litro producido.
- La vaca se engrasa más fácilmente, pudiendo dar lugar a problemas en el parto (hipocalcemias, cetosis, partos distócicos, retenciones placentarias...)

### 3. Incremento del gasto en dosis seminales.

Aunque las pérdidas son siempre mucho más elevadas por la bajada de producción a medida que aumentan los OD y DEL, el aumento de dosis seminales necesarias para lograr una gestación también supone unos costes adicionales, lógicamente mayores a medida que se use semen más caro.

## 4. TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS

### 4.1 Inseminación Artificial (IA)

Es una técnica importante para la mejora genética de los animales, ya que con ella se hace posible que con unos pocos machos altamente seleccionados se produzcan numerosas gestaciones y nacimientos de terneras. Sus principales ventajas son la mejora genética, el control de enfermedades de transmisión sexual y la disponibilidad de registros de apareamientos exactos, que son necesarios para un buen manejo del rebaño.

Para poder conseguir una elevada fertilidad con la IA es importante disponer de semen de alta calidad, buena habilidad del inseminador, una adecuada de descongelación de la pajuela, vacas saludables y realizar la inseminación en el momento adecuado del ciclo estral (López-Gatius, 2012). Esto último es de vital importancia. Debido a que la ovulación es difícil de detectar, la inseminación debe sincronizarse en relación al estro. Para detectar el estro es importante vigilar el comportamiento de las vacas. Una vaca en celo, por ejemplo, se deja montar por otras vacas; la intranquilidad, mugidos e intentos de montar pueden ser otros signos de la proximidad del estro.

Para obtener las mejores tasas de gestación por inseminación, las vacas no deben inseminarse después del parto hasta que el útero haya involucionado por completo y estén ciclando con normalidad. Las vacas que muestran signos del estro por la mañana se inseminan por la tarde, y aquellas que tienen los signos por la tarde deben inseminarse la mañana siguiente.

## **4.2 Producción y transferencia de embriones. Sincronización de celos**

La capacidad reproductiva máxima de la vaca, en condiciones normales, es de un ternero por año. Con las técnicas de ovulación múltiple y transferencia de embriones (TE) se consigue incrementar el potencial reproductivo de la hembra (Díez Monforte *et al.*, 2013), potenciando así el efecto de la hembra en la reproducción bovina.

Algunas de las razones para el uso de la TE son:

- Permite obtener más terneros de una vaca valiosa y de gran calidad.
- Permite incrementar el ritmo de progreso genético en un rebaño.

Existen dos sistemas de producción de embriones: *in vivo* e *in vitro*. Con ambas técnicas se consigue incrementar la intensidad de selección de los programas de mejora, al hacer posible que un reducido número de hembras donantes produzcan un elevado número de descendientes por unidad de tiempo.

La hembra donante se selecciona en base a sus índices genéticos, para tener descendencia de hembras de gran calidad. Como hembras receptoras de los embriones obtenidos (ya sea *in vivo* o *in vitro*) suelen usarse novillas, debido a que suelen presentar mejores tasas de fertilidad. El depósito del embrión se realiza en el cuerno uterino ipsilateral al ovario donde se haya producido la ovulación.

### **4.2.1 Producción y transferencia de embriones *in vivo***

Se basa en la manipulación hormonal del desarrollo folicular con tratamientos con FSH durante 4-5 días consecutivos para conseguir una superestimulación del ovario y provocar así una ovulación múltiple en las hembras donantes (tecnología MOET). Estas vacas se inseminan y al 5º día después de la inseminación los embriones ya pasan al útero. El día 7 tras la inseminación se hace la recogida de los embriones mediante un lavado uterino (flushing) y podrán ser transferidos directamente a receptoras o someterse a procesos de criopreservación para ser usados con posterioridad.

#### **4.2.2 Producción de embriones *in vitro***

Con esta técnica se producen embriones a partir de ovocitos de hembras donantes vivas obtenidos por punción guiada por ecografía de los folículos (Ovum Pick-Up: OPU). Tras su obtención, se procesan en el laboratorio, donde se maduran, fertilizan (FIV) y se cultivan *in vitro* durante 7 días. La fertilización se realiza al día siguiente de haber realizado la OPU. El día 8 después de la OPU (o 7º día post-fertilización) ya se puede realizar la transferencia a hembras receptoras o se criopreservan. La OPU-FIV puede realizarse regularmente y con mayor frecuencia que la producción de embriones por MOET.

#### **4.2.3 Sincronización de celos**

Cuando se transfieren embriones no criopreservados, la hembra donante y la receptora deben mantener una estrecha sincronía en su día de ciclo estral, con una variación máxima entre ellas de  $\pm 1$  día. Es muy importante que en el manejo de ambas se evite el estrés o reduzca todo lo posible, para así conseguir mejores resultados.

Los protocolos existentes para la inducción y sincronización de celos también se usan para controlar la aparición de los celos en el momento que se deseen realizar las IA y si se quiere agrupar partos.

### **4.3 Diagnóstico de gestación y sexaje**

El diagnóstico preciso y precoz de la gestación es esencial para el mantenimiento de unos buenos niveles de eficiencia reproductiva. Permite la identificación temprana de las hembras no preñadas, de tal manera que el tiempo de producción que se pierde por infertilidad pueda reducirse mediante tratamiento apropiado o desecho. Además es necesario para la identificación precoz de problemas reproductivos tanto a nivel individual como de rebaño.

Los métodos de diagnóstico de gestación pueden ser varios, cada uno de ellos más o menos precoces y fiables:

#### **4.3.1 No retorno a celo**

Si no se ve a una vaca en celo a las 3 semanas aproximadamente después de la monta natural o de la inseminación, se suele asumir que está gestante. No obstante, incluso aunque la detección de celos sea buena, no todas estas vacas estarán gestantes.

Esta razón hace que esta técnica sea poco fiable por sí sola y que únicamente sea útil como mero indicador que puede hacer sospechar, pero siempre es recomendable asegurar el diagnóstico con uno de los otros métodos.

#### **4.3.2 Niveles de progesterona**

La progesterona secretada por un cuerpo lúteo funcional entre los 18 y 24 días tras la monta o la inseminación es un indicador temprano de la gestación. Puede medirse en leche o plasma sanguíneo. El momento óptimo para la prueba es 24 días después de la monta o de la IA, eliminándose así el problema de los intervalos largos entre estros, que podrían dar lugar a falsos positivos en el diagnóstico. Esta prueba sirve sobre todo para confirmar vacas que no estén gestantes, siendo aquellas que presenten un valor inferior a 2 ng/ml.

#### **4.3.3 Palpación rectal**

Este diagnóstico precoz de la gestación (30-50 días) se basa en la combinación de los siguientes parámetros: asimetría de los cuernos uterinos, menor tono y fluctuación de contenido en el cuerno gestante, un cuerpo lúteo palpable en el ovario, en el mismo lado que el cuerno gestante, el deslizamiento de las membranas fetales y la presencia de una vesícula amniótica. En las etapas más tardías de la gestación (>3 meses), el cuello uterino está situado anteriormente con respecto a la cresta pélvica y el útero no puede ser retraído fácilmente. El útero está flácido y los placentomas, y a veces el feto, son palpables. La arteria uterina media tiene un diámetro mayor y se puede detectar el frémito. En la tabla 1.5 se resumen los signos de gestación que se detectan mediante palpación rectal en función del tiempo de gestación.



**Tabla 1. 5: Signos positivos de gestación mediante palpación rectal**

Tiempo de gestación	Deslizamiento de la membrana	Vesícula amniótica	Feto	Placentomas	Frémido de la arteria uterina media	
					Ipsilateral	Contralateral
30 días		+				
45 días	+	+				
60 días	+	+				
75 días	+	+		+		
90 días	+		+	+		
105 días			+	+	+	

#### 4.3.4 Examen ecográfico

El uso de la ultrasonografía transrectal para comprobar la gestación en una fase temprana es una de las aplicaciones más prácticas en la reproducción de vacuno lechero. La ultrasonografía en tiempo real (modo B) es un método fiable y relativamente sencillo para el diagnóstico de la gestación en una fase tan temprana como el día 26-27.

Con el uso de las técnicas de ecografía se puede obtener una precisión de más del 99%, permitiendo así la rápida identificación de los problemas reproductivos.

Para comprobar que el feto está vivo, es fundamental apreciar el latido cardiaco. A los 70-75 días de gestación ya se pueden ir apreciando incluso posibles malformaciones si se dispone de un buen equipo.

Generalmente, dos factores afectan a la velocidad con la que pueden llevarse a cabo los exámenes ecográficos en una explotación de vacuno lechero: la experiencia del operario y la disponibilidad y la sujeción de los animales. Cuando se optimizan ambos factores, la rapidez en la realización del diagnóstico con la ecografía puede aproximarse a la de la palpación rectal, superándola además en cuanto a la información que puede obtenerse de cada animal.

Con la ecografía se puede realizar además la determinación del sexo fetal. La forma más precoz y más usada para realizar esta determinación es viendo la posición del tubérculo genital, que al inicio de la embriogénesis tiene la misma posición en ambos sexos, pero entre el día 50-55 comienza a migrar para ocupar una posición específica en lo que será el futuro pene o clítoris. Por tanto, a partir del día 55 el tubérculo genital ya

está en su posición definitiva y podrá determinarse el sexo con una eficacia casi del 100% (Quintela *et al.*, 2011).

Otra evidencia ecográfica válida pero menos precoz con la que poder realizar el sexaje sería la apreciación del escroto (para el caso del macho) y de la mama (en el caso de que sea hembra), a partir del día 80.

## **5. PROBLEMAS REPRODUCTIVOS**

### **5.1 Mortalidad embrionaria y abortos**

La mortalidad embrionaria es considerada como una de las causas principales del fallo reproductivo en el vacuno (López-Gatius, 2012), dando lugar a una reducción en los porcentajes de gestaciones, una ralentización del progreso genético y pérdidas económicas considerables en la producción lechera.

Se considera mortalidad embrionaria temprana aquella que se produce antes del día 15 y que no afecta a la duración del ciclo. Cuando el embrión muere después de esa fecha, la vaca retorna a celo cuando el cuerpo lúteo regresa y, por tanto, el ciclo se alarga. Generalmente, el único signo obvio es un retorno a celo a los 25-50 días después de la inseminación.

Los abortos en la vaca se definen como la muerte fetal y su expulsión entre los días 45 y 260 de la gestación. Como se comentó en el apartado 3.3, un porcentaje anual de abortos de hasta el 5% se considera normal. Un porcentaje de abortos de más del 10% se considera como un brote de abortos.

### **5.2 Trastornos del ciclo. Anestro**

Se define una situación de anestro postparto (APP) cuando no se observa a una vaca en estro pasados 60 días tras el parto, independientemente de si está ya ciclando. La situación de APP más común es el de vacas que son cíclicas pero que manifiestan un comportamiento de celo débil o inexistente.

El verdadero problema surge con aquellas vacas que presentan un anestro verdadero, es decir, vacas que no reinician su actividad cíclica tras el parto. Este

problema suele relacionarse con trastornos nutritivos, condición corporal inadecuada, la edad o posibles patologías uterinas (Peter *et al.*, 2009).

### **5.3 Metritis y endometritis**

Las bacterias del entorno contaminan el lumen uterino de la mayoría de las vacas en el postparto. La eliminación de esta contaminación depende de la involución uterina, de la regeneración del endometrio y de los propios mecanismos de defensa uterinos.

La influencia negativa de las infecciones uterinas bacterianas está relacionada con la presencia de bacterias y sus toxinas y también con los daños provocados por el proceso inflamatorio que se da como respuesta a la infección. Es importante tener presente que la endometritis provoca infertilidad en el momento de la infección y subfertilidad incluso después de la resolución exitosa de la enfermedad.

### **5.4 Quistes ováricos**

Tradicionalmente, los quistes ováricos han sido definidos como estructuras foliculares anovulatorias de diámetro superior a 25 mm y que persisten 10 o más días en ausencia de cuerpo lúteo funcional. Los quistes ováricos en las vacas lecheras alargan los intervalos entre partos, ocasionando pérdidas económicas y disfunción reproductiva del rebaño.

Dependiendo del grado de luteinización, los quistes ováricos pueden diferenciarse en lúteos o foliculares, siendo los quistes foliculares los más comunes. Los quistes lúteos se asocian con anestro y los foliculares con ninfomanía, pero el comportamiento no es suficiente para diferenciar entre quistes foliculares y lúteos.

### **5.5 Enfermedades infecciosas y parasitarias**

Numerosas enfermedades de etiología bacteriana, vírica, fúngica o parasitaria pueden afectar a la función reproductiva de la vaca, llevando a fallos reproductivos. Su manifestación clínica más frecuente es en forma de abortos, que dependiendo del agente

etiológico se producirán en una etapa más o menos avanzada de la gestación y con unas lesiones más o menos específicas.

Entre los principales agentes etiológicos, podemos citar a *Brucella abortus*, *Campylobacter foetus* y *Chlamydia psittaci* dentro de las etiologías bacterianas; el virus de la Diarrea Vírica Bovina (BVD), los Herpesvirus Bovino tipo 1 y 4 (BHV1 y BHV4) y el virus de la Lengua Azul, como agentes víricos; *Aspergillus spp.*, dentro de los fúngicos y *Trichomonas foetus* y *Neospora caninum* como causas parasitarias.

## **5.6 Mellizos. Freemartinismo**

Tener mellizos es indeseable en la vaca lechera puesto que reduce la eficiencia reproductiva, al aumentar el promedio de días abiertos y el número de servicios por concepción de la madre, durante la subsecuente lactancia. Además, la etiología de muchas enfermedades periparturientas se asocian con nacimientos de mellizos.

Normalmente, el mecanismo fisiológico responsable de regular el número de folículos que se hacen dominantes dentro de cada curva folicular resulta en la selección de un solo folículo dominante capaz de ovular. Sin embargo, en ocasiones se seleccionan dos folículos para que continúen creciendo, lo que resulta en un fenómeno denominado codominancia. Si el estímulo apropiado para la ovulación se da en ese momento, se liberarán dos ovocitos, que de ser fertilizados, darán lugar a la gestación de mellizos.

En el ganado vacuno, y debido al tipo de placentación, cuando se da una gestación de mellizos de diferentes sexos y se fusionan sus membranas embrionarias, se produce un intercambio de sangre entre los fetos machos y hembra de forma que los factores endocrinos del ternero macho causan un desarrollo anormal de los órganos reproductivos de la ternera hembra, que le causará infertilidad. Es el fenómeno conocido como freemartinismo.

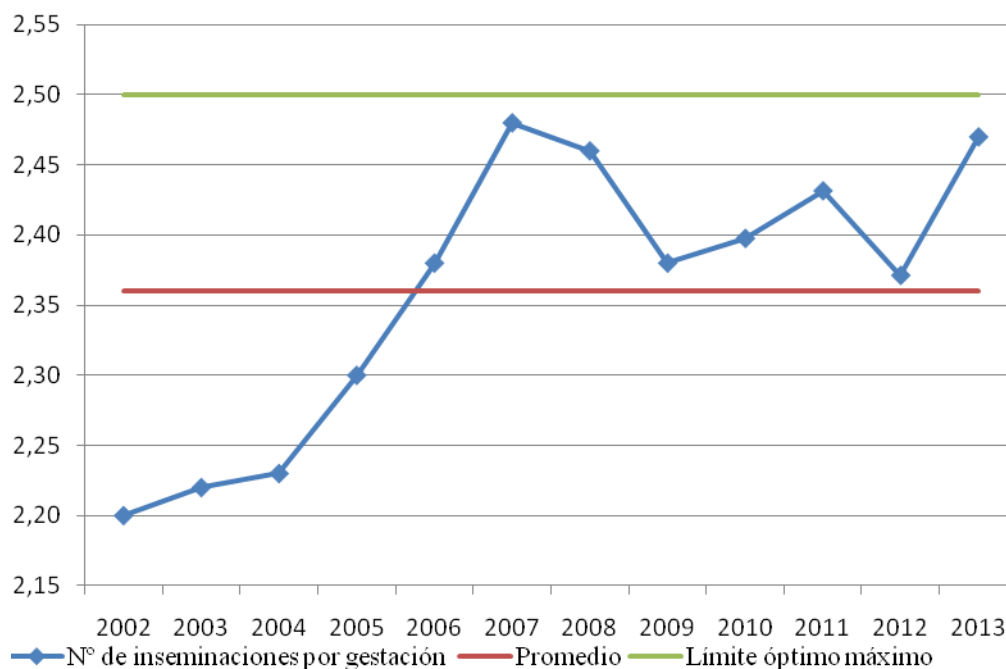
## **6. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS GENERALES DEL SECTOR BOVINO LECHERO EN ASTURIAS**

Podemos establecer una idea general de algunos de los parámetros reproductivos del sector bovino lechero en el Principado de Asturias durante los últimos 12 años y cómo han ido evolucionando en ese periodo gracias a los datos facilitados por ASCOL (Asturiana de Control Lechero).

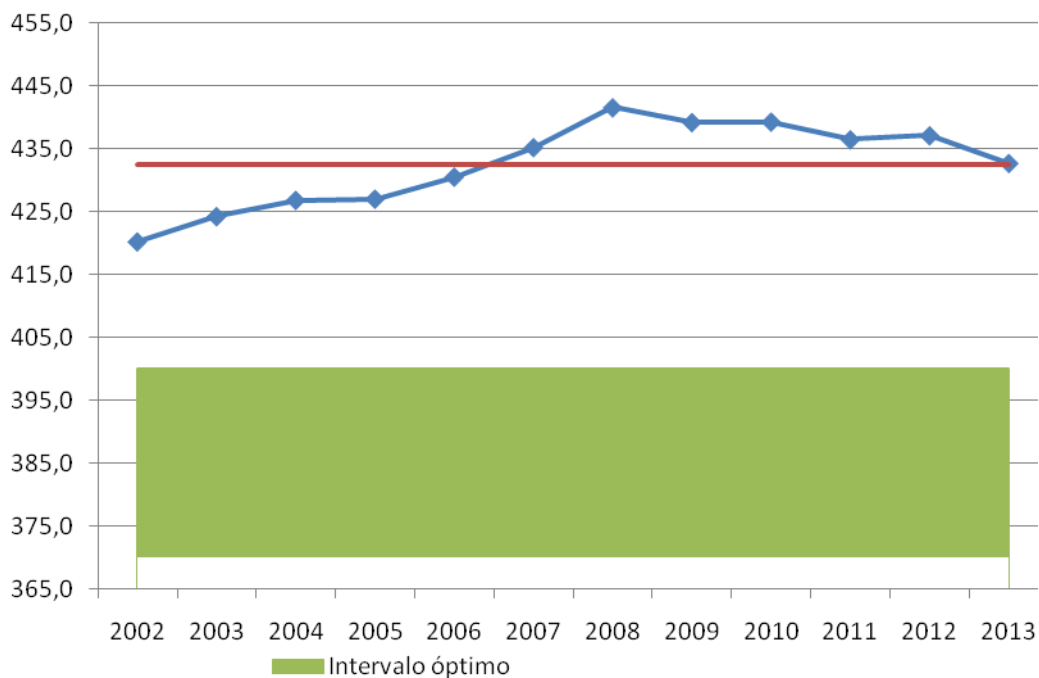
Entre los años 2002 y 2013 (ambos incluidos) se registraron una media de 125.789 cubriciones anuales. Los índices reproductivos más importantes calculados en este periodo de los que se disponen datos son el número de inseminaciones por gestación y el intervalo entre partos.

Los datos referidos al número de inseminaciones por gestación muestran un incremento progresivo con el paso de los años (figura 1.3). La media de los 12 años es de 2,36 inseminaciones/gestación. Al ver esa evolución con el paso del tiempo, se comprueba que en los 4 primeros años de registros, el parámetro era inferior a esa media, y ésta se vio superada a partir del año 2006, quedando finalmente en el año 2013 en un valor de 2,47, muy cercano al límite máximo considerado como óptimo (2,5; ver tabla 1.3).

En cuanto al intervalo entre partos (figura 1.4), se puede observar también la línea ascendente que fue adquiriendo el valor de este parámetro hasta alcanzar su pico máximo en el año 2008, con un valor de 442 días de IP. De ahí hasta 2013, el índice ha ido experimentando un ligero descenso cada año. Este hecho, sin embargo, no ha conseguido que su valor promedio haya dejado de ser excesivo y sobrepase el nivel óptimo estipulado (370-400 días). La media de los 12 años de datos es de 433 días. Este valor promedio se vio superado a partir del año 2007, a semejanza del número de inseminaciones por cubrición, que sobrepasó su promedio en 2006, como se comentó anteriormente. Es el índice de los obtenidos que muestra unos datos más preocupantes, ya que habría que conseguir que las vacas quedasen gestantes unos 40 días antes de lo conseguido en el último año para entrar en unos valores considerados dentro del rango de valores óptimos para este índice.



**Figura 1. 3: Evolución del nº de inseminaciones/gestación y su relación con su valor promedio y óptimo. (Datos facilitados por ASCOL).**



**Figura 1. 4: Evolución del intervalo entre partos y su relación con su valor promedio y niveles óptimos. (Datos facilitados por ASCOL)**

Con estos datos, podemos decir que la situación de los índices reproductivos conocidos ha ido experimentando un empeoramiento progresivo desde 2002 hasta 2007 y que a partir de ahí se han ido manteniendo en unos valores semejantes cada año, siempre superiores al promedio de todo el periodo. El empeoramiento más notorio en ambos índices coincidió entre los años 2006 y 2007. No hemos podido establecer con los datos e información disponibles una causa concreta a esta evolución.

## **II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

En las últimas décadas se ha producido una progresiva intensificación en la producción de leche de vaca y un incremento en la presión de selección. Estos hechos se han relacionado a su vez con un descenso en los rendimientos reproductivos de las vacas, afectando a sus índices reproductivos de forma negativa y suponiendo una pérdida de rentabilidad en las explotaciones de vacuno lechero.

En el Principado de Asturias coexiste una amplia variedad de ganaderías de vacuno lechero, pasando desde explotaciones familiares a grandes granjas tecnificadas, cada una de ellas con diferentes niveles de intensificación.

En base a estas premisas, la **hipótesis** de este trabajo es que los parámetros reproductivos de las ganaderías de leche asturianas mostrarán diferencias en función del volumen de producción.

Para ello se plantea este Trabajo Final de Máster con el **objetivo general** de evaluar la situación reproductiva actual de las ganaderías de vacuno lechero en el Principado de Asturias en función del tamaño de los rebaños. Este objetivo general se abordará en base a los siguientes **objetivos específicos**:

1. Definir las características generales de cada uno de los grupos de producción estudiados.
2. Valorar algunos de los índices reproductivos que se pueden calcular en las granjas analizadas.
3. Determinar el nivel de uso de las tecnologías reproductivas según los niveles de producción.



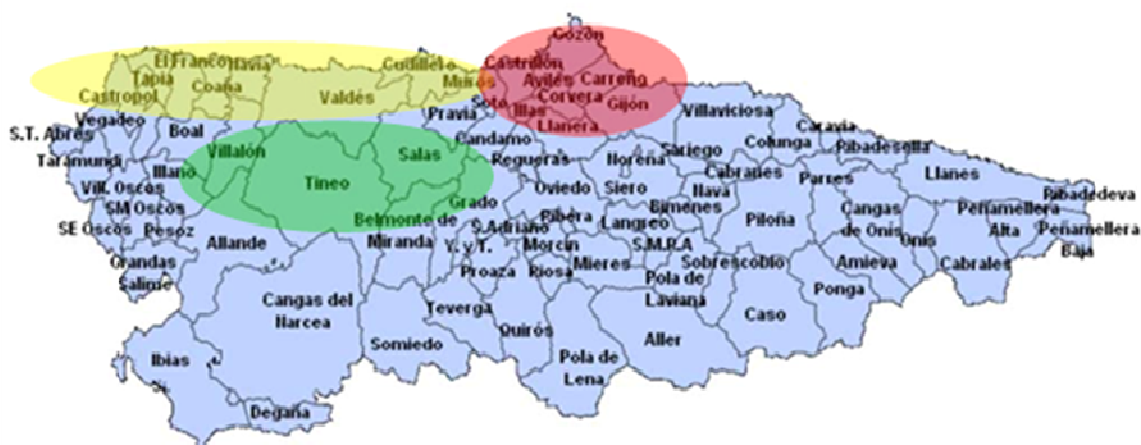
### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **1. SELECCIÓN DE EXPLOTACIONES**

El presente Trabajo Final de Máster se ha desarrollado como actividad derivada del objetivo 1 del proyecto de investigación INIA RTA2012-00065-C05-01, cofinanciado con fondos FEDER, titulado “*Bases y estrategias de producción de cultivos forrajeros adaptados a las condiciones agroclimáticas de la Cornisa Cantábrica para la producción de leche de vacuno de calidad diferenciada en sistemas sostenibles, integrados en el territorio y orientados a los requerimientos de la nueva PAC*”. Dicho objetivo consistía en caracterizar las explotaciones de vacuno de leche de la Cornisa Cantábrica y Galicia.

Para realizar dicha caracterización en cada una de las cinco CCAA que componen el proyecto (Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra), se estableció una muestra estratificada y elegida al azar compuesta por el 2% del total de las explotaciones lecheras con cuota láctea asignada en 2012 y que, en el caso del Principado de Asturias, según datos de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias y de Asturiana de Control Lechero (ASCOL), era de 2600 explotaciones.

Con el fin de obtener una representación proporcional de todas las explotaciones de leche, se hizo una división inicial del territorio del Principado de Asturias en 6 zonas geográficas: Occidente, Centro y Oriente, divididos todos ellos a su vez en Costa o Interior. Al manejar los datos de censos y de niveles de producción láctea de las 6 zonas, se observó que en los concejos que integran las zonas interior occidental, costera occidental y costera central se aglutinan el 82% de las explotaciones y el 90% de la producción láctea del Principado, por lo que la selección se restringió a dichas zonas (figura 3.1).



**Figura 3. 1:** Mapa de Asturias y zonas geográficas analizadas. En verde: zona de interior occidental; amarillo: zona costera occidental; rojo: zona costera central.

A continuación, y según lo planteado en el proyecto de origen, las explotaciones se estratificaron a su vez según su cuota anual asignada en seis grupos: 1) menos de 25 t de producción láctea; 2) entre 25 y 75 t; 3) entre 75 y 175 t; 4) entre 175 y 325 t; 5) de 325 a 500 t; 6) más de 500 t de cuota anual asignada. Ahora bien, al cotejar los datos de las explotaciones y sus cuotas de producción se comprobó que las pertenecientes a los dos primeros estratos reunían una representación baja, con solo un 8,1% del total de la cuota, por lo que se decidió concentrar los tres primeros estratos en uno solo. De esta forma, finalmente, la división de las explotaciones por sus cuotas de producción se realizó en cuatro grupos, que fueron: 1) menores de 175 t de cuota anual; 2) entre 175 y 325 t; 3) de 325 a 500 t; 4) más de 500 t anuales (estratos 1, 2, 3 y 4, respectivamente).

En base a estas consideraciones (zona y cuota láctea asignada), se seleccionaron al azar un 2% del total de explotaciones, constituyendo una muestra final de 52 ganaderías de vacuno lechero. Con los datos previos que se disponían de ellas, se distribuyeron de la siguiente forma: 11 explotaciones con menos de 175 t de leche de cuota anual asignada; 17 con cuotas comprendidas entre 175 y 325 t; 10 ganaderías entre 325 y 500 t y 14 con cuotas superiores a las 500 t. El número de explotaciones por cada zona geográfica analizada quedó de la siguiente forma: 16 del interior occidental, 22 de la zona costera de occidente y 14 de la costera central. La distribución general de las ganaderías se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3. 1: Número de explotaciones encuestadas según estrato de producción y zona geográfica.**

	Interior occidental	Costa occidental	Costa central	Total
< 175 t	3	6	2	11
175-325 t	6	7	4	17
325-500 t	3	4	3	10
> 500 t	4	5	5	14
Total	16	22	14	52

Una vez realizada esta selección según los criterios explicados, se cotejaron las ganaderías seleccionadas con el censo de las explotaciones que estaban dentro del programa de control lechero de ASCOL, comprobándose que 16 de estas 52 explotaciones no estaban en control lechero oficial y las restantes 36 sí estaban incluidas en control lechero.

## **2. CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES**

Para caracterizar las explotaciones seleccionadas, se confeccionó una encuesta en la que se recogía datos relativos a:

1. Identificación de la explotación.
2. Composición del rebaño.
3. Producción láctea.
4. Base territorial.
5. Manejo de la alimentación.
6. Mano de obra y su nivel de formación.
7. Estado y parámetros reproductivos.

Este último punto, objeto de este trabajo, se centró en la información sobre la utilización de tecnologías reproductivas y datos reproductivos de la última campaña. En el anexo 1 se incluye una encuesta completa.

Las encuestas se realizaron mediante entrevista personal, visitando cada una de las explotaciones y cumplimentando los datos con los ganaderos. Estas visitas a las

explotaciones dieron comienzo el día 3 de diciembre de 2013, completándose las 52 encuestas el 11 de marzo de 2014.

### **3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS**

Los datos e información recogidos fueron registrados informáticamente. Se calcularon las medias y errores estándar para cada índice o característica en estudio, dentro de cada uno de los cuatro estratos de producción considerados.

Para el estudio de los parámetros relativos a las características generales de los rebaños (tamaño del rebaño, producción, número de lactaciones y tasa de renovación) y los índices reproductivos se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del SAS (1999), considerando el estrato de producción como factor principal.

Los niveles de uso de cada una de las tecnologías reproductivas se representaron gráficamente para visualizar las posibles diferencias entre estratos de producción.

Este análisis individualizado de los distintos parámetros permite realizar una descripción detallada de la situación reproductiva actual de las explotaciones de vacuno lechero (ver apartados de “Resultados” y “Discusión”).

## IV. RESULTADOS

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS REBAÑOS

En la tabla 4.1 se observan algunas de las características más generales de las explotaciones, divididas por estratos de producción, para poder disponer de una aproximación a la ganadería tipo de cada estrato. La cuota de producción media asignada, para cada estrato, es de: 104 t de leche (estrato 1), 241 t (estrato 2), 421 t (estrato 3) y 923 t (estrato 4). El número medio de vacas por explotación se sitúa en un valor de 18 animales, en el caso del estrato perteneciente a menos de 175 t de cuota láctea anual, y va incrementándose progresivamente con cada estrato hasta alcanzar un nivel medio de 99 vacas en el estrato de mayor nivel de cuota láctea. En el momento de realizar las encuestas, el 85% de los animales estaban en producción, con independencia del estrato al que pertenecían, con un porcentaje de vacas de primer parto que osciló entre el 28 y el 33% del total de animales.

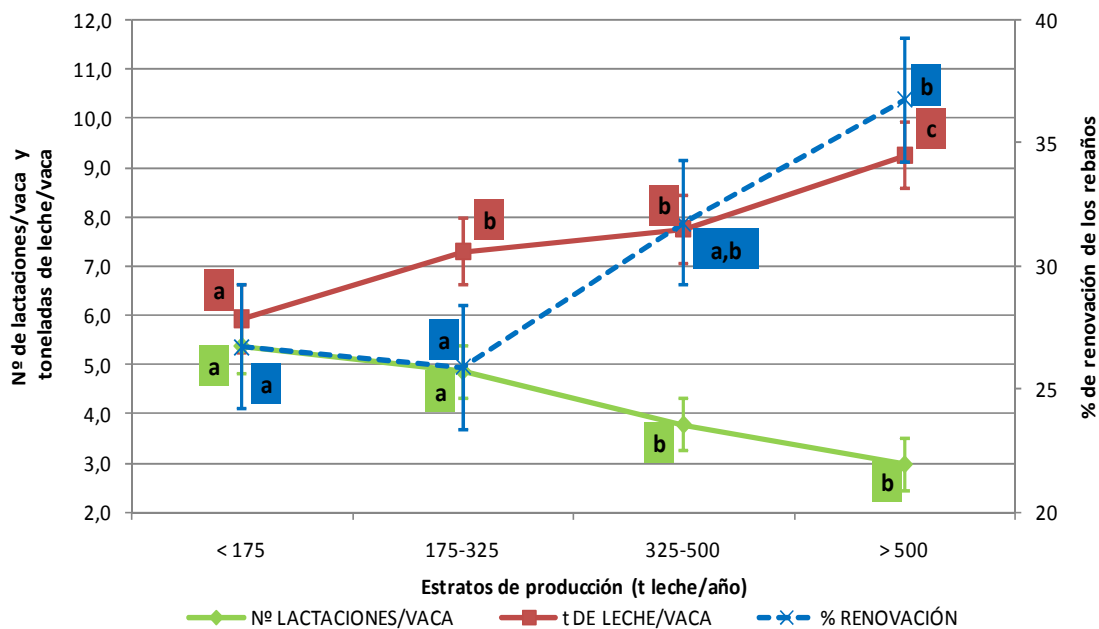
**Tabla 4. 1: Características de las explotaciones de vacuno lechero de Asturias en función de la cuota de leche asignada (t de leche/año).**

	Estrato 1 (<175 t)	Estrato 2 (175-325 t)	Estrato 3 (325-500 t)	Estrato 4 (>500 t)
Vacas totales	18	34	54	99
Vacas en ordeño	15	28	46	84
Primíparas	5	11	18	28
Cuota láctea (t)	104	241	421	923

Nota: datos extrapolados de las 52 explotaciones encuestadas (2% de las 2600 explotaciones con cuota láctea asignada en 2012).

Dentro de los parámetros generales de los rebaños, se considera el nivel de producción de las vacas por cada lactación y el número medio de lactaciones que persisten en el rebaño. Estos dos parámetros van a reflejarse en una mayor o menor tasa de renovación. De este modo, en la figura 4.1 se aprecia que la producción media total de cada vaca en una lactación es mayor a medida que las explotaciones son más grandes y tienen mayor intensidad de producción. Así, en las explotaciones del estrato 1, en una lactación media se producen 5.930 litros de leche, producción significativamente inferior al resto de los estratos ( $p < 0,05$ ). Este valor va incrementándose de tal forma que en el estrato 2 alcanza un promedio de 7.292 litros por lactación, 7.749 litros en el

estrato 3 y su máximo en el estrato 4, donde llega a los 9.241 litros de media por cada lactación, siendo significativamente superior a los 3 primeros estratos ( $p < 0,05$ ). A medida que se incrementa el nivel de producción y de intensificación sobre los animales, el desgaste que sufren también es mayor. Este hecho se traduce en una disminución del número de lactaciones que una vaca permanece en el rebaño. De este modo, se puede observar en la misma figura que en las explotaciones del estrato 1 las vacas tienen una vida útil de 5,36 lactaciones, descendiendo este valor hasta alcanzar un valor mínimo de 2,98 en el estrato 4, con una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre ambos valores.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar. Diferentes letras (a, b, c) para los parámetros considerados representan diferencias significativas entre estratos de producción ( $p < 0,05$ ).

**Figura 4. 1: Relación (por estratos) entre el nivel de producción medio de las vacas, su vida media útil (nº de lactaciones/vaca) y el porcentaje de renovación del rebaño. Datos de la campaña 2013.**

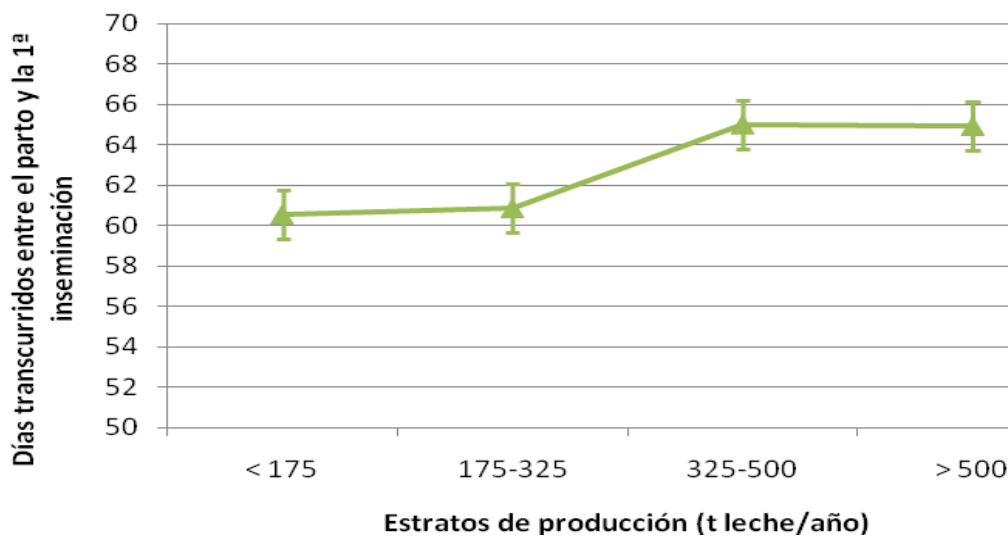
El porcentaje de renovación del rebaño tendrá que ser mayor cuanto menos tiempo estén las vacas en la explotación. Este porcentaje de renovación es la relación entre el número de animales con menos de un año de edad dejados para cría respecto del total de vacas adultas. Así, en las explotaciones del estrato 1 y 2, los porcentajes de renovación del rebaño son muy similares, con un 26,7% y 25,9% cada uno. Estas cifras se incrementan conforme lo hace el nivel de producción, con un 31,7% en el estrato 3 y

alcanzando un máximo de 36,8% en el estrato 4, que se corresponde con el nivel máximo de producción, siendo un nivel significativamente superior ( $p < 0,05$ ).

## 2. ÍNDICES REPRODUCTIVOS

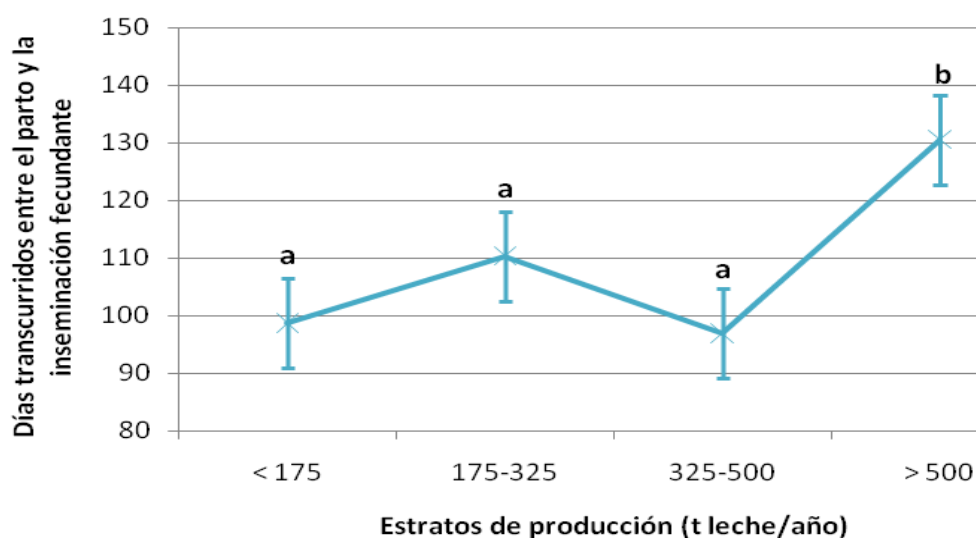
En la figura 4.2 se muestra el intervalo de tiempo transcurrido entre el parto de las vacas y la primera cubrición postparto, según las respuestas dadas por los ganaderos. Presenta unos valores similares entre todos los estratos ( $p = \text{NS}$ ), colocándose en una media de 61 días para los estratos 1 y 2 y de 65 días para los dos estratos restantes.

Sin embargo, el intervalo de tiempo existente entre el parto y la inseminación fecundante, no sigue este mismo patrón (figura 4.3). Muestra unos valores similares en los tres primeros estratos, con una media de 102 días, diferenciándose significativamente ( $p < 0,05$ ) en el estrato 4, donde alcanza un valor de 131 días. Con estos valores, considerando que la gestación dura de media unos 285 días, podemos establecer un intervalo entre partos de 387 días en los estratos 1, 2 y 3 y de 416 días para el estrato 4.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

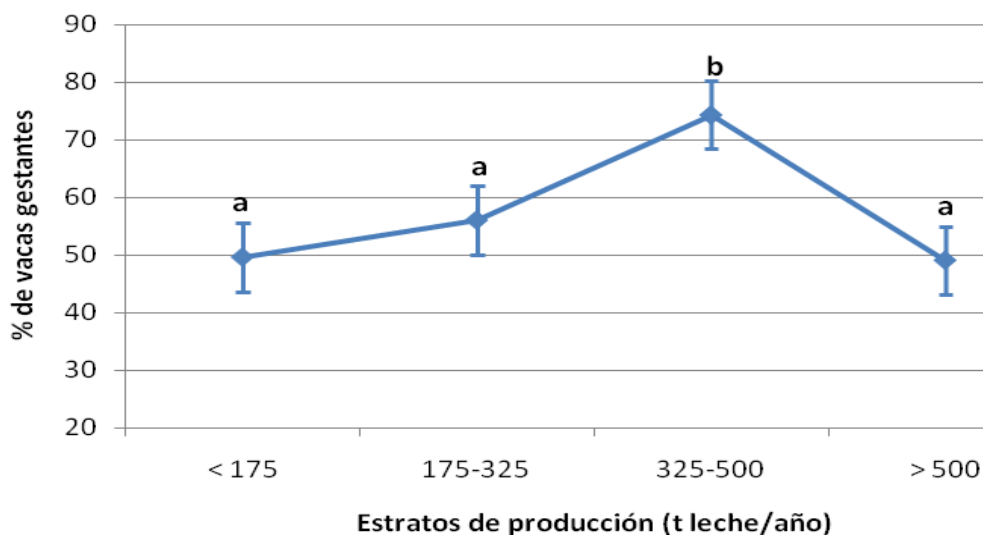
**Figura 4. 2: Intervalo (en días) entre el parto y la 1ª cubrición, según estratos de producción.**



Valores medios  $\pm$  desviación estándar. Diferentes letras (a, b) representan diferencias significativas entre estratos de producción ( $p < 0,05$ ).

**Figura 4. 3: Intervalos entre el parto y la inseminación fecundante, por estratos de producción.**

La evolución del porcentaje de vacas gestantes en las explotaciones en el momento de las recogidas de los datos puede verse en la figura 4.4. Este índice es significativamente superior en el estrato 3 ( $p < 0,05$ ) respecto a los otros estratos (74,3% vs. 51,5% para el estrato 3 y la media del resto de los estratos, respectivamente).

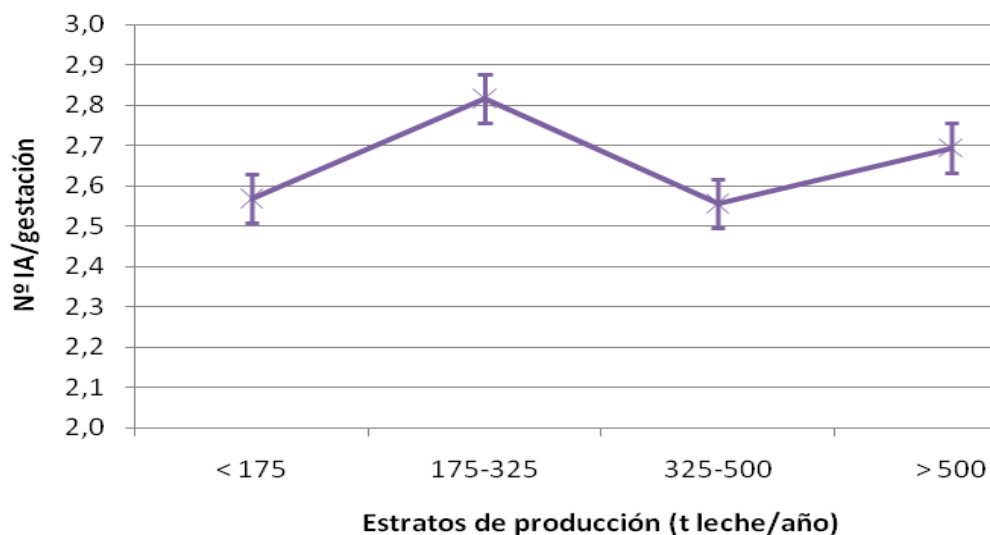


Valores medios  $\pm$  desviación estándar. Diferentes letras (a, b) implican diferencias significativas entre estratos de producción ( $p < 0,05$ ).

**Figura 4. 4: Vacas gestantes (%), dentro de cada estrato.**



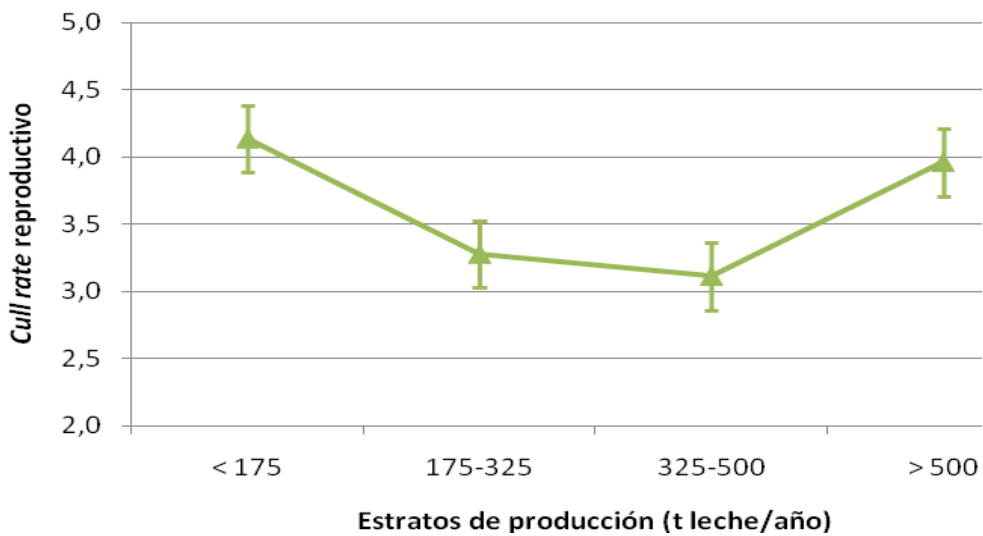
En cuanto al número de IA necesarias para conseguir una gestación, no se observan diferencias significativas entre estratos (figura 4.5). Este parámetro presenta sus valores mínimos en los estratos 1 y 3, con valores de 2,6 IA/gestación. Su valor máximo se obtiene para el estrato 2, alcanzando una cifra de 2,8 IA/gestación y en el estrato 4 se sitúa en un valor de 2,7 IA/gestación.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

**Figura 4. 5: Número de IA necesarias para conseguir una gestación según el estrato de producción.**

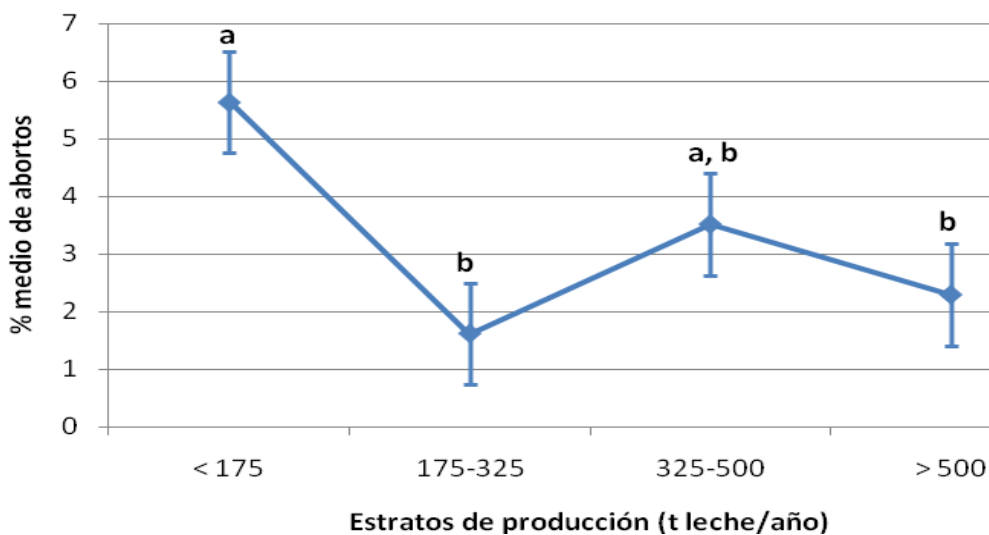
Las tasas de desecho o *cull rate* reproductivo (que incluye a las bajas realizadas en vacas por llevar más de 3 IA sin quedar gestantes y a las que llevan más de 150 DEL sin estar gestantes) que se obtienen a partir de las encuestas, muestran unos valores similares entre cada estrato (figura 4.6), con una media del 3,60%. De este modo, el estrato 1 presenta un valor medio del 4,13% de vacas eliminadas por problemas reproductivos. El estrato 2 y 3, tienen cifras algo más bajas, quedando en 3,28 y 3,11%, respectivamente. Finalmente, este índice tiene un repunte en el estrato 4, alcanzando un valor del 3,96%, muy próximo al que se obtiene en el estrato 1.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

**Figura 4. 6: Tasa de desecho de vacas por problemas reproductivos en cada uno de los estratos de producción.**

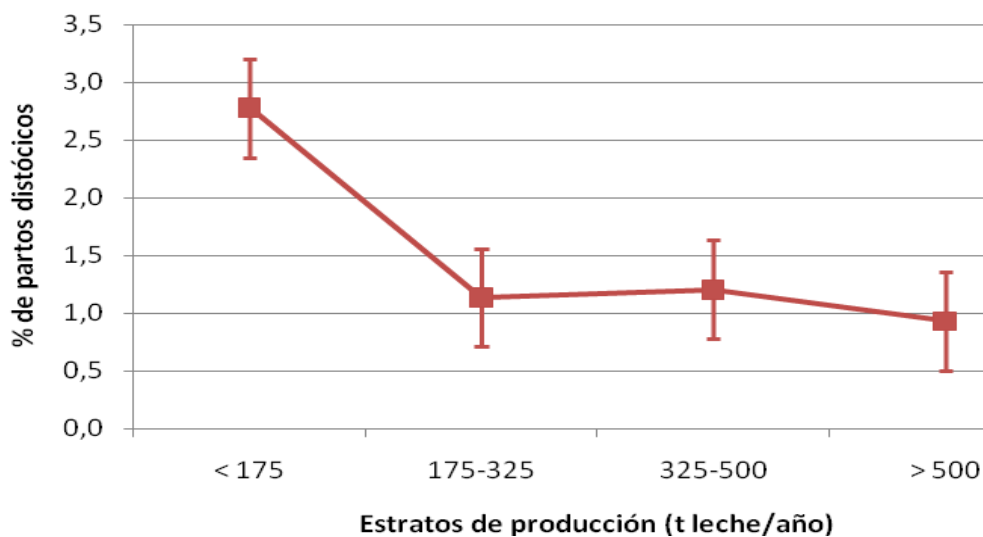
Si nos referimos al índice de abortos, podemos contemplar en la figura 4.7 un valor máximo de 5,64% en el estrato 1, que es significativamente superior ( $p < 0,05$ ) a los estratos 2 y 4, que presentan unos índices de 1,61 y 2,29%, respectivamente. El estrato 3 tiene un valor intermedio (3,52%) entre el resto de los estratos y no llega a presentar diferencias respecto a los demás.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar. Diferentes letras (a, b) implican diferencias significativas entre estratos de producción ( $p < 0,05$ ).

**Figura 4. 7: Porcentaje medio de abortos en cada estrato de producción.**

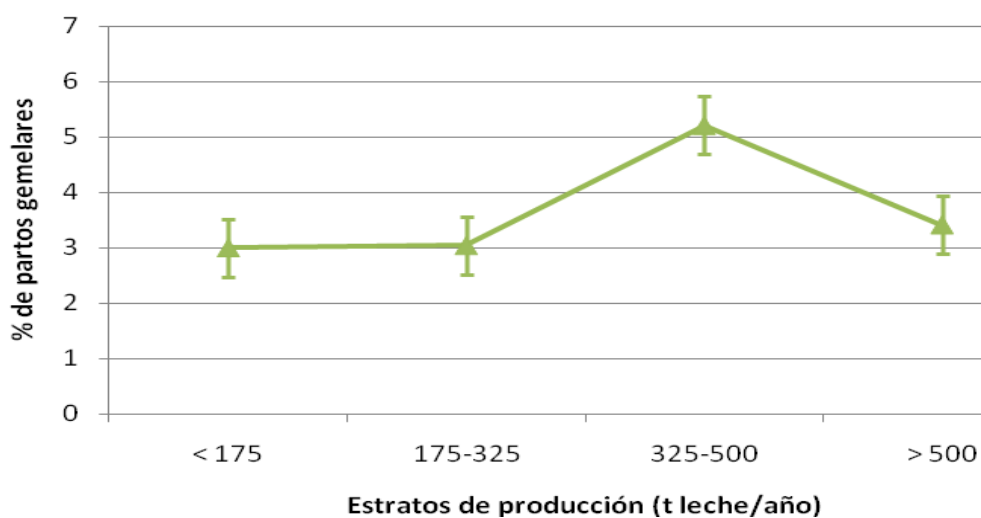
No se aprecian diferencias significativas en el porcentaje de partos distócicos entre los niveles de cada uno de los estratos (figura 4.8), con una media de 1,44%, pero sí una tendencia a descender su valor a medida que se pasa a estratos de mayor nivel productivo.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

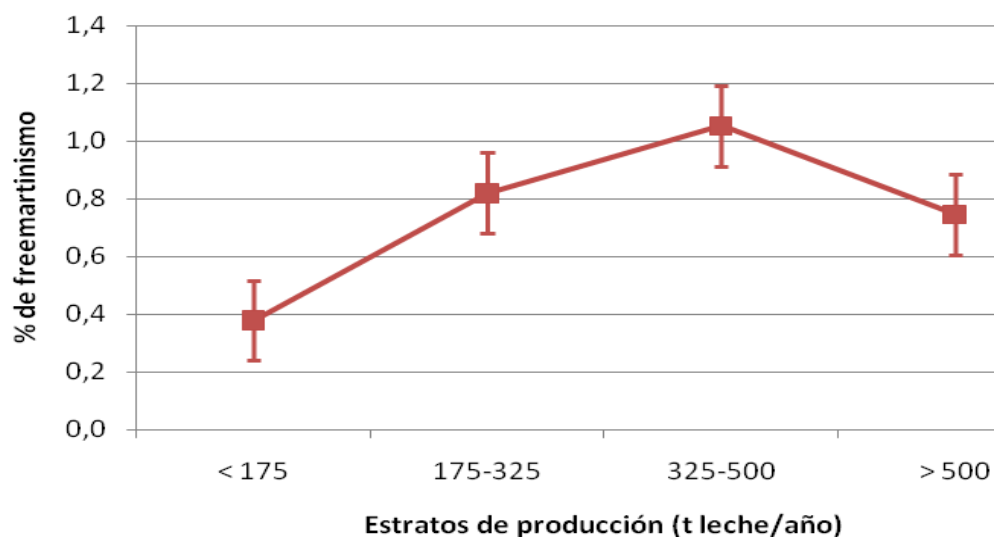
**Figura 4. 8: Porcentaje medio de partos distócicos en cada estrato de producción.**

Los porcentajes de partos gemelares (figura 4.9) y de freemartinismo (figura 4.10) no mostraron ninguna diferencia entre estratos. El promedio de partos gemelares en el total de las explotaciones fue de 3,55% respecto al total de partos. Por su parte, el nivel medio de casos detectados de freemartinismo fue del 0,75%.



Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

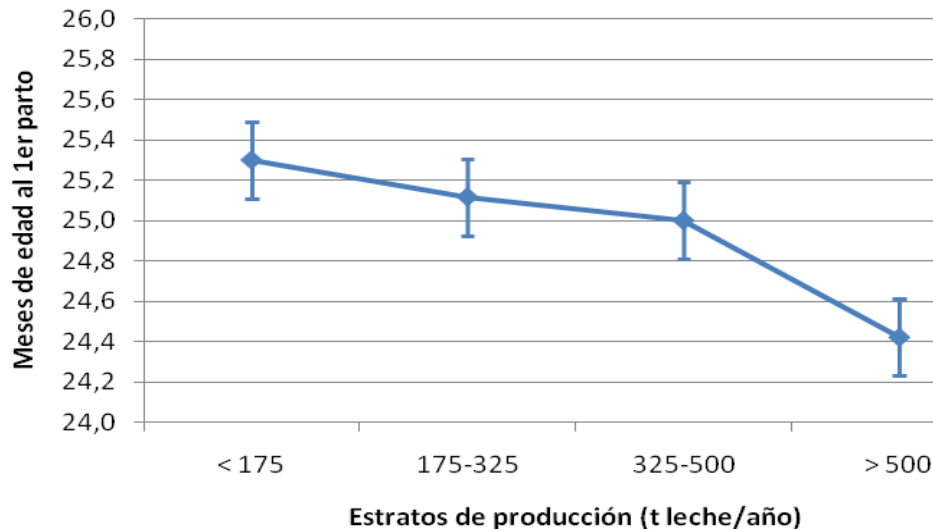
**Figura 4. 9: Porcentaje medio de partos gemelares en cada estrato de producción.**



Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

**Figura 4. 10: Porcentaje medio de freemartinismo en cada estrato de producción.**

Dentro de los índices específicos para las novillas, la edad en la que paren por primera vez no mostró diferencias significativas entre los distintos estratos de producción, presentando un nivel medio de 24,94 meses de edad en el momento del primer parto. Sin embargo, se puede visualizar en la figura 4.11 es un descenso progresivo en este índice a medida que se pasa a un estrato de producción mayor, pasando de una media de 25,3 meses en el estrato 1, a una cifra de 24,4 meses en el estrato 4.

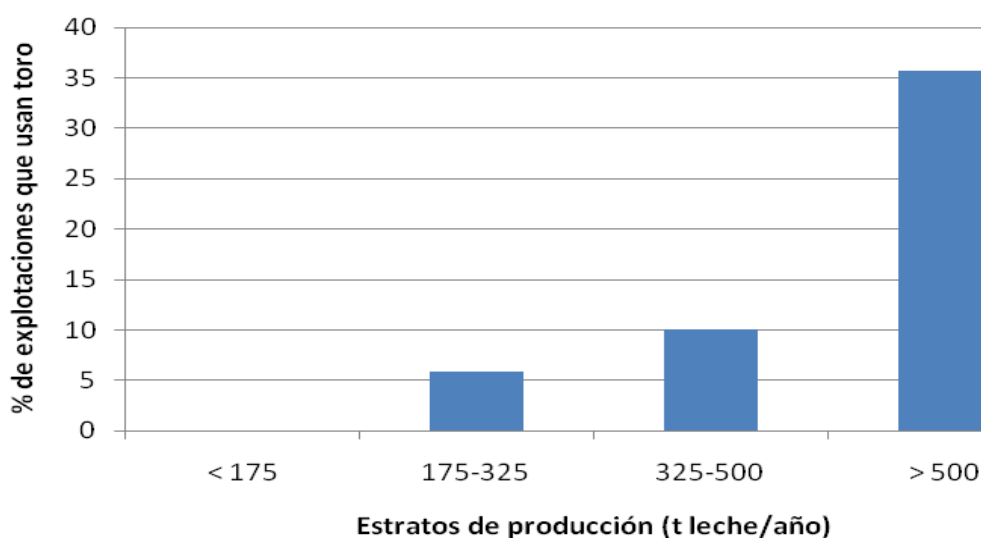


Valores medios  $\pm$  desviación estándar.

**Figura 4. 11: Edad media (en meses) a la que las novillas alcanzan su primer parto, por estratos de producción.**

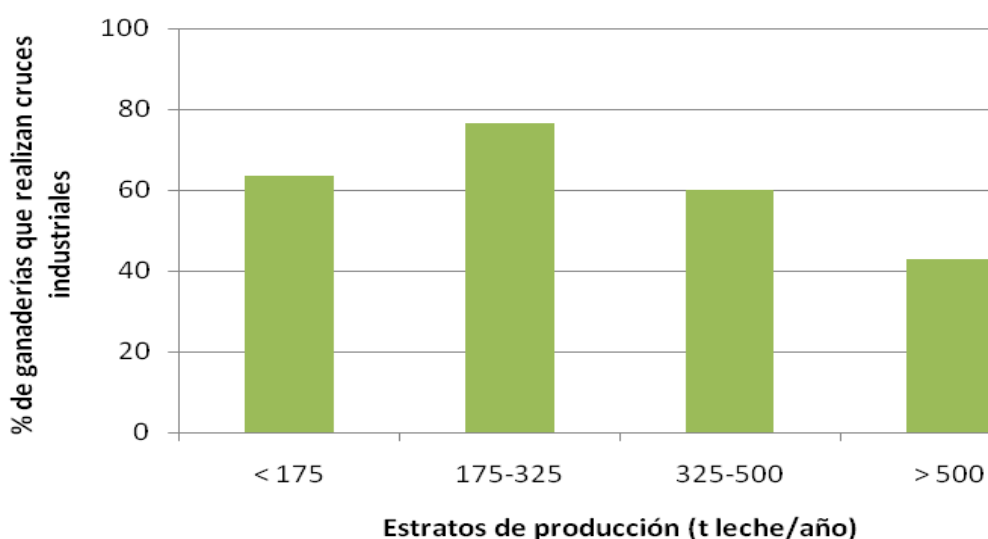
### 3. USO DE TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS

La totalidad de las explotaciones encuestadas usan **IA**, en todos y cada uno de los niveles de producción. Se ha constatado el empleo de **toros** para hacer cubriciones naturales en aquellas vacas que presenten dificultad para quedar gestantes con la IA (figura 4.12). Así, en el estrato 1 no se encontró ninguna explotación que usara toros para tal fin, en el estrato 2 lo usaban el 5,88% de las explotaciones encuestadas, un 10% de las pertenecientes al estrato 3 y, finalmente, el mayor empleo de toros se encontró en las ganaderías encuadradas en el estrato 4, con un 35,71% de ellas que afirmaron hacer uso de los mismos.



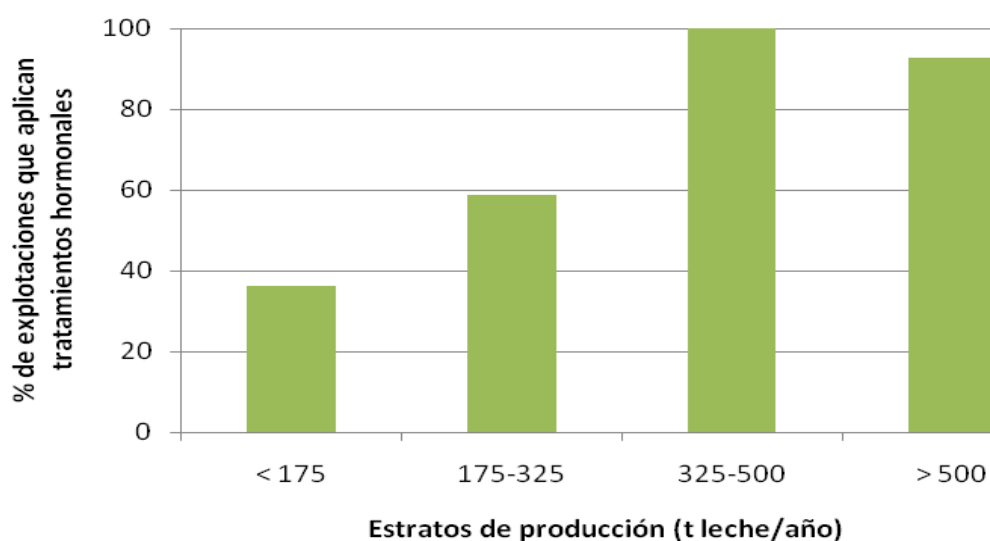
**Figura 4. 12: Porcentajes de explotaciones que hacen uso de toro para realizar cubriciones en cada uno de los estratos estudiados.**

Los **cruces industriales** son aquellos que se realizan con toros o semen de toros de razas de aptitud cárnica a fin de obtener crías que desarrollen un crecimiento mayor y más precoz, para obtener mayor beneficio al venderlos para engorde o a mataderos. Se han encontrado (figura 4.13) porcentajes de esta práctica similares entre los 3 primeros estratos (63,64; 76,47 y 60%, respectivamente), con un promedio de 66,7%. Sin embargo, es notable el descenso que experimenta este parámetro cuando se trata del estrato 4, con un 42,86% de ganaderos que sí realizan cruces industriales.



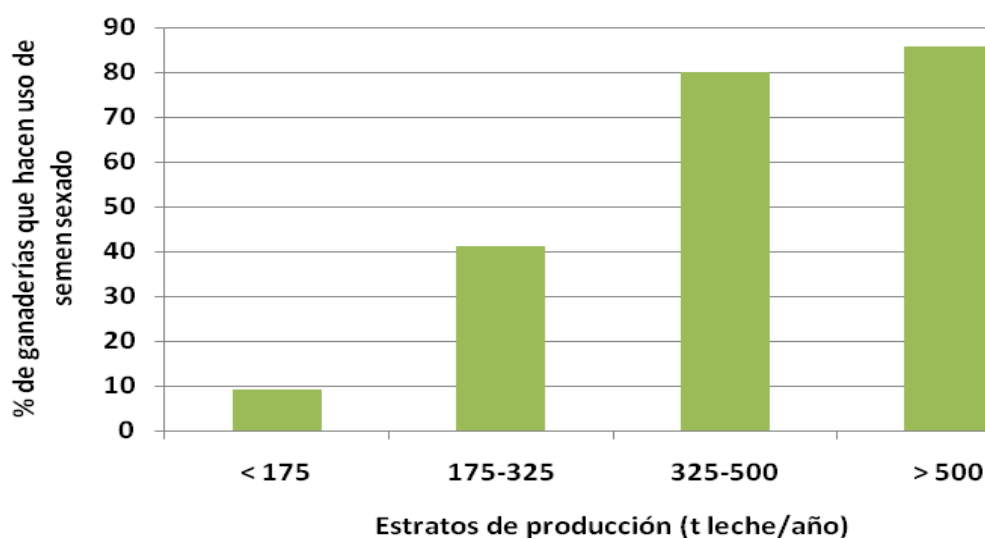
**Figura 4. 13: Porcentajes de explotaciones que realizan cruces industriales, según los estratos estudiados.**

La aplicación de **tratamientos hormonales** con fines reproductivos es una práctica cada vez más frecuente y, a la vez, necesaria para alcanzar los niveles tan exigentes de la producción láctea. En este sentido, vemos que esta práctica se realiza con más frecuencia a medida que se incrementa el nivel de producción (figura 4.14), de forma que su promedio es de 36,36% en las explotaciones más pequeñas (estrato 1), alcanza el 58,82% en el estrato 2 y niveles del 100% y del 92,86% en los estratos 3 y 4, respectivamente.



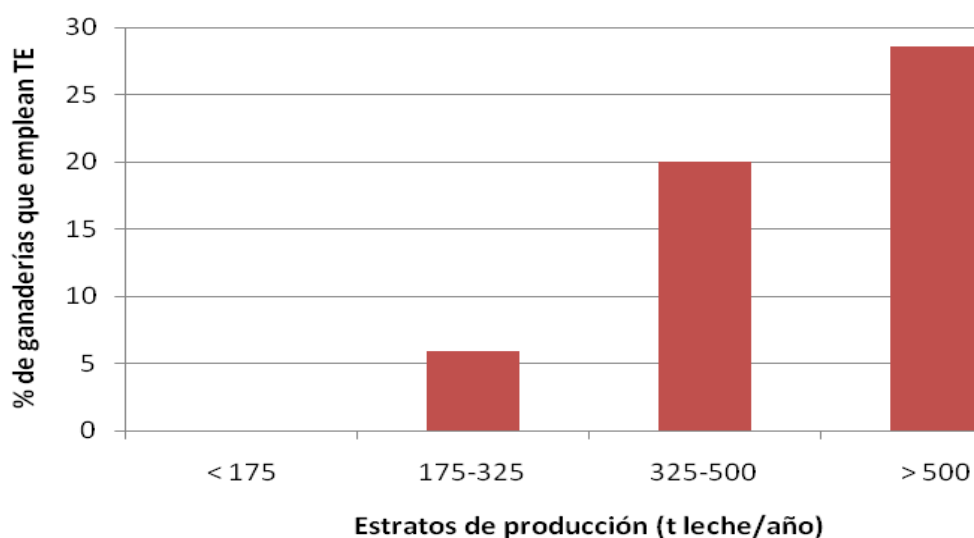
**Figura 4. 14: Porcentajes de explotaciones que utilizan tratamientos hormonales para el manejo reproductivo por estratos de producción.**

El empleo de **semén sexado** para garantizar el nacimiento de terneras es otra tecnología cada vez más usada, encaminada también a conseguir una renovación del rebaño más fácil y rápida. Se puede observar en la figura 4.15 que en las explotaciones de mayor nivel de producción (estratos 3 y 4), su uso está muy extendido, con porcentajes de utilización superiores al 80%. Por el contrario, en el estrato 1 sólo lo usan el 9,09% de las explotaciones y en el estrato 2 su promedio alcanza un 41,18%.



**Figura 4. 15: Porcentajes medios de explotaciones que usan semen sexado según cada estrato de producción.**

Por último, la **transferencia de embriones** está siendo el último de los avances en reproducción en irse extendiendo entre las ganaderías. Se realiza en granjas con un alto nivel de tecnificación y más frecuentemente en aquellas de mayor nivel productivo. En nuestro estudio (figura 4.16), el empleo de esta técnica en las explotaciones del estrato 1 resultó ser nulo. En el estrato 2, un 5,88% de los ganaderos afirmaban haber usado TE en su explotación. Los niveles se incrementaban en los estratos 3 y 4, en los que la usaban el 20 y el 28,57% de las explotaciones, respectivamente.



**Figura 4. 16: Porcentajes de ganaderías donde se realiza TE, por estrato de producción.**



## V. DISCUSIÓN

Aproximadamente el 50% del progreso logrado en la producción lechera se atribuye a la mejora genética, que ha permitido obtener un incremento en la producción de leche por lactación. El restante 50% se puede atribuir a otros factores como las mejoras en la nutrición, manejo, instalaciones y sanidad (Pryce y Veerkamp, 2001). Sin embargo, estos mismos autores describieron una relación desfavorable entre la mejora genética y la adecuada eficiencia reproductiva. El descenso de la eficiencia reproductiva en el sector del vacuno lechero es un problema global, descrito en países con diferentes sistemas de producción como Estados Unidos, Irlanda, Reino Unido y Australia (Lucy, 2001).

No existe un consenso claro acerca de cómo influye el aumento de la producción sobre la fertilidad. En los problemas reproductivos que pueden afectar al ganado vacuno lechero concurren una serie de factores de naturaleza y causas muy variadas (López-Gatius, 2012). De todas ellas, el manejo nutritivo del rebaño y el nivel de intensificación y de presión productiva del mismo parecen ser las que se han hecho notar de forma más importante en las últimas décadas. En el presente trabajo se han estudiado las posibles relaciones entre el tamaño de las explotaciones, relacionado directamente con el nivel de intensificación, y algunos de los parámetros reproductivos, en una muestra representativa de las ganaderías existentes en el Principado de Asturias.

Los resultados obtenidos confirman que las explotaciones con menor volumen de producción se relacionan a su vez con un menor nivel productivo de las vacas por lactación (5930 L/vaca), sucediendo lo contrario en el extremo opuesto (explotaciones con mayor cuota láctea), donde encontramos las vacas con mayores niveles productivos (9240 L/vaca). Esta mayor exigencia productiva supone un peaje en los animales, ya que las vacas encuadradas en el estrato de mayor producción son los animales con un menor número de lactaciones (2,98 de media), frente a 5,36 lactaciones en las vacas menos productivas. Dillon *et al.* (2006) relacionaron este efecto indeseable en la menor supervivencia de las vacas a la presión de producción. Por tanto, podemos esperar un mayor nivel de intensificación a medida que se incrementa el volumen de producción de la ganadería. Sin embargo, si calculamos con estos dos parámetros la producción total de una vaca en su vida útil, comprobamos que el total de leche que se obtiene de una

vaca en explotaciones con mayor presión productiva es inferior al total de leche obtenida en la vida útil de las ganaderías con menor producción (tabla 5.1). Así, se pueden alcanzar diferencias de hasta 7.900 L en toda la vida útil de la vaca, que al precio actual de la leche (0,38 €/L) suponen hasta 3.000 € menos de ingresos en la vida de una vaca.

**Tabla 5. 1: Producciones por lactación, vida media y producciones vitalicias medias de las vacas según los niveles de producción.**

	Producción/lactación (L)	Nº de lactaciones	Producción vitalicia de leche (L)	Ingresos por venta de leche/vaca (€)*
Estrato 1 (<175 t)	5930	5,36	31.785	12.078
Estrato 2 (175-325 t)	7292	4,86	35.439	13.467
Estrato 3 (325-500 t)	7749	3,78	29.291	11.131
Estrato 4 (>500 t)	9240	2,98	27.535	10.463

\* Datos obtenidos considerando un precio de venta de la leche de 0,38€/L

Diversos estudios han mostrado que el incremento continuo en los niveles productivos se relaciona con una prolongación del IP (Hare *et al.*, 2006). Nuestros resultados muestran un IP medio de 387 días en las granjas pertenecientes a los tres primeros estratos de producción, dentro del rango considerado óptimo (370-400 días). Sin embargo, en el estrato 4, este índice supera el valor óptimo y alcanza los 416 días. Obviamente, este índice tiene una relación directa con el índice que hace referencia al IPIF, que sobrepasa en 16 días a su valor óptimo (85-115 días) en el estrato 4. Podemos considerar, por tanto, que la mayor presión de producción existente en las explotaciones de este estrato tiene un efecto negativo sobre este índice, incrementando el número de días abiertos en las vacas. Inchaisri *et al.* (2010) atribuyen la mayor parte de las pérdidas económicas por causas reproductivas al incremento del IP. Estas pérdidas económicas están directamente relacionadas con una menor producción de leche por lactación, periodos secos prolongados y mayores gastos veterinarios, entre otras (Dillon *et al.*, 2006). Así pues, es conveniente trabajar para mejorar este parámetro en las granjas de mayores niveles productivos.

El porcentaje de vacas gestantes fue superior en el estrato 3 respecto al resto, entre los que fue similar (74,3% vs. 51,6%). No encontramos posible causa a estas

diferencias, pero cabe resaltar que, en cualquier caso, los niveles fueron siempre óptimos, por lo que cabe atribuir dicha diferencia al azar.

En aquellas granjas de menor nivel productivo se detectó un porcentaje de abortos más elevado que en el resto de grupos de explotaciones, sobrepasando además al nivel óptimo. Podemos pensar que este hecho es consecuencia de un peor estado sanitario en las vacas de ese primer estrato, ya que la mayoría de causas de abortos se deben a patologías infecciosas y/o parasitarias (Anderson, 2007).

Aunque no se hayan observado diferencias entre cada estrato de producción en cuanto al número de IA/gestación, con una media de 2,68, sí que se ha obtenido un valor elevado, por encima del nivel máximo considerado como óptimo de 2,5 como máximo. Los datos facilitados por ASCOL mostraban un valor de 2,47 IA/gestación para el año 2013. El mayor valor medio encontrado puede ser debido a que las explotaciones que están incluidas en control lechero tengan un manejo más eficaz de las IA, considerando que aproximadamente un tercio de las explotaciones entrevistadas no estaban incluidas en planes de control lechero. Windig *et al.* (2006) encontraron niveles promedios de 1,8 a 2,5 número de IA por lactación en explotaciones holandesas, ligeramente inferiores a los descritos en este trabajo pero más próximos a los ofrecidos por ASCOL. Una causa común de fallos en la IA, según Roelofs *et al.* (2010), son las incorrectas detecciones de los celos, realizando inseminaciones cuando la vaca no está preparada para concebir. Los errores en la detección de celos implican un retraso en la concepción y un descenso en la efectividad de la inseminación. Los ganaderos encuestados no refirieron ninguna técnica instrumental para la detección de celos. Ahora bien, se ha constatado un uso de toros superior a medida que se trataba de explotaciones más grandes. El motivo de este hecho podría ser que las granjas más intensificadas manejan esta alternativa por su mayor facilidad para la detección de celos y en casos de fallos de las IA, para así conseguir gestaciones lo más pronto posible en vacas que estén mostrando problemas ante la IA o celos silentes.

La edad con la que llegan las novillas al primer parto ha sido muy similar en todas las ganaderías con una media de 24,9 meses. Sin embargo, si tenemos en cuenta los niveles de cada estrato, se ve que el índice se inicia en un valor de 25,3 meses para el estrato 1 y llega a los 24,4 meses en el estrato 4, habiendo por tanto una diferencia de

casi un mes a favor de las explotaciones más productivas. La media global se sitúa muy próxima a los 25 meses, que es el máximo deseable, por lo que parece que habría que tratar de disminuir, o al menos mantener, los niveles de este índice, sobre todo en las explotaciones de los primeros estratos.

Como se comentó anteriormente, el mayor nivel productivo hace que la vida media de la vaca sea menor, motivo que provoca a su vez una mayor tasa de renovación en las granjas de mayor cuota láctea. Los resultados obtenidos muestran además que las granjas pertenecientes al estrato 4 son las que menor uso hacen de los cruces industriales. Parece lógico que esto suceda, ya que como se necesitan más animales para reposición, hay que conseguir más descendencia de la misma raza. A su vez, se puede relacionar este factor con una menor presencia de partos distócicos, como así reflejan los resultados. Los cruces industriales, al realizarse con razas de aptitud cárnica, provocan más casos de partos problemáticos porque dan terneros de mayor tamaño y peso.

El uso de las tecnologías reproductivas (tratamientos hormonales, uso de semen sexado y TE), se realiza con mayor proporción conforme se incrementa el tamaño de las explotaciones. El motivo de este hecho radicaría en que estas ganaderías necesitan del uso de dichas tecnologías para poder alcanzar los exigentes niveles productivos y reproductivos deseados para lograr que su actividad sea económicamente rentable. Las explotaciones de los estratos 3 y 4 utilizan prácticamente en su totalidad tratamientos hormonales, bien para sincronizar o inducir celos. Conforme disminuye el tamaño de la explotación disminuye el uso de tratamientos hormonales. La necesidad de tener una mayor reposición cuando se incrementa el tamaño de la ganadería implicaría, a su vez, un mayor uso de semen sexado. El uso de semen sexado para preseleccionar el sexo de la descendencia permite optimizar la planificación y selección de la siguiente generación de hembras para reposición (López-Gatius, 2012). De modo similar, se observa un mayor empleo de embriones transferidos en las explotaciones de mayor tamaño encuestadas.

El grado de formación de los ganaderos también puede estar relacionado con una mayor tecnificación. Así, analizando el nivel de formación de los ganaderos entrevistados (cuestión que también se incluía en la encuesta a los ganaderos. Ver

anexo), se observó que los titulares de las ganaderías del estrato 1 tienen en su mayoría estudios primarios (80%), los ganaderos de los estratos 2 y 3 declararon un 57% estudios primarios y 43% de estudios medios y en el estrato 4 es donde se encontró una mayor presencia de titulares con estudios medios (56%) y universitarios (11%). Esta circunstancia parece guardar relación con la actitud de estos ganaderos en orientar sus explotaciones hacia un perfil más intensivo, con mayores usos de las tecnologías reproductivas.

## **VI. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Las explotaciones lecheras del Principado de Asturias muestran un mayor nivel productivo por vaca a medida que disponen de mayor volumen de cuota láctea.
2. Conforme se incrementa el nivel productivo de las explotaciones, hay una disminución en el número de lactaciones durante la vida de una vaca y, por tanto, un mayor porcentaje de renovación.
3. En las explotaciones de mayor producción, el intervalo entre partos llega a los 416 días, superando en 16 días el valor máximo considerado como óptimo.
4. El número de inseminaciones necesarias para conseguir una gestación sobrepasan los valores considerados óptimos.
5. El número de abortos y partos distócicos es mayor en las ganaderías de menor tamaño.
6. El empleo de las diversas estrategias y tecnologías reproductivas está más extendido en las explotaciones con mayor presión de producción, que se corresponden con aquellas de mayor tamaño.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Ambrose, D., Kasyelic, J.P., Corbett, R., Pitney, P.A., Petit, H.V., Small, J.A. and Zalkovic, P. *Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in alpha-linolenic acid*. Journal of Dairy Science. 2006. **89**: 3066-3074.
- Anderson, M.L. *Infectious causes of bovine abortion during mid- to late-gestation*. Theriogenology. 2007. **68**: 474-486.
- ANEMBE. *Grupo de trabajo en índices reproductivos*. Boletín de ANEMBE. 2014. **103**: 38-43
- Archbold, H., Shalloo, L., Kennedy, E., Pierce, K.M. and Buckley, F. *Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein-Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability*. Animal. 2012. **6**: 1143-1151.
- ASCOL. Comunicación personal (11 de abril de 2014).
- Berry, D.P., Roche, J.R. and Coffey, M.P. *Body condition score and fertility – more than just a feeling*. En “Fertility in dairy cows: bridging the gaps” (ed. MD Royal, NC Friggens and RF Smith). British Society of Animal Science, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2008. pp. 107-118
- Block, S.S., Butler, W.R., Ehrhardt, R.A., Bell, A.W., Van Amburgh, M. and Boisclair, Y.R. *Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance*. Journal of Endocrinology. 2001. **171**: 339-348.
- Buckley, F., O’Sullivan, K., Mee, J.F., Evans, R.D. and Dillon, P. *Relationships among milk yield, body condition, cow weight, and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians*. Journal of Dairy Science. 2003. **86**: 2308-2319.
- Burns, P.D., Engle, T.E., Harris, M.A., Enss, R.M. and Whittier, J.C. *Effect of fish meal supplementation on plasma and endometrial fatty acid composition in nonlactating beef cows*. Journal of Animal Science. 2003. **81**: 2840-2846.
- Butler, S.T., Pelton, S.H. and Butler, W.R. *Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol*. Journal of Dairy Science. 2006. **89**: 2938-2951.

- Butler, S.T., Pelton, S.H. and Butler, W.R. *Insuline increases 17 $\beta$ -estradiol production by the dominant follicle of the first postpartum follicle wave in dairy cows.* *Reproduction.* 2004. **127**: 537-545.
- Butler, W.R. *Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle.* *Animal Reproduction Science.* 2000. **60**: 449-457.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Bonnet, M., Rouel, J. and Bocquier, F. *Adipose tissue metabolism and its role in adaptations to undernutrition in ruminants.* *Proceedings of the Nutrition Society.* 2000. **59**: 127-134.
- Cummins, S.B., Lonergan, P., Evans, A.C.O., Berry, D.P., Evans, R.D. and Butler, S.T. *Genetic merit for fertility traits in Holstein cows: I. Production characteristics and reproductive efficiency in a pasture-based system.* *Journal of Dairy Science.* 2012. **95**: 1310-1322.
- Díez-Monforte, C., Muñoz-Llamosas, M., Caamaño-Gualdoni, J.N., Gómez-Piñeiro, E. *Estado actual de los sistemas de producción de embriones en ganado bovino.* *Tecnología Agroalimentaria.* 2013. **12**: 35-39.
- Dillon, P., Berry, D.P., Evans, R.D., Buckley, F. and Horan, B. *Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production.* *Livestock Science.* 2006. **99**: 141-158.
- Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F. and Sreenan, J.M. *Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle.* *Animal Reproduction Science.* 2003. **78**: 345-370.
- Elgersma, A., Ellen, G., van der Horst, H., Muuse, B.G., Boer, H. and Tamminga, S. *Comparison of the fatty acid composition of fresh and ensiled perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), affected by cultivar and regrowth interval.* *Animal Feed Science.* 2003. **108**: 191-205.
- Garnsworthy, P.C., Fouladi-Nashta, A.A., Mann, G.E., Sinclair, K.D. and Webb, R. *Effect of dietary-induced changes in plasma insulin concentrations during the early post partum on pregnancy rate in dairy cows.* *Reproduction.* 2009. **137**: 759-768.
- Garverick, H.A., Harris, M.N., Vogel-Bluel, R., Sampson, J.D., Bader, J., Lamberson, W.R., Spain, J.N., Lucy, M.C. and Youngquist, R.S. *Concentrations of nonesterified fatty acids and glucose in blood of periparturient dairy cows are*



- indicative of pregnancy success at first insemination*. Journal of Dairy Science. 2013. **96**: 181-188.
- Gong, J.G., Lee, W.J., Garnsworthy, P.C. and Webb, R. *The effect of dietary induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows*. Reproduction. 2002. **123**: 419-427.
- Guinther, O.J., Bergfelt, D.R., Kulick, L.J. and Kot, K. *Selection of the dominant follicle in cattle: role of estradiol*. Biology of Reproduction. 2000a. **63**: 383-389.
- Guinther, O.J., Bergfelt, D.R., Kulick, L.J. and Kot, K. *Selection of the dominant follicle in cattle: role of two-way functional coupling between follicle stimulating hormone and the follicles*. Biology of Reproduction. 2000b. **62**: 920-927.
- Gutiérrez, C.G., Campbell, B.K. and Webb, R. *Development of a long-term bovine granulosa cell culture system: induction and maintenance of estradiol production, response to follicle-stimulating hormone, and morphological characteristics*. Biology of Reproduction. 1997. **56**: 608-616.
- Gutiérrez, C.G., Gong, J.G., Bramley, T.A. and Webb, R. *Selection on predicted breeding value for milk production delays ovulation independently of changes in follicular development, milk production and body weight*. Animal Reproduction Science. 2006. **95**: 193-205.
- Hafez, E.S.E. Reproducción e inseminación artificial en animales. 4ª Edición. Ed. Interamericana. 1985.
- Hare, E., Norman, H.D. and Wright, J.R. *Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States*. Journal of Dairy Science. 2006. **89**: 365-370.
- Inchaisri, C., Jorritsma, R., Vos, P.L.A.M., van der Weijden, G.C. and Hogeven, H. *Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle*. Theriogenology. 2010. **74**: 835-846.
- López-Gatius, F. *Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review*. Theriogenology. 2012. **77**: 1029-1041.
- Lucy, M.C. *Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end?*. Journal of Dairy Science. 2001. **84**: 1277-1293.

- Lucy, M.C., Verkerk, G.A., Whyte, B.E., Macdonald, K.A., Burton, L., Cursons, R.T., Roche, J.R. and Holmes, C.W. *Somatotropic axis components and nutrient partitioning in genetically diverse dairy cows managed under different feed allowances in a pasture system*. Journal of Dairy Science. 2009. **92**: 526-539.
- Mamluk, R., Greber, Y. and Meidan, R. *Hormonal regulation of messenger ribonucleic acid expression for steroidogenic factor-1, steroidogenic acute regulatory protein, and cytochrome P450 side-chain cleavage in bovine luteal cells*. Biology of Reproduction. 1999. **60**: 628-634.
- Moore, S.G., Fair, T., Lonergan, P. and Butler, S.T. *Genetic merit for fertility traits in Holstein cows: IV. Transition period, uterine health, and resumption of cyclicity*. Journal of Dairy Science. 2014. **97**: 2740-2752
- Patton, J., Murphy, J.J., O'Mara, F.P. and Butler, S.T. *A comparison of energy balance and metabolic profiles of the New Zealand and North American strains of Holstein Friesian dairy cow*. Animal. 2008. **2**: 969-978.
- Peter, A.T., Vos, P.L.A.M. and Ambrose, D.J. *Postpartum anestrus in dairy cattle*. Theriogenology. 2009. **71**: 1333-1342.
- Petit, H.V. and Twagiramungu, H. *Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources*. Theriogenology. 2006. **66**: 1316-1324.
- Pike, I.H. and Barlow, S.M. *The fats of life: the role of fish*. Lipid Technology. 2000. **12**: 58-60.
- Popesko, P. Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. 2ª Edición. Ed. Masson. 1998.
- Pryce, J.E. and Veerkamp, R.F. *The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes*. BSAS Occasional Publication. 2001. **26**: 237-250.
- Ptaszynska, M. *Reproducción bovina*. En: Compendium de reproducción animal. 9ª Edición. Ed. Intervet Internacional. 2007.
- Pushpakumara, P.G., Gardner, N.H., Reynolds, C.K., Beaver, D.E. and Wathes, D.C. *Relationships between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows*. Theriogenology. 2003. **60**: 1165-1185.
- Quintela, L.A., Becerra, J.J., Pérez-Marín, C.C., Barrio, C., Cainzos, J., Prieto, A., Díaz, C. and Herradón, P.G. *Fetal gender determination by first-trimester ultrasound in*

- dairy cows under routine herd management in Northwest Spain*. *Animal Reproduction Science*. 2011. **125**: 13-19.
- Rhodes, F.M., McDougall, S., Burke, C.R., Verkerk, G.A. and Macmillan, K.L. *Invited review: treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval*. *Journal of Dairy Science*. 2003. **86**: 1876-1894.
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J. and Berry, D.P. *Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare*. *Journal of Dairy Science*. 2009. **92**: 5769-5801.
- Roelofs, J., López-Gatius, F., Hunter, R.H.F., van Eerdenburg, F.J.C.M. and Hanzen, C.H. *When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects*. *Theriogenology*. 2010. **74**: 327-344.
- Royal, M.D., Darwash, A.O., Flint, A.P.F., Webb, R., Woolliams, J.A. and Lamming, G.E. *Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility*. *Animal Science*. 2000. **70**: 487-501.
- Rukkwamsuk, T., Wensing, T. and Kruip, T.A.M. *Relationship between triacylglycerol concentration in the liver and first ovulation in post partum dairy cows*. *Theriogenology*. 1998. **51**: 1133-1142.
- Sánchez-Rodríguez, M. Comunicación personal (22 de abril de 2014).
- SAS. *SAS/STAT<sup>TM</sup>. User's Guide*. En: "Statistical Analysis System Institute". Cary, North Caroline, USA. 1999.
- Schwartz, M.W., Woods, S.C., Porte, D. Jr., Seeley, R.J. and Baskin, D.G. *Central nervous system control of food intake*. *Nature*. 2000. **404**: 661-671.
- Serrano, J. Consulta en línea: <http://jairoserano.com/2010/08/primero-fisiologia-luego-protocolos/> [último acceso: 23 de mayo de 2014].
- Silva, J.M. and Price, C.A. *Insulin and IGF-1 are necessary for FSH-induced cytochrome P450 aromatase but not cytochrome P450 side-chain cleavage gene expression in oestrogenic bovine granulosa cells in vitro*. *Journal of Endocrinology*. 2002. **174**: 499-507.
- Snijders, S.E., Dillon, P.G., O'Farrell, K.J., Diskin, M.G. Wylie, A.R., O'Callaghan, D., Rath, M. and Boland, M.P. *Genetic merit for milk production and reproductive success in dairy cows*. *Animal Reproduction Science*. 2001. **65**: 17-31.

Windig, J.J., Calus, M.P.L., Beerda, B. and Veerkamp, R.F. *Genetic correlations between milk production and health and fertility depending on herd environment.* Journal of dairy Science. 2006. **89**: 1765-1775.

## **VIII. ANEXO**

## ENCUESTA DE EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE

Esta encuesta se realiza con el objetivo de caracterizar las explotaciones de vacuno de leche de la Cornisa Cantábrica y Galicia, en el marco del proyecto de investigación RTA2012-00065 titulado "Bases y estrategias de producción de cultivos forrajeros adaptados a las condiciones agroclimáticas de la Cornisa Cantábrica para la producción de leche de vacuno de calidad diferenciada en sistemas sostenibles, integrados en el territorio y orientados a los requerimientos de la nueva PAC", coordinado por el SERIDA entre los centros de investigación de INGACAL-CIAM (Galicia), SERIDA-Univ. de Oviedo (Asturias), CIFA-IES Heras (Cantabria), NEIKER (P. Vasco) y INTIA (Navarra).

Los datos recogidos en esta encuesta serán utilizados por agregación a los de otras explotaciones y sin hacer referencia a ninguna explotación individual. Todos los datos solicitados se refieren a la CAMPAÑA 2012/2013

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA ENCUESTA

Persona que realiza la entrevista:	Nº de la encuesta:	Fecha:
------------------------------------	--------------------	--------

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

CEA (código de explotación agraria)						
TITULAR de la explotación						
Provincia						
Municipio						
Parroquia						
Lugar						
Coordenadas (latitud-longitud en grados y min, y altitud en metros)	NORTE		OESTE		ALTITUD	
Nombre y apellidos de la persona entrevistada						
Teléfono de contacto						

### 3. COMPOSICIÓN DEL REBAÑO

¿Cuántas cabezas, de los siguientes tipos de animales, hay en la explotación?	nº Total	nº 1º parto	Razas
Vacas de leche en lactación (ordeñadas) (a)			
Vacas de leche secas (b)			
Total vacas de leche (a+b)			
Vacas de carne			
	<b>Animales de edad &lt; 12 meses</b>		<b>Animales de edad ≥ 12 meses</b>
Recría de vacuno de leche			
Recría de vacuno de carne			

¿Cuántas lactaciones, de media, duran las vacas de leche en la explotación?	
---	--

#### 4. PRODUCCIÓN DE LECHE

¿Cuál fue La producción de leche de la explotación en la campaña 2012/2013?		kg
¿Cuál fue producción media por vaca en la campaña 2012/2013?		kg
¿Firmó un contrato homologado para la venta de leche en la campaña 2012/2013?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

#### 5. MANO DE OBRA en la EXPLOTACIÓN

##### 5.1 En caso de ser una Explotación familiar

<b>EXPLOTACIÓN FAMILIAR</b>	
¿Cuántas personas viven en la explotación?	
¿Cuántas son jubiladas o pensionistas?	
¿Cuántas personas trabajan exclusivamente en la explotación?	
¿Cuántas personas trabajan fuera de la explotación?	
¿Cuántas de estas personas ayudan diariamente en la explotación?	
¿Cuánta mano de obra, de los siguientes tipos, trabaja en la explotación?	Cantidad (UTA)
Mano de obra familiar	
Mano de obra no familiar, asalariados fijos	
Mano de obra no familiar, asalariados eventuales	
¿Cuántos trabajadores cotizan a la seguridad social (régimen general o régimen especial agrario)?	

##### 5.2 En caso de ser una S.A.T.

<b>SAT</b>	
¿ Cuántos socios/as son?	
¿ Cuánta mano de obra, de los siguientes tipos, trabaja en la explotación?	Cantidad (UTA)
Mano de obra (SOCIOS)	
Mano de obra (NO SOCIOS), asalariados fijos	
Mano de obra (NO SOCIO), asalariados eventuales	
¿Cuántos trabajadores cotizan a la seguridad social (régimen general o régimen especial agrario)?	

#### 6. BASE TERRITORIAL de la EXPLOTACIÓN

¿Cuánta superficie y nº de parcelas de los siguientes tipos tiene su explotación?	Superficie	Unidades	Nº de parcelas
<i>Superficie Agraria Útil (SAU = Tierra arable + Pastos permanentes)</i>		ha	
<i>a) Superficie en propiedad</i>		ha	

b) Superficie en arrendamiento		ha	
c) Superficie en aparcería		ha	
d) Superficie cedida de otra forma (prestada, etc)		ha	
<b>Superficie Forestal</b>		ha	
<b>¿Cuánta superficie y nº de parcelas son pastadas por el rebaño lechero?</b>		ha	
<b>¿Cuánta superficie y nº de parcelas fueron objeto de concentración parcelaria?</b>		ha	

En los últimos 10 años, ¿aumentó la superficie forrajera? SI  NO

En caso afirmativo, indicar cuánto (ha)  y cómo la aumentó

Por compra  Por arrendamiento  Por cesión  Por roturación de monte  Otras

## 7. PASTOS Y CULTIVOS FORRAJEROS

¿Hizo la SOLICITUD DE AYUDA ÚNICA de la PAC, en la campaña 2012? SI  NO

En caso afirmativo, ¿cuál fue la SUPERFICIE DE PARCELAS AGRÍCOLAS DECLARADA (ha)?

### • HIERBA Y ALFALFA: PASTOS y CULTIVOS FORRAJEROS PLURIANUALES

a) PASTOS DE ≥5 AÑOS ¿Cuánta superficie tiene de PRADOS naturales (no sembrados) (en el SIGPAC: código TA- R40 / 062 Código 906, nombre "prados de ≥ 5 años")		ha
b) PASTOS DE ≥5 AÑOS ¿Cuánta superficie tiene de PASTIZALES (no sembrados) (en el SIGPAC: código TA- R40 / 062 Código 902-903 o 905, nombre "prados de ≥ 5 años")		ha
b) PASTOS DE < 5 AÑOS ¿Cuánta superficie tiene de PRADERAS (sembradas) (en el SIGPAC: código R40 / 063, nombre "prados de < 5 años")		ha
c) ¿Cuánta superficie tiene de OTROS CULTIVOS FORRAJEROS PLURIANUALES (sembrados) (en el SIGPAC: código R40 / 060 y otros)		ha
¿Cuánta superficie de pastos y cultivos forrajeros plurianuales ENSILA?		ha
¿Cuántos CORTES da para ensilar?		Cortes
¿Qué superficie destina a HIERBA SECA?		ha
¿Qué superficie corta para alimentar a las vacas de leche con HIERBA EN VERDE?		ha
¿Qué superficie destina a ser PASTADA por el rebaño lechero?		ha
¿Cada cuántos años RENUEVA las praderas?		Años

Qué ESPECIES siembra en las praderas?

Raigrás inglés  Raigrás Híbrido  Raigrás Italiano  Trébol blanco  Trébol violeta

Otras (indicar)

### • CULTIVOS FORRAJEROS ANUALES: MAÍZ, RAIGRASES, CEREALES FORRAJEROS Y OTROS CULTIVOS

¿Cuáles de las siguientes rotaciones de cultivos hace en sus parcelas?

Maíz / raigrás italiano o híbrido (anual)  Maíz / cereal de invierno  Maíz / otros (indicar rotación)

Maíz / pradera (plurianual)  Maíz / Maíz



¿Repite el cultivo de maíz sobre la misma parcela? Si, todos los años  No, suelo cambiar cada  años

Tras recoger el maíz, deja la tierra sin cultivar en el invierno? SI  NO  A VECES

En caso afirmativo, ¿porqué?

En los siguientes cultivos, y referido al año 2012:	Maíz forrajero para ensilar	Raigrás italiano	Cereal de invierno	Otros cultivos forrajeros †
¿Cuántas ha sembró este año de cada uno de los siguientes cultivos?				
¿Cuántos cortes dio para ensilar en cada uno de los siguientes cultivos?				
¿Cuántos cortes da para aprovechar en verde en cada uno de los siguientes cultivos?				

† En caso de sembrar "otros cultivos forrajeros" indíquelos a continuación..

## 8. EL ENSILADO – FORRAJES CONSERVADOS

¿Hace ensilado de hierba? SI  NO

¿Hace ensilado de maíz? SI  NO

¿Hace otro ensilado de forraje? SI  NO  En caso afirmativo, indicar cual

	En el ensilado de HIERBA	En el ensilado de MAÍZ
<b>Uso de aditivos</b>		
¿Usa aditivos?	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Tipo o marca de aditivo		
¿Usa dosificador?	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
<b>Presecado de la hierba</b>		
¿Suele presecar la hierba en el campo?	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
<b>Tipo de silos</b> (marcar con X los diferentes tipos)		
Trinchera con muros de cemento (bunker)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trinchera excavada en la tierra (fosa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plataforma sobre cemento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plataforma sobre tierra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rotopacas	<input type="checkbox"/>	
Salchicha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Número y dimensiones de los silos de MAÍZ, hechos en la campaña 2012

Nº  Dimensiones (m): Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_

Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_

**Número e dimensiones dos silos de HIERBA, hechos en la campaña 2012**

Nº  Dimensiones (m): Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_  
 Longitud \_\_\_\_\_ Anchura \_\_\_\_\_ Altura media \_\_\_\_\_

**¿Hizo ROTOPACAS de hierba en la campaña 2012 ?**

Si, de hierba ensilada  Dimensiones aproximadas  Cuántas unidades hizo en la campaña?

Si, de hierba seca  Dimensiones aproximadas  Cuántas unidades hizo en la campaña?

**¿Produjo otro tipo de forraje conservado en la campaña 2012?**

Indicar de qué tipo, en caso afirmativo  ¿Podría cuantificarlo?

**9. ALIMENTACIÓN DE LAS VACAS EN LACTACIÓN EXCLUSIVAMENTE**

*(No considerar las vacas secas ni la recria)*

**¿Las vacas consumen HIERBA EN FRESCO (pastada o en pesebre)?** SI  NO

En caso afirmativo, ¿de qué forma la consumen? En pastoreo  En pesebre  De ambas maneras

**En el caso de hacer PASTOREO**

**¿En qué meses pacen a diario las vacas en lactación? (Marcar la respuesta con una cruz)**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre.

La superficie pastada por las vacas en lactación		¿Cuántas HORAS diarias permanecen las vacas lactantes en el pasto?				La suplementación de las vacas en lactación que pastorean, ¿Dónde se realiza?	
¿Qué SUPERFICIE representa?	¿Cuántas PARCELAS tiene?	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	En el establo	En el pasto
ha	nº parcelas					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**¿De qué TIPO DE FORRAJE CONSERVADO depende más la explotación?**

Ensilado de maíz  Ensilado de hierba  Otro (indicar)

**¿COMPRÓ forraje fuera de la explotación en el año 2012?**

NO  SI

En caso de que la respuesta anterior sea afirmativa, indique tipo y cantidades compradas anualmente

Tipo de forraje comprado	Cantidad (kg)

**¿De qué forma suministra el alimento a las vacas en lactación?**

Mezcla con CARRO (unifeed)  De otra forma

Si utiliza carro mezclador, indique la propiedad del mismo

Particular de la explotación  Cooperativa  CUMA  Otros (indicar)

**Indicar, de forma lo más aproximada posible, el número de vacas en lactación, el tipo y las cantidades de alimentos ofrecidos, durante las 4 estaciones del año**

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Observaciones
Número medio de vacas en lactación					
¿Consumen hierba fresca? <i>(Marcar con X en caso afirmativo)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Indicar las cantidades de cada producto, en kg de materia fresca/vaca</b>					
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
<b>a) Forrajes</b>					
Ensilado de hierba (en silo)					
Ensilado de hierba (en rotopaca)					
Ensilado de maíz					
Hierba seca de pradera o prados					
Paja					
Alfalfa					
Otros forrajes (indicar)					
<b>b) Concentrados y otros suplementos</b>					

Pienso comercial o mezclas					
Harinas de cereales					
Tortas proteicas de oleaginosas					
DDGS o bagazos					
Pulpa de remolacha					
Otros concentrados y suplementos (indicar)					

## 10. INSTALACIONES

¿De qué tipo es el **ESTABLO**? Estabulación libre  Trabada  Otras

¿Qué número de comederos tiene?

¿Cómo gestiona las **DEYECCIONES ANIMALES**? En forma líquida (purín)  En forma sólida (estiércol)  De

ambas formas

En su caso, ¿Cuál es el número de **FOSAS DE PURÍN**?

¿Cuál es la capacidad total de las fosas (en m<sup>3</sup>)?

¿Cuántas fosas hay de cada tipo? Cubiertas  Descubiertas

¿Cómo distribuye el purín en el campo? Esparcido  Inyectado

¿De qué tipo es la **SALA DE ORDEÑO**?

¿Cuántas vacas ordeña a la vez?

¿Cuántos tanques tiene?  ¿Cuál es la capacidad total de los tanques?

## 11. FORMACIÓN

### Sólo en el caso de ser una **EXPLOTACIÓN FAMILIAR**

¿Cuál es la **FORMACIÓN** del titular? Universitario  Bachiller  FP  Primarios

¿Cuál es la **EDAD** del titular?

### Sólo en el caso de ser una **S.A.T.**

¿Cuántos socios son?  ¿Cuales son las edades dos socios ?

Indicar el **NÚMERO DE SOCIOS** con estudios de:

Universitario

Bachiller

FP

Primarios

## 12. ASOCIACIONISMO

Pertenece a una **COOPERATIVA**? SI  NO  ¿Cuál?

¿Con qué servicios de **ASESORAMIENTO** cuenta? (marcar uno o varios)

Alimentación

Sanidad/Reproducción

Gestión Técnico/Económica

Otros (*indicar*)

¿Tiene firmado un Contrato de Explotación Sostenible (CES)?

SI

NO

¿Pertenece a una Organización de Productores Lácteos (OPL)?

SI

NO

## 13. PERSPECTIVAS DE FUTURO

¿Tiene intención de continuar en vacuno de leche? SI

NO

NO SABE

¿Y en otra actividad ligada a la agricultura? SI

NO

NO SABE

En caso afirmativo, ¿en qué actividad?

En el caso de desear permanecer en el sector, ante la **DESAPARICIÓN DE LAS CUOTAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE** en el año 2015,

¿Cómo piensa que le afectará esta circunstancia? Positivamente

Negativamente

No Sabe

¿Cómo piensa afrontar la nueva situación?

Siguiendo igual que hasta ahora

Disminuyendo la producción

Aumentando la producción

Introduciendo vacas más productivas

Reduciendo el número de vacas

Aumentando el número de vacas

Ampliando la superficie forrajera

Mejorando el manejo de la explotación

Reduciendo el consumo de pienso

Otras opciones (*indicar*)

## 14. SUCESIÓN

(Contestar sólo en caso de titular con edad  $\geq 55$  años o de inferior edad si tiene previsto abandonar la explotación)

¿Tiene **POSIBILIDADES DE SUCESIÓN** en la explotación? SI

NO

NO SABE

En caso **afirmativo**, indicar la edad del sucesor

y su nivel de estudios

En caso **negativo**, indicar la razón de **PORQUÉ NO HAY SUCESOR**

No tiene hijos

Todos los hijos trabajan fuera

Ningún hijo quiere continuar en el campo

Otras razones

**15. DESTINO DE LAS TIERRAS EN CASO DE CESAR EN LA ACTIVIDAD**

En caso de que carezca de sucesor, o éste no quiera seguir en la explotación, cual sería el destino de las tierras?

Venderlas       Arrendarlas       Cederlas       Dejarlas incultas   
 Forestarlas       NO SABE       Otras opciones (indicar)

**OBSERVACIONES**

**16. ESTADO REPRODUCTIVO de la EXPLOTACIÓN**

¿Cuántas vacas están gestantes respecto al total de vacas?			
Modo de cubrición	IA	Natural	Ambos
<i>En caso de usar ambos, indicar el criterio de elección</i>			
¿Utiliza semen sexado?	SI	NO	
¿Realiza transferencia de embriones?	SI	NO	
¿Realiza cruces industriales?	SI	NO	¿Raza?
¿Aplica tratamientos hormonales reproductivos?	SI	NO	
<i>En caso afirmativo, indicar finalidad</i>			
Método de detección de celos			
<i>Comportamiento</i>			
<i>Podómetros</i>			
<i>Medidores de actividad</i>			
<i>Otros (indicar)</i>			

Con los datos de la última campaña:

<b>Edad al primer parto</b>	
<b>Días entre parto y la 1ª cubrición o IA</b>	
<b>Nº de inseminaciones por gestación confirmada</b>	
<b>Días entre el parto y la inseminación fecundante</b>	
<b>Número de abortos</b>	
<b>Número de partos distócicos (incluyendo cesáreas)</b>	
<b>Número de partos gemelares</b>	
<i>Casos de freemartin</i>	
<b>Bajas por causas reproductivas:</b>	
<i>Por más de 3 IA</i>	
<i>Vacas con mas de 150 DEL y no gestantes</i>	
<i>Otros (indicar)</i>	