

# UNIVERSIDAD DE LEÓN FACULTAD DE VETERINARIA DEPARTAMENTO DE MEDICINA, CIRUGÍA Y ANATOMÍA VETERINARIA TESIS DOCTORAL

## DESARROLLO DE NUEVAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL DARA EL CONTROL DE LA INFERTILIDAD ESTACIONAL EN EL GANADO PORCINO

JOSÉ NGULA





#### INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS<sup>1</sup>

(R.D. 99/2011, de 28 de enero y Normativa de la ULE)

El Dr. D.Juan Carlos Domínguez Fernández de Tejerina como Director² de la Tesis Doctoral titulada"DESARROLLO DE NUEVAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EL CONTROL DE LA INFERTILIDAD ESTACIONAL EN EL GANADO PORCINO", realizada por D. José Ngula, en el Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

		_		
Lo que firmo,	en León a	de	de	
Lo que mino,	ch Leon a	uc	uc	

#### D. Juan Carlos Domínguez Fernández de Tejerina

<sup>1</sup>Este impreso solamente se cumplimentará para los casos de tesis depositadas en papel.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar los datos de cada uno y han de firmar todos ellos.

#### Universidad de León





#### INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS<sup>3</sup>

(R.D. 99/2011, de 28 de enero y Normativa de la ULE)

La Dra. Dña. Beatriz Alegre Gutierrez como Directora2 de la Tesis Doctoral titulada"DESARROLLO DE NUEVAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EL CONTROL DE LA INFERTILIDAD ESTACIONAL EN EL GANADO PORCINO", realizada por D. José Ngula, en el Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, en León a de	de	
Dra. <b>Beatriz Alegre Gutierrez</b>		

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup>Este impreso solamente se cumplimentará para los casos de tesis depositadas en papel.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup>Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar los datos de cada uno y han de firmar todos ellos





#### INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS<sup>4</sup>

(R.D. 99/2011, de 28 de enero y Normativa de la ULE)

El órgano responsable del pro-	grama de doctorado <b>Medicina, Cirugía</b> y
Anatomía Veterinaria en se	u reunión celebrada el día de
de ha acordado dar su d Tesis Doctoral titulada "DESARRO	conformidad a la admisión a trámite de lectura de la OLLO DE NUEVAS ESTRATEGIAS DE MANEJO CIAL PARA EL CONTROL DE LA INFERTILIDAI
ESTACIONAL EN EL GANADO	PORCINO", dirigida por el Dr. D. Juan Carlos
Domínguez Fernández de	e Tejerina yel Dra. Dñ. Beatriz Alegre Gutierrez
"DEVELOPMENT OF NEW S	ula.y cuyo título en inglés es el siguiente STRATEGIES FOR THE MANGEMENT OI FOR SEASONAL INFERTILITY CONTROL IN
Lo que firmo, en León a de _	de
	El Secretario del Departamento/
	Secretario de la Comisión Académica,
	Fdo.:
CONFORMIDAD	1 do
El Director del Departamento/	
Presidente de la Comisión Académ	nica,
Fdo.:	
<sup>4</sup> Este impreso solamente se cumplimentará para	a los casos de tesis depositadas en papel.

#### **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco especialmente a mis directores de Tesis, D. Juan Carlos Domínguez Fernández-Tejerina y Beatriz Alegre Gutiérrez, por su esfuerzo y dedicación sin los cuales este trabajo no habría sido posible; quienes me orientaron y me brindaron todo su apoyo. Gracias por todo el tiempo invertido en mí.

A mis padres Brinao y Flora, sin los que no estaría aquí, y mi corazón no habría tenido la fuerza suficiente para llegar hasta el final.

A mi hija Linda Ngula Oricheta, de 10 años de edad por su ayuda y comprensión, desde un principio, pues ella, desde un principio, sabía de la importancia de mis estudios. Y a su madre Pilar Oricheta por su obediencia.

A Enma Livia Palomino, por darme ánimo constante, y aguantarme todo este tiempo.

A Sandra Marcos Paunero, por ayudarme a escribirlo de forma desinteresada, sin ella este trabajo no sería posible, gracias por ese apoyo impagable.

A D. Carlos Redondo, por sus palabras de apoyo ("Venga ostia tu puedes, termina de una sola vez"), eso me daba mucho ánimo.

A D. Cacuti Coimbra por su hospitalidad.

A la empresa PROGATECSA que han colaborado desinteresadamente de forma directa e indirecta. En especial, gracias al presidente de dicha empresa, D. Javier Llamazares y a mi compañero veterinario, D. José M. Ordoñez.

Gracias a todos mis amigos que creyeron en mí, y me apoyaron; Adelino, Luis, Juanma, Ismael, Ingrid, Ana, Osmaida, María, Javier, Diana... y a todos los demás.

#### **THANKS**

It's a pleasure for me, I would like to take this opportunity to thank everybody, whowere, and they no longer are, and all the people, whowere, and now continue present in my life, because each and every one of them helped me with this Thesis; there are a lot of names, and it is impossible for me to write all of them...but, each of them gave me something, some advice, help or words of courage, a kiss, a hug, a smile...etc., something, that for me, was important enough to continue my way and get this far.

Thank you to all the people who are in my life, because they are part of this Thesis.

Índice de contenido

## ÍNDICE DE CONTENIDO

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDOS	I
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE FOTOS	XV
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	XVIII
1. Introducción, planteamiento y objetivos	2
2. Revisión bibliográfica.	3
2.1. Sistema endocrino.	3
2.1.1. Relación de la actividad sexual con el hipotálamo-hipófisis	3
2.2. Naturaleza química de las hormonas	5
2.2.1. Hormonas polipeptídicas	5
2.2.2. Hormonas esteroides	5
2.3. Modo de acción y efectos de las hormonas	5
2.3.1. Particularidades en los mecanismos de acción hormonal	6
2.3.1.1. El caso de las hormonas proteicas	6
2.3.1.2. El caso de las hormonas esteroideas	6
2.3.2. Hormonas de la neurohipófisis: oxitocina y vasopresina	7
2.3.2.1. La oxitocina: modo de acción y metabolización	9
2.3.2.2. Control de la secreción de oxitocina	11
2.3.3. Hormonas de la adenohipófisis	12
2.3.3.1. Gonadotropinas	13
2.3.3.2. Hormona del crecimiento	13
2.3.4. Gonadoliberina	14

2.3.5. Hormonas sexuales y prostaglandinas	14
2.3.5.1. 17 β-estradiol	15
2.3.5.2. Progesterona	15
2.3.5.3. Prostaglandina F2α	16
2.4. Aparato reproductor de la hembra porcina	16
2.4.1. Los ovarios	17
2.4.2. Los oviductos	17
2.4.3. Regiones.	18
2.4.4. El útero	18
2.4.5. El cuello uterino	18
2.4.6. La vagina	18
2.4.7. El vestíbulo vaginal	18
2.4.8. La vulva	19
2.4.9. Sistema mamario.	19
2.5. Evaluación de la hembra porcina	21
2.5.1. La camada y su tamaño	21
2.5.2. La mortalidad del nacimiento al destete	21
2.5.3. Intervalo entre partos	21
2.5.4. Intervalo destete-servicio fecundante	21
2.6. Hormonas hipotalámicas, hipofisarias y esteroideas foliculares nulípara	
2.6.1. Perfil hormonal antes de la pubertad.	22
2.7. Pubertad.	23
2.7.1. Manifestación de la pubertad.	24
2.7.2. Perfil hormonal y dinámica folicular después de la pubertad	25
2.7.3. Factores que influyen en su presentación	27
2.7.3.1 Macanismo hormonal da la ovulación en la carda	27

2.7.3.2. La temperatura ambiente	28
2.7.3.2.1. Calidad del aire	28
2.7.3.3. El ritmo de crecimiento	29
2.7.3.4. Manejo	29
2.7.3.4.1. Estrés	29
2.7.3.4.2. Exposición al verraco "efecto macho"	30
2.7.3.4.2.1. La importancia del verraco	31
2.7.3.5. Factores genéticos.	32
2.7.3.6. Nutrición	33
2.8. Fisiología del aparato reproductor de la cerda	34
2.8.1. Ciclo estral	34
2.8.2. Fases del ciclo sexual.	35
2.8.2.1.Proestro.	36
2.8.2.2. El estro	37
2.8.2.2.1. Puberal	37
2.8.2.2.2. Pospartum	37
2.8.2.2.3. Posdestete	37
2.8.2.2.4. Recurrente	37
2.8.2.3. Metaestro	37
2.8.2.4. El diestro	38
2.8.3. Ovulación.	39
2.8.3.1. Mecanismo.	39
2.8.3.2. Influencia del macho sobre la ovulación	40
2.8.3.3. Porcentaje de ovulación.	40
2.8.3.3.1. Desarrollo de la cerda	40
2.8.3.3.2. Número de gestación	40
2.8.3.3.3. Heredabilidad	40

2.8.3.3.4. Raza	40
2.8.3.3.5. Consanguinidad	40
2.8.3.3.6. Alimentación	41
2.8.3.3.7. Clima	41
2.8.3.3.8. Sustancias exógenas	41
2.9. Fecundación.	41
2.9.1. Interacción del espermatozoide y el óvulo	41
2.10. Detección de celos.	42
2.10.1. Signos del celo.	42
2.10.1.1. El precelo	43
2.10.1.2. El celo verdadero.	43
2.10.1.3. El Poscelo	45
2.10.2. Repeticiones	45
2.10.2.1. Retornos a celos.	45
2.10.2.2. Retorno a celo regular	45
2.10.2.3. Retorno a celo irregular.	46
2.10.3. Métodos de inducción y sincronización del celo en la cerda	46
2.10.4. Recomendaciones prácticas para la detección del celo	48
2.11. Momento de la ovulación y momento óptimo para la inseminación en la cerda.	49
2.12. Control de la cerda.	49
2.12.1. Edad, peso y ritmo de crecimiento.	55
2.12.2. Rasgos del comportamiento de la reproductora porcina	56
2.12.2.1. Tamaño de la camada y su peso	56
2.12.3. Factores que afectan al comportamiento productivo del cerdo	58
2.12.3.1. Factores ambientales.	60
2.12.3.1.1. Temperatura y humedad relativa	60

2.12.4. Nutrición	62
2.12.4.1. Nutrición de la cerda reproductora	62
2.12.4.1.1. Carbohidratos y requerimiento de proteína	62
2.12.4.1.2. Requerimientos de energía	63
2.12.4.1.3. Requerimientos de vitaminas	63
2.12.4.1.4. Requerimientos de minerales	64
2.12.5. Factores genéticos.	65
2.12.5.1. Características de la raza Landrace	65
2.12.5.2. Características de la raza Large White	66
2.12.6. Diluyentes y aditivos seminales	68
2.12.6.1. Tipos de diluyentes	71
2.12.7. Situación actual del uso de los prediluyentes y aditivos seminales	74
3. Material y método	76
3.1. Productos comerciales utilizados en los experimentos y en sus orígenes.	76
3.2. Animales empleados.	76
3.3. Diseño experimental	78
3.4. Alojamiento y alimentación	82
3.4.1. Alimentación	83
3.4.1.1. Efectos negativos en la tabla de alimentación	84
3.5. Procedimientos y técnicas experimentales	85
3.5.1. Índices reproductivos.	85
3.6. Presentación y descripción de los aditivos utilizados en los 5 experimentos	385
3.6.1. Experimento 1. Prostaglandina (Planate)	85
3.6.1.1. Indicaciones para la preparación experimental	87
3.6.2. Experimento 2.Oxitocina (Oxivex)	89
3.6.2.1. Indicaciones para la preparación experimental	91

	3.6.3. Experimento 3. Gonadotropina GNRH (Receptal)	92
	3.6.3.1. Indicaciones para la preparación experimental	94
	3.6.4. Experimento 4. Combinación de Oxitocina + Receptal	95
	3.6.4.1. Indicaciones para la preparación experimental	95
	3.6.5. Experimento 5. Suinfort	95
	3.6.5.1. Indicaciones para la preparación experimental	96
	3.7. Situación actual del uso de prediluyentes y aditivos seminales	96
	3.8. Metodología general y registro	97
	3.8.1. Origen de las dosis seminales y materiales utilizados	97
	3.9. Modo de conservación y valoración rutinaria	97
	3.10. Registros informáticos.	98
	3.11. Procedimientos y preparación	102
	3.12. Dosificación, y conservación.	102
	3.13. Prueba de observación folicular	103
	3.14. Equipo de captura de imágenes foliculares	105
	3.15. Análisis estadístico.	105
4	. Resultados	107
	4.1. Experimento 1 y 2	109
	4.1.1. Índices reproductivos	109
	4.2. Experimento 3 y 4	109
	4.2.1. Índices reproductivos.	109
	4.3. Comparación de resultados tratado-control y entre experimentos	111
	4.3.1. Índices reproductivos.	111
	4.4. Experimento 5. Suinfort	111
	4.4.1. Índices reproductivos.	111
	4.4.2. Suinfort nacidos vivos	111
	4.5. Estudio y prueba de observación folicular	111

#### **Índice de contenidos**

4.5.1. Efecto de Suinfort respuesta de inmovilidad y maduración folicular	112
5. Discusión	116
5.1. Experimento 1.	117
5.1.1. Índices reproductivos.	117
5.2. Experimento 2.	117
5.2.1. Índices reproductivos.	117
5.3. Experimento 5. Suinfort.	118
5.3.1.Índices reproductivos.	118
5.4. Suinfort prolificidad	119
REFLEXICIONES SOBRE LA UTILIZACIÓN DE SUINFORT	127
CONCLUSIONES	130
RESUMEN	133
SUMMARY	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
ANEXOS	158
Anexo I (Fichas de registro de datos y prospectos)	159
Anexo II (Datos)	169

Índice de Tablas

## ÍNDICE DE TABLAS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estímulos producidos por el verraco
Tabla 2. Evaluación de la importancia del verraco en el ámbito productivo32
Tabla 3. Edad media (± desviación estándar) al inicio de la pubertad de diferentes razas porcinas
Tabla 4. Ciclo sexual
Tabla 5. Tamaño y peso de la camada al destete,
Tabla 6. Características reproductivas de la raza Landrace
Tabla 7. Características reproductivas de la raza Large White
Tabla 8. Composición de los diluyentes más utilizados
Tabla 9. Diluyentes agrupados por la duración
Tabla 10. Fertilidad y prolificidad tras la inseminación con semen conservado 3 y 5 días en Androhep, BW25 y Kiev
Tabla 11. Fertilidad y prolificidad tras la inseminación con semen conservado er Androhep o X-Cell
Tabla 12. Edad de los animales empleados en el trabajo global según su ciclo reproductivo
Tabla 13. Grupo Control 1. Cerdas sin añadir aditivos
Tabla 14. Grupo Control 2. Cerdas sin añadir aditivos
Tabla14.1. Grupo Experimental 2. Cerdas tratadas con oxitocina (Oxivex)80
Tabla 15. Grupo Control 3. Cerdas sin añadir aditivos
Tabla 15.1. Grupo Experimental 3. Cerdas tratadas con GNRH (Receptal)80
Tabla 16. Grupo Control 4. Cerdas sin añadir aditivos
Tabla 16.1. Grupo Experimental 4. Cerdas tratadas con oxitocina (Oxivex) + GNRH (Receptal)

#### Índice de tablas

Tabla 17. Grupo Control 5. Cerdas sin añadir aditivos
Tabla 17.1. Grupo Experimental 5. Cerdas tratadas con Suinfort
Tabla 18.Curva de alimentación
Tabla 19. Control de celo en diferentes lotes de forma sistemático
Tabla 20. Efecto del tratamiento sobre la fecundidad y fertilidad al parto en los 5 experimentos
Tabla 20a. Efecto del tratamiento sobre la fecundidad y fertilidad al parto en los 5 experimentos
Tabla 21. Efecto de los tratamientos sobre la prolificidad en los 5 experimentos.  (Anova)
Tabla 22. Efecto de los tratamientos sobre los nacidos vivos en los 5 experimentos108
Tabla 23. Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad en los 5 experimentos109
Tabla 24. Efecto de los tratamientos sobre los retornos a celos cíclicos, acíclicos y tardíos en los 5 experimentos
Tabla 25. Efecto de los tratamientos sobre el intervalo destete cubrición en los 5 experimentos
Tabla 26. Comparación de los efectos de los 5 tratamientos en los 5 caracteres estudiados
Tabla 27/a. Comportamiento de los Indicadores productivos y reproductivos del experimento 5 y su control según el año 2013, representado por meses (SF.)
Tabla 27/b. Comportamiento de los Indicadores productivos y reproductivos del experimento 5 y su control según el año 2014, representado por meses (SF.)114
Tabla 28.Índices reproductivos, fecundidad (Experimento 1, 2, 3, y 4)169
Tabla 29. Índices reproductivos, fecundidad (Experimento 5)

Índice de figuras

## ÍNDICE DE FIGURAS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conexiones en el eje hipotálamo-hipófisis	4
Figura 2. Modo de acción de las hormonas	5
Figura 3. Particularidades en el mecanismo de acción de la hormona proteica	6
Figura 4. Particularidades en el mecanismo de acción de la hormona esteroidea	7
Figura 5.Estructura de la oxitocina	91
Figura 6. Receptor de la oxitocina	9
Figura 7. Mecanismo de funcionamiento del receptor transmembrana	10
Figura 8. Vías de metabolización de la oxitocina.	11
Figura 9. Regulación de la secreción de la oxitocina	.12
Figura 10. Biosíntesis de hormonas esteroides	14
Figura 11. Aparato reproductor de la hembra	17
Figura 12. Anatomía para familiarizarle y observar la situación de las partes internas la cerda y sus obstáculos	
Figura 13. Cambios en las concentraciones plasmáticas medias de los estrógenos y LH durante la maduración sexual de la nulípara	-
Figura 14. Esquema del ciclo extral de la cerda	35
Figura 15. Gráfico del ciclo extral de la cerda	.36
Figura 16. Comportamiento inmovilidad de la cerda al verraco	.44
Figura 17. Características reproductivas de la raza Landrace	.66
Figura 18. Características reproductivas de la raza Large White	.67
Figura 19. Productos y sus orígenes	.76
Figura 20. Mapa Geográfico del País: Situación de la Universidad de león y provindonde se llevo a cabo los experimentos	
Figura 21. Mapa Geográfico de localización de las granjas: Provincia (Burgos, locali Aranda de Duero)	idad .78

#### Índice de figuras

Figura 22. Control de la temperatura
Figura 23. Biosíntesis de hormonas esteroides
Figura 24. Prosentimientos dosificación y conservación de aditivos experimentales.102
Figura 25. Efecto del Suinfort sobre la duración del celo
Figura 26. Comparativa gráfica de índices reproductivos (fecundidad) entre cerdas tratadas y cerdas control
Figura 27. Comparativa gráfica de índices reproductivos entre cerdas tratadas con Suinfort (SF) y cerdas control (Experimento 5)
Figura 28. Comparativa gráfica de índices reproductivos (n.t.) entre cerdas tratadas según sus aditivos y cerdas control
Figura 29.Comparativa gráfica de índices reproductivos (I.D.C. En días) entre cerdas tratadas según su aditivos y cerdas control
Figura 30. Evolución y comportamiento de fecundidad de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5) de los diferentes indicadores productivos y reproductivos desde Noviembre del 2012 a Diciembre del 2013
Figura 30a. Evolución y comportamiento de repeticiones de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5) de los diferentes indicadores productivos y reproductivos según el año 2014.
Figura 31. Evolución y comportamiento de fecundidad de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5) de los diferentes indicadores productivos y reproductivos según el año 2014

Índice de fotos

## ÍNDICE DE FOTOS

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Fotoperiodo constante	82
Foto 2. Alojamiento sala de cubrición gestación	83
Foto 3. Preparación experimental	102
Foto 4. Proceso de maduración folicular	104
Foto 5. Proceso de maduración folicular transcurridas 12 h postservicio	104
Foto 6. Selección de hembras de reposición en 2012.	51
Foto 7. Selección de hembras de reposición en 2015	51

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

(A): Experimento 1. Prostagladina Planate.

A3 E.S.C.: Explotación sanitaria comprobada (calificación sanitaria).

**ACTH.**: Hormona adrenocorticotropa.

**ADH.**: Hormona antidiurética o arginina vasopresina (AVP).

AE: Alta energía.

ANOVA.: Análisis de la varianza.

AMP.: Adenosín monofosfato.

AMPc.: Adenosín monofosfato cíclico.

**APRH.**: Aparato reproductor de la hembra.

ARNm.: Ácido ribonucleico mensajero.

ATP: Adenosín trifosfato.

Ca++: Calcio.

**CL.**: Cuerpo lúteo.

C.I.A.: Centro de inseminación artificial.

CO2: Dióxido de carbono.

(**D**): Experimento n°5 Solución autoestéril Suinfort.

**DAG**: Diacilglicerol.

**E2**: 17 β-estradiol.

**FC.**: Fecundidad.

Fe: Hierro.

F2α: Prostaglandina F2α.

**FP.**: Fertilidad al parto.

**FSH**: Hormona folículo estimulante.

#### Índice de abreviaturas

g: Granulado.

GMD: Ganancia media diaria.

**GnRH**: Gonadoliberina, (hormona liberadora de gonadotropinas).

hCG: Gonadotropina coriónica humana.

IA: Inseminación artificial.

IAP: Inseminación artificial porcina.

IDC: Intervalo destete cubrición.

IDCF: Intervalo destete cubrición fecunda.

**IDCS**: Intervalosdestete cubriciones.

IGF-I: Factor de Crecimiento con actividad insulínica tipo I.

**I.P.C.**: Intervalo parto-concepción.

**I.P.P**: Intervalo entre partos.

**IP3**: Inositol trifosfato.

**IVT**: Illinois Variable Temperature.

i.v.: Intravenosa (inyección).

**LH**: Hormona Luteinizante.

LTH: Hormona Luteotrópica.

ml: Mililitro.

MN: Monta natural.

MMA: Mastitis Metritis Agalactia.

MPA: Methiopropamine.

N.T.: Nacidos totales.

N.M.: Nacidos muertos.

N.V.: Nacidos vivos.

OTR: Receptor de la oxitocina.

**P**<sub>4</sub>: Progesterona.

**PCR**: (Polymerase Chain Reaction).

PG: Prostaglandina.

**PGF2** $\alpha$ : Prostaglandinas F2 $\alpha$ .

PKC: Proteína quinasa C.

PMSG: Gonadotropina sérica de yeguas gestantes.

PRL: Prolactina. (Hormona luteotropa u hormona lactogénica).

PROVERA: Depo Provera. Progestágeno.

PS: Plasma seminal.

PV: Peso vivo.

**RR**: Rendimiento reproductivo.

**RP**: Repeticiones.

**RP/A**: Repeticiones acíclicas.

**RP/C**: Repeticiones cíclicas.

RP/TA: Repeticiones tardías acíclicas.

**SAS**: Statistical Analysis Software.

SF: Suinfort.

SG: Cerdas gestantes.

SR: Cerdas de reposición.

SSC: Síndrome cerda sucia.

**STH**: Somatotropina. (Hormona somatotropa u hormona del crecimiento).

#### Índice de abreviaturas

**TSH**: Tirotropina.

**TSI**: Toppigs selection index.

**μg**: Unidad gramos.

 $\mu g/ml$ : Unidad de gramos por mililitros.

**UI**: Unidad internacional.

Zn: Zinc (ó Cinc).

## INTRODUCCIÓN, PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

## 1. INTRODUCIÓN, PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

En el presente trabajo estudiamos los parámetros reproductivos obtenidos en una granja comercial de ganado porcino durante cuatro años de actividad, con objeto de estudiar las variaciones estacionales sobre la fertilidad, desde el año 2012 al 2015 ambos inclusive, teniendo en cuenta que la fertilidad y la prolificidad son los dos parámetros más importantes que definen el rendimiento reproductivo de una granja. Han sido muchos los estudios realizados en orden a evitar esta pérdida de fecundidad y plolificidad. Se han ensayado diversas variantes de inseminación artificial, tales como inseminación en frío, en caliente, en un solo tiempo, con alforjas, con la utilización de aditivos, de prediluyentes...etc. Otros autores (Como por ejemplo: Mota 2000), recomiendan el uso durante la inseminación de sustancias uterotónicas como la oxitocina, la prostaglandina  $\mathbf{F2}_{\alpha}$ , los estrógenos o las mezclas de oxitocina más prostaglandina  $\mathbf{F2}_{\alpha}$  u oxitocina más lutalyse más estrógenos.

Nosotros siguiendo esta tónica nos planteamos estudiar qué factores intervienen en los resultados reproductivos de esta granja, y qué variaciones en el manejo hay que introducir para optimizarlos desde el punto de vista económico.

La necesidad de los aditivos seminales está en tratar de compensar la diferencia de los resultados de la inseminación artificial con respecto a la monta natural, especialmente cuando se utiliza semen diluído refrigerado.

En su origen el cerdo era un reproductor estacional de días cortos, cuya época reproductiva se concentra en torno al final del año, en Europa. El índice de partos, el intervalo destete-cubrición y el número de primerizas que salen en celo se reducen en verano—otoño, provocando así el llamado *anestro estacional*. El anestro en la cerda, tiene una fuerte base fisiológica heredada de la estacionalidad reproductiva de su ancestro el jabalí, modificada a lo largo de los años por la domesticación del hombre; considerándose actualmente, una alteración patológica que aumenta el número de días no productivos. En los cerdos no domésticos la estacionalidad es importante y las hembras de jabalí tienen actividad ovárica sólo desde noviembre hasta abril. La luz, la temperatura y la disponibilidad de alimento, controlan el eje hipotálamo-hipofisario-ovárico.

Aunque la cerda doméstica está considerada como una hembra poliéstrica, continúa con capacidad para reproducirse durante todo el año, presenta tendencia a la estacionalidad reproductiva, observando la máxima actividad reproductora entre octubre y junio, y la más baja entre julio y septiembre.

La reproducción juega un papel importante dentro de la economía de una granja, alcanzar el nivel óptimo de fertilidad y una alta eficiencia reproductiva depende de la habilidad de la hembra para presentar calores normales, concebir y producir camadas.

Esto, está influenciado por factores ambientales, nutricionales, genéticos, infecciosos y de manejo (Mota, 2000).

La fertilidad y la prolificidad son los dos parámetros más importantes que definen el rendimiento reproductivo de una explotación porcina. El presente trabajo de investigación, se ha llevado a cabo íntegramente en la empresa PROGATECSA, S.A., granja "La Rastrilla", situada en la localidad de Aranda de Duero (Burgos); siendo su objetivo diseñar un nuevo aditivo seminal que mejore la fertilidad y la prolificidad especialmente en los meses estacionales de altas temperaturas. Hemos considerado cuatro tipos de cerdas:

- 1°) Cerdas nulíparas, que se inseminan por primera vez.
- 2°) Sobre las cerdas del segundo ciclo reproductivo.
- 3°) Cerdas repetidoras.
- 4°) Cerdas a trazadas provenientes del destete con más de 7 días (**I.D.C.**).

Los objetivos específicos de la tesis doctoral son los siguientes:

- ✓ Estudiar los parámetros reproductivos y productivos en hembras inseminadas con aditivos y sin aditivos.
- ✓ Diseñar un aditivo seminal cuya efectividad sea comprobada y fácilmente aplicable.
- ✓ Mejorar los índices reproductivos en las épocas de estrés de calor (infertilidad de verano).
- ✓ Analizar los cambios en los índices reproductivos que provocan los aditivos seminales utilizados en las tres estaciones del año.
- ✓ Determinar si el aditivo diseñado provoca un acortamiento en el periodo ovulatorio.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Sistema endocrino

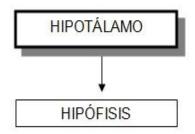
Conjunto de órganos y tejidos del organismo que libera un tipo de sustancias llamadas hormonas.

Los principales órganos endocrinos son:

1.- Hipotálamo, Hipófisis, Suprarrenal, Tiroides, Paratiroides, Páncreas, Ovario, Testículo y Placenta.

#### 2.1.1. Relación de la actividad sexual con el hipotálamo-hipófisis

La actividad del hipotálamo viene determinada por el nivel sanguíneo de las hormonas trópicas hipofisiarias, mediante un "retrocontrol" conocido como "Feedback", y también por influencias que constantemente reciben procedentes de otras áreas del encéfalo.



El encéfalo y la médula espinal son los dos componentes del sistema nervioso central de los mamíferos superiores. El hipotálamo, el cual ejerce importantes funciones somáticas, por su influencia sobre el sistema nervioso vegetativo, además de contener numerosos centros reguladores de funciones vegetativas: metabolismo, sueño, vigilia, apetito y termorregulación entre otras, sin olvidar la función sexual o actividad reproductora. Como centro rector vegetativo el hipotálamo está en estrecha conexión con la hipófisis, a su vez centro rector del sistema hormonal, y sobre la que ejerce una influencia inhibidora unas veces y estimulante otras, asociación conocida con el nombre de sistema diencéfalo-hipofisario. (Valenzuela, 2007).

La hipófisis o glándula pituitaria tiene forma de guisante, comunica con el hipotálamo por el tallo pituitario y consta de tres lóbulos:

■ Lóbulo anterior o adenohipófisis: El más voluminoso y vascularizado, ocupa dos tercios de la hipófisis, está provisto de células endocrinas diversas y secreta un importante número de hormonas. Unas actúan sobre el metabolismo [somatotropina, hormona del crecimiento (STH), hormona adrenocorticotropa (ACTH) y tirotropina (TSH)], y otras ejercen su influencia sobre la esfera reproductiva [hormona folículo estimulante (FSH), hormona luteinizante (LH) y hormona luteotropa o prolactina (PRL)].

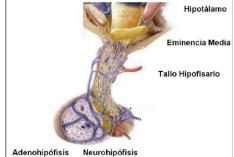
- Lóbulo posterior o neurohipófisis: Carece de células endocrinas y en su lugar contiene fibras nerviosas, funcionando como reservorio de las neurosecreciones del hipotálamo; esto es, oxitocina y vasopresina (ADH).
- Lóbulo intermedio: Produce la hormona melanófora o intermedina. responsable de la distribución de los gránulos de pigmento en las células pigmentarias de la piel de los peces, anfibios y reptiles.

La hipófisis juega un papel esencial en la regulación de las demás glándulas endocrinas, siendo así, que entre sus principales funciones figura, el estímulo del crecimiento y desarrollo, el control del metabolismo y la regulación de los procesos reproductivos, incluyendo el desarrollo de los órganos genitales. La descarga de las hormonas hipofisarias se gobierna a través de Centros hipotalámicos, que en respuesta a impulsos nerviosos originados por estímulos externos o internos, sintetizan unos factores que vía humoral controlan la liberación hormonal. Son los llamados "Releasing Factors" o factores hipotalámicos reguladores de la secreción de hormonas específicas, pudiendo hacerlo en sentido positivo (estimulador) o negativo (inhibidor).

Existen dos tipos de conexiones entre el hipotálamo y la pituitaria (Figura 1). La primera comunica el hipotálamo con la adenohipófisis mediante un sistema vascular portal, que a través de un complicado entramado capilar hace llegar a las células endocrinas hipofisiarias los factores hipotalámicos reguladores de la secreción hormonal. La segunda es una conexión directa con la neurohipófisis, conexión neuronal conocida con el nombre de tracto hipotalámico-hipofisal, consistente en sendos haces de fibras provenientes de los núcleos, para-ventricular y supraóptico del hipotálamo; éstos sintetizan y secretan oxitocina y ADH, que en forma de pequeños gránulos son transportados vía axones nerviosos hacia la neurohipófisis, donde se acumulan para ir descargándose después en la circulación sanguínea, conforme vayan siendo necesitados. Según Holy (1983), la liberación de estas dos hormonas se hace de manera inmediata y en fracciones pequeñas no superiores al 10% del total, por lo que siempre existe una reserva potencial.



Figura 1. Conexiones en el eje hipotálamo-hipófisis (Godoy, 2010).



# 2.2. Naturaleza química de las hormonas

Desde el punto de vista químico, las hormonas se reparten entre dos grandes grupos: las de naturaleza proteica u hormonas polipeptídicas y las hormonas esteroides.

# 2.2.1. Hormonas polipeptídicas

En general, las cadenas polipeptídicas pueden contener hasta cientos de aminoácidos que, o bien aparecen solos sin más (proteínas simples), o bien están acompañados de otros componentes orgánicos o inorgánicos (proteínas conjugadas). Las hormonas proteicas con menos de 50 aminoácidos se identifican como hormonas peptídicas e incluyen la oxitocina, ADH, STH y PRL.

Aquellas con un número superior de aminoácidos y la presencia además, de unos o varios sacáridos, son catalogadas como hormonas glucoproteicas, entre las que se encuentran las gonadotropinas (FSH y LH), las hormonas placentarias [gonadotropina coriónica humana (hCG)] y las hormonas tiroideas.

## 2.2.2. Hormonas esteroides

Se sintetizan a partir del colesterol, lo que les confiere una naturaleza lipofílica que les permite traspasar sin dificultad la bicapa lipídica de las membranas celulares de los órganos diana. A este grupo pertenecen las hormonas de la corteza suprarrenal (corticosteroides) y de las gónadas (andrógenos, estrógenos y  $P_4$ ).

## 2.3. Modo de acción y efectos de las hormonas

Las hormonas son sustancias producidas por agrupaciones celulares, que se vierten a la sangre y tras un recorrido más o menos largo alcanzan otras células cuya actividad funcional son capaces de modificar. Actúan a concentraciones muy bajas y surten efectos específicos, sobre todo en el organismo en su conjunto o bien sobre tejidos u órganos concretos, distinguiendo así entre hormonas de acción ubicua y otras de acción restringida.

Las primeras intervienen regulando las reacciones metabólicas del organismo (STH, hormonas tiroideas, etc.), y las segundas actúan sobre tejidos particulares induciendo la secreción de otras hormonas, o desencadenando efectos morfológicos (Figura 2).

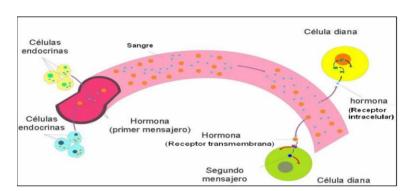


Figura 2. Modo de acción de las hormonas (Edgar, 2009).

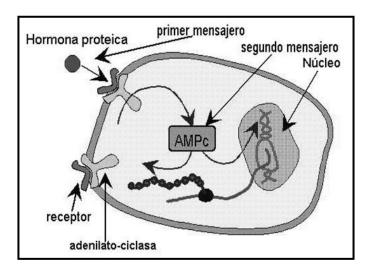
Para que las hormonas ejerzan su función una vez transportadas por la sangre, necesitan ser reconocidas por las células del tejido u órgano diana, y ello es posible gracias a la existencia de receptores específicos para cada una de ellas. Estos receptores se localizan en la membrana celular para las hormonas peptídicas y dentro de la célula para las hormonas esteroides.

## 2.3.1. Particularidades en los mecanismos de acción hormonal

# 2.3.1.1. El caso de las hormonas proteicas

Las hormonas proteicas no penetran a la célula, sino que al unirse con su receptor de membrana (también proteico), activa una enzima localizada en la membrana, la adenilato-ciclasa. Esta enzima cataliza la formación de **AMP** cíclico a partir de **ATP**; el AMP cíclico sería el que induciría los cambios pertinentes en la célula, al activar a una quinasa, y ésta a su vez a otra y así sucesivamente; de modo que, de esta cadena de activadores se tendría un efecto convenientemente ampliado. (Figura 3).

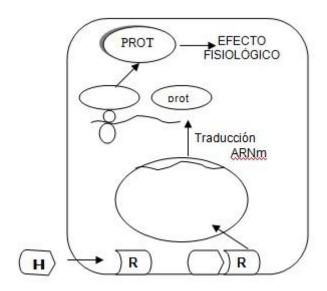
Figura 3. Particularidades en el mecanismo de acción de la hormona proteica. (Colectivo autores).



## 2.3.1.2. El caso de las hormonas esteroideas

Las hormonas esteroideas debido a su menor peso molecular y a su liposolubilidad, pueden atravesar la membrana celular y penetrar a la célula, donde se unen a su receptor específico. De esta manera llegan al núcleo donde son capaces de hacer cesar la inhibición a que están sometidos algunos genes, y permitir que sean transcritos. Las moléculas de **ARNm** originadas, se encargan de dirigir en el citoplasma la síntesis de unidades proteicas, que son las que producirán los efectos fisiológicos hormonales (Figura 4).

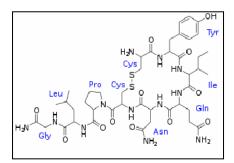
Figura 4. Particularidades en el mecanismo de acción de la hormona esteroidea. (Colectivo autores).



# 2.3.2. Hormonas de la neurohipófisis: oxitocina y vasopresina

La neurohipófisis secreta dos hormonas sintetizadas en los núcleos, paraventrícular y supraóptico del hipotálamo: la oxitocina y la ADH (Hafez & Hafez, 2002). Ambas comparten una misma estructura, con forma de anillo debido a la unión de los dos aminoácidos cisteína por un puente disulfuro (Figura 5). La diferencia entre la oxitocina y la ADH radica en los aminoácidos situados en las posiciones 3 y 8, que son la isoleucina y la leucina en el caso de la primera, y la fenilalanina y la arginina en la segunda. Esta analogía en la estructura química, hace que las dos hormonas del lóbulo posterior de la hipófisis se complementen en sus acciones, es decir, que la oxitocina ejerza también una "ligera" acción antidiurética y elevadora de la presión sanguínea, y que la ADH haga lo propio sobre la contracción uterina y la eyección de la leche.

Figura 5. Estructura de la oxitocina. (Edgar, 2012).



Hace algo más de un siglo, Dale (1906), notó que el extracto del lóbulo posterior de la pituitaria tenía la capacidad de estimular las contracciones uterinas; y Blair (1909) trataba con este extracto la hemorragia posparto debida a la atonía uterina. Por razón de su eficaz actividad contráctil sobre el útero grávido, el factor activo se llamó oxitocina de la palabra griega oxus que significa "brusco", y tokos "parto".

Posteriormente, Theobold *et al.* (1948) propusieron la oxitocina, como tratamiento para estimular el parto y tratar las posibles hemorragias subsiguientes. En 1953, está hormona fue caracterizada bioquímicamente por Du Vigneaud *et al.* (1953), por lo que recibió el Premio Nobel en 1955, mientras que el gen responsable de su síntesis fue descrito 30 años después por Land *et al.* (1983).

Page (1946), fue el primero en mencionar que el suero de las mujeres embarazadas tiene capacidad de neutralización de la oxitocina, gracias a la presencia de la enzima oxitocinasa. Por su parte, Thornton *et al.* (1990), estudiaron el proceso de metabolización de la oxitocina en el plasma humano, viendo que durante el embarazo el porcentaje de eliminación aumenta hasta cuatro veces, en función, no tanto de la concentración plasmática, sino de la concentración de oxitocinasa, que según Mizutani & Tomoda (1992) aumenta de forma progresiva durante el embarazo.

Hasta la pasada década de los setenta el papel de la oxitocina era objeto de controversia. Algunos investigadores centraban sus trabajos en el posible control de la reproducción, habida cuenta de la capacidad contrastada de contracción de las paredes uterinas, otros en la influencia sobre la eyección de la leche. Es el agente más empleado para estimular las contracciones uterinas durante la última fase de la gestación, y ha quedado probado que sus antagonistas pueden anularlas y bloquear consecuentemente el parto (Bossmar et al., 1994). En la proximidad del alumbramiento la sensibilidad del útero a la oxitocina aumenta en virtud de un reajuste hormonal a favor de los estrógenos, que incrementan el número de receptores de la misma en las dos capas musculares uterinas (endometrio y miometrio) (Buch et al., 1955). También es responsable de las contracciones del resto de la musculatura del tracto genital en el acto del apareamiento (Murphy et al., 1987). La presencia del toro ante la vaca en celo no solo aumenta la motilidad del útero sino que también adelanta el momento de la ovulación (Vandemark & Hays, 1953). Portela et al. (2010) comprueban que la inyección de 50 UI de oxitocina en vacas y novillas al inicio del celo acelera la ovulación, hecho relacionado con la capacidad de la oxitocina para inducir la secreción por parte de las células endometriales de prostaglandinas (PGF2a), cuya acción luteolítica es conocida.

En la lactación la oxitocina actúa desencadenando la eyección de la leche, ya sea durante el amamantamiento natural o en el ordeño. Incide también sobre el comportamiento social de las vacas reduciendo el nivel de ansiedad e incentivando la aptitud maternal (Kendrick *et al.*, 1987).

En los mamíferos en caso de artiódactilo, de familia suidae (cerdo) u otros, la ADH está implicada esencialmente en el control de la reabsorción del agua en el túbulo renal para preservar el capital hídrico; tras la sección del tallo hipofisario disminuye la reabsorción de agua y se eliminan grandes cantidades de orina. Además de oxitocina, durante el amamantamiento de lechones, también se produce la secreción de ADH con el fin de minimizar la pérdida de agua inherente a la síntesis y expulsión de la leche.

La ADH se sintetiza simultáneamente con su proteína de transporte o neurofesina II, y ambas son enviadas después a través de los axones nerviosos a la parte posterior de la hipófisis, donde se acumulan a la espera de ser descargadas mediante un proceso de exocitosis en la circulación sanguínea; su vida media gira alrededor de los 10-20 minutos. Otro tanto ocurre con la oxitocina y su proteína específica de transporte o neurofesina I; la vida media en este caso es algo inferior (5-10 minutos), y su metabolización se lleva a cabo en el hígado y los riñones con la participación de una amino-peptidasa.

# 2.3.2.1. La oxitocina: modo de acción y metabolización

Como ya se ha dicho, es necesario el reconocimiento previo de las hormonas por las células del tejido u órgano diana, para poder llevar a cabo su acción. El receptor que con este fin precisa la oxitocina, es un receptor transmembrana (OTR), localizado en la superficie de la membrana celular, que forma parte del llamado sistema de transducción o sistema transmisor de la señal hormonal en el medio intracelular (Figura 6). Está formado por siete dominios y reconoce la oxitocina (primer mensajero), por un contacto físico de complementariedad similar a un sistema de llave y cerradura. El contacto en sí no genera la respuesta hormonal, tan sólo es el arranque de una cadena, cuyos siguientes eslabones hacen las veces de segundos mensajeros. Nos referimos al Ca++, al adenosín monofosfato cíclico (AMPc), al diacilglicerol (DAG) y al inositol trifosfato (IP3), (Figura 7); imprescindibles para que finalmente la hormona surta su efecto o cumpla su función.

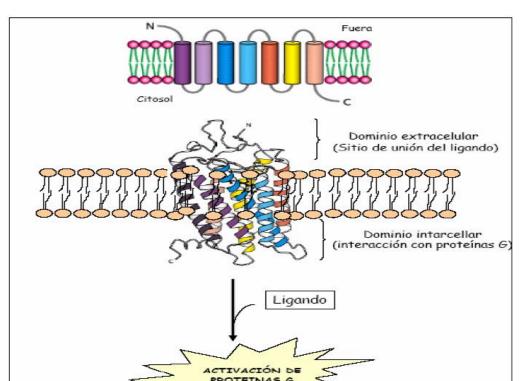
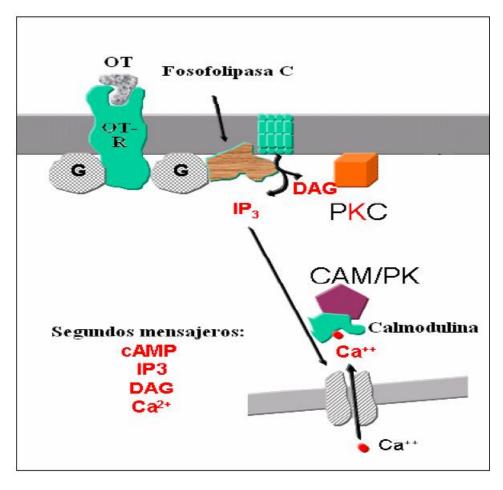


Figura 6. Receptor de la oxitocina (adaptado de Edgar, 2009).

Figura 7. **Mecanismo de funcionamiento del receptor transmembrana.** (Edgar, 2009).



OT: oxitocina, OTR: receptor de oxitocina, G: proteínas G, IP3: inositol trifosfato, adenosín monofosfato cíclico cAMP: adenosín monofosfato cíclico, DAG: diacilglicerol, PKC: Proteína quinasa C

La unión de la oxitocina al receptor provoca, en colaboración con la proteína G, la activación de la fosfolipasa C, responsable del desdoblamiento del fosfatidilinositol 4,5-bifosfato en DAG por un lado e IP3 por otro, que a su vez promueve la salida del Ca++ existente en el retículo endoplasmático, es decir, un incremento en los niveles del Ca++ citoplasmático. Esta mayor disponibilidad de calcio intracelular, posibilita su combinación con la calmodulina, como etapa previa a la estimulación de las fibras de miosina y subsiguiente contracción.

Finalizada su vida media (5-10 minutos), la oxitocina se metaboliza y elimina fundamentalmente en los riñones y el hígado. La metabolización requiere la presencia de la oxitocinasa o cisteína-aminopeptidasa, proveniente probablemente de la placenta. Esta enzima rompe la estructura en forma de anillo de la oxitocina, de la manera que se muestra en la Figura 8, desactivación que comporta lógicamente la inhibición de la consabida actividad fisiológica.

Parece haber una segunda vía de metabolización en la figura de la posprolina, endopeptidasa que rompe el enlace entre la prolina y la leucina separando así el péptido leucina-glicina terminal, de la molécula (Bryan *et al.*, 1998).

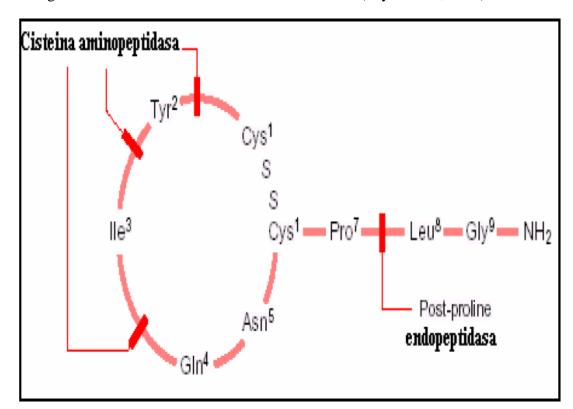


Figura 8. Vías de metabolización de la oxitocina. (Bryan et al., 1998).

### 2.3.2.2. Control de la secreción de oxitocina

En el transcurso del parto, la progresión del feto a través del canal pélvico provoca la distensión de la pared del cuello uterino y de la vagina, y con ello, la estimulación de unos receptores sumamente sensibles a la presión, o mecanoreceptores que vía nerviosa envían información a los núcleos paraventricular y sopraóptico del hipotálamo, provocando así la liberación y descarga de oxitocina, causante por una parte de las contracciones uterinas conducentes finalmente al alumbramiento. De manera similar operan los receptores de los pezones sensibles al tacto o a la succión, transmitiendo información resultante igualmente en la descarga de oxitocina, que en este caso origina la bajada o eyección de la leche, información generada una vez más en respuesta a estímulos ya sean visuales (la propia cría) o auditivos (ruidos del ordeño). Este acto reflejo puede verse perturbado cuando el animal está estresado por activación del sistema nervioso parasimpático y la subsiguiente secreción de adrenalina, que o bien impide la descarga de oxitocina, o bien, provoca una vasoconstricción a nivel de la glándula mamaria reduciendo la llegada de esta hormona al tejido secretor (Figura 9).

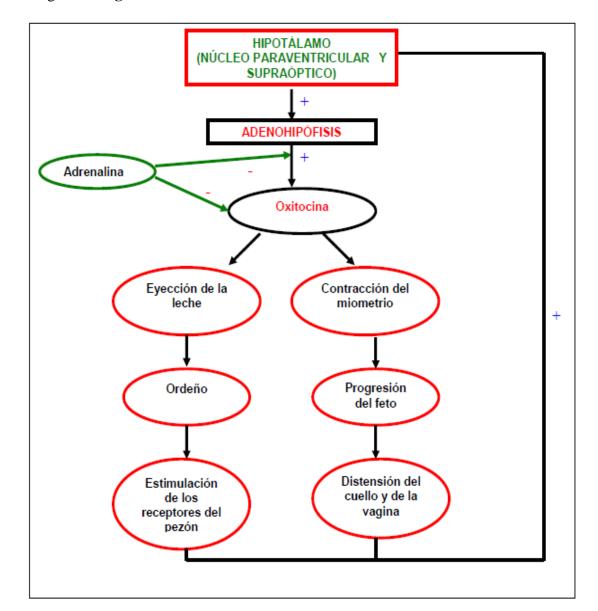


Figura 9. Regulación de la secreción de la oxitocina.

# 2.3.3. Hormonas de la adenohipófisis

La adenohipófisis está formada por tres partes diferentes: pars tubelaris, pars intermedia y pars distalis, constituidas por distintos tipos de células especializadas en producir hormonas diferentes. Las células gonadotrópicas ocupan el 80% de la pars tubelaris y elaboran LH y FSH, que estimulan la producción de las hormonas sexuales, así como la formación de gametos en las gónadas. En la pars distalis, aparecen células lactotrópicas y somatotrópicas, responsables respectivamente de la secreción de la PRL, implicada en el desarrollo y la actividad funcional de las glándulas mamarias, y la STH, que gobierna el crecimiento de todos los tejidos del organismo, excepción hecha del sistema nervioso (Hafez & Hafez, 2002).

## 2.3.3.1. Gonadotropinas

Como su nombre indica, la FSH estimula el desarrollo del epitelio germinal en ambos sexos, en el macho activando la maduración de los espermatozoides y en las hembras, previo reclutamiento entre los folículos primordiales existentes, la evolución y el desarrollo de éstos hasta la fase de folículos terciarios. La LH en los machos impulsa la secreción de testosterona, que condiciona la exteriorización de los caracteres sexuales secundarios. En las hembras tiene una doble acción estimulante, por un lado sobre la maduración de los folículos hasta provocar la ovulación y subsiguientemente el desarrollo del cuerpo lúteo (CL); por otro, sobre la secreción de estrógenos por el epitelio folicular, responsables de la aparición de los síntomas del celo, y de que el útero entre en fase de proliferación. Durante el período de maduración de los folículos hasta la ovulación, ambas hormonas actúan de forma sinérgica y con ellas lo hacen también los factores de crecimiento con actividad insulínica, tipo I (IGF-I), que aumentan el número y la actividad de los receptores foliculares a las gonadotropinas, y optimizan la respuesta de las células de la granulosa, y la teca a la FSH y la LH (Lucy, 2000). La secreción de ambas gonadotropinas depende de un complejo mecanismo hipotalámicohipofisario, que obedece a un efecto de retroalimentación de las hormonas gonadales (Findlay & Clarke, 1987; Fieni et al., 1995).

A la PRL se la conoce también como hormona luteotropa, porque asegura el mantenimiento de la actividad secretora del CL, o lo que es lo mismo, la síntesis de P<sub>4</sub> luteica, aunque en realidad es este un efecto que ha podido ser demostrado de manera inequívoca, únicamente en ratas y ratones, no así en las hembras bovinas y ovinas. En estas últimas la actividad fisiológica de la PRL se vincula a la lactación. El inicio y mantenimiento de esta función, constituye un fenómeno complejo en el que aparecen implicadas varias hormonas, a saber, estrógenos, P<sub>4</sub>, ACTH, STH y PRL. El papel de la PRL se reserva no tanto al mantenimiento de la secreción de leche, como al inicio, siempre y cuando haya habido previamente una sensibilización, y desarrollo de las células mamarias por parte de los estrógenos, y la P<sub>4</sub> en el curso final de la gestación. A pesar de ello, o por ello, a la PRL se la conoce también como hormona lactogénica.

# 2.3.3.2. Hormona del crecimiento

La hormona del crecimiento, hormona somatotropa o somatotropina, juega un papel importante en la activación y regulación del crecimiento posnatal en los animales vertebrados. Entre sus principales funciones metabólicas destacan:

- a) Activación de la síntesis de proteínas.
- b) Acción sobre el metabolismo glucídico y lipídico, aumentando la movilización de las grasas y la síntesis de hidratos de carbono; en condiciones de hambre esta segunda acción se intensifica, impidiendo la aparición de hipoglucemia.
- c) Aceleración del crecimiento de los huesos, mejorando la utilización del calcio y el fósforo.

Se conoce también a la STH por su acción galactopoyética o acción estimulante de la producción láctea, no en vano es la hormona que ejerce el control homeorético de la lactación, esto es, gobierna ese conjunto de cambios coordinados en el metabolismo que se pone en marcha en el organismo de las hembras de mamíferos recién paridas para iniciar y mantener por un tiempo la síntesis y secreción de la leche.

# 2.3.4. Gonadoliberina

La gonadoliberina (**GnRH**), u hormona liberadora de gonadotropinas, se identifica con uno de los factores hipotálamicos reguladores de la secreción de hormonas específicas, en este caso concreto de estimulación una vez que ha incidido localmente sobre las células de la hipófisis (Seeburg *et al.*, 1987; Fink, 1988).

# 2.3.5. Hormonas sexuales y prostaglandinas

En respuesta a la estimulación por parte de las gonadotropinas, las glándulas genitales elaboran las hormonas sexuales. Son hormonas de naturaleza esteroide cuya biosíntesis tiene como elemento de partida el colesterol (Figura 10). Según su acción se dividen en masculinas y femeninas, y además de en las gónadas, se sintetizan también en la corteza suprarrenal, por lo que las hembras producen también hormonas masculinas y los machos hormonas femeninas. De entre los andrógenos u hormonas masculinas, el más abundante y el de acción más potente es la testosterona. Las hormonas femeninas engloban los estrógenos y los progestágenos, entre los primeros sobresale el 17  $\beta$ -estradiol (**E2**) y entre los segundos la  $P_4$ .

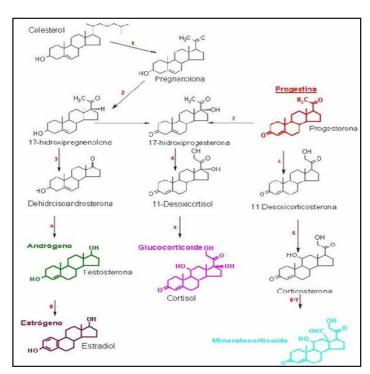


Figura 10. Biosíntesis de hormonas esteroides. (Edgar, 2009).

Las **PG** son sustancias formadas a partir de ácidos grasos poliinsaturados, que se comportan como transmisores químicos de una diversidad de señales inter- e intracelulares, participando en numerosas actividades biológicas. Actúan como hormonas locales o agentes moduladores de la actividad hormonal, con intervención en funciones varias, (relajación de la musculatura lisa, inhibición de la agregación plaquetaria, control de la vasodilatación, etc.). Una de esas PG es la **F2** $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), secretada por el útero en caso de no producirse la fecundación, y responsable directa de la luteolisis y de la finalización por tanto de la secreción de P<sub>4</sub>, posibilitando con ello el inicio de un nuevo ciclo estral.

# 2.3.5.1. 17 β-estradiol

Es el más importante y activo de los estrógenos. Su síntesis tiene lugar en el epitelio folicular, particularmente durante la fase terminal del proceso de crecimiento de los folículos ováricos en cada ciclo estral. Se vierte al torrente sanguíneo en respuesta al efecto estimulante de la LH, cuya creciente secreción pulsátil es trasladada a la del E2, hasta alcanzarse la más alta concentración, justo antes de la ovulación (Langford *et al.*, 1980; Wolfenson *et al.*, 2004). Lleva a cabo las siguientes acciones:

- Retroalimenta positivamente la secreción de FSH y LH durante el crecimiento y desarrollo folicular, acción que se consuma con la aparición del pico preovulatorio de LH, necesario para la maduración y dehiscencia folicular, esto es, la ovulación.
- Desencadena la aparición de los síntomas del celo, lo que equivale a decir que gobierna el comportamiento sexual de las hembras.
- Modifica la actividad secretora de las células uterinas, con el fin de facilitar el desplazamiento de los espermatozoides por un lado y de sensibilizarlas al efecto estimulante de la P<sub>4</sub> por otro.
- Interviene en la síntesis y liberación de la PGF2α por el útero.
- Colabora en el desarrollo final de la glándula mamaria al término de la gestación.
- Retroalimenta negativamente la secreción de gonadotropinas fuera del ciclo estral.

# 2.3.5.2. Progesterona

Las células de la granulosa que permanecen en el folículo ovárico después de la ovulación, originan bajo el efecto estimulante de la LH el CL, lugar de formación de los progestágenos. Entre éstos sobresale sin duda la P<sub>4</sub>, secretada a un ritmo creciente hasta alcanzar la cota más alta que persiste entre los días 8 y 17 aproximadamente del ciclo estral, poniendo freno al crecimiento de nuevos folículos. De consumarse la fecundación, la secreción de P<sub>4</sub> persiste a lo largo de la gestación desplegando todo el abanico de acciones fisiológicas que es capaz de llevar a cabo. Se refiere a:

- Su intervención en el acondicionamiento del endometrio uterino, con vistas a la implantación embrionaria y en el afianzamiento de los mecanismos reguladores de la nutrición y supervivencia de los embriones, de ahí que se la conozca como la hormona protectora de la gestación.
- Su presencia como requisito previo para la aparición de los síntomas del celo, pues si bien es cierto que a los estrógenos se debe dicha sintomatología, no lo es menos que para desencadenarla deben haber sido reconocidos anteriormente por el hipotálamo, gracias a unos receptores específicos cuyo número y actividad aumentan por efecto de la P<sub>4</sub>.
- Acción de cierre del canal del cérvix para impedir la penetración de nuevos espermatozoides, al tiempo que confiere una mayor viscosidad a la mucosidad de esa misma sección del tracto genital con la misma finalidad preventiva.
- Inhibe la producción de receptores de la oxitocina en el miometrio, lo que equivale a decir que ejerce una acción inhibidora de la actividad de esta hormona, impidiendo la aparición de contracciones uterinas en el transcurso de la gestación.
- Colabora con otras hormonas en el inicio y mantenimiento de la función de la lactación.

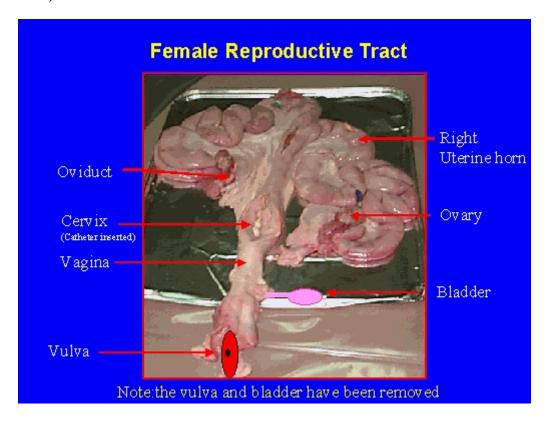
## 2.3.5.3. Prostaglandina F2α

Sin la regresión del CL, en caso de no producirse la fecundación, no es posible iniciar un nuevo ciclo estral, regresión que exige la intervención de un factor luteolítico. La PGF2α es la encargada de cumplir este cometido una vez sintetizada y secretada por las paredes uterinas, en respuesta a los pulsos crecientes de E2 proveniente del ovario, del endometrio pasa a la vena uterina y de ésta a la arteria ovárica para ejercer ya su efecto localmente (Weems *et al.*, 2006). El mecanismo exacto de la luteolisis no está completamente dilucidado.

# 2.4. Aparato reproductor de la hembra porcina

Está formado por: la vulva, vagina, útero (cérvix, cuerpo uterino, cuernos uterinos), trompas de Falopio (oviductos) y ovarios. Figura 11.

Figura 11. **Aparato reproductor de la hembra.** (Singleton W. & Diekman M., 2004).



# La hembra porcina

### Recordatorio anatómico

El aparato reproductor de la hembra está integrado por las siguientes partes: ovarios, oviductos o trompas de Falopio y cuernos uterinos; órganos pares que se encuentran del lado izquierdo, luego los cuernos se unen al cuerpo del útero, el cual se continúa en una región fuertemente musculosa, cérvix o cuello. Entre cérvix y vulva se encuentra la vagina. Figura 11.

## 2.4.1. Los ovarios

Se encuentran en la región sub-lumbar ligeramente por delante de los ángulos de las ancas. Tienen forma cilindroide y miden entre 2-4 cm. pero su posición es mas variable en las hembras que han concebido muy jóvenes y pueden estar unos 2,5 a 5 cm caudales al riñón. Los folículos maduros pueden tener un diámetro de 7 a 8 mm y los cuerpos lúteos puede que midan de 12 a 15 cm (Sisson, 1990).

# 2.4.2. Los oviductos

También llamados trompas uterinas, son largas tienen entre 15 y 30 cm de largo con un recorrido tortuoso, compuesto por tres.

El extremo uterino se fusiona insensiblemente con la pequeña extremidad del cuerpo uterino (Sisson, 1990).

## 2.4.3. Regiones

Pabellón, más largo que ancho, la ampolla y el itsmo.

## 2.4.4. El útero

Posee un cuerpo ovoide y corto de 5-6 cm. Los cuernos son bifurcaciones muy largas y tortuosas que miden entre 1,2 a 1,5 m, uniéndose al oviducto en el orificio uterino. Su tonicidad varía con las diversas fases del ciclo estral. En la hembra no preñada están dispuestos en numerosas asas y se parecen al intestino delgado. Pueden medir de 12 a 15 cm de largo la extremidad de los cuernos se adelgaza para acomodarse al diámetro de las trompas uterinas.

## 2.4.5. El cuello uterino

O cérvix, especialmente en las hembras jóvenes presenta una luz muy estrecha. Mide aproximadamente entre 9-13 cm de largo. Su capacidad está parcialmente obstruida por tuberosidades papilares dispuestas en dos o tres filas paralelas. El cuello es muy notable por su longitud y continúa directamente en la vagina sin una proyección intravaginal. Cuando está abierto existen prominencias redondeadas que son muy peculiares y que pueden verse en su interior, alguna de éstas ocluyen el canal cervical. Se continúan caudalmente con pliegues de la mucosa de la vagina. Los ligamentos anchos contienen gran cantidad de músculo liso, puede también contener numerosos nódulos linfáticos cerca del ovario. En la parte dorsal del ligamento el tejido muscular forma una banda redondeada denominada ligamento redondo. En una cerda adulta de tamaño grande puede tener unos 15 cm de largo, su extremo craneal forma una proyección roma y caudalmente termina en el tejido subseroso del anillo inguinal profundo. La capa media del ligamento ancho continua con el ligamento lateral de la vejiga (Sisson, 1990).

## **2.4.6.** La vagina

Mide 12 cm de largo, en cuyo piso se encuentra el meato urinario. Es pequeña de calibre y tiene una capa muscular gruesa formada por fibras circulares entre dos capas de fibras longitudinales. La mucosa está unida a una capa muscular (Sisson, 1990).

## 2.4.7. El vestíbulo vaginal

El vestíbulo vaginal tiene unos 7,5 cm de largo. La uretra se abre en él, a los lados de la parte craneal del suelo del vestíbulo vaginal, existe un fondo de saco y un surco profundo por detrás de él, limitado medialmente por un pliegue longitudinal. En la parte craneal del orificio uretral externo se pueden observar conductos longitudinales de epóforos, "Canales de Gartner" (Sisson, 1990).

## 2.4.8. La vulva

Su vestíbulo mide alrededor de 7 cm de largo y termina en el exterior, en dos labios, que convergen hacia ese vestíbulo. En una fosa muy próxima a la comisura inferior, donde se aloja el clítoris, que mide 8 cm de largo.

Los labios de la vulva son gruesos y están cubiertos con un tegumento rugoso. La comisura dorsal es redondeada, pero la ventral forma una proyección puntiaguda larga. La fosa clitoridiana se halla a unos 2 cm craneales a la comisura ventral. Por encina de ella el glande del clítoris forma una proyección puntiaguda, a partir de la cual un pliegue mucoso se extiende lateral y caudalmente a ambos lados. Existe una depresión central profunda casi entre la fosa clitoridiana y el orificio uretral externo.

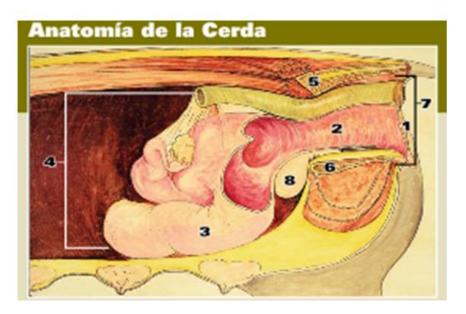
Este último está limitado por un pliegue grueso que se extiende caudalmente a una distancia variable. Lateral a este pliegue tenemos una depresión en la que se abren los conductos de las glándulas vestibulares o "Glándulas de Bartolini" (Sisson, 1990).

### 2.4.9. Sistema mamario

Se extiende en dos líneas paralelas a la línea media del cuerpo, desde la región pectoral hasta la región inguinal. El número varía entre 8 y 18 glándulas mamarias, con una media de 10 a 14. No se debe admitir menos de 12. Cada glándula, tiene 2 conductos galactóforos en cada pezón. Figura 11. Galactopoyesis. En el parto la expulsión de la placenta elimina el efecto inhibitorio de la P<sub>4</sub> y hace que arranque la secreción láctea. Iniciada la lactación, dos mecanismos de control endocrinológico se ponen en marcha, uno para mantener la secreción y otro que gobierna la eyección.

Si la PRL (prolactina) es la hormona encargada de iniciar la secreción láctea, del mantenimiento se hace cargo principalmente la STH, sin olvidar que las demás hormonas implicadas en el metabolismo general del organismo (TSH y ACTH) también intervienen. A grandes rasgos, la STH coordina los cambios metabólicos necesarios, para asegurar la llegada a la glándula mamaria de los nutrientes exigidos para la síntesis de la leche.

Figura 12. Anatomía para familiarizarle y observar la situación de las partes internas de la cerda y sus obstáculos. (Sponsored by Pfizer Animal Health).



Photos and diagrams provided by Purdue University Medical Illustration Department. Text provided by Purdue University College of veterinary Medicine staff; compiled and edited by Dale Miller, National Hog Farmer.

- 1- **Vulva:** la apertura del canal del parto.
- 2- **Vagina:** El área que empieza dentro de la vulva y termina en el cérvix. En una cerda dilatada y lista para parir, la vagina, el cérvix, y el útero se combinan.
- 3- **Útero:** EL diagrama muestra una versión corta del útero, que normalmente mide de 5 a 6 pies. El útero se divide en dos partes, cada uno es ocupado por un cerdo listo para ser parido.
- 4- **Cavidad abdominal:** Además de los órganos reproductores, esta área contiene al intestino delgado y el colon. El colon se encuentra encima del canal del parto y se extiende hasta el recto.
- 5- Sacro: El final de la columna vertebral. Se conecta a la parte inferior de la pelvis.
- 6- **Pelvis:** Ésta y el resto de los huesos pélvicos forman la parte ósea del canal del parto. El borde pélvico es la porción delantera del hueso pélvico.
- 7- **Espacio pelviano (cavidad pélvica):** El área ocupada por el recto, vagina y una porción de la vejiga. Se extiende hacia adelante hasta el borde pélvico.
- 8- **Vejiga:** Se extiende sobre el borde pélvico, por debajo de la vagina.

## 2.5. Evaluación de la hembra porcina

La evaluación de la hembra porcina se basa en la productividad anual.

La forma de evaluar una cerda es por el número de lechones destetados por cerda y por año, lo cual se da por tres parámetros fundamentalmente que son:

# 2.5.1. La camada y su tamaño

Esto, depende del número de óvulos liberados, del número de óvulos fertilizados, de la cantidad de embriones que sobreviven y por último de los lechones nacidos. Esto tiene un gran componente genético y otro gran componente de manejo.

## 2.5.2. La mortalidad del nacimiento al destete

Que tiene un gran componente de manejo, (salvo casos puntuales de problemas sanitarios) en lo que hace a instalaciones y alimentación principalmente.

# 2.5.3. Intervalo entre partos

En el cual podemos intervenir manejando el tiempo de duración de la lactancia. Se puede destetar a la 8<sup>va</sup> semana a la 6<sup>ta</sup>, 5<sup>ta</sup>, 4<sup>ta</sup> e incluso 3<sup>ra</sup>. (La duración de la gestación, es un período imposible de modificar, siendo término medio de 114-115 ó 117 días).

### 2.5.4. Intervalo destete-servicio fecundante

(Destete-preñez) También gran parte depende del manejo. El manejo de estos componentes es lo que puede hacer que la cerda produzca más lechones por año. Para mejorar el rendimiento reproductivo de la cerda es clave establecer un estricto control sobre el intervalo destete-celo (**IDC**; Patterson et al., 2010b), control que posibilite la inseminación del número semanal necesario de cerdas destetadas. Un aumento de dicho intervalo no solo conlleva una mayor acumulación de días no productivos, sino también un adelanto del momento de la ovulación que, en ausencia de un protocolo de inducción y sincronización del celo y de la ovulación al destete, puede revertir en un descenso de la fertilidad en la cerda (Kirkwood, 2008). Comparada con la cerda multípara, la hembra primípara tiende a presentar **IDCS** más largos y variables, probablemente debido a una menor ingesta nutritiva y a una mayor pérdida proteica durante la lactación, situaciones ambas que van a empeorar su estado metabólico neto y su condición corporal en el momento del destete (Clowes et al., 2003). El número de lechones destetados con un peso y crecimiento aceptables se encuentra limitado por la producción láctea de la cerda en lactación. La cerda alcanza el pico de lactación hacia el día 15 posterior a su inicio, momento a partir del cual disminuye la demanda metabólica de la lactación hasta alcanzar el final de la misma (Toner et al., 1996; Hansen et al., 2012). Por lo tanto, es posible que un aumento del periodo de lactancia, manteniendo una ingesta adecuada, mejore el estado metabólico y corporal de la hembra primípara al destete, con la consiguiente mejora de su función ovárica y posterior fertilidad. En este sentido, la existencia de cerdas nodrizas, con una lactación prolongada, supone un gran atractivo para la cría del exceso de lechones, presentes en camadas muy numerosas, hasta alcanzar un peso aceptable al destete.

Una cerda en crianza intensiva, donde hay que darle todo el alimento que necesita, (que no tiene acceso a pastura) consume entre 1.200 a 1.400 kg de alimento por año. Si el animal cría 10 lechones/año y consume 1.200 kg de alimento; para cada lechón son 120 kg de alimento. Si produce 20 lechones son 60 kg por lechón ya que los 1.200 kg de alimento se los consume igualmente en ambos casos. Es decir que el costo fijo es grande. (De allí la importancia de la alimentación de la hembra).

# 2.6. Hormonas hipotalámicas, hipofisarias y esteroideas foliculares en la cerda nulípara

# 2.6.1. Perfil hormonal antes de la pubertad

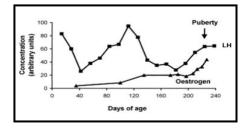
En la cerda nulípara, la LH es una hormona clave en el control del desarrollo ovárico y folicular, e influye en la edad de aparición de la pubertad (Evans & O'Doherty, 2001). Al nacimiento, la concentración plasmática de LH comienza a disminuir hasta alcanzar niveles basales en torno al primer mes de vida. Posteriormente, se produce un continuo incremento de su concentración en sangre hasta, aproximadamente, los 4 meses de edad debido al inicio de la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-ovárico. Este inicio de la actividad fisiológica hipotálamo-hipofisaria es el reflejo del grado de madurez alcanzado en la cerda nulípara e, inicialmente, se traduce en un aumento de la secreción tónica de GnRH por parte del centro tónico hipotalámico que, en la hipófisis, estimula un aumento progresivo de la secreción de LH. Alrededor de los 100 días de edad, y debido al establecimiento del sistema de retroalimentación negativa que ejercen los estrógenos ováricos sobre la unidad hipotálamo-hipofisaria (Christenson et al., 1985), se observa un nuevo descenso en el nivel plasmático de LH hasta niveles basales. Dicha concentración plasmática basal de LH se va a prolongar hasta, aproximadamente, los 180 días de edad (Colenbrander et al., 1977; Pelletier et al., 1981; Diekman et al., 1983; Camous et al., 1985; figura 13). A partir de dicha edad y hasta la aparición de la pubertad, la concentración plasmática de LH aumenta progresivamente debido a un incremento en su frecuencia pulsátil de secreción (Pelletier et al., 1981; Prunier et al., 1993a), incremento asociado con el desarrollo y la maduración final de los folículos (Beltranena et al., 1993) y su mayor síntesis y secreción de estrógenos.

La concentración plasmática de FSH se mantiene en niveles elevados desde el nacimiento de la nulípara y hasta los 70-125 días de edad. El posterior descenso continuo de su concentración plasmática hasta alcanzar su nivel basal, observado en el momento previo al inicio de la pubertad (Diekman *et al.*, 1983; Camous *et al.*, 1985; Prunier *et al.*, 1993a), se debe a la retroalimentación negativa que el estradiol ejerce sobre la unidad hipotálamo-hipofisaria (Prunier & Louveau, 1997).

La concentración plasmática de estradiol se encuentra en niveles basales durante la mayor parte del período previo al establecimiento de la pubertad (Esbenshade *et al.*, 1982). A pesar de ello, se trata de un nivel suficiente como para inhibir la liberación de

GnRH, LH y FSH a nivel hipotálamo-hipofisario debido a la gran sensibilidad que presenta dicha unidad en este momento de su desarrollo, a la presencia de mínimas cantidades de estradiol en sangre, permitiendo únicamente secreciones tónicas de dichas hormonas (Lutz et al., 1984; Camous et al., 1985). El nivel de estradiol en sangre va a experimentar un incremento, en los días previos al inicio de la pubertad, hasta alcanzar su máxima concentración plasmática durante el proceso del primer ciclo estral, de 1 a 3 días antes del inicio de la pubertad (Sacristán et al., 1996). Este incremento se debe al desarrollo y maduración final de los folículos preovulatorios, que provoca un aumento de la síntesis y secreción folicular de estradiol, el cual va a estimular positivamente a la unidad hipotálamo-hipofisaria debido a un descenso en su sensibilidad al estradiol. Este hecho induce la liberación de un pico preovulatorio de GnRH por parte del centro pulsátil hipotalámico que, a nivel hipofisario, provoca la liberación de la ola preovulatoria de LH, que estimula la primera ovulación. En torno al primer día después de alcanzarse la pubertad, dichos niveles estrogénicos regresan a valores basales. La concentración plasmática de progesterona sólo aumenta una vez alcanzada la pubertad y tras la formación de los primeros cuerpos lúteos (Esbenshade et al., 1982; Prunier et al., 1993b).

Figura 13. Cambios en las concentraciones plasmáticas medias de los estrógenos y la LH durante la maduración sexual de la nulípara. (Evans & O´Doherty, 2001).



## 2.7. Pubertad

Podemos definir la pubertad como la frontera entre la inmadurez y la madurez sexual, coincidiendo en la cerda con la aparición del primer celo (Quiles & Hevia, 2003). Es uno los períodos críticos en la vida de la cerda reproductora desde el punto de vista del control reproductivo, ya que es la edad en la que se lleva a cabo la 1ª inseminación y es uno de los factores que más influyen sobre la producción final de la cerda, junto con: la prolificidad, la duración de la lactación, el intervalo destete-cubrición fértil, y el período entre el final de la vida reproductiva y el sacrificio.

Anderson, (1993) expone que en ocasiones la pubertad se define como la fase que une la inmadurez con la madurez; por otro lado Ziecick, (1996) plantea que la misma se reconoce por la aparición de los primeros signos del estro, crecimiento de los folículos ováricos, posterior duración y la liberación de un óvulo apto para ser fecundado.

Ruiz & Sreaus (1998) definen esta etapa como un proceso gradual, que aparece en una etapa del desarrollo somático, que permite el inicio de la actividad de reproductiva, siendo críticos del incremento marcado en la frecuencia de pulsos de secreción de

gonadotropinas, especialmente LH, desarrollo de los genitales y de los caracteres sexuales secundarios.

En condiciones adecuadas de explotación, la pubertad se presenta de acuerdo con la especie, siendo en el cerdo de 6 a 7 meses (Einarson *et al.*, 1988).

Nosotros lo definimos como: Es el momento en el cual aparecen los primeros ciclos estrales. Cuando la hembra inicia su actividad reproductiva.

# 2.7.1. Manifestación de la pubertad

El primer estro generalmente ocurre entre los 5 y 8 meses de edad y está influenciado por muchos factores externos e internos (Legault & Dagorn, 1993). Se presentan una gran cantidad de cambios maduracionales, que se manifiestan gradualmente en el cerebro, ovarios y tracto reproductivo, los cuales preceden la manifestación de la pubertad. Estas modificaciones comienzan en la mitad de la gestación a medida que los embriones crecen y se desarrollan en el útero de la madre prolongándose hasta después del nacimiento, a través de la fase de crecimiento. Todos estos cambios convergen en el momento en que se presenta la pubertad, culminando en la ráfaga de la actividad hormonal. Gran parte de esta actividad ocurre en los días que preceden al celo pubertal. Es importante comprender los cambios fisiológicos y endocrinos que ocurren en la cerda durante el proceso de maduración sexual. Muchas prácticas de reproducción y actividades de manejo pueden directa e indirectamente influir en los procesos fisiológicos.

Zciecik (1996) expresa que la pubertad, en las cerdas, se manifiesta en edades comprendidas entre 200 a 210 días; al contrario del cerdo salvaje, que alcanza la misma, tardíamente, como una edad aproximada a ocho meses; en general la edad de la pubertad para todo tipode cerdo debe oscilar entre 102 y 350 días.

La síntesis y secreción de las gonadotropinas hipofisarias FSH y LH está regulada por medio de la hormona liberadora de gonadotropinas o GnRH, cuya síntesis y secreción tiene lugar en las células neurosecretoras del hipotálamo, ubicadas en sus centros tónico y pulsátil. Los axones de las células neurosecretoras de ambos centros hipotalámicos se extienden a través del tallo hipofisario donde, junto con una red de capilares fenestrados, conforman un sistema de circulación que recibe el nombre de sistema portal hipotálamo-hipofisiario (Galina & Valencia, 2008). Este sistema de circulación portal, permite a la GnRH actuar inmediata y directamente sobre las células hipofisarias que sintetizan y secretan FSH y LH.

En algunas especies como la rata o el primate, la primera ola preovulatoria de LH y el inicio de la pubertad, parecen tener lugar como resultado de la estimulación positiva del hipotálamo vía activación de un componente de acción central, como son las neuronas GnRH (Ojeda, 1991). Estas neuronas están consideradas como las mejores candidatas para transmitir la información metabólica a los distintos elementos del eje hipotálamo-hipófisis ovárico. Cambios o alteraciones en las reservas energéticas

producen fluctuaciones a corto y largo plazo tanto de las señales hormonales (leptina, insulina, IGF-I, grelina) como de las nutricionales (glucosa, lípidos), que retroalimentan principalmente al sistema nervioso central para regular el metabolismo y la fertilidad. Se ha observado cómo situaciones de estrés metabólico (p.e., una desnutrición crónica) alteran la síntesis de mRNA que codifica para la hormona GnRH y sus patrones de secreción (Roa, 2013).

# 2.7.2. Perfil hormonal y dinámica folicular después de la pubertad

En la cerda nulípara cíclica, las secreciones basal y preovulatoria de GnRH liberadas por los centros hipotalámicos tónico y pulsátil, respectivamente, se encuentran reguladas por los niveles plasmáticos de progesterona y estradiol a lo largo del ciclo estral (Sacristán et al., 1996). Durante la fase luteal del mismo, dominada por altos niveles de progesterona en sangre y su efecto inhibitorio sobre ambos centros hipotalámicos, la secreción basal de GnRH acontece cada 4-8 h (Senger, 2003). En esta fase del ciclo estral, el nivel y la frecuencia de secreción de GnRH son insuficientes para estimular la liberación hipofisaria, de la cantidad necesaria de LH, que estimule el desarrollo folicular final, estadío necesario para liberar cantidades preovulatorias de estrógenos foliculares a la sangre. En consecuencia, no es posible la ovulación durante la fase luteal del ciclo estral. Por el contrario, el descenso a niveles basales de la concentración plasmática de progesterona en la fase folicular temprana, desapareciendo su efecto inhibitorio sobre el hipotálamo, permite un aumento de la frecuencia de liberación de GnRH por parte del centro tónico hipotalámico (1.5-2 h). La acción de la GnRH a nivel hipofisario incrementa la frecuencia de secreción episódica de FSH y LH y, en consecuencia, aumenta la secreción estrogénica de los folículos debido a un mayor desarrollo folicular. Durante la fase folicular tardía, y con una concentración plasmática de estradiol suficiente como para estimular al centro pulsátil hipotalámico, tiene lugar el pico preovulatorio de GnRH, conducente a la liberación de la ola preovulatoria de LH y la posterior ovulación.

Durante las primeras 50-60 h después del aumento preovulatorio de estradiol en sangre, éste inhibe o reduce en gran medida la liberación de GnRH, para a continuación, provocar su liberación masiva que estimula la ola preovulatoria de LH. Tras dicha ola preovulatoria, que acontece de 8 a 15 h después del pico estrogénico previo al inicio del celo, el nivel plasmático de LH alcanza una concentración de 4-6 µg/ml (Sacristán *et al.*, 1996; Noakes *et al.*, 2009), proporcional a la cantidad de GnRH previamente secretada, y supone el máximo nivel en sangre de LH durante el ciclo estral. Durante el resto del ciclo estral, los valores plasmáticos de LH permanecen en niveles basales.

La concentración plasmática de progesterona se sitúa en niveles basales (< 1 μg/ml) en el día 0 del ciclo estral, coincidiendo con la ola preovulatoria de LH dentro del periodo de celo. Entre los días 3 y 4 del ciclo y debido a la formación de los cuerpos lúteos, su concentración plasmática experimenta un aumento brusco; hasta alcanzar su valor máximo (30-35 μg/ml) entre los días 8 y 12 del ciclo estral (Sacristán *et al.*, 1996). Siempre y cuando no se mantenga la gestación, y debido a la acción de la

Prostaglandina  $F2\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), tendrá lugar la luteolisis o regresión de los cuerpos lúteos, entre los días 12 a 18 del ciclo.

La luteolisis provoca una disminución del nivel plasmático de progesterona de forma precipitada, para permanecer en niveles basales durante el resto de la fase folicular. La concentración plasmática de PGF2α aumenta desde el inicio del ciclo estral, alcanzando valores máximos entre los días 12 a 16 del mismo, para después regresar a niveles basales una vez concluida la luteolisis. En la fase folicular del ciclo estral, el nivel de estrógenos en sangre se eleva hasta alcanzar valores máximos de entre 10-30 y hasta 60-90 µg/ml (Sacristán et al., 1996), entre las 48 y 24 h anteriores al inicio del periodo de celo. Dicho aumento del nivel estrogénico en sangre coincide con el crecimiento y la maduración final de los folículos preovulatorios. Los folículos ováricos secretan estradiol durante todo el ciclo estral, pero durante la fase luteal, su nivel plasmático desciende hasta cotas basales, debido al efecto de retroalimentación negativa que la progesterona ejerce sobre el hipotálamo. La progesterona, durante la fase luteal, limita la liberación hipofisaria de LH y, por ende, queda limitado tanto el crecimiento final de los folículos como su secreción estrogénica. Concluida la luteolisis, y tras la selección folicular de los futuros folículos ovulatorios, el nivel de estradiol en sangre periférica experimenta un aumento progresivo, hasta desencadenar la liberación de las olas preovulatorias de GnRH y LH, teniendo lugar la subsiguiente ovulación.

En la cerda, los cambios en la concentración de esteroides en el líquido folicular indican dos olas de crecimiento folicular; la primera, asociada al reclutamiento folicular cíclico, y una segunda, debido a la selección folicular y al desarrollo final de los folículos dominantes (Guthrie & Cooper, 1996). Sin embargo, estas olas no se desarrollan en la misma medida que en el ganado vacuno debido a la supresión de la secreción hipofisaria de LH por parte de la progesterona. En el folículo ovárico de la cerda, el receptor de LH aparece en las células de la granulosa en una etapa relativamente inmadura del desarrollo folicular (≈ 4 mm de diámetro; Liu et al., 1998; 2000), mientras que, en la vaca, dichos receptores no aparecen en las células de la granulosa hasta que los folículos alcanzan un diámetro de 9 a 10 mm (Xu et al., 1995; Lucy, 2007). Esta situación explica porque en la vaca se suceden varias ondas de crecimiento folicular a lo largo de la fase luteal del ciclo estral, con la aparición de folículos dominantes en todas ellas, mientras que los folículos en la cerda no crecen más allá de los 4 mm en presencia de altos niveles de progesterona en sangre (Driancourt, 2001). La primera ola de crecimiento folicular acontece entre los días 2 y 8 del ciclo estral y tiene que ver con el reclutamiento cíclico de una parte de la población folicular, gracias al aumento del nivel plasmático de FSH entre los días 2 y 3 del ciclo. En dicha ola folicular, y entre los días 5 y 7 del ciclo estral, también se observa una cierta incidencia de atresia folicular dentro de las poblaciones foliculares, previamente reclutadas, de pequeño (1-2 mm) y mediano (3-4 mm) de diámetro.

La segunda ola de crecimiento folicular, entre los días 15 y 21 del ciclo estral, consiste en la selección y el crecimiento final de los futuros folículos ovulatorios, gracias a un aumento de la esteroidogénesis folicular. Este aumento de la

esteroidogénesis, está asociado a la aparición de receptores de LH en las células de la granulosa de los folículos dominantes, momento en el que el crecimiento folicular final cambia su dependencia de la FSH a la LH. Del mismo modo, en esta segunda ola de crecimiento folicular también se detecta la atresia del resto de los folículos no seleccionados para terminar su desarrollo y crecimiento durante la fase folicular del ciclo. Esta atresia se debe a un descenso de la concentración plasmática de FSH hasta su nivel basal, consecuencia de la retroalimentación negativa ejercida por el estradiol y la inhibina secretados por los folículos seleccionados para iniciar su desarrollo y crecimiento final (Guthrie *et al.*, 1995). Esta secreción hipofisaria periovulatoria de FSH permite llevar a cabo un nuevo reclutamiento cíclico folicular, reponiéndose las poblaciones de folículos pequeños y medianos (Guthrie *et al.*, 1995; Guthrie, 2005).

# 2.7.3. Factores que influyen en su presentación.

Factores externos e internos que pueden estimular e inhibir la llegada de la pubertad. Entre los factores que influyen se encuentran la raza, genotipo de la cerda, ambiente social y el clima (Wiggins *et al.*, 1960; Homsworth *et al.*, 1982). En la edad, peso vivo e índice de crecimiento, hay una estrecha relación. Un mínimo de edad y peso vivo son necesarios para que la nulípara pueda iniciar su periodo púber.

## 2.7.3.1. Mecanismo hormonal de la ovulación en la cerda

Para que estas hormonas puedan liberarse y "actuar", es imprescindible que la cerda reciba una serie de "estímulos". Llegando a este punto es muy importante saber diferenciar claramente dos conceptos: (Buxadé, 2007)

- a) La estimulación del celo.
- b) La detección del celo.

Estimular, supone poner en marcha en la reproductora, aquellos mecanismos que provocan que ésta salga en celo. La respuesta a la estimulación dependerá de la propia cerda (de su nivel de sensibilidad a los estímulos).

Detectar, es la capacidad de "ver realmente", si la cerda está o no en celo. La de detección depende en última estancia, del "ojo humano", y de su capacidad de "entender y valorar" correctamente la situación real de la cerda, (con esta finalidad se utilizan unas técnicas que ayudan a lograr esta detección, como por ejemplo, la actuación del macho recela. Figura16.

El contacto de la cerda nulípara con un verraco adelanta la aparición de la pubertad. La vista, sonidos y olores del macho, y por supuesto, el contacto físico; ayudan a llegar a las hembras inmaduras a la pubertad entre 10 y 20 días antes. Y a las adultas las estimula, Tabla 1. Las señales sensoriales (oído, vista, olfato y tacto) desencadenados por el macho, no son capaces de actuar aisladamente, sino que necesitan de la complementariedad entre ellas.

Tabla 1. Estímulos producidos por el verraco. (Du Mesnil Du Buisson, 1961).

Estímulos generados por el verraco	% De cerdas que muestran reflejos de aceptación
Ninguno	48
Olor y sonido	90
Olor, sonido y vista	97
Olor, sonido, vista y contacto	100

A medida que los días se hacen más largos se acorta la edad de la pubertad. De tal manera que las hembras nacidas en primavera manifiestan la pubertad más tempranamente que las nacidas en otras estaciones. Esta relación parece estar influida por la glándula pineal, a través de la mayor o menor síntesis de melatonina (Otlen *et al.*, 1999).

## 2.7.3.2. La temperatura ambiente

El aumento de la temperatura retarda la aparición de la madurez sexual. Este retraso está ligado a una velocidad de crecimiento y limitada por el nivel de ingestión. La mayoría de los autores coinciden en que la pubertad se retrasa en verano.

En Cuba este es uno de los efectos más importantes donde las hembras nacidas en primavera manifiestan la pubertad más tempranamente (Arias *et al.*, 1999). Mientras unos autores sugieren que las cerdas nacidas en otoño e invierno alcanzan antes la pubertad con respecto a las nacidas en primavera o verano (Mavrogenis & Robison, 1976), otros indican lo contrario (Scanlon & Krishnamurthy, 1974), o no observan diferencias estacionales al respecto (Christenson & Ford, 1979). El foto-periodo a si como la nutrición, lo detallaremos más adelante, son unos de los factores determinantes en la presentación de la pubertad.

## 2.7.3.2.1 Calidad del aire

La calidad del aire es otro de los factores ambientales que influyen sobre la edad de aparición de la pubertad en la nulípara, habiéndose demostrado cómo una pobre calidad del mismo es capaz de retrasar dicha edad. Experimentos de Malayer *et al.* (1987), y de Zimmerman *et al.* (1988), ya asociaron la exposición a concentraciones de gas amonio en el aire iguales o superiores a 20 ppm, entre las semanas 10<sup>a</sup> y 40<sup>a</sup> de edad, con una menor proporción de nulíparas alcanzando la pubertad en torno a la semana 26<sup>a</sup> de edad. Dichos autores sugieren controlar el nivel de dicho gas en el aire por debajo de las 5-10 ppm, durante el periodo prepúber, para evitar un retraso en el inicio de la pubertad. Los mecanismos por los cuales una pobre calidad del aire retrasa el inicio de la pubertad en la nulípara, se han asociado a la presencia de gases olorosos en el ambiente, del tipo gas amonio, y su capacidad para disminuir la habilidad de la nulípara a la hora de percibir las señales olfativas procedentes del verraco (Curtis, 1972).

## 2.7.3.3. El ritmo de crecimiento

La aparición de la madurez sexual está estrechamente conectada con el punto de inflexión de la curva de crecimiento, por lo que el peso y no la edad en la que ocurre esta inflexión, puede ser alterada por el estado de nutrición y composición de la dieta. La mayoría de los autores coinciden en que una subalimetación severa durante la fase prepuberal se traduce en un retraso de la pubertad, la gordura excesiva retrasa la pubertad. Por lo general deben pesar alrededor de 80 kg mientras que una alimentación correcta y equilibrada da lugar a un crecimiento óptimo favoreciendo la aparición de la pubertad. Sin embargo tampoco, conviene adelantar en exceso la edad del primer celo en ritmos de crecimiento muy elevados, por lo que en el manejo de las cerdas nulíparas se recomiendan ritmos de crecimientos entre 550 y 600 g/día (Ruiz & Sreaus, 1988).

# 2.7.3.4. Manejo

### 2.7.3.4.1. Estrés

Otro factor que se puede usar como desencadenante de la pubertad, es sometiendo a las cachorras a un cambio brusco. Ya sea cambiarlas de un lugar a otro en el criadero, transportarlas, mezclar distintos grupos de hembras o poniéndolas en contacto con verracos. Pueden tanto estimular como inhibir el inicio de la pubertad en la nulípara, siendo esta respuesta dependiente del tipo y nivel de "estrés" aplicado (Sacristán et al., 1996). Se obtiene respuesta a los 10 días de iniciado el tratamiento debido al estrés causado por el mismo. El porcentaje de aparición de la pubertad aumenta hasta un 87% cuando se usan métodos combinados, el "estrés" más "efecto macho", por ejemplo. Es común que cachorras de compra, a los 7 u 8 días después de llegadas al criadero se alcen por causa del estrés producido por el transporte. Se produce un cambio hormonal, aumenta la secreción de adrenalina y corticoides, que actúan como el "efecto macho". Según la intensidad de la crianza: el primer ciclo ovulatorio se presenta entre el quinto y sexto mes de vida. El peso puede variar entre 75 a 110 kg. No es conveniente usar las cerdas para la reproducción desde la presentación del primer celo, pudiendo afectar el desarrollo corporal y la posterior fertilidad. Para ser servidas por primera vez deben tener alrededor de 110 kg y presentar su tercer ciclo ovulatorio, debido a que según estudios realizados, en el segundo celo el número de óvulos liberados es mayor que en el primero, y en el tercero un poco mayor todavía. Luego se estabiliza hasta el quinto ó séptimo parto donde comienza a disminuir. Entonces si damos servicio entre el segundo y tercer ciclo, aprovechamos la mayor fertilidad de la hembra y el mayor número de óvulos liberados. Para nuestro medio estaría apta para el servicio entre los 7 y 8 meses de edad. El manejo es diferente de los animales para mercado que el de la cachorra de reemplazo; éstas deben ser seleccionadas a más tardar a los 90 kg. Si se utilizan para la reproducción las hembras a muy temprana edad, se disminuye su vida útil.

Pearce & Hughes (1987) sugirieron al cortisol, como el mediador fisiológico entre la situación de estrés y la aparición o no de la pubertad. Un aumento moderado de la concentración circulante de cortisol en la nulípara puede estimular el inicio de la pubertad (Kingsbury & Rawlings, 1993; Turner *et al.*, 1998), en asociación con el

descenso de la sensibilidad a los estrógenos por parte del centro tónico hipotalámico, aumentando la liberación hipofisaria de LH (Pearce *et al.*, 1988). Sin embargo, una masiva liberación de cortico esteroides a la circulación sanguínea, ante una situación de estrés excesivo, puede bloquear la actividad ovárica a través de una disminución de la capacidad de respuesta de la hipófisis al GnRH hipotalámica (Galina & Valencia, 2008).

El efecto hembra-hembra se trata de uno de los factores de estrés más comunes en una explotación porcina. Este efecto, en relación con la densidad de población por metro cuadrado y el grado de hacinamiento, supone un estímulo para el inicio de una pubertad precoz (Mavrogenis & Robison, 1976). Dicho estímulo viene dado por la propia presencia de otras cerdas en su entorno más cercano y se ve potenciado ante la existencia de hembras cíclicas o en celo en el grupo. La superpoblación (< 1 m² por nulípara) disminuye el estímulo cuando hay subpoblación de cerdas por metro cuadrado.

# 2.7.3.4.2. Exposición al verraco: "efecto macho"

La exposición de las nulíparas al verraco por contacto físico directo es la práctica más común para la estimulación precoz de su pubertad; si bien, para el mantenimiento de la actividad ovárica cíclica en la nulípara y para la detección del celo posdestete en primíparas y multíparas es suficiente con la exposición al verraco a través de una valla de separación.

Señales tanto visuales, táctiles (contacto físico directo macho-hembra) como auditivas (gruñidos del verraco) se encuentran en relación con la estimulación de la pubertad en la nulípara, pero es la estimulación olfativa por parte de las feromonas del verraco la que juega un papel fundamental en dicho proceso (Hughes *et al.*, 1990; Pearce & Paterson, 1992). En 1963, Wilson & Bossert clasificaron las feromonas del macho en dos grupos, las feromonas comunicadoras o desencadenantes, con una reducida vida media pero de efecto inmediato, que producen una respuesta en el comportamiento de la hembra; y las feromonas cebadoras, con una mayor vida media y un efecto más lento, que producen un cambio fisiológico en la actividad reproductora de la misma. Kirkwood & Hughes (1980) determinaron que las feromonas cebadoras del verraco, que estimulan la pubertad en la nulípara, se encuentran en su saliva. Estas feromonas, producidas por la glándula salival submaxilar, son el 3α-androstenol, como componente activo principal y mayoritario, la androstona y la 5α-androstenona.

Para garantizar la eficacia de la exposición al verraco es importante tener en cuenta ciertos aspectos, como la edad de la nulípara y del verraco al inicio de la exposición o la duración y el lugar de exposición al verraco, entre otros (Kirkwood & Thacker 1992; Hughes, 1997).

Igual de importante resulta el aislamiento completo de las nulíparas respecto de los verracos durante su desarrollo previo al inicio de la exposición, con el fin de eliminar cualquier estímulo visual, táctil, olfativo y/o acústico proveniente del verraco, obteniendo una mejor estimulación al iniciarse la exposición. En cuanto al verraco, y

debido a que la glándula salival submaxilar no se desarrolla completamente hasta que el animal alcanza los 9 o 10 meses de edad, no se recomienda el uso de verracos de menor edad para estimular la pubertad en nulíparas, recambiando al macho por otros con mayor líbido si las hembras no responden al estímulo de su presencia (Hughes, 1994).

La duración del contacto físico directo entre la nulípara y el verraco no debe ser inferior a los 15-30 minutos diarios, realizándose, al menos, dos exposiciones al día (Hughes *et al.*, 1997) en un espacio lo suficientemente amplio (> 1.5 m² por nulípara) que permita una exposición lo más eficaz posible y por igual para todas las nulíparas del corral (Caton *et al.*, 1986; Hughes *et al.*, 1990). La recomendación es introducir a las nulíparas en el corral de los verracos y no al revés. En caso contrario, la introducción y retirada del verraco del corral de las hembras es más efectivo que el mantenimiento de una constante exposición al verraco a través de una valla de separación (Caton *et al.*, 1986), evitando que las nulíparas se acostumbren a los estímulos del macho y, de éste modo, eliminar futuros problemas en la detección de celos.

# 2.7.3.4.2.1. La importancia del verraco

(Buxadé, 2008). Indiscutiblemente el macho reproductor, el verraco, es un componente esencial en los modernos sistemas de producción porcina. Su importancia no solo está basada en el papel que desempeña como "Proveedor de esperma" en la consecución de su descendencia, ya sea mediante inseminación artificial o monta natural; su protagonismo también radica en su papel como estimulante de:

- a) La salida en celo de las hembras.
- b) La aparición de binomio pubertad-celo en las nulíparas.
- c) La salida-detección del celo de nulíparas.
- d) Una inseminación exitosa.
- e) En todos estos aspectos contribuye positivamente el verraco porque ayuda a desencadenar en la cerda productora (la otra cara de esta moneda) la estimulación de una serie de procesos fisiológicos, que son claves en los objetivos de mejorar, los procesos productivos.

La correcta evaluación del papel del verraco en los modernos sistemas de producción porcina es muy importante. La razón es evidente: actualmente en la Unión Europea (U.E.-27) y muy especialmente en España, los sistemas de explotación son muy dependientes de la inseminación artificial (IA). El verraco y la IA tienen un destacado protagonismo en:

- a) Lograr maximizar el porcentaje de parto y de lechones nacidos.
- b) En el manejo de las cerdas nulíparas (activación-aparición de la pubertadinseminación).

- c) La mejora de la eficiencia reproductiva a través de la reducción de los días no productivos (salida en celo de las destetadas, detección de repeticiones).
- d) La mejora del nivel genético de la explotación.

El verraco evidentemente tiene un impacto productivo mayor que las reproductoras, puesto que por cada verraco, en caso de aplicarse la monta natural, se calcula que cubre regularmente de media, entre 20-22 cerdas productivas. Con el uso de la inseminación artificial la importancia del verraco todavía es mayor, ya que el número medio de cerdas atendidas realmente por verraco es superior (100-300), como se puede constatar en la Tabla. 2.

Tabla 2. Evaluación de la importancia del verraco en el ámbito productivo. (Marco & Coll).

	Cerda	Verraco	
		Monta Natural	I A
Cubriciones /año	de 2 a 4	40-100	300-900
Partos /año	de 2,1 a 2,5	32-80	240-720
Lechones al termino/año	de 23 a 27	320-800	2.400-7.200

Cuando una cerda consigue producir anualmente unos 25-26 lechones económicamente viables, se considera que su productividad es realmente buena, mientras que por desgracia, nos olvidamos con frecuencia del hecho de que un verraco es copartícipe de la producción de, como mínimo, 320 lechones al año (casi 13 veces más, Tabla 2).

# 2.7.3.5. Factores genéticos

Existen diferencias entre distintas razas con respecto a la edad de la aparición de la pubertad, así como entre animales híbridos y animales de razas puras, en el sentido que los primeros maduran antes que los segundos (Solar & Dora, 1998). El genotipo ejerce una incuestionable influencia sobre la edad de aparición de la pubertad en la nulípara, aunque dicho efecto puede verse enmascarado por los factores medioambientales (Sacristán *et al.*, 1996). Se han detectado diferencias raciales significativas para la edad al inicio de la pubertad en la nulípara entre las distintas razas existentes, destacando a las razas Landrace, Large White y Hampshire con un primer estro antes que otras como

las razas Duroc y Yorkshire (Self *et al.*, 1955; Etienne & Legault, 1974; Christenson & Ford, 1979). Además, dentro de una misma raza puede darse cierta variabilidad en la edad a la pubertad entre sus distintas líneas genéticas y según el régimen de manejo llevado a cabo en el experimento (Tabla 3).

Tabla 3. Edad media (± desviación estándar) al inicio de la pubertad de diferentes razas porcinas (Evans & O'Doherty, 2001).

Raza	Edad media global (d)	Edad media ± DE (d)	Referencia bibliográfica
Duroc	235	195±17	Haines et al. (1959)
		$224 \pm 20$	Christenson & Ford, 1979
		$259 \pm 25$	Bryan & Hagen, 1991
		263	Goode et al. (1965)
Hampshire	207	207±28	Christenson & Ford, 1979
Large White	205	173±13	Gaughan <i>et al.</i> (1997)
		$200\pm20$	Allrich <i>et al.</i> (1985)
		206±21	<b>Sterning</b> <i>et al.</i> (1998)
		$208\pm20$	Rydhmer <i>et al.</i> (1994)
		211±21	Christenson & Ford, 1979
		211±20	Eliasson <i>et al.</i> (1991)
		215±49	Bidanel <i>et al</i> . (1996)
		215	Kerr & Cameron, 1997
Landrace	185	173±25	Christenson & Ford, 1979
		$185 \pm 20$	Allrich <i>et al.</i> (1985)
		198±35	Bidanel <i>et al.</i> (1996)
Meishan	97	81±9	Legault & Caritez, 1983
		94±15	Pickard & Ashworth, 1995
		115±20	Hunter et al. (1993)

Los efectos de la heterosis sobre el inicio de la pubertad han sido repetidamente demostrados, destacando cómo las razas porcinas híbridas producen nulíparas que alcanzan antes la pubertad, con respecto a las hembras de razas puras (Bidanel *et al.*, 1996), debido al efecto dominante heterocigótico para este carácter.

En condiciones adecuadas de explotación la pubertad se presenta de acuerdo con la especie, siendo en el cerdo de 6 a 7 meses (Einarson *et al.*, 1988).

### 2.7.3.6. **Nutrición**

En los alimentos inestables de animales en estado de crecimiento hay dos aspectos a tener en cuenta: La Alimentación Insuficiente y La Alimentación Excesiva.

Una alimentación excesiva provoca un engorde exagerado en los animales, creándose perturbaciones metabólicas que repercuten negativamente en la esfera sexual.

Las deficiencias nutricionales están ligadas a problemas de aporte proteico y energética disminuyen el peso corporal al inicio de la pubertad, retrasando el inicio de la misma y reduciendo los índices ovulatorios en el primer celo (Den Hartog & Van Kempen, 1980; Den Hartog & Noordewier, 1984; Le Cozler *et al.*, 1999a). Por el

contrario, restricciones moderadas (10-25% respecto a una alimentación ad libitum) en nulíparas durante el periodo prepúber (Van Lunen & Aherne, 1987; Dziuk, 1991; Prunier, 1991) han demostrado no afectar al desarrollo reproductivo inicial de la nulípara (Klindt *et al.*, 1999; Le Cozler *et al.*, 1999b), aunque sí disminuyen su índice de retención dentro del núcleo reproductivo de la granja. Carencias nutricionales y cambios en la condición corporal antes de la pubertad afectan de forma negativa a la secreción gonadotrópica hipofisaria, y en especial a la liberación de LH, provocando una reducción del tamaño folicular previo a la primera ovulación, disminuyendo la producción estrogénica folicular y limitando, por ende, la posterior liberación preovulatoria de LH.

Un aumento en la concentración plasmática circulante de insulina e IGF-I, gracias a un balance energético positivo, estimula la proliferación y esteroidogénesis de las células de la granulosa y de la teca interna, el reclutamiento folicular y, por tanto, el inicio de la pubertad en la nulípara (Galina & Valencia, 2008). La heterosis: (las cerdas cruzadas presentan el ciclo estral 4 semanas antes).

# 2.8. Fisiología del aparato reproductor de la cerda

### 2.8.1 Ciclo estral

Desde la pubertad, la cerda comienza a tener el ciclo estral de forma periódica cada 21 días a lo largo del año, excepto durante la gestación y lactación, o en casos patológicos de anestro. A partir del hipotálamo, se secreta la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) hacia la adenohipófisis, la cual secreta las gonadotropinas, hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) que van a actuar sobre el ovario. Aunque ambas gonadotropinas actúan de forma sinérgica, es la FSH la principal responsable del crecimiento folicular. Según se van desarrollando los folículos, va aumentando la cantidad de estrógenos secretados, siendo responsables de los síntomas de celo en la cerda:

Engloba los cambios morfológicos y fisiológicos en el aparato genital femenino inducidos por variaciones hormonales, que tienen por finalidad preparar las condiciones para que ocurra la monta, fertilización, nidación y desarrollo del feto.

Según (Pipaon 2000) define el ciclo estral, como el periodo comprendido entre el comienzo de un celo y el inicio del siguiente; es el tiempo transcurrido entre un celo y el otro. En él se engloban una serie de cambios morfológicos y etimológicos que se producen en el aparato genital femenino y que están inducidos por una serie de variaciones de la secreción hormonal.

La actividad sexual se mantiene durante todo el año siendo una especie Poliéstrica Anual continua. Los ciclos se interrumpen durante la gestación y la lactancia. Su duración es de 21 días  $\pm$  4 aproximadamente pudiéndose establecer variaciones que oscilan de 18 a 24 días, contando como día cero el primer día del celo, este ciclo puede

verse interrumpido, producto de la gestación y la lactancia, o por una disfunción hormonal.

De acuerdo a los cambios que tienen lugar tanto en sus manifestaciones internas como externas se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Holy, 1987; Albarran, 1990; Alonso, 1990; AG/AGA, 2005; Portal Agrario, 2005).

Tabla 4. Ciclo sexual (Los Autores).

Ciclo sexual y sus fases		
Etapa o fase	Duracion / dias	
Proestro	2-3	
Estro	2-3	
Diestro	7-8	
Metestro	6-8	

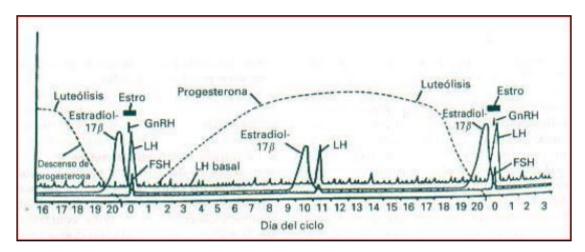
## 2.8.2. Fases del ciclo sexual

La combinación de eventos que comienzan en un celo y terminan en el celo subsiguiente se conoce como el ciclo estral, este ritmo funcional viene marcado en el sistema reproductor de numerosas especies. El ritmo o ciclo estral, se divide en varias fases más o menos bien marcadas. Figura 14.

Figura 14. **Esquema del ciclo extral de la cerda**. (Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos – FCV – UNNE.).



Figura 15. **Gráfico del ciclo extral de la cerda**. (Producción de Pequeños Rumiantes y Cerdos – FCV – UNNE.).



- Proestro
- Estro
- Metaestro
- Diestro.

## 2.8.2.1. Proestro

Durante el Proestro tiene lugar un importante proceso de crecimiento y maduración folicular, llegando al folículo terciario. La duración del proestro es aproximadamente de 2 a 3 días en las hembras jóvenes, pudiendo alargarse hasta 4.

En esta fase hay una marcada producción de estrógeno y un descenso marcado de progesterona. Figura 15. Exteriormente esta fase se caracteriza por:

- Intensa vascularización del aparato genital.
- Aumento de tamaño del endometrio y tejido muscular, facilitando el paso de los espermatozoides en el útero.
- Enrojecimiento por tumefacción de labios vulvares.
- Variación de comportamiento de la cerda que se vuelve inquieta, nerviosa deseosa de montar a otras cerdas y disminución en el consumo de alimento.

# 2.8.2.2. El estro

También conocido como celo o calor, es el periodo de receptividad sexual para el macho y se caracteriza por la producción de estrógeno.

Es la fase en la cual la hembra acepta al macho. Su duración en las adultas es de 2 a 3,5 días (de 48 a 72 h) y en las cachorras es más corto, de 1 a 2,5 días. (24 h).

De acuerdo con la presentación durante la vida de la cerda, el estro se clasifica en:

## 2.8.2.2.1. Puberal

Es el primer estro e indica el inicio de la pubertad.

# **2.8.2.2.2. Pospartum**

Se presenta de uno a tres días después del parto.

### 2.8.2.2.3. Posdestete

Ocurre de 2 a 7 días después del destete.

## 2.8.2.2.4. Recurrente

El que se presenta durante el periodo no lactante, hasta la concepción.

Durante esta fase las manifestaciones internas del aparato genital son muy importantes, hay un aumento del espesor de las mucosas del tracto y de las vías genitales acompañado de una abundante secreción de las mismas al exterior, así como un incremento de sus contracciones. Aquí la cerda se vuelve más tranquila, más dócil. Emite los gruñidos característicos (que el verraco asimila perfectamente) ante la presencia ruido u olor del verraco, salivación.

La manifestación más marcada del celo, es el llamado reflejo de inmovilidad, que constituye el requisito previo para el apareamiento (ante el verraco la hembra se torna inmóvil y sus orejas erectas); este efecto puede comprobarse también sin la presencia del macho haciendo presión sobre el lomo de las hembras. La duración del celo puede ser de 12 hasta 120 h (Chemineaun, 1995).

La ovulación, es espontánea y ocurre hacia el final del celo, aproximadamente a las 24-40 h, (siendo en las cochinatas entre las 24 a 36 h y en las puercas entre las 28 a 40 h). Así el momento idóneo para la cubrición es de 12 a 24 h desde que se detecta el reflejo de inmovilidad.

#### **2.8.2.3.** Metaestro

Es una fase luteal que se caracteriza por la producción de progesterona. Disminuye la hiperemia de las mucosas y la secreción de las glándulas en ellas, desapareciendo gradualmente hasta su totalidad, el reflejo de inmovilidad. En esta fase es imposible obtener fecundación. Esta etapa tiene una duración de aproximadamente 4-5 días.

Si hubo gestación, el cuerpo lúteo perdura mientras se desarrolla el embrión, impidiendo a través de la secreción de progesterona, la reiniciación de la fase folicular.

La progesterona tiene una serie de propiedades:

- Estimula la secreción de las glándulas uterinas.
- Prepara el endometrio para la implantación y nutrición del huevo.
- Disminuye el tono de las fibras musculares uterinas y reduce su sensibilidad a la oxitocina.
- Inhibe posteriores maduraciones foliculares.
- Activa la nutrición del embrión (Leche uterina).
- Estimula el desarrollo y maduración de la glándula mamaria.

### 2.8.2.4. El diestro

Es la etapa más larga de ciclo estral, los cuerpos lúteos alcanzan su máximo desarrollo y reciben un considerable aporte sanguíneo. Hacia el final del diestro ocurre la regresión del cuerpo lúteo. Esta es una etapa de aparente reposo sexual en la cual el aparato genital de la cerda se prepara para comenzar un nuevo ciclo, con una duración de 9 días.

En relación a las fases del ciclo, son diferentes los autores que han establecido la duración de los mismos, así Newa (1961) señala que el ciclo estral de las cerdas consta de 4 fases: 2,7 días el proestro, 2,4 días el estro, post-estro 1,8 días y 14 días para el diestro. Rowson (1962) difiere con respecto a la duración del diestro reportando una cifra de 19 días.

En estudios realizados en cochinatas y cerdas adultas, Rowson (1962) observó que el celo en las cochinatas tiene una menor duración que en las cerdas adultas, la media de la duración del celo en las cochinatas fue de 54 horas, mientras que en las cerdas adultas fue de 70 h.

El mecanismo que regula el ciclo sexual determinando la duración y el fisiologismo de sus fases, se sustenta por el equilibrio del sistema nervioso central y el sistema endocrino. Las formas en que estas funciones pueden manifestarse, estarán muy influenciadas por las condiciones existentes en torno a estas hembras. (Esbenshade, 2005).

Los estímulos que provienen del medio son captados por los órganos de los sentidos y viajan por vía nerviosa hasta el hipotálamo. Este actúa como moderador de las excitaciones recibidas a través de las sustancias especiales ("Realising Factors"). Estos llegan hasta la hipófisis por la vía sanguínea y la estimulan para que elabore las hormonas gonadotrópicas, llegando dichas hormonas hasta los ovarios. (Esbenshade, 2005).

La FSH producida por la hipófisis a nivel del ovario estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos, y de esta forma la producción de los estrógenos, que son los responsables de las manifestaciones cíclicas del celo. La LH conjuntamente con la FSH participa en la estructura de la membrana folicular para llevar a cabo la ovulación, además es la hormona que después de la ovulación estimula la formación del cuerpo amarrillo. (Evans & Doherty, 2005).

La LTH regula la función del cuerpo lúteo y este produce la progesterona, esta hormona es la encargada del mantenimiento de la gestación, pero si no ocurre la fecundación el cuerpo amarillo involuciona hasta quedar como un punto en la superficie del ovario, reiniciándose un nuevo ciclo estral. (Evans & Doherty, 2005).

Todos estos fenómenos están controlados por la acción hipotalámica que actúa como centro de la actividad sexual, a través del sistema endocrino mediante un mecanismo de retroalimentación denominado "Feed-Back" (Holy, 1987). Los estrógenos que elevan en su máximo nivel este porcentaje estrogénico en sangre, es el que actúa en el hipotálamo para que cese su producción y entonces comience la producción de la progesterona por parte del cuerpo lúteo. A la luz de los conocimientos actuales se sabe que la progesterona es la hormona que desempeña el papel fundamental en la regulación de las funciones sexuales de la hembra. (Esbenshade, 2005).

### 2.8.3. Ovulación

La ovulación es el rompimiento del folículo maduro y la liberación del óvulo. Esta ocurre al llegar el folículo a su madurez y al deteriorarse la pared celular. La cerda produce de uno a 25 óvulos en cada estro, con un promedio de 16 a 20 óvulos. Pero de ese número total, nacen apenas de 10 a 12 lechones. Algunos óvulos no son fecundados, otros no se desarrollan: mueren como embriones y son reabsorbidos, finalmente hay otros que mueren como fetos. De los óvulos liberados sólo uno o dos, quedan sin fecundar. Por tanto, es más frecuente la pérdida de óvulos fecundados, que se produce por atrofia o degeneración, según la etapa de desarrollo. La ovulación en la cerda es espontánea, es decir que no requiere el estímulo del coito y se produce en la segunda mitad del celo. Cuando el celo dura 48 h, la ovulación ocurre entre 18 y 36 h después de su iniciación, en los celos de 62 h, tiene lugar a las 54 h. En término medio, se considera que la ovulación se produce 36 h después de comenzar el celo. El proceso ovulatorio tiene una duración promedio de 2 h; los óvulos fértiles sobreviven en el tracto reproductivo de la hembra alrededor de 10 h (Pinheiro, 1973).

## **2.8.3.1.** Mecanismo

El folículo se vuelve bien túrgido durante las etapas finales del crecimiento, y varias horas antes de la ovulación, se vuelve suave por el estiramiento y por la necrosis de la pared del folículo distal al montecillo. En las etapas finales antes de la ovulación, el folículo sobresale bastante sobre la superficie del ovario para formar una estructura enconada en un punto medio de la superficie llamada el estigma (sitio donde ocurre el rompimiento). Durante la ruptura el fluido folicular sale primero seguido muy de cerca

por la masa celular, rodeando al óvulo, respondiendo a la presión interna creada durante la acumulación de fluidos (<a href="www.intervet.com">www.intervet.com</a>).

#### 2.8.3.2. Influencia del macho sobre la ovulación

El contacto permanente de las hembras con el macho, acorta la receptividad a éste y también el tiempo de duración de la ovulación.

- Las hembras que reciben dos montas en un estro, reducen el tiempo de la ovulación de 4 a 1 h.
- El porcentaje de fertilización es más alto en Inseminación artificial cuando se usa el macho en la detección del celo.

## 2.8.3.3. Porcentaje de ovulación

Los factores que pueden influir en ésta son:

## 2.8.3.3.1. Desarrollo de la cerda

El número de folículos ováricos iniciales, "preparados", es de 30 a 35. De ellos maduran en cada ciclo de 8 a 25-30, siendo menor siempre en las hembras primíparas que en las multíparas. En la pubertad llegan a la dehiscencia de 8 a 10 óvulos, en cambio en el tercer celo aumentan a 12 o 14 óvulos liberados.

## 2.8.3.3.2. Número de gestación

En las hembras multíparas, el número de óvulos liberados varía de 15 a 20. Las camadas son más numerosas entre la 5<sup>a</sup> y 7<sup>a</sup> gestación y son, por lo menos, 2 lechones más que en la primera.

#### 2.8.3.3.3. Heredabilidad

El número de óvulos liberados es un factor de alta heredabilidad, 45%. Para aumentar el número de lechones por camada, hay que usar líneas de alto porcentaje ovulatorio.

## 2.8.3.3.4. Raza

Son de mayor porcentaje ovulatorio: Landrace y Yorkshire. Las de menor porcentaje ovulatorio: Duroc Jersey y Poland China.

## 2.8.3.3.5. Consanguinidad

Produce un efecto negativo en el porcentaje ovulatorio.

## 2.8.3.3.6. Alimentación

La alimentación constituye un factor determinante en el aspecto reproductivo, tanto en la aparición del celo como para la obtención de un buen porcentaje ovulatorio. Cualquier carencia alimenticia o exceso influyen negativamente. Principalmente la afectan los cambios en el nivel de energía. Por ejemplo podemos aumentarla incrementando la energía de 3.000-5.000 kcal., a 8.000-10.000 kcal. Pudiendo lograr con esto 2.2 óvulos más.

## 2.8.3.3.7. Clima

Las temperaturas elevadas, debido a que el ganado porcino tiene una capacidad de transpiración limitada, son las que provocan los efectos desfavorables. Cuando éstas son mayores de 30 °C, nos encontramos con una menor fertilidad de la hembra reproductora.

## 2.8.3.3.8. Sustancias exógenas

Una inyección de 750 a 1.000 UI de PM SG el día 15 o 16 del ciclo aumenta hasta 25 días, el porcentaje ovulatorio.

#### 2.9. Fecundación

# 2.9.1. Interacción del espermatozoide y el óvulo

El tiempo de vida fértil del espermatozoide 34-72 h y el óvulo 8-10 h, hace necesario que la inseminación y la ovulación se sincronicen, a fin de obtener altos porcentajes de concepción. Las hembras ovulan en diversos momentos después de iniciado el estro.

Al parecer, la longevidad de los espermatozoides en el aparato reproductor femenino se relacionó con la duración del estro. Los espermatozoides del verraco tienen mayor longevidad, la cual incrementa la probabilidad de que haya espermatozoides viables en el momento de la ovulación, cuando la inseminación se llevó a cabo mucho antes que la ovulación. Independientemente del momento de la ovulación, si en el oviducto hay espermatozoides poco tiempo antes de que la hembra ovule resultan altos porcentajes de concepción. La inseminación muy temprana reduce los porcentajes de concepción, debido a la pérdida de la viabilidad de las células espermáticas y al bajo número de ellas en el sitio de la fecundación, en tanto que en la inseminación tardía, mucho tiempo después de la ovulación hay pérdida de la viabilidad del óvulo, aunque ocurra la fecundación.

Aunque el macho eyacula miles de millones de espermatozoides dentro del aparato reproductor femenino, aproximadamente de 1.000 a 10.000 están presentes en el istmo, y sólo de l0 a 100 suelen estar en la ampolla después de 4 a 12 h. El bajo número de espermatozoides en el oviducto no se debe al transporte lento, sino más bien a que la entrada a la ampolla es controlada por la unión utero-tubárica y a la parte inferior del istmo en la cerda. Esta relación regula el número de gametos masculinos en el lugar de

la fecundación, al mismo tiempo que establece un depósito espermático con el fin de asegurar que haya espermatozoides capacitados disponibles hasta el momento de la ovulación. Es posible que la capacidad de los espermatozoides de adherirse al revestimiento epitelial de la ampolla y liberarse de él ayude a mantener cantidades adecuadas de gametos masculinos en el sitio de la fecundación. Cuando están presentes en la ampolla, los espermatozoides, se hiperactivan; lo cual incrementa la probabilidad de que hagan contacto con el óvulo. Si bien, no se comprenden bien todas las funciones del oviducto y el contenido de su luz para asegurar la fecundación, el proceso es eficiente porque en todas las especies domésticas el porcentaje de fecundación es mayor del 90% (Hafez, 2002).

## 2.10. Detección de celos

El éxito del índice de partos depende en gran medida, de la correcta detección del celo en las hembras, la mayor parte de los fracasos o inseminaciones son atribuibles a problemas derivados de una mala detección de los celos (Buxadé, 2007). Esta mala detección de los celos puede ser atribuible, hablando en términos generales, a una falta de experiencia, de motivación, de formación o de conocimientos del personal implicado.

La detección del celo es el punto clave para la realización exitosa de la cubrición. Para esto se hace necesario la búsqueda e implantación de vías que permitan la detección del mismo en la forma más segura posible. Se plantea que existen diferentes métodos para llevar a cabo el celaje. Aunque el mas empleado y eficiente es el uso de verracos receladores que son introducidos en los corrales de las cerdas vacías, cochinatas de reemplazos, cubiertas y gestadas hasta la semana 10ª de gestación. En el caso de las cerdas vacías se debe introducir el verraco celador a partir del viernes (un día después del destete), 15 minutos para estimular el celo. La actividad del celaje se comenzará a partir del lunes en esta categoría. El principal objetivo en el manejo de la reproductora es precisar cuándo comenzó el celo para escoger el momento óptimo para la inseminación o la monta. Es por ello, que en la práctica se realiza el celaje 2 veces al día en los horarios más frescos de la mañana y la tarde (cada 12 h).

Es necesario para una máxima eficiencia en el celaje, que los machos usados sean animales adultos con una elevada lívido sexual (Zert, 1984). Para el celaje de las cochinatas se utilizan machos entre 8-16 meses de edad. Con el objetivo de eliminar otras causas que influyan en la detención del celo, es recomendable efectuar el celaje fuera del horario de alimentación, realizarlo siempre a la misma hora y por la misma persona evitando la presencia de olores fuertes.

## 2.10.1. Signos del celo

Según el "Manual de Crianza" (2002), el celaje no es más que una maniobra mediante la cual se determina el momento óptimo para realizar la inseminación artificial o la monta. Por tanto la maniobra de celaje debe ser realizada por un personal especializado que tenga un vasto conocimiento al respecto ya que a medida que se tengan los conocimientos en relación con el comportamiento reproductivo, el celaje será

Revisión bibliográfica

más efectivo aumentando de esta forma la eficiencia técnica. Para ello debemos entrenar al responsable de la gestión en los signos de celos que a su vez subdividiremos en tres períodos como son: precelo, celo verdadero y poscelo, (Palomo, 2000).

# **2.10.1.1.** El precelo

Se caracteriza por:

- La cerda está muy nerviosa y prueba a montar a sus congéneres.
- Cuando la cerda es montada no presenta el reflejo de inmovilidad.
- La vulva muy roja y edematizada. Hinchada.
- Las mucosas vulvares están rojas y sólo contienen una ligera mucosidad pastosa.
- Dura de 2 a 5 días (menos en nulíparas y primerizas).

## 2.10.1.2. El celo verdadero

Se caracteriza por:

La cerda se deja montar del verraco. Figura16.

Figura 16. **Comportamiento inmovilidad de la cerda al verraco.** (Cintra, Maritza Pérez García, Liumar Suarez Hernández, Yolanda Soca Pérez, Maylin).



En esta fase se distinguen tres periodos claramente que son:

- P.V.1. (Primer periodo del verraco): La vulva esta todavía roja, pero menos hinchada y presenta un moco opaco. La cerda permanece más tranquila y se deja montar por las compañeras. Esta fase donde la cerda se deja montar por el verraco y queda inmóvil, presenta una duración de 8 a 10 h.
- P.I. (Periodo del investigador): Es el periodo crítico para llevar a cabo la inseminación, obteniéndose los mejores resultados cuando la misma tiene lugar dentro de los primeros tres cuartos de fase. La vulva esta roja y no hinchada, sino arrugada, la mucosidad es menos opaca y más acuosa, fase transparente. La cerda presenta el reflejo de inmovilidad.

 P.V.2. (Segundo periodo del verraco): Aquí la cerda no presenta más el reflejo de inmovilidad a las manipulaciones del investigador, pero sí aún para el verraco. El porcentaje de infertilidad cuando se insemina en este periodo es muy alto.

# 2.10.1.3. El Poscelo

Se caracteriza por:

- La desaparición total del reflejo de inmovilidad, tanto como para el periodo del investigador como para el periodo del verraco.
- Los signos exteriores de celos, son dispares.
- En esta fase no existe ninguna posibilidad de fecundación.

## 2.10.2. Repeticiones

Se define como la repetición al celo de una cerda después de su cubrición o inseminación artificial, tras el desarrollo de un ciclo ovárico normal. En escala reproductiva, se observa en granjas síntomas clínicos que son, (Palomo, 2000):

## **2.10.2.1. Retornos a celos** (Objetivo inferior al 15%)

- Tempranos, antes del día 18, poscubrición.
- Regulares, entre los días, del 18 al 24 y del 39 al 45, de gestación.
- Irregulares, entre el 25 al 38, día de gestación.
- Tardíos, más de 45–50, días de gestación.

## 2.10.2.2. Retorno a celo regular

Según Palomo (2000), se define como la repetición. Puede presentarse como consecuencia de tres causas fundamentales que son:

- Conservación del semen, inseminación artificial demasiado temprana o tardía, malformaciones anatómicas del aparato genital femenino.
- La mortalidad de los óvulos después de la fecundación debido a un excesivo envejecimiento, bien de los espermatozoides o bien de los mismos óvulos, por no realizarse la inseminación en el momento oportuno.
- La mortalidad de los óvulos fecundados antes del día 12. El organismo reconoce la fecundación a partir de este día.

Para que la cerda quede gestante los cuerpos amarillos deben de persistir (cuerpos lúteos), la cual depende de la ocupación del útero por los óvulos fecundados o blastocitos. Si después del día 12 no tenemos óvulos fecundados, el ciclo sexual

recomienza para dar lugar a nuevos celos. Este mismo efecto se producirá sí al término de 12 días son menos de 5 los óvulos fecundados, ya que la baja ocupación del útero no producirá la estimulación suficiente para hacer persistir los cuerpos lúteos los cuales sufrirán una regresión, (ACT, 1996).

# 2.10.2.3. Retorno a celo irregular

Se define como la vuelta al celo de una cerda después de su inseminación, tras una duración del ciclo prolongado. Estos ciclos tienen una duración habitual de 35 días o más. En los ciclos prolongados es donde constatamos una duración múltiple de alrededor de 21 días, antes de pensar en un retorno a celo normal. Martín, (1999). La repetición a celo anormal fisiológicamente hablando puede presentarse por dos motivos:

• Actividad folicular retardada de los ovarios:

Tiene lugar cuando no se produce la concepción o cuando todos los blastocitos han degenerado antes del día 12, los cuerpos lúteos periódicos sufrirán regresión alrededor del día 16. A continuación los folículos se desarrollaran y las cerdas presentaran un nuevo celo.

Este trastorno de celo anormal se presentará sobre todo en los meses de verano dentro de los cuadros de infertilidad estival, relacionándose con un intervalo destete cubrición fértil, elevado, y un incremento en los días no productivos.

• Degeneración total de los óvulos fecundados entre los días 14 y 35 de cubrición.

En estos casos, es donde los óvulos degeneran y el contenido completo del útero puede ser absorbido. Los cuerpos lúteos van a regresar después de la degeneración de los óvulos fecundados y como consecuencia la cerda repetirá celo después de un ciclo prolongado (Alonso, 1988).

La degeneración de los óvulos puede estar producida por causas idiopáticas durante el período precario de 7 a 20 días como consecuencia de factores alimenticios, ambientales, o propios de la cerda; Así como por causas infecciosas tales como septicemia (mal rojo, infecciones pódales con fiebre) o enfermedades con embriotropía en los cuales el virus infecta a los fetos originándoles la muerte.

# 2.10.3. Métodos de inducción y sincronización del celo en la cerda

La inseminación artificial (**IA**) ha permitido realizar considerables progresos en materia de selección genética en los animales de granja. Para que su puesta en práctica resulte beneficiosa ha de hacerse conforme a una técnica precisa en la que el momento de aplicación es de capital importancia y para ello ha de procederse a la detección exacta y eficaz. Los tratamientos de inducción del celo permiten su sincronización.

La aplicación de hormonas en los animales y humanos requiere un amplio conocimiento de la endocrinología tanto en los ciclos reproductivos como en las secuencias fisiológicas de la secreción de hormonas específicas.

La regulación neuro-hormonal de los procesos reproductivos es comparada muchas veces con la ejecución de la música clásica por un pianista, un error en las notas causa una recepción inapropiada por la audiencia Zciecik (1998); en el caso de los animales cuando la hembra usa hormonas equivocadas pueden interrumpir el ciclo estral produciéndose pérdidas económicas para la explotación. La sincronización del estro en el ganado porcino sobre todo en las cochinatas que vayan a reproducirse por primera vez representa ventajas desde el punto de vista económico y zootécnico. (Fuentes, 2005). Son numerosos los productos que en esta especie se han ensayado pero no con toda la aceptación que se espera, realmente existen limitaciones en lo que a la aplicación y suministro de los diferentes productos que se han venido utilizando en los últimos años se refiere, (Fuentes, 2005 & Pig Improvement Company, 2005).

Según la FAO estima que 150 millones de personas se sumaran en los próximos diez años a los que padecen de hambre y desnutrición, las necesidades de carne se incrementan en función de la alimentación del hombre. Según Fuentes, et al. (2006), esto obliga a la intensificación de la producción de carne de cerdo, dado que este animal esta llamado a desempeñar el papel protagónico en la producción de carne en el trópico al igual que en el mundo del clima templado. Una cerda puede producir en un año entre 1,5 y 2,0 toneladas de carne en pie, mientras una vaca en el mismo plazo de tiempo solamente produce un ternero de 30-36 kg de peso vivo. En sistemas intensivos de producción se necesita determinar con anticipación eventos como: detección de estros (celos), fecha probable de parto, fecha de destete, etc., por esta razón la sincronización de celos en las hembras resulta una herramienta de gran ayuda en los sistemas intensivos (Trujillo, et al., 1997). La sincronización del estro tiene como objetivo cubrir a un número determinado de hembras en un tiempo sumamente corto y facilitar el manejo de las cerdas para la monta natural co los sementales o en inseminación artificial (FAO, 2014).

Exiten varios métodos para la sincronización de celos en cerdas, pero no todos se pueden usar en los ditintos sistemas de explotación. Estos se aplicaran de acuerdo a las características de cada granja (FAO, 2014). Las hormonas más usadas en la sincronización del celo en cerdas, así como en otras especies de animales son: la gonadotropina sérica de yeguas gestantes (PMSG); y la gonadotropina coriónica humana (hCG), aunque se han utilizado otros productos como las inyecciones de progesteronas, progestágenos por vía oral – MPA - PROVERA, gestágenos no esteróides - , METHALIBURE e inyecciones de prostaglandina (Fuentes, 2006).

Las gonadotropinas **PMSG** y hCG ambas hormonas son utilizadas hace más de 30 años en la reproducción de porcinos con diferentes resultados. La combinación PMSG/hCG se puede usar en la inducción de celo en cerdas pre-púberes y en la sincronización del celo en cerdas destetadas. La sincronización del celo en primerizas cíclicas requiere una estrategia diferente, la cual depende de la presentación de la fase del ciclo estral con la aplicación de la progesterona (Fuentes, 2006).

La sincronización permite reducir el intervalo destete-estro y aumentar el número de cerdas servidas dentro de los siete días pos-destete (William, 2014). Comportamiento de cerdas en celo figura 16.

## 2.10.4. Recomendaciones prácticas para la detección del celo

No se recomienda el uso de verracos de menor edad para la detección de celo recambiando al macho por otros con mayor líbido si las hembras no responden al estímulo de su presencia (Hughes, 1994).

La duración del contacto físico directo entre las cerdas y el verraco no debe ser inferior a los 15-30 minutos diarios, realizándose, al menos, dos exposiciones al día (Hughes *et al.*, 1997) en un espacio lo suficientemente amplio (> 1.5 m² por cerda) que permita una exposición lo más eficaz posible y por igual para todas las cerdas del corral (Caton *et al.*, 1986; Hughes *et al.*, 1990). La recomendación es introducir a las cerdas en el corral de los verracos y no al revés.

La base de un buen celaje consiste en detectar y apartar a la hembra que ha comenzado a manifestar los primeros síntomas del celo. Por la importancia que reviste el período del celo o calores y su repercusión en la producción anual de cerdos, nos referimos a algunas recomendaciones prácticas para la detección del celo. (Venezuela porcina, 2000).

- Es recomendable establecer la vigilancia del celo en horas bien tempranas de la mañana y al caer la tarde.
- El uso de machos receladores favorece la detección de los calores y se traduce en un mayor número de hembras gestantes en la unidad.
- Cuando es el hombre quien controla el celo sin la ayuda de machos receladores, debe conducirse con calma, presionando con la rodilla el flanco de la hembra, también puede realizarse esta detección con el puño tratando de levantarla.
- Al presionar con la palma de la mano la región del anca de la hembra en celo, ésta queda quieta (reflejo de inmovilidad) incluso permite que el hombre monte a horcajadas.
- Si el animal se asusta debe repetirse el control. Los animales nerviosos requieren a menudo varias pruebas de control antes de quedarse quietos.
- Siempre el control del celo debe de realizarse en el ambiente normal de la hembra, evitando personas ajenas a la actividad.
- Es requisito fundamental e indispensable garantizar una adecuada higiene y nutrición de las hembras.

# 2.11. Momento de la ovulación y momento óptimo para la inseminación en la cerda

El momento de la ovulación tiene gran importancia en la práctica de la inseminación artificial. Este fenómeno ha sido motivo de estudios por numerosos investigadores, realmente no existe una unidad de criterios en relación con este aspecto tan importante en la reproducción. (Porkworld, 2000).

Lo cierto es que el momento de la ovulación podemos enmarcarlo en las cerdas al final del estro, pudiéndose retrasar cuando se prolonga el celo, de igual forma se considera que este momento esté influenciado por numerosos factores como la alimentación, raza, clima y la herencia, (Valencia, 1986).

El número de óvulos aumenta con los siguientes ciclos estrales, pero independientemente de la cantidad de óvulos liberados en cada estro, difiere el número de cerdos al nacimiento. Las literaturas consultadas reportan que más del 90% de los óvulos son fertilizados, pero las perdidas embrionarias son del 30 al 40% ocurriendo el mayor número antes del período de implantación, el resto suelen morir por alteraciones en el proceso de organogénisis, defectos cromosómicos, causas de manejo y procesos infecciosos o patológicos, (González, 1993).

Goodwin, (1995), plantea que la cerda está en celo 2 días y medio. Durante este período y en ausencia de un macho al presionar sobre su región lumbar permanece inmóvil. Este período de inmovilidad dura hasta 29 h y es el tiempo idóneo para efectuar la inseminación artificial, pues de 12 a 30 h después de presentarse el celo es cuando la cerda aceptará mejor al macho, de igual manera Hugheas & Varley, (1994) señalan este mismo período para practicar la inseminación artificial.

Self, (1996) plantea por experiencia realizada que la calidad del celo de la hembra influye notablemente en el éxito de la inseminación artificial, también el comportamiento de la cerda en el momento de la inseminación influye en el tanto por ciento de gestación. En las hembras que se manifiestan intranquilas en el momento en que se practica la inseminación artificial, su fertilidad se reduce.

#### 2.12. Control de la cerda

En el caso de que el origen de los retornos o celos regulares se ubiquen en la propia cerda reproductora, éste será debido, básicamente a cuatro causas, (Alonso, 1988).

- 1. Mastitis como consecuencia de partos distócicos.
- 2. Procesos del complejo **MMA** (Mastitis Metritis Agalactia).
- 3. Metritis causada por contaminación bacteriana durante la inseminación artificial.
- 4. Síndrome de descargas. (SSC).

En la mayoría de estos casos se observa una descarga vaginal, que suele tener lugar entre los días 16 y 18 pos-inseminación, seguida de un retorno a celo a los 3-5 días de cesar la descarga. Si el porcentaje de animales es inferior al 1% la mejor solución es eliminarlo de la propia explotación.

## • Esterilidad y fertilidad reducida en la cerda.

Tanto los casos de esterilidad como en los de fertilidad reducida, pueden tener su origen en defectos anatómicos, disfunciones o desequilibrios endocrinos y a problemas en el manejo de los animales.

La infertilidad en la cerda se caracteriza frecuentemente por la falta del celo sin que se comprueben alteraciones patológicas en los órganos genitales.

La causa más frecuente la constituye la alimentación inadecuada, tanto en cantidad como en calidad.

## • Anomalías del aparato genital.

Las anomalías del tractus genital tienen una alta incidencia en las hembras del ganado porcino, un número elevado de alteraciones es posible encontrarlas en estas hembras, pudiéndose encontrar aquellos que conducen a la infertilidad y otros a la esterilidad completa, (Alphonsus, 1983).

Por otra parte estos trastornos pueden tener un carácter congénito y otros pueden ser adquiridos, (Alonso, 1988).

(Alonso, 1976), aseguran que las anomalías del aparato genital de la cerda tienen en nuestro medio una frecuencia alta, siendo causa de infertilidad ó esterilidad, estos pueden tener un carácter hereditario, como también pueden encontrarse aquellos de carácter adquirido.

#### Aplasia segmentaria del cuerno uterino.

Generalmente se afirma que este defecto del aparato genital tiene una etiología desconocida como en el caso de otros animales y aunque no influye en la preñez si influye en el número de la camada.

#### • Útero unicornis.

La frecuencia de esta afección nunca alcanza cifras superiores al 1%, pero su importancia radica en el carácter hereditario de la misma.

#### • Quistes paraováricos.

Se opina que este defecto no tiene una influencia notable sobre la reproducción y este depende de su localización y tamaño.

## • Intersexos.

En la cerda existen muchos defectos anatómicos, la mayoría de los cuales son asociados con genes recesivos.

La condición de intersexos es de aparición frecuente, de un gen recesivo ligado al sexo, así como de uno o más genes aditivos.

En la cerda es posible distinguir dos tipos de hermafroditas.

Hermafrodita verdadero: Presencia de tejido ovárico y testicular. Foto 6 y 7.

Foto 6. Selección de hembras de reposición en 2012. (Foto Propia).



Foto 7. Selección de hembras de reposición en 2015. (Foto Propia).



Pseudohermafroditismo: aparece el tejido testicular, aunque no ovárico, en presencia de órganos sexuales la presencia de vulva, vagina y útero.

Dado el carácter genético de la entidad, y dado a que la misma se halla bajo el control de un gen recesivo, animales con estas anomalías deben ser eliminados.

## • Enfermedades de la vulva, vagina y cérvix

Las lecciones de la vagina y del cérvix son producidas por partos distócicos, aunque no son frecuentes, también pueden tener su origen en el coito, especialmente en hembras jóvenes.

#### • Enfermedades del útero

Lo importante de la endometritis, como elementos de esterilidad, es mucho menor en las cerdas que en las otras especies, como lo ratifican las investigaciones realizadas a partir de úteros de cerdas sacrificadas por causa de esterilidad.

Representa entre el 2-5% de las causas de infertilidad. Este se puede presentar después de una septicemia puerperal, de un parto con fetos enfisematosos, como consecuencia de infecciones que se originan en el parto y sobre todo dependiente de embriones realizados con machos que tengan alguna infección de las vías genitales. Las malformaciones uterinas (miomas y tumores), pueden desencadenar una endometritis. (Alphonsus *et al.*, 1983).

#### • Enfermedades de las trompas uterinas

Las afecciones de las trompas uterinas en la cerda tienen una incidencia bastante baja. Entre las afecciones podemos citar: salpingitis, hidrosalpingitis y oclusión de las trompas uterinas.

#### Enfermedades de los ovarios

En las reproductoras destinadas al sacrificio se encuentran con gran frecuencia degeneraciones quísticas de los ovarios o neoformaciones, que pueden alcanzar el tamaño de un puño y cuerpos amarillos quísticos. Cerdas con quistes o neoformaciones unilaterales del ovario, tumores de células granulosas, adenocarcionomas, muestran casi siempre celo continuo, mientras que la presencia de quistes de cuerpo lúteo conducen a un estado de anestro que generalmente duran largo tiempo. (Alonso, 1988).

Ha sido sugerido que los quistes del ovario pueden ser adquiridos por una complicada combinación de altas temperaturas, sensibilidad, enfermedades crónicas y disturbios nutricionales. La recuperación se lograría mejorando los trastornos nutricionales y de manejo, (Alonso, 1990).

#### Anafrodisia de la cerda

Esta entidad en la cerda es conocida como ausencia del reflejo de la inmovilidad y puede también estar en íntima relación con el celo silente o con quistes del ovario. Se considera normal cuando afecta a un 19% de las cerdas jóvenes, y adultas con más de 10 días del destete, cuando es el 20% de los animales afectados se presentan los problemas del rebaño.

Los factores del clima juegan un importante papel en la incidencia de esta entidad en la cerda, en nuestro medio la influencia ejercida por las condiciones climáticas son de un interés marcado, las altas temperaturas así como una humedad relativa igualmente elevada, propia del clima cubano nos pone en condiciones desventajosas, actuando como un factor de estrés en la reproducción de las hembras.

Factores relacionados con el manejo, son de especial interés en la presencia de la anafrodisia en la cerda, especialmente los aspectos relacionados con la alimentación.

#### • Mortalidad embrionaria

Es corriente que en el período que transcurre entre la concepción y el parto en la cerda se pierda del 30 al 40% de los fetos en vías de desarrollo. Más de la mitad de estas pérdidas se producen durante los primeros 25 días (poco después de la implantación).

Las momificaciones son también pérdidas que se producen durante la última parte de la gestación.

## • Síndrome de la cerda delgada

Bajo esta denominación se conoce un estado del adelgazamiento y pérdida de reservas de grasas de la hembra, que va asociado a una serie de problemas reproductivos (sin aparecer causa infecciosa) que se traduce en dificultad de manifestar los síntomas clínicos del celo, muy en especial en cerdas en su primera lactación. (Ortiz & Flores, 1999).

La aparición de este problema se ha relacionado con un estado de subnutrición energética de la reproductora, según va transcurriendo la vida reproductiva.

#### Los abortos

Los abortos pueden estar originados por diversas causas:

#### Nutricionales

Como hemos comentado anteriormente; los alimentos inestables de animales en estado de preñez. Hay dos aspectos a tener en cuenta: La Alimentación insuficiente y La Alimentación excesiva.

La madre asegura los elementos nutritivos para un normal desarrollo fetal. Si la hembra está sometida a una sub-alimentación por largo tiempo se produce una

disminución de la resistencia biológica del feto y el mismo se hace más sensible a los factores nocivos, por el contrario una alimentación excesiva provoca un engorde exagerado en los animales, creándose perturbaciones metabólicas que repercuten negativamente en la esfera sexual, lo que constituye un factor predisponente para el aborto. Las deficiencias nutricionales están ligadas a problemas de reabsorciones, infertilidad, abortos y muerte neonatal. Leman, (1995). Restricciones severas en la ingesta alimentaria (principalmente en el aporte proteico) y energética disminuyen el peso corporal al inicio de la pubertad, retrasando el inicio de la misma y reduciendo los índices ovulatorios en el primer celo (Den Hartog & Van Kempen, 1980; Den Hartog & Noordewier, 1984; Le Cozler et al., 1999a). Por el contrario, restricciones moderadas (10-25% respecto a una alimentación ad libitum) en nulíparas durante el periodo prepúber (Van Lunen & Aherne, 1987; Dziuk, 1991; Prunier, 1991) han demostrado no afectar al desarrollo reproductivo inicial de la nulípara (Klindt et al., 1999; Le Cozler et al., 1999b), aunque sí disminuyen su índice de retención dentro del núcleo reproductivo de la granja. Carencias nutricionales y cambios en la condición corporal antes de la pubertad afectan de forma negativa a la secreción gonadotrópica hipofisaria, y en especial a la liberación de LH, provocando una reducción del tamaño folicular previo a la primera ovulación, disminuyendo la producción estrogénica folicular y limitando, por ende, la posterior liberación preovulatoria de LH.

## - Deficiencias de proteínas

Una deficiencia de proteína ocasiona disturbios en el desenvolvimiento y desarrollo embrionario y fetal, las cerdas con un insuficiente aporte de proteína pueden abortar en la segunda etapa de la gestación. Figueroa Vilda, (2001).

Una alimentación pobre de proteína en cerdas conduce a un aborto completo o al desarrollo de momificaciones en los fetos.

Los abortos por insuficiencia de proteínas transcurren sin complicaciones pero si se le añade infecciones pueden ocurrir complicaciones que se desarrollan después del aborto como son retenciones placentarias y metritis, cuadros que repercuten en la salud de las madres.

#### - Abortos físicos (traumatismo)

Rebaños gestantes en naves con poca capacidad que sufren con frecuencia cabezazos, caídas, golpes, maltratos, y traslado de animales gestantes. El estrés posee un efecto adverso sobre la supervivencia embrional, aunque éste es mayor cuando las cerdas están mezcladas con otras en un mismo alojamiento (Alonso, 1988).

#### Abortos Ambientales

Cambios bruscos en las temperaturas sobre todo cuando existen enfriamientos bruscos por temperaturas muy bajas.

La exposición continua de cerdas sexualmente maduras a altas o bajas temperaturas tiene un efecto negativo sobre la ovulación y provoca una marcada incidencia de anestros y reducción del porcentaje de gestación. (D' Arce, 1970).

#### - Abortos infecciosos

Los abortos en cerdas, pueden ocurrir desde muy temprano en la gestación, con repeticiones de servicios dentro de un ciclo normal; así ocurre en caso de enfermedades infecciosas como la Leptospira, Brucelosis, o infecciones por Coli entre otras. Ensminger (1984).

Problemas inherentes a la técnica de inseminación artificial, derivados de problemas de recogidas, contrastación, dilución, conservación y aplicación de la dosis seminal.

- Utilización de semen envejecido con demasiados días de conservación.
- Malas condiciones de conservación: saltos térmicos, luminosidad...
- Diluciones imprecisas de la fracción rica, que pueden originarnos una mortalidad precoz de los espermatozoides.
- Uso de diluyentes mal dosificados a pH inadecuados.
- Ausencia de antibióticos en dosis seminal contaminada.
- Incorrecto calentamiento de la dosis seminal.

Tanto en los casos de impotencia Couendi, como en los fracasos de la inseminación artificial, no obtendremos una esterilidad total, pero sí una menor fertilidad. (Palomo, 2000).

## 2.12.1. Edad, peso y ritmo de crecimiento

Están muy relacionados entre sí y con la nutrición. La aparición del celo en la cerda está más definido por la edad que por el peso, aunque dentro de la edad existe una clasificación de edad cronológica en días de vida (medida insegura de valoración sexual) y edad fisiológica (edad del desarrollo orgánico) (Kemp *et al.*, 1998). Se ha sugerido que la aparición de la pubertad está más afectada por la edad que por el peso vivo. Sin embargo existe una considerable variación en cuanto a la edad y a la pubertad.

Para incrementar el número de crías es importante aumentar el peso de las cochinatas en el momento de la cubrición, no obstante las cochinatas tienen camadas más pequeñas numéricamente que las puercas y tendrán un incremento progresivo en los partos siguientes y finalmente una gradual declinación (Dieguez, 1989).

Actualmente está establecido cubrir cochinatas con más de 120 kg de peso vivo y más de 120 días. El estado físico, señala Javierre (1994), está muy relacionado con la edad y peso de la primera monta, ya que si cubrimos una cochinata sin peso adecuado no alcanzará un buen desarrollo, teniendo en cuenta que en la primera lactancia el

animal sufre mucho y nunca se recupera. Además el estado en que se quedan las cerdas después del parto puede influir en la presentación del celo.

La productividad de una cerda joven estará determinada por la edad en que se montó, el porcentaje de ovulación al momento de la monta, el tamaño de su primera camada y su habilidad para volver a quedar preñada. Por mucho tiempo los nutricionistas han debatido respecto a qué es lo más importante para obtener un éxito reproductivo, si es la edad o el peso a la primera monta y cómo esos factores influenciarán en el futuro rendimiento reproductivo.

Actualmente se conoce que ninguno de los dos factores actúa solo, sino que es la combinación de un grupo de factores. Fowler, (1995) establece como punto crítico para un óptimo desarrollo de los reemplazos y su influencia en su futuro rendimiento reproductivo, la combinación de la edad, el peso y la cantidad de grasa dorsal al momento de la monta.

## 2.12.2. Rasgos del comportamiento de la reproductora porcina

## 2.12.2.1. Tamaño de la camada y su peso

El tamaño de la camada es uno de los parámetros que mejor definen la productividad global en una explotación porcina, determinando el límite máximo de los lechones destetados por cerda y ciclo. Él número total de lechones nacidos por camada se compone del sumatorio de los lechones nacidos vivos, nacidos muertos y momificados. En los lechones destetados por cerdas y año están asociados significativamente los nacidos totales por camada, los nacidos muertos y el porcentaje de mortalidad en lactación (Polson, 1990) muchos de los factores que afectan a la fertilidad, pero no todos influyen en definir el tamaño de la camada.

El peso de la camada es una medida del crecimiento de los lechones y normalmente se expresa a edades prefijadas, tales como el nacimiento, 21 días o a cualquier edad anterior a la del destete (Polson, 1990). Estos pesos predestete, dependen directamente de la producción de leche de la madre y de la habilidad del lechón para usar el alimento disponible. Además, es uno de los principales componentes de la productividad de la piara, por lo que es de gran interés desde el punto de vista económico, siendo usualmente considerado la base inicial de la evaluación del mérito genético de los animales (Polson, 1990).

Tabla 5. **Tamaño y peso de la camada al destete.** (Monge, 1999).

Tamaño de las camadas	9-16
(en número de cerditos)	
Peso de las camadas al nacer	800-1500
(en peso medio por cerditos en g)	

- 2. Peso de la Camada.
- 3. Época del año
- Efecto del calor sobre las categorías porcinas

Es precisamente en estas épocas del año cuando se precisa una especial atención al efecto de las elevadas temperaturas en las explotaciones porcinas puesto que lo importante es prevenir antes que sea demasiado tarde.

Actuar antes de que llegue el verano es básico para evitar un efecto negativo sobre el confort, productividad y estado sanitario de los animales.

Los cerdos reaccionan a las altas y bajas temperaturas.

Esta reacción puede suponer cambios en su comportamiento, reducción de la productividad y la sanidad de los animales. Estos problemas se pueden evitar proporcionando al cerdo un buen confort ambiental.

- Los lechones: Al nacer disminuyen su temperatura corporal y dependen del ambiente para poder recuperarlo. En caso de que pasen frío o haya corrientes de aire, los veremos amontonados, no irán a mamar, tendrán diarreas, se deshidratarán y probablemente mueran.
- **Engorde:** Son muy sensibles al frío en la entrada y más susceptibles al calor en la fase final. En condiciones de altas temperaturas se reduce la ingestión y, por tanto, también el crecimiento.
- Cerdas gestantes: Las tres primeras semanas de gestación son muy sensibles a las altas temperaturas. El calor tiene efectos negativos sobre diferentes parámetros reproductivos: aumento del % de anestros posdestetes, el celo dura menos, disminuye el índice de partos y el tamaño de la camada.
- Machos: Las altas temperaturas (31 °C) provocan una reducción de la calidad seminal y una disminución de la lívido. El problema durará de 4 a 6 semanas.

• **Cerdas Lactantes:** Por cada 1 °C por encima de 23 °C se reduce el consumo en 170g/día (100-300g).

El calor provoca un incremento del periodo destete-cubrición, una disminución del crecimiento de los lechones por poca producción de leche y una pérdida de peso muy importante, que dará una disminución del tamaño de la camada en el próximo parto (Monge, 1999).

# • Influencia de la época

Existen muchos resultados que aseguran el efecto significativo del periodo del año y sus diferentes expresiones en el resultado de los experimentos. Así, Delgado (1983) encontró una disminución del peso promedio al destete desde el 28 de abril (8.03kg) al 25 de agosto (5.89 kg), mientras que las crías con 3.7 y 1.1 kg., se incrementaron desde 1.6% hasta 16.5% en el mismo periodo.

## 2.12.3. Factores que afectan al comportamiento productivo del cerdo

El manejo de las cerdas es de gran importancia para la reproducción, Carbó (1997) plantea que los indicadores reproductivos en cerdas que estén sometidas bajo el mismo régimen de crianza no se comportan igual, cuando exista algún aspecto de manejo que atrase la involución uterina (lactancias cortas, situaciones de estrés crónico, alojamiento inadecuado posdestete, temperaturas elevadas) o que derive en pérdidas ostensibles en el peso de la cerda durante la lactancia ( reducción de la ingesta de pienso , camadas numerosas), se traducirá en un alargamiento del intervalo destete- presentación del celo, atendiendo a este aspecto es muy importante señalar que mucho más importante que el peso perdido, es la composición del mismo, siendo mucho más grave la pérdida de proteínas que de grasa corporal.

Hasta hace unos años, los conceptos sobre el manejo reproductivo eran muy diferentes a los que se conocen y se practican en la actualidad en las granjas, con niveles de excelencia en los parámetros reproductivos. (Arias, 1997).

Einarsson (1979) afirmó que más del 40% de las cerdas eliminadas en los distintos países del mundo se debe, fundamentalmente, a la baja calidad reproductiva e infertilidad.

Los avances en fisiología reproductiva y los programas de alimentación y salud animal, demuestran que el manejo de la cerda moderna requiere aceptar ideas que eran rechazadas, o no eran comprendidas en su total dimensión (Leman, 1995).

Diferentes autores han comprobado que la época del año en especial las altas temperaturas pueden influir negativamente en el comportamiento reproductivo de las cerdas (Arias, 1997).

El cerdo (esencialmente las crías) es uno de los animales domésticos más sensibles a los cambios climáticos, producto de sus características fisiológicas y de su sistema termorregulador. Delgado (1983) comentaron que cuando el régimen hidrotérmico del aire es desfavorable, algo común en nuestro clima, (lo cual provoca estrés térmico) repercute perjudicialmente, sobre el aumento de peso y el poder de conversión y disminuye el crecimiento y el apetito, mala salida en celo provocado la subfertilidad, con la consiguiente pérdida de animales.

La fertilidad en cerdos disminuye en los meses de verano y otoño tanto en machos como en hembras, debido a las altas temperaturas y al fotoperiodo. A continuación exponemos algunas medidas para disminuir los efectos negativos de la infertilidad estacional. En la mayoría de las especies animales existe una influencia ejercida por la luz sobre la reproducción, y el cerdo no es la excepción. Podemos clasificar al cerdo, en lo que a rangos de temperatura se refiere, como termo neutral, siendo la temperatura óptima donde expresa su máximo potencial entre 18 y 22 °C.

De la misma manera lo podemos clasificar, reproductivamente hablando, como poliéstrico continuo, es decir que tiene varios ciclos estrales (ciclos reproductivos) a lo largo del año, sin una estacionalidad marcada.

#### - Síndrome de subfertilidad estacional

Hay que reconocer que la reproducción en el cerdo es mucho más eficiente durante los meses de invierno y primavera, disminuyendo la fertilidad en los meses de verano y otoño.

Esta variación no solamente se debe al fotoperiodo (alternancia diaria de luz/oscuridad), también se debe a la alimentación y a la elevada temperatura, que actúan de forma desfavorable sobre la fertilidad.

Los principales signos de la subfertilidad estacional o síndrome de infertilidad estacional son: descenso de fertilidad y de prolificidad en las cubriciones, leve expresión del celo de las hembras, aumento del intervalo destete cubrición (IDC), aumento en el porcentaje de abortos, mayor número de nacidos muertos y producción de camadas más pequeñas y cortas. Es decir que este síndrome afecta directamente la productividad de nuestros animales y por consecuencia directa, la rentabilidad de nuestra producción (pérdidas económicas).

Por tratarse de un síndrome estacional tenemos una serie de factores que afectan a los animales: Fotoperiodo, elevadas temperaturas y descenso del apetito, principalmente. Aunque también el síndrome, no afecta a todas las categorías por igual.

En los machos sometidos a temperaturas superiores a los 30 °C durante algún tiempo, se produce un menor número de espermatozoides por eyaculado, disminución de la motilidad y poder fecundante de los espermatozoides, y una elevada disminución de la libido de los reproductores. Los efectos sobre la calidad seminal no se expresan hasta pasadas dos o más semanas después de haber sufrido el estrés calórico, y este fenómeno se debe a lo complejo y extenso en el tiempo del ciclo de formación del espermatozoide.

En las hembras en lactancia, las elevadas temperaturas provocan una marcada disminución del apetito y, como consecuencia del bajo consumo de alimento, la cerda pierde condición corporal, y disminuye la producción láctea, lo que puede llevar a destetes de bajo peso, repercutiendo negativamente en el intervalo destete cubrición fecunda (**IDCF**).

Las cerdas nulíparas en gestación también se ven afectadas, aparición de anestros (hembras que no ciclan), disminución en la formación de óvulos, disminución de nacidos vivos como consecuencia de la menor ovulación, mayor muerte embrionaria, y por último, pero muy importante, aumento de repeticiones de celo regulares e irregulares, (repeticiones cíclicas, acíclicas, tempranas y tardías).

La infertilidad estacional proviene de múltiples factores, destacando dos factores: El estrés por calor, y las fluctuaciones influenciadas por el fotoperiodo (variación de duración de los días). El fotoperiodo, la temperatura, el estrés y otros factores interfieren el desarrollo y la maduración folicular y con el propio proceso de la ovulación, así como la calidad lútea y la posibilidad de mantener la preñez. Si ha habido multitud de factores estresantes durante todo el año, al aumentar la temperatura aparece el síndrome de infertilidad estacional; incluso algunas granjas de nuestro sector presentan el problema de anestro durante todo el año. Cambiar o mejorar un sólo factor estresante de la granja no soluciona el problema. Debemos asegurarnos de que la cerda es alojada y manejada correctamente, adoptando una serie de medidas en esta época para minimizar el efecto estacional.

- Medidas para disminuir su impacto.

#### 2.12.3.1 Factores ambientales

## 2.12.3.1.1 Temperatura y humedad relativa

Como es lógico, las temperaturas extremas perjudican a las hembras reproductoras, no obstante en los casos extremos, las temperaturas elevadas ocasionan más problemas que las temperaturas bajas.

La exposición continúa de cochinatas sexualmente maduras a las altas temperaturas tiene un efecto negativo sobre la ovulación y provoca una marcada incidencia de anestros y reducción en el porcentaje de gestación (D´Arce, 1970, y Quiles & Hevia, 2003).

Las necesidades nutritivas del animal dependen de la temperatura del medio. La reducción y la cesación del crecimiento corporal a altas temperaturas se deben aparentemente a la disminución voluntaria de la ingestión de alimentos, aumento de gastos energéticos por la disipación de calor, disminución de la cantidad de nitrógeno, grasa o agua almacenados, y a cambios diferenciales en el crecimiento de los órganos corporales, (Albarrán, 2002).

El efecto de la temperatura es especialmente importante en las fases de fecundación y de implantación. Durante estos períodos fisiológicos existe una elevada correlación entre la eficacia de los fenómenos reproductivos y la temperatura ambiente, que a su vez condiciona la temperatura corporal de las cerdas, (Wrathall, 1975).

Días, Santos & García, (1980), encontraron un efecto marcado del mes, en la efectividad de las cubriciones en rebaños comerciales en Cuba, con los resultados más bajos en los meses de temperaturas elevadas.

(Díaz, 1990) La productividad en la especie porcina es alta y está determinada en primer lugar por su precocidad al presentar la pubertad de 180-200 días, su alta prolificidad (8-10 crías) por camada y la capacidad de presentar el celo pocos días después del destete.

Se refiere entre los factores climáticos, principalmente a: las temperaturas elevadas y la humedad relativa, como factores que pueden demorar la aparición de la pubertad en las cochinatas, y a consecuencia, el estrés provocado por la dificultad para eliminar el calor del cuerpo y la pérdida del apetito.

Tomas & Nielseen (1988), manifiestan que durante los meses de calor (Mayo-Agosto) disminuyen los índices reproductivos y la efectividad económica en las cerdas. Las temperaturas elevadas independientemente de su duración pueden ser la causa primaria de los cambios estacionales de la reproducción del ganado porcino.

Las altas temperaturas ambientales ejercen un efecto negativo sobre el proceso espermiogénico del verraco, lo cual unido a la baja fertilidad reportada por diversos autores, en la hembra, ocasiona trastornos en el proceso procreativo de esta especie.

El tamaño de la camada al destete, afecta negativamente el intervalo destete-celo y éste, a su vez, afecta la respuesta en el siguiente parto, por lo que el manejo adecuado del número de lechones por madre al destete, sería una estrategia para conseguir acortar el intervalo destete-celo y mejorar la prolificidad del siguiente parto. La época del parto, ha sido ampliamente estudiada con disímiles resultados, entre los que se puede citar la escasa influencia del semestre sobre la prolificidad, encontrada por Rico & Manchaca (1985), afectando solamente a la mortalidad al destete.

También Rico (1984) encontró que la época influía sobre las crías nacidas vivas, no así el año, mientras que Gómez (1987) halló que el año afectaba a todos los rasgos de la camada.

Las temperaturas ambientales elevadas (33 °C) reducen el porcentaje de ovulación, aunque no influyen en la duración del ciclo estral. También las altas temperaturas en el período final de la gestación determinan la producción de camadas más ligeras y de menor vitalidad, así también como la aparición de muertes fetales; cuando las temperaturas son adecuadas (15-18 °C), estos fenómenos se reducen o desaparecen, (Colectivo de Autores, 1988).

Evidentemente las altas temperaturas afectan a la fertilidad. Esto se produce debido al desequilibrio hormonal, a la elevación de la temperatura corporal y de la sangre o a ambos, (Colectivo de Autores, 1999).

Las altas temperaturas del aire disminuyen la duración e intensidad del estro, aumentan el período interestro e inducen el anestro.

La acción básica directa de la temperatura sobre los animales de granja, se produce a través de la modificación del balance térmico del animal y la activación de los mecanismos termorreguladores, lo cual conlleva una serie de reacciones nerviosas, endocrinas neurohumorales y motoras, tendientes a mantener una temperatura corporal normal y a ajustar todas las funciones biológicas a las necesidades de tales condiciones ambientales, (Quiles & Hevia, 2003).

El ambiente social: (aislarlas de los verracos, agruparlas, trasladarlas, efecto del macho). El estrés que resulta del traslado, asociado con el efecto macho, es suficiente para iniciar el proceso fisiológico que desencadene la primera ovulación.

En un grupo de primerizas la ocurrencia espontánea del primer celo, que generalmente se adelanta varias semanas, y la pubertad inducida por el manejo son altamente variables.

#### 2.12.4. Nutrición

## 2.12.4.1. Nutrición de la cerda reproductora

Uno de los aspectos de más difícil solución en la explotación porcina es la alimentación, y no existen dudas de su íntima relación con la reproducción, la alimentación ocupa un lugar primordial en todos los procesos de la reproducción (Campabadal, 2001).

## 2.12.4.1.1. Carbohidratos y requerimiento de proteína

Los carbohidratos junto con las fibras de los cereales determinan el volumen de la ración. Una ración balanceada para cerdas debe contener alrededor de 2,5-3 mcal/kg de alimento seco, (Alonso, 1990).

Ha sido demostrado que niveles altos de energía pueden tener efecto en la ovulación si se suministra antes del celo o durante éste, sin embargo, tiene un efecto adverso si se suministra durante los primeros días de gestación, pudiendo provocar mortalidad embrionaria, (Close, 1998).

Los estudios de Self, (1996) han demostrado que las cerditas sometidas a una abundante alimentación alcanzan la pubertad más tarde que las deficientemente alimentadas, esto indica que el excesivo engrosamiento puede afectar a la presentación de la edad púber.

Aunque los grupos bien alimentados tuvieron mayor porcentaje de ovulaciones que los deficientemente nutridos, el número de embriones supervivientes fue más bajo en los primeros, lo que parece indicar, mayor porcentaje de embriones conservados mediante un régimen constante de alimentación restringida, éste compensa la menor ovulación que lleva asociada.

Niveles muy bajos de proteínas en cerdas gestantes pueden presentar efectos catastróficos, pero el peso de la camada al nacimiento será muy bajo. Generalmente la aparición del celo y la concepción se ven notablemente afectadas, los efectos de la reducción de proteínas en las dietas se aprecia de forma más promovida en los cerdos jóvenes, (Figueroa, Cervantes, Cuca, 1999).

## 2.12.4.1.2. Requerimientos de energía

Según los resultados obtenidos por el Instituto de Investigaciones (Informe Bienal 81-82), el experimento que realizó en la Unidad "Frank País" de la Empresa Porcina de Matanzas, donde se observó el efecto del plan energético de la dieta sobre la presentación del estro durante los primeros días posteriores al destete, se comprobó que al elaborar el nivel energético de la dieta se aumentó el % de presentación del celo por destete y se mejoró la efectividad económica. Realmente se considera que los hidratos de carbono constituyen la mayor fuente de energía disponible para la alimentación de los cerdos.

Los primeros trabajos realizados con, miel rica, Velázquez & Col (1978), o miel final, Díaz (1987), demostraron que era factible la sustitución total de los cereales por mieles para las hembras en desarrollo, los porcentajes de crecimiento (30-90 kg de PV) estuvieron en el orden de 350-450 gr/día) y 600 gr/día para la miel rica. La principal limitante de estos trabajos ha sido la edad prolongada para realizar la primera cubrición, ya que no observaronb efectos de importancia por la inclusión de miel en el porcentaje de ovulación y la mortalidad embrionaria, pero si cierta tendencia a un menor desarrollo del tracto genital en las cochinatas que reciben dietas con altos niveles de miel final, a diferencia de las que se alimentan con miel rica que no presentan diferencias con respecto a dietas convencionales de cereales, (Col 1987).

En un grupo de primerizas la ocurrencia espontánea del primer celo, que generalmente se adelanta varias semanas, y la pubertad inducida por el manejo son altamente variables. Un régimen constante de alimentación restringida, compensa la menor ovulación que lleva asociada.

La nutrición: (las cerdas mejor alimentadas inician más pronto el ciclo estral).

#### 2.12.4.1.3. Requerimientos de vitaminas

Los cerdos, animales monogástricos tienen limitaciones para sintetizar en su propio cuerpo las vitaminas en cantidades suficientemente grandes para satisfacer sus necesidades, por lo que cuando se crían de forma intensiva es necesario suplementarlas, sin tener en consideración el posible aporte de los alimentos.

Las vitaminas son factores muy sutiles que pueden afectar el comportamiento de los cerdos. En muchas ocasiones se puede presentar "casi deficiencia" (hipovitaminosis) de cualquier vitamina, sin que se observen los síntomas conocidos y típicos de las distintas avitaminosis. En las condiciones normales de explotación del cerdo, generalmente se observan variados síntomas de deficiencias de vitaminas y no de una sola.

Por ejemplo; los cerdos pueden transformar el caroteno en vitamina A en la pared intestinal, pero las dietas porcinas son casi siempre deficitarias en caroteno y más en vitamina A propiamente. De ahí la necesidad de suplementar esta vitamina, aún cuando se conoce que se puede almacenar por largo período de tiempo en el hígado, por lo que es una de las vitaminas más importantes en la reproducción, tanto del macho como de la hembra.

En los animales afectados suele observarse una reducción a la resistencia a las infecciones asociados con metaplasia e inflamación de las membranas mucosas que incluyen el aparato reproductor.

## 2.12.4.1.4. Requerimientos de minerales

Los elementos minerales desempeñan importantes funciones en el organismo animal.

La deficiencia de éstos en las dietas puede causar diversos síntomas; en primer lugar, ocurre una disminución en la intensidad de la ganancia de peso vivo y un empeoramiento del índice de conversión alimenticia, también puede ocurrir inapetencia, deformaciones óseas, aspecto deslucido, pelo sin brillo, depilaciones, parálisis, irregularidad en la aparición y manifestación del celo, disminución en la producción láctea y otros muchos trastornos.

El Calcio y el Fósforo son los minerales que se requieren en mayores cantidades. Estos dos elementos no solo tienen que satisfacer los requerimientos de los animales, sino también tienen que guardar una relación adecuada uno con otro, y por otra parte su utilización tiene relación con la presencia de vitamina D, por ejemplo se ha comprobado que en diferentes investigaciones realizadas, una deficiencia de Calcio y Fósforo provoca partos anormales y fallos en la lactancia, también la muerte alrededor del parto; suelen ser frecuentes en las camadas procedentes de cerdas que han sido alimentadas deficientemente.

Durante la gestación las necesidades de Calcio no se incrementan como el caso de la lactancia en las cerdas, donde puede concluir hasta la osteomalasia, defectos en el esqueleto y fracturas espontáneas.

Por otra parte las dietas con exceso de Calcio provocan interferencia de otros minerales como el **Fe** y **Zn**. Su deficiencia en las camadas produce la llamada Anemia Ferropriva del cerdito. La deficiencia de este mineral también puede provocar anemia en cerdos adultos, los estados carenciales pueden provocar un incremento en la mortalidad en el parto, camadas poco numerosas y una alta presencia de mortalidad

embrionaria. Por su parte del Zinc es también conocida su deficiencia, provocando la Paraqueratosis del cerdo en crecimiento.

Pero los efectos en la reproducción han sido poco estudiados y no está del todo esclarecido el papel de este elemento. No obstante se reportan camadas poco numerosas y débiles atribuibles a la deficiencia de este elemento.

## 2.12.5. Factores genéticos

Un aspecto controvertido parece ser la influencia del semental sobre la camada, que fue significativa para Bello & Rico (1984), Gómez (1987) y débil para Rico & Menchaca (1985).

Se ha observado al realizar la inseminación artificial un efecto esencial del semental sobre la camada al nacer (Strang & Smith, 1979) pero en la monta natural no ha sido demostrado un patrón bien definido. (Strang & Smith 1979) determinaron efectos significativos sobre el tamaño de la camada viva, pero no a los 21 días.

Otro aspecto genético de suma importancia dentro del comportamiento reproductivo es la raza.

Bereskin *et al.* (1971) encontraron diferencias a favor de la raza Large White al compararla con la Duroc en cuanto a tamaño de la camada al nacer, 21 días y al destete. También Young *et al.* (1974) observaron mejor comportamiento en las puercas Large White que en las Duroc y Hampshire en el porcentaje de ovulación y la supervivencia embrionaria.

El incremento de la productividad de cerdas cruzadas ha sido ampliamente demostrado. Su efecto sobre el porcentaje de ovulación y el número de embriones vivos fue significativo; también Toelle & Robinson (1982) ratificaron el efecto favorable del cruzamiento en los rasgos reproductivos.

## 2.12.5.1 Características de la raza Landrace

Es una raza hipermétrica, longilínea y prácticamente ortoide. La cabeza es de tamaño mediano, suavemente hundida por la cara con un hocico más bien largo y estrecho, y las orejas amplias y dispuestas "en alero". El cuello es corto sin papada. El tronco es más desarrollado por el tercio posterior, mostrando un aspecto de "zeppelín". El pecho es ancho y profundo, la línea dorso lumbar tiende a ascender hasta las palomillas y grupa algo caída y llena. Costillar redondeado y vientre recogido. Espalda desarrollada y muslo musculado con nalga ampulosa y descendida. Extremidades más bien cortas y finas con buenos aplomos. De color blanco el pelo, corto y fino, y la piel es fina, sin arrugas y sonrosada. De temperamento algo más nervioso que la Large White y con menor capacidad de adaptación y facilidad de manejo, la raza Landrace también se configura como una raza de elevados rendimientos reproductivos.

Figura 17. Características reproductivas de la raza Landrace. (Anón, 2007 b).



Tabla 6. Características reproductivas de la raza Landrace. (Anón, 2007 b).

Variables	Valores		
Edad primer parto	354 días		
Intervalo entre partos	166'4 días		
Edad al destete	35'4 días		
Intervalo destete-cubrición	16'0 días		
Tamaño de la camada	10' 1		
Lechones al destete	9'0		
Crecimiento	760-800 d		
Índice de transformación	2'5-2'8		

# 2.12.5.2. Características de la raza Large White.

Con un peso adulto que puede superar los 300 kg en los machos y los 220 kg en las hembras, la raza es hipermétrica, longilínea y perfil cóncavo. Su aspecto general es voluminoso y poco fino. La cabeza, de buen tamaño, es medianamente larga y de gran anchura entre las orejas y a nivel de los ojos.

La frente es ancha y plana, con orejas anchas y delgadas, de longitud media, erguidas e inclinadas hacia fuera y las puntas dobladas hacia atrás. Las órbitas son oblicuas y bien dibujadas, ojos grandes. La cara es de longitud media y de perfil cóncavo, que termina en un hocico ancho. Los maxilares son bien desarrollados. El cuello es corto y proporcionado, bien musculado, con papada poco desarrollada, y unido insensiblemente a la cabeza. El tronco es largo y profundo.

El pecho es ancho y profundo, espalda larga, inclinada, ligera, de mediana anchura y bien soldada al cuerpo. Línea dorsolumbar recta, horizontal y ancha, grupa larga, ancha y ligeramente caída con cola alta y gruesa. Costillar arqueado y vientre lleno y horizontal con 7 pares de mamas. Muslo prominente y nalga llena y descendida.

Extremidades más bien cortas, de buen desarrollo óseo, de buenos aplomos. Las pezuñas son cortas y anchas. La piel es fina, despigmentada, sin arrugas y cubierta de pelos de color blanco, más bien largos y gruesos. Funcionalmente, la raza se caracteriza por su capacidad de adaptación y rusticidad, unida a su temperamento tranquilo, excelente capacidad maternal, elevada fecundidad y prolificidad, correctos índices técnicos, canales de no muy buena conformación (largas y de no mucho jamón) y buena calidad de su carne. La buena aptitud y actitud maternales (carácter tranquilo, cuidado de las crías, capacidad lechera, etc.) la hacen muy interesante tanto en cría en pureza como en cruzamientos como línea materna (Anón, 2007 a).



Figura 18. Características reproductivas de la raza Large White. (Anón 2007).

Tabla 7. Características reproductivas de la raza Large White. (Monge 1999).

Variables	Valores			
Edad primer parto	360/370 días			
Tamaño de la camada	10^2			
Camada al destete	8′8			
Intervalo entre parto	164´2 Días			
Intervalo, destete ? cubrición	14′9 días			
Edad destete lechones	33′9 días			
Crecimiento	800/900 gramos/ dia			
Indice de transformaciones	2′5- 3′0 Kg al/kg. G			

## 2.12.6. Diluyentes y aditivos seminales.

Por diluyente entendemos la solución acuosa que permite aumentar el volumen del eyaculado hasta conseguir las dosis necesarias y preservar las características funcionales de las células espermáticas y mantener el nivel de fertilidad adecuado.

Los espermatozoides se encuentran en el plasma seminal que suministra los nutrientes necesarios para mantener una elevada actividad metabólica necesaria para el proceso de transporte espermático a través del genital femenino. En el eyaculado, esta actividad metabólica sólo puede mantenerse durante un periodo de tiempo muy limitado, como es conocido desde los primeros estudios sobre la conservación del semen porcino (Lewis, 1911). Para poder conservar los espermatozoides durante periodos prolongados es necesario que se reduzca la actividad metabólica de los espermatozoides, mediante la dilución en un medio adecuado y la reducción de la temperatura.

Las peculiares particularidades que presenta el espermatozoide porcino hace que sea muy sensible al shock por frío (Pursel *et al.*, 1973a), que produce una alteración de la viabilidad espermática. En concreto la composición lipídica de sus membranas parece ser la responsable de esta situación. Así, cuando se reduce la temperatura, los movimientos laterales de los fosfolípidos que componen la membrana se ven reducidos y se producen separaciones de fases lipídicas, situación asociada a alteraciones irreversibles de las proteínas de las membranas. Todo hace que se altere la

funcionalidad de la membrana espermática y la viabilidad celular se vea comprometida (revisado por White, 1993).

Los primeros diluyentes rusos estaban basados en soluciones de glucosa con tartrato de sodio, o potasio, o sulfato sódico y peptonas, manteniendo en cualquier caso bajos niveles de electrolitos (revisado por Foote, 2002a). Posteriormente en la década de los 50, se produjo el desarrollo de los diluyentes para el ganado bovino, basados en yema de huevo con fosfato o citrato y leche, y se hicieron algunas adaptaciones para conservar semen porcino (revisado por Foote, 2002a). De entre todos, cabe destacar la adaptación del diluyente "Illinois Variable Temperature" que se utilizaba para la conservación de semen en el ganado vacuno a temperatura ambiente (Du Mesnil Du Buisson & Dauzier, 1959). Este **IVT** medio está basado en una solución de glucosa, citrato, bicarbonato y yema de huevo, pero necesitaba ser gaseado con **CO2** para reducir la actividad metabólica.

De todos los factores que intervienen en el proceso de inseminación artificial porcina nos centraremos en el análisis de la importancia económica y productiva de los diluyentes de inseminación artificial porcina. A pesar de la importancia de este factor, no hay en la literatura científica un gran número de revisiones que analicen este punto (Weitze, 1990; Reed, 1990; Althouse, 1997; Johnson, 2000; Levis, 2000), por ello nuestro objetivo es revisar a la luz de los últimos trabajos publicados la importancia de la elección del diluyente de inseminación artificial porcina en las condiciones de producción actual.

Tabla 8. Composición de los diluyentes más utilizados. (Martínez et al., 1986).

Tabla 8. Composición (en g/l) de los diluyentes de inseminación artificial porcina más utilizados									
	IVT	Kiev	BTS	Zorlesco	MRA	ZORPVA	Reading	Modena	Androhep
Glucosa	3	60	37	11.5	+	11.5	11.5	25ª	26
Citrato sódico	24.3	3.7	6.0	11.7	+	11.65	11.65	6.90	8.0
EDTA		3.7	1.25	2.3	+	2.35	2.35	2.25	2.4
Bicarbonato sódico	2.4	1.2	1.25	1.25	+	1.75	1.75	1.00	1.2
Cloruro potásico	0.4		0.75		-				
Acetilcisteina	0.05								
HEPES									9.0
BSA				5.0	+			3.00	2.5
TRIS				6.5	-	5.5	5.5	5.65	
Acido cítrico				4.1	-	4.1	4.1	2.00	
Cisteina				0.1	+	0.7	0.7	0.05	
Trehalosa							1		
PVA						1	1		
Acetato potásico					+				
MOPS					+				
mOsm	290	380	330	240	290	275	300	282	309
рН		7.2	7.2		6.9			6.9	6.8

La elección del diluyente debe ir asociada al tipo de uso que se vaya a hacer de él. Cuando el tiempo de conservación sea inferior a tres días, la elección más racional sería la utilización de un diluyente de corta duración con unos costes menores y con unos resultados equivalentes a los de diluyentes de larga duración. Cuando lo que se pretende es conservar dosis seminales más allá de 4 días (largas distancias, evaluaciones sanitarias del semen, etc) se deben utilizar diluyentes de larga duración y aumentar la concentración de la dosis para compensar las pérdidas por envejecimiento de los espermatozoides. En cualquier caso la elección del diluyente debe realizarse con el objetivo de optimizar los resultados de fertilidad y prolificidad en las condiciones particulares de cada explotación porcina, ya que su repercusión en el rendimiento económico de la explotación es crucial.

# 2.12.6.1. Tipos de diluyentes

Autor/es: Joaquín Gadea. Resumen

Nuestro objetivo es revisar a la luz de los últimos trabajos publicados, los requisitos de un diluyente de inseminación, la importancia de la elección del mismo en las condiciones de producción actual y apuntar hacia donde van dirigidas las investigaciones para su aplicación en un futuro próximo.

La elección del diluyente debe ir asociada al tipo de uso que se vaya a hacer de él. Cuando el tiempo de conservación sea inferior a tres días, la elección más racional sería la utilización de un diluyente de corta duración con unos costes menores y con unos resultados equivalentes a los de diluyentes de larga duración. Cuando lo que se pretende es conservar dosis seminales más allá de 4 días (largas distancias, evaluaciones sanitarias del semen, etc.) se deben utilizar diluyentes de larga duración y aumentar la concentración de la dosis para compensar las pérdidas por envejecimiento de los espermatozoides. En cualquier caso la elección del diluyente debe realizarse con el objetivo de optimizar los resultados de fertilidad y prolificidad en las condiciones particulares de cada explotación porcina, ya que su repercusión en el rendimiento económico de la explotación es crucial, (Palabras clave: inseminación artificial, porcino, diluyente, espermatozoide, fertilidad).

A nivel práctico en las condiciones actuales de producción los diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos, los que tienen como objetivo la conservación a corto plazo (menos de 1-3 días), o aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo (más de 4 días) (Tabla 10). Los primeros se utilizan principalmente en estructuras de distribución de las dosis seminales a corta distancia (propias de los sistemas europeos, donde la producción de las dosis seminales en la misma granja es frecuente); mientras que los de largo plazo son propios de estructuras como las presentes en USA o Noruega donde las distancia entre el lugar de producción seminal y el lugar donde va a ser utilizado es grande.

Tabla 9. Diluyentes agrupados por la duración. (Weitze 1990).

Tabla 9. Diluyentes agrupados por la duración FUENTE (Weitze, 1990)					
Corta duración (1-3 días)	Larga duración (más de 4 días)				
Beltsville Liquid (BL-1)	Acromax®				
Beltsville Thawing Solution (BTS)	Androhep®				
Illinois Variable Temperature (IVT)	Modena				
Kiev	MULBERRY III®				
	Reading				
	X-Cell®				
	Zorlesco				
	ZORPVA				

Las ventajas que aportan los diluyentes de larga duración son la posibilidad de transporte a largas distancias, permiten realizar pruebas diagnósticas sobre el semen antes de ser utilizadas, como pruebas mediante técnicas **PCR** ("Polymerase Chain Reaction") para detectar la presencia de diversos virus o análisis completos de la calidad seminal, permite una mejor organización de las tareas en los centros de recogida seminal y facilita en gran medida la distribución de las muestras a las granjas de reproducción; primeramente debemos considerar que la relación entre la calidad seminal (que preserva el diluyente) y la fertilidad resultante de su utilización no es directa (Gadea *et al.*, 1998; Gadea, 2001).

Tabla 10. Fertilidad y prolificidad tras la inseminación con semen conservado 3 y 5 días en Androhep BW25 y Kiev. (Weitze, 1990).

Tabla 10. Fertilidad y prolificidad tras inseminación con semen conservado 3 y 5 días en Androhep, BW25 y Kiev.								
	1	N	% Fer	tilidad	LNT			
	3 días	5 días	3 días	5 días	3 días	5 días		
Androhep	351	316	76.9	73.1	10.9 <sup>a</sup>	10.4 <sup>b</sup>		
BW25	361	357	76.7	67.2	10.8	10.2		
Kiev	404	350	75.1	71.1	10.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>		

En el diseño de nuevos diluyentes. Hasta el momento se ha usado un modelo empírico, por lo que para el futuro es necesario conocer más a la célula espermática y su metabolismo, así como utilizar nuevos sistemas que permitan evaluar y optimizar los componentes del diluyente. Del mismo modo, se están evaluando diversos aditivos que intervengan en la viabilidad de los espermatozoides (ej.: alkil-glicerol; Cheminade *et al.*, 2002), protejan del choque por frío (Zeng & Terada, 2001) o mejoren el transporte espermático, la sincronía con la ovulación (Waberski *et al.*, 1994b) y el proceso de fecundación (revisado por Waberski, 1997; Kemp & Soede, 1997).

La utilización de nuevos sistemas como la inseminación intrauterina profunda, donde se reduce el número de espermatozoides por dosis y el volumen de inseminación, puede requerir nuevas condiciones de conservación y en consecuencia será necesario estudiar el mejor diluyente para esta técnica (revisado por Rath, 2002).

Tabla 11. Fertilidad y prolificidad tras la inseminación con semen conservado en Androhep o X-Cell. (Kuster y Althouse, 1999).

Tabla 11. Fertilidad y prolificidad tras inseminación con semen conservado en Androhep o X-Cell.								
		Androhep			X-Cell			
días	N	Fertilidad (%)	LNT	n	Fertilidad (%)	LNT		
2 - 3	170	85.9	10.3	172	86.1	10.2		
3 - 4	164	86.6	9.2	151	84.1	10.0		
4 - 5	188	85.1	9.0*	183	86.3	10.4*		
5 - 6	201	78.6*	9.4	202	85.6*	9.7		

#### TENDENCIAS DE FUTURO

Aunque ha transcurrido casi un siglo utilizando la inseminación artificial porcina, el conocimiento sobre los procesos de conservación de los espermatozoides porcinos es aún muy limitado, por lo que es necesario profundizar en los estudios en las siguientes direcciones:

La inseminación artificial porcina (IA) fue iniciada por Ivanow en Rusia en los primeros años del siglo XX (Ivanow, 1907 y 1922). Posteriormente, se desarrolló su uso en la década de los 30 en las granjas estatales rusas (Rodin & Lipatov, 1935; Milovanow, 1938) y en los años siguientes se fue extendiendo a otros países (en USA Mckenzie, 1931; en Japón, Ito *et al.*, 1948) Pero el verdadero desarrollo y la amplia aplicación a nivel comercial de la inseminación artificial porcina se produce a partir de la década de los 80 (revisado por Reed, 1985; Crabo, 1990; Johnson *et al.*, 2000), cuando se estandarizan los protocolos de inseminación. Obviamente en esta evolución de prácticamente un siglo se han desarrollado sistemas de recogida y preparación de dosis, así como se han mejorado todos los protocolos de inseminación en condiciones comerciales.

En la actualidad, la inseminación artificial porcina es una técnica reproductiva de amplia utilización en todo el mundo desarrollado, aunque el grado de utilización en los diversos países es muy variable. En los países europeos en general la aplicación de la inseminación artificial es muy elevada, llegando a porcentajes superiores al 80% en algunos de ellos (Holanda, Francia, Alemania, España, Noruega, Finlandia, etc.), mientras que, por el contrario, en los Estados Unidos el porcentaje de utilización de la inseminación artificial es aún reducido (del orden del 50%), aunque en los últimos años se ha producido un incremento muy destacable. Según las últimas estimaciones en el mundo se realizan unas 19 millones de inseminaciones, de las cuales la práctica totalidad (99%) se realiza con semen refrigerado a 15–20 °C (Johnson *et al.*, 2000). De estas inseminaciones más del 85% se realiza en el mismo día de recogida o en el día siguiente. Entre los factores que han favorecido el desarrollo de esta técnica se encuentran las ventajas en la diseminación del material genético mejorante del verraco, unido a que los resultados obtenidos con esta técnica igualan e incluso mejoran los obtenidos en sistemas con monta natural.

# 2.12.7. Situación actual del uso de los prediluyentes y aditivos seminales

En estado natural los cerdos han desarrollado una serie de mecanismos de estimulación internos y externos que les permiten obtener buenos resultados reproductivos.

Al utilizar técnicas de reproducción asistidas como lo es la Inseminación Artificial se alteran mecanismos físicos y bioquímicos, la recogida del eyaculado del macho se ha caracterizado por obtener solamente la fracción espermática, y descartar las fracciones que contienen el plasma seminal (**PS**), cuyo contenido se une al espermatozoide en el momento de la eyaculación con la finalidad de estimular el metabolismo celular para

conseguir el máximo de actividad durante el transporte espermático y en la fecundación. (Gil Pascual, 1999).

Pero si además queremos conservar el semen por más tiempo, debemos mantener al espermatozoide en condiciones de inactividad metabólica, por lo tanto debemos eliminar el PS, agregar diluyente para equilibrar la acción de las sustancias del PS y disminuir la temperatura a 15 °C (Rillo, 1982).

Es así, que una vez lograda la extracción y preparación de las dosis seminales, se reduce de una manera muy importante el volumen de PS y en consecuencia varias de las sustancias que lo componen, disminuyendo en su concentración y de esta manera se reducen los estímulos bioquímicos de los que hablamos. (Rillo et al., 1997; Domínguez Tejerína, 1996; Waberski, 1999; Flowers, 2000; Garcia Ruvalcaba & Col 1997) También al incorporar la técnica de IA sustituyendo a la monta natural (MN), se deja de usar el macho y por lo tanto disminuyen los estímulos físicos sobre la cerda y que influyen de una manera significativa sobre la actividad fisiológica de la hembra, disminuyendo la liberación de oxitocina, ya que para que ésta se produzca, necesita de estímulos externos que van a incidir sobre los movimientos de la musculatura del útero tan necesarios, para el transporte de los espermatozoides. (Huhn & Konig, 1976; Rillo, 1996; Domínguez Tejerína, 1996). Además durante la IA y la MN el tracto genital de la hembra recibe sustancias antigénicas antes mencionadas, que es de esperar desencadenen una reacción local del endometrio. En menos de 24 h existe un influjo importante de granulocítos, neutrófilos, PMN, que es un fenómeno fisiológico normal para eliminar la contaminación bacteriana, (Weitze, 1988; 2000 Rozeboom 1997; Cheng 2000; O'Leary et al., 2002). Además es importante decir que el estro de las cerdas dura de 1 a 4 días y que para asegurar la fecundación deberíamos llegar con una cantidad de espermatozoides 12 h antes de la ovulación, por lo que en la práctica se realizan dos o tres inseminaciones, a veces con intervalos de 12 a 24 h, esto nos lleva a que con la tercera dosis podemos incorporarla en el metaestro de la cerda y allí generar una nueva reacción del útero; el trabajo indica que las inseminaciones preovulatorias aumentan las posibilidades de concepción y no así las pos-ovulatorias, aunque en este caso son datos contradictorios, pero habla de un aumento del retorno a celo el 15.5% y de una reducción del tamaño de camada de 1.3 lechones. (Weitze, 2000; Rozeboom, 1997, 1999).

En resumen de la totalidad de estímulos externos que no se producen en la IA, los físicos son, todos de alguna manera compensables con medidas de manejo, sin embargo la estimulación bioquímica producida por el PS no se ha sustituido con éxito hasta el momento (Gil Pascual, 1999).

Uno de los primeros trabajos donde se cita la utilización de aditivos a las dosis seminales fue el realizado por Huhn & Konig en 1976, en este trabajo ellos recomiendan el uso de sustancias uterotrópicas en la dosis seminal para mantener el peristaltismo de la musculatura del útero, esto surgió por la falta de estímulos o estímulos inadecuados que observaban en la cerda al momento de la inseminación; es así que agregando 5 ui de oxitocina consiguieron resultados muy interesantes.

Rillo en su publicación "Reproducción e Inseminación Artificial Porcina" de 1982 comienza a utilizar antes de la dosis seminal 15 ml de diluyente a 42 °C con el objeto de estimular la musculatura del útero.

También en 1988 Weitze presenta dos trabajos que indican una influencia del PS en la fertilidad y la prolificidad de la cerda cuando es agregado, además de la dosis seminal. Glossop, 1992 presenta un trabajo donde combina la IA con MN y el uso de un macho vasectomizado logrando así un aumento de la fertilidad y la prolificidad. También Sánchez en 1992 presenta la utilización de metil ergometrina en la dosis seminal encontrando solo resultados significativos en la prolificidad.

Puig en 1992 presenta el uso de un análogo de la oxitocina, el carbetocín que inyectando 0,2 mg a la cerda antes del servicio encontró también buenos resultados de fertilidad.

En Rillo, 1996 presenta su trabajo y muestra el desarrollo de un plasma seminal sintético, compuesto de minerales, hormonas como la oxitocina, estrógenos, prostaglandinas logrando con su aplicación, antes de la dosis seminal muy buenos resultados en el campo de la fertilidad, pero no así, en el de la prolificidad.

Domínguez Tejerína, 1996 presenta su monografía "Lechón Plus" también utilizando sustancias uterotrópicas con el objeto de aumentar el transporte espermático y así aumentar la prolificidad. Los resultados obtenidos con el uso de aditivos obtuvieron muy buenos resultados, que veremos a continuación donde se plantea.

El objetivo de este trabajo fue comprobar el efecto del aditivo seminal, Lechonplus®, añadido en el momento previo a la inseminación, a dosis seminales conservadas en refrigeración sobre la fertilidad y la prolificidad. El estudio se realizó en siete explotaciones comerciales de ganado porcino situadas al noreste de España y tuvo una duración de 365 días a partir de junio de 2000. Se inseminaron 2715 cerdas y se formaron 2 grupos experimentales distribuidos al azar. Grupo 1 cerdas control inseminadas sin añadir el aditivo al semen. Grupo 2 cerdas en que previamente a la inseminación se añadía 1 ml del aditivo al semen. Los resultados para cada grupo fueron los siguientes: fertilidad 83.64 y 88.30%, y lechones nacidos vivos  $10.49 \pm 2.65$  y  $10.79 \pm 2.29$  respectivamente. Se concluyó que el empleo del aditivo seminal Lechonplus®, añadido en el momento previo a la inseminación, a las dosis seminales conservadas en refrigeración, incrementa la fertilidad y mejora la prolificidad incrementando el número de lechones nacidos vivos, (Palabras clave: incrementar, fertilidad, prolificidad, aditivo seminal).

El objetivo de este trabajo fue comprobar el efecto del aditivo seminal, Lechonplus®, añadido en el momento previo a la inseminación, a dosis seminales conservadas en refrigeración sobre la fertilidad y la prolificidad. El estudio se realizó en siete explotaciones comerciales de ganado porcino situadas al noreste de España y tuvo una duración de 365 días a partir de junio de 2000. Se inseminaron 2715 cerdas y se formaron 2 grupos experimentales distribuidos al azar. Grupo 1 cerdas control inseminadas sin añadir el aditivo al semen. Grupo 2 cerdas en que previamente a la inseminación se añadía 1 ml del aditivo al semen. Los resultados para cada grupo fueron los siguientes: fertilidad 83.64 y 88.30%, y lechones nacidos vivos 10.49 ± 2.65 y 10.79 ± 2.29 respectivamente. Se concluyó que el empleo del aditivo seminal Lechonplus®, añadido en el momento previo a la inseminación, a las dosis seminales

conservadas en refrigeración, incrementa la fertilidad y mejora la prolificidad incrementando el número de lechones nacidos vivos, (Palabras clave: incrementar, fertilidad, prolificidad, aditivo seminal).

Teniendo en cuenta que la fertilidad y la prolificidad son los dos parámetros más importantes que definen el rendimiento reproductivo, y por lo tanto económico, de las explotaciones porcinas: 2,3 partos y 21 cerdos producidos por cerda reproductora y año (1,22), la principal problemática de la inseminación artificial porcina es mantener unos resultados de fertilidad y prolificidad similares a la monta natural (2,21).

Otros autores recomiendan el uso durante la inseminación de sustancias uterotónicas como oxitocina (3, 9, 15, 18, 19), prostaglandina  $F2\alpha$  (5, 12, 13, 28), estrógenos (14, 23, 24, 25, 26, 27), cafeina (7), o las mezclas de oxitocina más prostaglandina  $F2\alpha$  (11, 17) u oxitocina más Lutalyse más estrógenos (28). El presente trabajo tiene como objetivo, comprobar el efecto que tiene el uso del aditivo seminal Lechon-plus®, sobre la fertilidad y prolificidad de cerdas adultas inseminadas artificialmente.

El estudio se realizó en siete explotaciones porcinas ubicadas al noreste de España. Seis explotaciones estaban integradas en Agrocesa y una explotación pertenecía a la sociedad Proinserga. La duración del ensayo fue de 365 días, iniciándose en el mes de junio de 2000. Se utilizaron 2715 cerdas que son híbridos originados del cruce de Large-White x Landrace. 43 cerdas eran nulíparas y 2672 hembras multíparas; destetadas entre 21 y 28 días postparto, presentaron celo entre el cuarto y octavo día postdestete. La condición corporal de las cerdas en el momento de la inseminación fue normal, siendo alimentadas durante la gestación mediante la dieta utilizada en estas explotaciones para dicho período. En las explotaciones se practica sistemáticamente la inseminación artificial con la fracción seminal rica en espermatozoides diluida (1:10, 1:15) en un diluyente comercial (MR-A®) de forma que se asegure en cada dosis de 100 ml un mínimo de 3 x 109 espermatozoides progresivamente móviles. Las dosis seminales procedían de los centros de inseminación artificial porcinos ubicados en Cerviá de las Garrigas (Lérida) y Aldea Real (Segovia). Tras diagnosticar el celo mediante el reflejo de inmovilización, provocado por un operario de la explotación mediante presión en la zona dorsal de la hembra con presencia del verraco, son inseminadas dos o tres veces con un intervalo de 24 horas entre ellas. La formulación del aditivo seminal utilizado se basa en tres tipos de constituyentes de acuerdo con el registro de productos: 5 U.I. de oxitocina, 10 μg-17 β estradiol y cafeína. Las cerdas fueron inseminadas, en jaulas individuales. El diagnóstico de gestación se basa en la ausencia de celo a los 21 días. En la nave de gestación permanecieron hasta 5 días antes del parto.

En el estudio se consideraron 2 grupos: grupo 1 cerdas control inseminadas sin añadir 1 mL de Lechon-plus® al semen conservado en refrigeración y grupo 2 cerdas en que previamente a la inseminación se añadía 1 ml del aditivo seminal Lechon-plus® al semen conservado en refrigeración. No era necesario calentar el aditivo al incorporarlo al semen y una vez añadido se procedía a un ligero volteo para realizar un correcto

homogeneizado. Para cada cerda se estudió la fertilidad y el número de lechones nacidos vivos por camada.

Todos los análisis se efectuaron empleando el software Statistica® [versión 4.5 (1993)], y las características de las pruebas se ajustaron a las condiciones establecidas en Carrasco (1995) y el manual del usuario del software. La fertilidad se analizó utilizando la prueba del x2, aplicándose la corrección de Yates, o la que resulta de utilizar la prueba exacta de Fisher, si existían los supuestos que las exigían (4). La prolificidad se evaluó mediante Análisis de la Varianza para dos factores: "aditivo" y "estación del año".

Los efectos de la adición del aditivo seminal Lechon-plus® a dosis seminales conservadas en refrigeración en fertilidad y prolificidad son mostrados en las tablas "A1 a A3". El tratamiento con el aditivo, mejoró la eficiencia reproductiva de las cerdas inseminadas, con diferencias estadísticamente significativas. La fertilidad fue 4.66% superior para las cerdas inseminadas con semen al que se añadía 1 ml del aditivo seminal comparado con las cerdas control y también hubo un incremento en prolificidad de 0.3 más lechones nacidos vivos por camada.

Por estaciones hubo un incremento significativo de la fertilidad en las cerdas tratadas con Lechon-plus® en las cubriciones de otoño e invierno con incrementos del 7.46% y del 4.54% respectivamente. En prolificidad el tratamiento no produce efectos estadísticamente significativos pero hay un incremento en el número de lechones nacidos vivos en todas las estaciones del año en que se hacen las cubriciones.

# **MATERIAL Y METODOS**

## 3. MATERIAL Y METODOS

## 3.1. Productos comerciales utilizados en los experimentos y en sus orígenes

En la figura siguiente (19) se presentan los aditivos empleados en este proyecto.

Figura 19. Productos y sus orígenes.

Aditivos (hormonal)	Nombre Comercial	Proveedor	Referencia
Grupo 1. Prostagladina	Planate	intervet Schering	790 ESP
Grupo 2. Oxitocina	Oxivex	S.P. Veterinaria s.a.	2254 ESP
Grupo 3. Gonadotropina(GNRH)	Receptal	Intervet Schering	1106 ESP
Grupo 4. Oxitocina + GNRH	Oxitocina + Receptal		
Grupo 5. Solución autoestéril Suin			n diseñado en
el Dpto. de Reproducción de la Fac	cultad de Veterinaria de	León).	

### 3.2. Animales empleados

Este trabajo experimental se realizó durante un período de cuatro años (del 2012 al 2015) sobre cerdas de raza Landrace (\$\to\$) que se inseminaban con semen comercial de empresas externas de machos Landrace, y Large hwite (\$\tilde{\circ}\$). El trabajo se llevó a cabo en explotaciones porcinas pertenecientes a la empresa PROGATECSA, ("Productores ganadero técnico asociados"), granja "La Rastrilla". Esta Situada en la provincia de Burgos (zona sur), en la carretera de Madrid-Irún km 163, localidad, Aranda de Duero (Comunidad de Castilla y Leon, España). Las hembras son de raza Landrace, (abuelas y bisabuelas), las de mayor "Topigs Selection Index" (TSI), con una edad entre 180-300 días, pasan a la nave de bisabuelas y son inseminadas con semén de bisabuelos Landrace. De dicho cruce, nacen las hembras de reposición, para los cruces con Large White, con el objetivo de obtener las hembras F1, y desechando a los machos (vendiéndolos al matadero para consumo como tostón). El criterio de TSI es recomendado por una empresa Holandesa con una frecuencia semanal durante todo el año.

El Índice de Selección TOPIGS (TSI) proporciona el valor genético de cada animal basando la evaluación en una amplia gama de criterios, combinando la fecundidad, la GMD y los parámetros de calidad, así como un valor económico normalizado de estas características. Este índice proporciona una plataforma sobre la que medir el valor

añadido en el medio plazo, puesto que existen importantes mejoras genéticas en estas cualidades que suelen tardar varios años en manifestarse.

Nuestra evaluación de la calidad mediante el TSI se basa entre otros aspectos en la disección de las canales y no únicamente en la relación músculo/espesor de grasa dorsal. Estos parámetros fueron escogidos como los indicadores más precisos del valor total de la canal. También se ha desarrollado un segundo índice que es relevante a corto plazo en el mercado. El Índice de Producción (TPI) es específico para la selección de machos para inseminación artificial para cada mercado en concreto. Es una medida del potencial de estos animales en base a condiciones de producción específicas (por ejemplo, el clima, la sanidad y el sistema de alimentación), los costes de producción (por ejemplo, la alimentación, el trabajo, el alojamiento) y el valor de la canal (sistema de pagos). El TPI se ha calculado tras consultar a los clientes (integrador, centro de inseminación artificial).

Creemos que el uso de los índices adecuados en todo el programa genético puede contribuir a que los animales cubran las necesidades a corto y largo plazo, del mercado a través de la mejor genética.

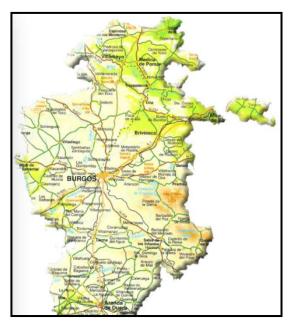
Todos los animales por debajo de los rangos del TSI recomendados son las abuelas, que se cruzan con el macho de Large White (semen) para obtener las F1.

Es una granja con calificación, explotación sanitaria comprobada (A3 E.S.C.), y clasificación zootécnica multiplicadora, de auto-reposición con el objetivo de producir las F1. Las cuales permanecerán en la explotación hasta cumplir dos meses de vida, posteriormente se solicita a las autoridades sanitarias un documento oficial de traslado (guía anexo II), estas son trasladadas a otras explotaciones para ser futuras madres; aunque en la realidad, esta práctica no debería ser así, pues las F1 tendrían que permanecer en la misma explotación hasta los seis meses de vida. La explotación consta de un censo variable según la época del año, oscilante entre 650 a 700 animales. El censo se disminuye de forma considerable por la reforma del bienestar animal, llevada a cabo en 2012; la edad de las cerdas y su eliminación en esta empresa está basada en su ciclo reproductivo (según el número de partos que varía de 1 a 6, y con una media de 2.5 partos/año por cerda), distribuido por edades según su ciclo reproductivo experimental, hasta completar un total de 4.008 cerdas de forma repetitiva (Tabla 12). La duración del ensayo experimental fue de 1.095 días, aproximadamente (3 años) iniciándose en el mes de enero del 2012 hasta el mes de noviembre del 2014.

Figura 20. Mapa Geográfico del País: (España). Situación de la Universidad de león y provincia donde se llevo a cabo los experimentos (Burgos).



Figura 21. Mapa Geográfico de localización de las granjas: Provincia (Burgos, localidad Aranda de Duero).



#### 3.3. Diseño experimental

El diseño experimental contempla cinco experimentos distintos que veremos detalladamente más adelante, en cada uno de ellos se formó un grupo control y otro experimental. En los cincos experimentos se evaluó los parámetros reproductivos descritos, a lo largo de estos procesos. Dicha descripción fue realizada de una manera objetiva a través de una tabla, que nos permitió introducir de forma rápida y sencilla todos los datos necesarios para nuestro trabajo, mediante el uso de dos programas informáticos, Excel y Word. Esta operación es posible debido a la capacidad de los sistemas de analizar individualmente cada parámetro estudiado en la tabla de datos, que fue exportado a un programa estadístico, "Statistical Analysis Software", (SAS) para proceder a su análisis.

Tabla 12. Edad de los animales empleado en el trabajo global según su ciclo reproductivo:

Grupo exp	1-º ciclo	2º y 3º	4º y 5º ciclo	6º ciclo	Total
1	85	200	75	8	368
2	85	200	75	8	368
3	85	200	75	8	368
2 y 3	68	155	70	8	301
4	670	1350	525	58	2603
total	993	2105	820	90	4008

En cada grupo (1, 2, 3, 2 y 3, y 4), se aplicó el mismo procedimiento, cerdas sin tratar (grupo control) y cerdas tratadas (grupo experimental), con un número total de todos los grupos de 4008 cerdas. El tratamiento, consiste en la inyección de la dosis que corresponda de cada aditivo experimental, como se explica en el apartado de metodología.

En las siguientes tablas se detallan las diferentes edades de las cerdas en sus ciclos reproductivos, según los aditivos empleados, grupo control (cerdas sin tratar) y grupo experimental (cerdas tratadas).

Tabla 13. Grupo Control 1. Cerdas sin añadir aditivos.

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	17	0	0	2	19	No	No
2° y 3°	0	56	1	8	65	No	No
4° y 5°	0	44	3	3	50	No	No
6° y 7°	0	20	2	2	24	No	No
Total	17	120	6	15	158	No	No

Tabla 13.1. Grupo Experimental 1: Cerdas tratadas con prostaglandina (planate).

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	<b>M1</b>
1°	14	0	0	1	15	Planate	1cc
2° y 3°	0	59	2	4	65	Panate	1cc
4° y 5°	0	41	0	3	44	Planate	1cc
6° y 7°	0	17	0	2	19	Planate	1cc
Total	14	117	2	10	143	Prostagl.	

Experimento 1. Engloba un total de cerdas de 368 (a excepción de las que fueron dadas de baja por diferentes causas). Estas se dividen en 158 cerdas que pertenecen al grupo control y 143 al grupo experimental (las cerdas del grupo experimental son tratadas con prostaglandina (planate).

Tabla 14. Grupo Control 2. Cerdas sin añadir aditivos.

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	16	0	0	1	17	No	No
2° y 3°	0	88	2	5	95	No	No
4° y 5°	0	27	0	4	31	No	No
6° y 7°	0	16	0	2	18	No	No
Total	16	131	2	12	161	No	No

Tabla 14.1. Grupo Experimental 2: Cerdas tratadas con oxitocina (oxivex).

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	20	0	0	2	22	Oxivex	0.5cc
2° y 3°	0	68	1	7	76	Oxivex	0.5cc
4° y 5°	0	42	0	0	42	Oxivex	0.5cc
6° y 7°	0	11	1	2	14	Oxivex	0.5cc
Total	20	121	2	11	154		

Experimento 2. Engloba un total de cerdas de 368 (a excepción de las que fueron dadas de baja por diferentes causas). Estas se dividen en 161 cerdas que pertenecen al grupo control y 154 al grupo experimental (las cerdas del grupo experimental son tratadas con oxitocina (oxivex).

Tabla: 15. Grupo Control 3. Cerdas sin añadir aditivos.

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	13	0		3	16	No	No
2° y 3°	0	76	2	3	81	No	No
4° y 5°	0	41	1	0	42	No	No
6° y 7°	0	22	1	2	25	No	No
Total	13	139	4	8	164	No	No

Tabla 15.1. Grupo Experimental 3: Cerdas tratadas con GNRH (receptal).

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	16	0	2	1	19	Receptal	0.5cc
2° y 3°	0	33	1	4	38	Receptal	0.5cc
4° y 5°	0	27	0	2	29	Receptal	0.5cc
6° y 7°	0	18	2	2	22	Receptal	0.5cc
Total	16	78	5	9	108		

Experimento 3. Engloba un total de cerdas de 368 (a excepción de las que fueron dadas de baja por diferentes causas). Estas se dividen en 164 cerdas que pertenecen al grupo control y 108 al grupo experimental (las cerdas del grupo experimental son tratadas con GNRH (recptal).

Tabla 16. Grupo Control 4. Cerdas sin añadir aditivos.

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	11	0	0	0	11	No	No
2° y 3°	0	44	1	9	54	No	No
4° y 5°	0	36	01	0	37	No	No
6° y 7°	0	18	0	4	22	No	No
Total	11	98	2	13	124	No	No

Tabla 16.1. Grupo Experimental 4: Cerdas tratadas con oxitocina (oxivex) + GNRH (receptal).

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	11	0	0	1	12	Ox.+Rcpt.	0.5+0.5cc
2° y 3°	0	26	2	3	31	Ox.+Rcpt.	0.5+0.5cc
4° y 5°	0	19	0	1	20	Ox.+Rcpt.	0.5+0.5cc
6° y 7°	0	15	0	0	15	Ox.+Rcpt.	0.5+0.5cc
Total	11	60	2	5	78	-	-

Ox: oxitocina. +: más. Rcpt: receptal.

Experimento 4. Engloba un total de cerdas de 301 (a excepción de las que fueron dadas de baja por diferentes causas). Estas se dividen en 124 cerdas que pertenecen al grupo control y 78 al grupo experimental (las cerdas del grupo experimental son tratadas con oxitocina (oxivex) + GNRH (receptal).

Tabla 17. Grupo Control 5. Cerdas sin añadir aditivos.

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	255	0	0	31	286	No	No
2° y 3°	0	884	35	79	998	No	No
4° y 5°	0	325	31	65	421	No	No
6° y 7°	0	71	7	36	114	No	No
Total	255	1280	73	211	1819	No	No

Tabla 17.1. Grupo Experimental 5: Cerdas tratadas con suinfort.

Ciclo	Nulípara	Destete	Atrasadas	Repetidas	Total	Productos	M1
1°	133	0	0	11	144	Suinfort	1cc
2° y 3°	0	401	16	23	440	Suinfort	1cc
4° y 5°	0	209	11	15	235	Suinfort	1cc
6° y 7°	0	33	2	6	41	Suinfort	1cc
Total	133	643	29	55	860		

Experimento 5. Es un experimento propio no de uso comercial, que se denomina Suinfort. Un aditivo seminal propio, únicamente exclusivo para la inseminación artificial porcina (**IAP**). El ensayo se llevo a cabo durante dos años consecutivos. Engloba un total de cerdas de 2.679 (a excepción de las que fueron dadas de baja por diferentes causas). Estas se dividen en 1.819 cerdas que pertenecen al grupo control y 860 al grupo experimental (las cerdas del grupo experimental son tratadas con Suinfort). Es sin duda, el que más éxito obtuvo en cuanto a los resultados de los índices reproductivos.

#### 3.4. Alojamiento y alimentación

Los animales se encuentran en naves cubiertas, alojados en jaulas individuales desde el primer servicio de gestación hasta los 35 dias, tras la confirmación de preñez, por medio del ecógrafo. Pasan a la nave de gestación confirmada, donde se alojan por grupo en celdas o cuadras, (fruto del bienestar animal, debido al REAL DECRETO 1135/2002 de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos).

Las naves están equipadas con una temperatura controlada por termostato durante todo el año entre 18 y 24 °C y un fotoperiodo constante de 12 h de luz al día figura 22 y foto 1.

Figura 22. Control de la temperatura.

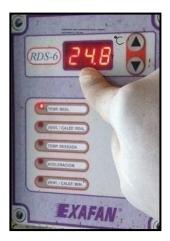


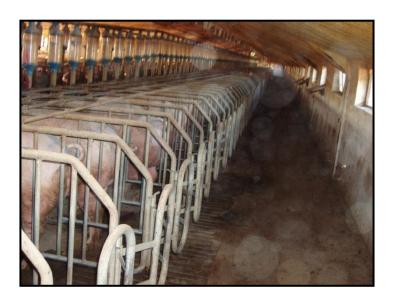
Foto 1. Fotoperiodo constante.



Los animales disponen de comederos y bebederos, individuales y colectivos, este último según su ciclo reproductivo. Comederos con dosificador de alimentos, regulado según la curva de alimentación en las salas de gestación, bebederos agua al libitum, suministrados por chupetes individuales en su primer servicio y en la sala de parto. Estas condiciones de chupetes individuales, están exentos en la sala de gestación

confirmada (mediante ecógrafo), ya que allí se alojan por grupo, debido el Real Decreto de 2002 como hemos dicho anteriormente, y las cerditas de reposición (futuras madres) a partir de dos meses de vida, se encuentran alojadas por grupos de 10 animales en cuadras en una sala especial (testaje) gozan de agua y alimentos al libidum hasta alcanzar de los 50 a los 60 kg de peso vivo. Posteriormente, pasan a los parques o patios hasta alcanzar la pubertad, seguidamente se hace una selección final para su incorporación a la reproducción.

Foto 2. Alojamiento sala de cubrición gestación.



## 3.4.1. Alimentación

El pienso es suministrado por la empresa PROGATECSA, S.A., los animales consumen dos raciones al día, según el ciclo reproductivo en el que se encuentren las cerdas y según la estación del año, consumirán un tipo de pienso u otro (Tabla 18).

Tabla 18. Curva de alimentación.

	0-40 días Posc	cubrición	41-85 días Poscubrición		86-110 días Poscubrición	
Ciclo	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Primíparas	2.4	2.2	2.2	2	3.1	2.9
2° -4° Parto	3	2.8	2.5	2.3	3.4	3.2
>4° Parto	3	2.8	2.6	2.4	3.5	3.3

## Raciones expresadas en kg/día

Cerdas gordas se disminuirá las raciones en 200 gramos.

Cerdas delgadas de incrementará 200 gramos.

## 3.4.1.1. Efecto negativo en la tabla de alimentación

Durante el desarrollo de los experimentos se observó un efecto negativo en la curva de alimentación. Y observamos lo siguiente:

- Las cerdas en el último tercio de gestación estaban más gordas.
- Un incremento considerable de nacidos muertos, y disminución de nacidos vivos.
- Partos distócicos, más aplastamientos.
- Más camadas de nacidos débiles, que incrementan el índice de mortalidad al destete.

Una de las medidas tomadas para corregir estos efectos, fue modificar la curva de alimentación a partir del día 41 al 100 de gestación, en dichos días, la alimentación de las cerdas se invierte, alimentando a éstas en el invierno con los kg correspondientes a la estación de verano, y disminuyendo 2 gr las raciones de verano, cuando nos encotramos en dicha estación.

De este modo se consiguió normalizar los efectos negativos mencionados anteriormente.

## Alimentación de la cerda primeriza

Un error muy común que cometemos en nuestras explotaciones es alimentar a las cerdas primerizas con piensos de gestación, en su caso cerdas gestantes de alta energía en granulado (SG, AE y g) desde que llegan o cuando las cubrimos. Debemos recordar que la cerda primeriza sigue creciendo y las necesidades nutricionales son mayores que una cerda gestante de más ciclos. Es interesante mantener a la cerda primeriza hasta el parto con piensos especialmente formulados para ellas que contengan 16% de proteína y más contenido en lisina y minerales, cerdas de reposición de alta energía en granulado (SR, AE g). Por lo general existen piensos comerciales específicos para ellas.

El alimentar a la cerda primeriza con pienso de gestación desde que damos de alta o llegada a la explotación puede dar lugar a problemas de salidas en celo, aunque trabajemos muy bien la estimulación.

Introducir el pienso de gestación de golpe en cerdas primerizas en la cubrición puede provocar que no queden preñadas o que pierdan la preñez durante la gestación. Por todo esto, es mejor diseñar un área de trabajo con primerizas, no sólo por el tema de la estimulación con el verraco, sino, por darles una alimentación distinta al resto de cerdas de la explotación, lógico, si las instalaciones lo permiten.

En definitiva, el manejo de la alimentación y la estimulación con el verraco van a ser las claves principales para la buena preparación de nuestra futura reproductora.

#### 3.5. Procedimientos y técnicas experimentales

## 3.5.1. Índices reproductivos

Se utilizan los registros del control reproductivo de los cincos experimentos, el proceso de validación para asegurar la confiabilidad de la información incluyó revisiones sucesivas de registros con una frecuencia semanal. Los datos originales fueron transcritos manualmente en un formulario y posteriormente en una hoja de cálculo (Microsoft Excel Y Word). También se realizaron transformaciones de variables mediante fórmulas de cálculo con objeto de facilitar el análisis estadístico. Con la información así extraída, la tabla de datos fue exportada a un programa estadístico como hemos dicho anteriormente para proceder a su análisis.

#### 3.6. Presentación y descripción de los aditivos utilizados en los 5 experimentos

## **3.6.1.** Experimento 1. Prostaglandina (Planate)

## Prostaglandina sintética para porcinos



## **DESCRIPCIÓN**

Prostaglandina sintética para porcinos.

#### COMPOSICIÓN

Cloprostenol (como Cloprostenol sódico) 87 μg Excipiente c.s. 1 ml.

## ACCIÓN

El Cloprostenol es un análogo sintético de la prostaglandina  $F2\alpha$ , como tal es un potente agente luteolítico que produce la regresión funcional y morfológica del cuerpo lúteo (luteolisis) y la estimulación de la musculatura lisa del útero. Como consecuencia de la luteolisis se desencadena un celo con ovulación normal dentro de los 2 a 4 días de aplicado el producto en el caso de aniomales que se encuentren ciclando. Cuando los animales a los que se aplica se encuentran en gestación induce el parto o el aborto dependiendo del momento de la gestación.

#### **INDICACIONES**

Planate está indicado para la inducción del parto en porcinos, cachorras y hembras adultas. La aplicación de una dosis de 175 µg de Cloprostenol no más de 4 días antes de la fecha de parto desencadena el parto dentro de las 24 a 36 horas del tratamiento. El 95% de los animales que reciben una dosis de 175 µg de Cloprostenol uno o dos días antes del parto comienzan con el trabajo de parto dentro de las 36 horas del tratamiento.

## DOSIFICACIÓN

2 ml (175 µg/animal) dentro de los 4 días anteriores a la fecha prevista de parto.

#### **OBSERVACIONES**

El producto se absorbe a través de la piel por lo tanto se recomienda extremar las precauciones en el caso de que el producto sea manipulado por mujeres embarazadas o personas con antecedentes de broncoespasmo.

La administración conjunta con oxitócicos potencia su efecto.

No administrar junto con antiinflamatorios no esteroideos.

## **ESPECIES**

Porcinos.

#### 3.6.1.1. Indicaciones para la preparación experimental

Para nuestro experimento se extrae 1 ml de Planate y se añade a la dosis seminal al momento de inseminación como se explica a continuación en punto (3.11. Pro sentimiento y preparación) Frasco ampolla de 20 ml.

#### RESTRICCIONES DE USO

El período de espera es de un día, después de la aplicación del producto.

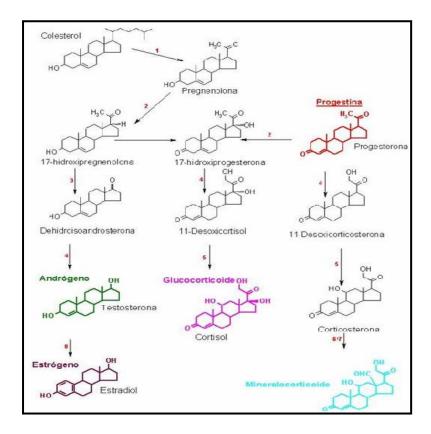
## **APLICACIÓN**

Invectable intramuscular.

#### **PROSTAGLADINA**

En respuesta a la estimulación por parte de las gonadotropinas las glándulas genitales elaboran las hormonas sexuales. Son hormonas de naturaleza esteroide cuya biosíntesis tiene como elemento de partida el colesterol. Según su acción se dividen en masculinas y femeninas y además de en las gónadas se sintetizan también en la corteza suprarrenal, por lo que las hembras producen también hormonas masculinas y los machos hormonas femeninas. De entre los andrógenos u hormonas masculinas, el más abundante y el de acción más potente es la testosterona. Las hormonas femeninas engloban los estrógenos y los progestágenos, entre los primeros sobresale el 17  $\beta$ -estradiol (E2) y entre los segundos la Pg.

**Figura 23.** Biosíntesis de hormonas esteroides (Edgar, 2009).



Las PG son sustancias formadas a partir de ácidos grasos poliinsaturados, que se comportan como transmisores químicos de una diversidad de señales inter- e intracelulares participando en numerosas actividades biológicas. Actúan como hormonas locales o agentes moduladores de la actividad hormonal, con intervención en funciones varias (relajación de la musculatura lisa, inhibición de la agregación plaquetaria, control de la vasodilatación, etc.). Una de esas PG es la  $F2\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), secretada por el útero en caso de no producirse la fecundación y responsable directa de la luteolisis y de la finalización por tanto de la secreción de Pg, posibilitando con ello el inicio de un nuevo ciclo estral.

#### $\beta$ -estradiol

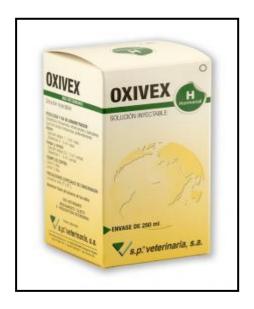
Es el más importante y activo de los estrógenos. Su síntesis tiene lugar en el epitelio folicular, particularmente durante la fase terminal del proceso de crecimiento de los folículos ováricos en cada ciclo estral. Se vierte al torrente sanguíneo en respuesta al efecto estimulante de la LH, cuya creciente secreción pulsátil es trasladada a la del E2 hasta alcanzarse la más alta concentración justo antes de la ovulación (Langford *et al.*, 1980; Wolfenson *et al.*, 2004). Lleva a cabo las siguientes acciones:

- Retroalimenta positivamente la secreción de FSH y LH durante el crecimiento y desarrollo folicular, acción que se consuma con la aparición del pico preovulatorio de LH, necesario para la maduración y dehiscencia folicular, esto es, la ovulación.
- Desencadena la aparición de los síntomas del celo, lo que equivale a decir que gobierna el comportamiento sexual de las hembras.
- Modifica la actividad secretora de las células uterinas con el fin de facilitar el desplazamiento de los espermatozoides por un lado y de sensibilizarlas al efecto estimulante de la Pg por otro.
  - Interviene en la síntesis y liberación de la PGF2M por el útero.
  - Colabora en el desarrollo final de la glándula mamaria al término de la gestación.
  - Retroalimenta negativamente la secreción de gonadotropinas fuera del ciclo estral.

## Prostaglandina F2α

Sin la regresión del CL en caso de no producirse la fecundación no es posible iniciar un nuevo ciclo estral, regresión que exige la intervención de un factor luteolítico. La PGF2M es la encargada de cumplir este cometido una vez sintetizada y secretada por las paredes uterinas en respuesta a los pulsos crecientes de E2 proveniente del ovario, del endometrio pasa a la vena uterina y de ésta a la arteria ovárica para ejercer ya su efecto localmente (Weems *et al.*, 2006). El mecanismo exacto de la luteolisis no está completamente dilucidado.

## 3.6.2. Experimento 2. Oxitocina (Oxivex)



## FICHA TÉCNICA

1. NOMBRE: OXIVEX Registro nº 2254 ESP

## 2. FÓRMULA:

Oxitocina 10 UI

Clorobutanol hemihidrato 3,6 mg

Fenol 5,0 mg

Otros excipientes, c.s.p 1 ml.

## 3. ESPECIES DE DESTINO E INDICACIONES

Bovino (vacas), porcino (cerdas) y equinos (yeguas). Inducción del parto. Inercia o atonía uterina. Involución del útero tras cesáreas ydisminución de hemorragias. Expulsión de secundinas y restos de exudados tras el parto. Iniciación de la lactación tras el parto. Agalaxia de la cerda. Piómetra y endometritis crónica para provocar la expulsiónde exudados. Tratamiento coadyuvante a la terapiaantibiótica de la mastitis aguda y crónica, para provocar la expulsión de residuos y facilitar el drenaje.

## 4. POSOLOGÍA Y MODO DE ADMINISTRACIÓN

Obstetricia: Vía intravenosa, intramuscular o subcutánea.

**Vacas**: 75 – 100 UI (equivalente a 7.5 – 10 ml de Oxivex).

**Cerdas**: 30 - 50 UI (equivalente a 3 - 5 ml de Oxivex).

**Yeguas**: 75 - 150 UI (equivalente a 7.5 - 15 ml de Oxivex).

Eyección láctea:

(Preferiblemente vía intravenosa).

**Vacas y Yeguas**: 10 - 20 UI (equivalente a 1 - 2 ml de Oxivex).

Cerdas: 5 - 20 UI (equivalente a 0.5 - 2 ml de Oxivex).

### 5. TIEMPO DE ESPERA

Carne (Vacas, Cerdas y Yeguas): 0 días.

Leche (Vacas y Yeguas): 0 días.

## 6. PRECAUCIONES ESPECIALES DE CONSERVACIÓN

Mantener fuera del alcance y a la vista de los niños.

Conservar en lugar fresco y al abrigo de la luz.

## 7. PRESENTACIÓN

Vial de 100, 250 y 500 ml.

#### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Conservar a temperatura ambiente, entre 15 °c y 30 °c en un lugar fresco, protegido de la luz.

## **CONTRAINDICACIONES**

No usar en distocias maternas o fetales por peligro de ruptura uterina.

No en animales con hipo calcemia o hipo glicemia.

Periodo de resguardo: = 0 días.

#### 3.6.2.1 Indicaciones para la preparación experimental

Para nuestro experimento se extrae 0,5 ml de oxivex y se añade a la dosis seminal al momento de inseminación como se explica a continuación en punto (3.11. Pro sentimiento y preparación).

## Hormonas de la neurohipófisis: oxitocina y vasopresina

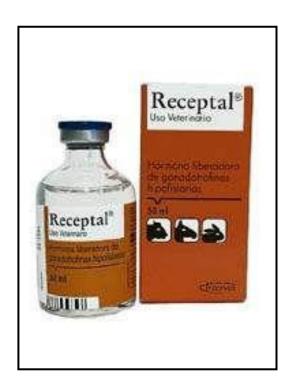
La oxitocina es una hormona de aplicación corriente en tratamientos veterinarios, por ejemplo, en determinados procesos patológicos después del parto para activar las contracciones del útero y acelerar su involución dentro del plazo ordinario (Domínguez, 1995). Se emplea también para forzar el vaciado de las ubres antes de proceder al tratamiento a base de antibióticos, bien por estar afectadas de mamitis La neurohipófisis secreta dos hormonas sintetizadas en los núcleos paraventrícular y supraóptico del hipotálamo: la oxitocina y la ADH (Hafez y Hafez, 2002). Ambas comparten una misma estructura, con forma de anillo debido a la unión de los dos aminoácidos cisteína por un puente disulfuro (Figura 4). La diferencia entre la oxitocina y la ADH radica en los aminoácidos situados en las posiciones 3 y 8, que son la isoleucina y la leucina en el caso de la primera, y la fenilalanina y la arginina en la segunda. Esta analogía en la estructura química hace que las dos hormonas del lóbulo posterior de la hipófisis se complementen en sus acciones, es decir, que la oxitocina ejerza también una -ligera-acción antidiurética y elevadora de la presión sanguínea, y que la ADH haga lo propio sobre la contracción uterina y la eyección de la leche.

Figura 5. Estructura de la oxitocina. (Edgar, 2012).

Hace algo más de un siglo, Dale (1906) notó que el extracto del lóbulo posterior de la pituitaria tenía la capacidad de estimular las contracciones uterinas y Blair (1909) trataba con este extracto la hemorragia posparto debida a la atonía uterina. Por razón de su eficaz actividad contráctil sobre el útero grávido, el factor activo se llamó *oxitocina* de la palabra griega *oxus* que significa "brusco" y *tokos* "parto". Posteriormente, Theobold *et al.* (1948) propusieron la oxitocina como tratamiento para estimular el parto y tratar las posibles hemorragiassubsiguientes. En 1953 está hormona fue

caracterizada bioquímicamente por Du Vigneaud et al. (1953), por lo que recibió el Premio Nobel en 1955, mientras que el gen responsable de su síntesis fue descrito 30 años después por Land et al. (1983). Page (1946) fue el primero en mencionar que el suero de las mujeres embarazadas tiene capacidad de neutralización de la oxitocina gracias a la presencia de la enzima oxitocinasa. Por su parte, Thornton et al. (1990), estudiaron el proceso de metabolización de la oxitocina en el plasma humano, viendo que durante el embarazo la tasa de eliminación aumenta hasta cuatro veces en función no tanto de la concentración plasmática sino de la concentración de oxitocinasa, que según Mizutani y Tomoda (1992) aumenta de forma progresiva durante el embarazo. Hasta la pasada década de los setenta el papel de la oxitocina era objeto de controversia. Algunos investigadores centraban sus trabajos en el posible control de la reproducción, habida cuenta de la capacidad contrastada de contracción de las paredes uterinas, otros en la influencia sobre la eyección de la leche. Es el agente más empleado para estimular las contracciones uterinas durante la última fase de la gestación y ha quedado probado que sus antagonistas pueden anularlas y bloquear consecuentemente el parto (Bossmar et al., 1994). En la proximidad del alumbramiento la sensibilidad del útero a la oxitocina aumenta en virtud de un reajuste hormonal a favor de los estrógenos, que incrementan el número de receptores de la misma en las dos capas musculares uterinas (endometrio y miometrio) (Buch et al., 1955). También es responsable de las contracciones del resto de la musculatura del tracto genital en el acto del apareamiento (Murphy et al., 1987). La presencia del toro ante la vaca en celo no solo aumenta la motilidad del útero sino que también adelanta el momento de la ovulación (Vandemark y Hays, 1953).

## 3.6.3. Experimento 3. Gonadotropina GNRH (Receptal)



## DESCRIPCIÓN

Hormona liberadora (GnRH) de FSH y LH. Receptal® actúa sobre el lóbulo anterior de la hipófisis estimulando la secreción de las gonadotrofinas FSH y LH, que entran al torrente circulatorio periférico. La acción fisiológica de estas hormonas, es estimular la maduración de los folículos, desencadenar la ovulación y la posterior luteinización en el ovario con la formación del cuerpo lúteo. Este proceso funcional, se produce tras la aplicación de Receptal® y explica su eficacia clínica en las diversas indicaciones.

## **COMPOSICIÓN**

Buserelina, acetato: 0,42 mg. Excipientes c.s.p.: 100 ml.

#### **INDICACIONES**

Trastornos de la fertilidad de origen central y ovárico. Inducción de la ovulación y mejora del porcentaje de preñez a la inseminación en vacas, yeguas y conejas. Con referencia a cada una de las especies, han de citarse las indicaciones siguientes: Vaca: Mejora del porcentaje de preñez: en la inseminación artificial y tras la sincronización de celo. Al respecto, ha de señalarse especialmente la mejora del 11 % del porcentaje de preñez tras el primer servicio estadísticamente comprobado y el número de ovulaciones a destiempo significativamente menor después de la aplicación de Receptal®. Las experiencias reunidas en el empleo sistemático de Receptal® en el primer y segundo servicio, ya han confirmando repetidas veces que el porcentaje de preñez, puede mejorarse netamente en un 6 a un 17%, según la disposición del ensayo y el material de pacientes. Quistes foliculares, con y sin síntomas de ninfomanía. Aciclia. Ovulación retardada. Atresia folicular. Profilaxis de trastornos reproductivos por inducción temprana del ciclo después del parto. Este tratamiento está indicado especialmente en vacas con retención de placenta o afectadas con frecuencia de quistes foliculares. Yegua: Alteraciones quísticas de los ovarios, con y sin celo prolongado o permanente. Aciclica. Inducción de la ovulación. Fijación del momento de la ovulación y monta. Mejora del porcentaje de preñez. Celo prolongado o permanente. Coneja: Inducción de la ovulación en la inseminación después del parto. Mejora del porcentaje de preñez.

## DOSIS Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN

Vaca: Tratamiento de quistes foliculares: Aplicar 5 ml de Receptal®. No es necesaria la ruptura manual de los quistes. Realizar un control entre los 10 y 15 días y repetir el tratamiento solo si el exámen revela la ausencia de cuerpos lúteos o la formación de quistes. Aciclia: Aplicar 5 ml de Receptal®. Si no se produce el celo realizar un control entre los 10 y 12 días del tratamiento. En ausencia de estructuras funcionales en los ovarios, repetir el tratamiento. Ovulación retardada y atresia folicular: Aplicar 2,5 ml de Receptal®. La aplicación se efectúa al mismo tiempo que la inseminación o monta o con una anterioridad de hasta 6 horas. La ovulación se produce, por lo general, en el lapso de 24 horas. Profilaxis de trastornos reproductivos por inducción temprana de 10dias, se repete el dia 11 y 12 con 5 ml Receptal por día.

Inducción de la ovulación: Aplicar 10ml de Receptal. Fijación del momento de la ovulación y cubierta; Mejora del porcentaje de preñez; Celo prolongado o permanente: aplicar 10 ml de Receptal .se aplica las prescripciones mecionada en párrafo precedente.

**Coneja**: Inducción de la ovulación en la inseminación después del parto: Aplicar 0,2 ml de Receptal®. Esta aplicación puede realizarse ya a las 24 horas del parto. La inseminación se practica inmediatamente después.

## **PRESENTACIÓN**

Frasco ampolla de 50 ml.

#### **CONTRAINDICACIONES**

No se han comunicado hasta ahora contraindicaciones, efectos secundarios ni interacciones con otros medicamentos.

#### **OBSERVACIONES**

En todas las especies Receptal® se aplica, de preferencia, por vía intramuscular, pero son posibles también las inyecciones intravenosa y subcutánea.

## 3.6.3.1. Indicaciones para la preparación experimental

Para nuestro experimento se extrae 0,5 ml de Receptal y se añade a la dosis seminal al momento de inseminación como se explica a continuación en punto (3.11. Pro sentimiento y preparación).

#### **GONADOTROPINAS**

Como su nombre indica, la FSH estimula el desarrollo del epitelio germinal en ambos sexos, en el macho activando la maduración de los espermatozoides y en las hembras, previo reclutamiento entre los folículos primordiales existentes, la evolución y el desarrollo de éstos hasta la fase de folículos terciarios. La LH en los machos impulsa la secreción de testosterona, que condiciona la exteriorización de los caracteres sexuales secundarios. En las hembras tiene una doble acción estimulante, por un lado sobre sobre lamaduración de los folículos hasta provocar la ovulación y subsiguientemente el desarrollo del cuerpo lúteo (CL); por otro, sobre la secreción de estrógenos por el epitelio folicular, responsables de la aparición de los síntomas del celo y de que el útero entre en fase de proliferación. Durante el período de maduración de los folículos hasta la ovulación, ambas hormonas actúan de forma sinérgica y con ellas lo hacen también los factores de crecimiento con actividad insulínica (IGF-I), que aumentan el número y la actividad de los receptores foliculares a Las gonadotropinas y optimizan larespuesta de las células de la granulosa y la Teca a la FSH y la LH (Lucy, 2000). La secreción de ambas gonadotropinas depende de un complejo mecanismo hipotalámico-hipofisario que obedece a un efecto de retroalimentación de las hormonas gonadales (Findlay y Clarke, 1987; Fieni et al., 1995). A la PRL se la conoce también como hormona luteotropa porque asegura el mantenimiento de la actividad secretora del CL o, lo que

es lo mismo, la síntesis de Pg luteica, aunque en realidad es este un efecto que ha podido ser demostrado de manera inequívoca unicamente en ratas y ratones, no así en las hembras bovinas y ovinas. En estas últimas la actividad fisiológica de la PRL se vincula a la lactación. El inicio y mantenimiento de esta función constituye un fenómeno complejo en el que aparecen implicadas varias hormonas, a saber, estrógenos, Pg, ACTH, STH y PRL. El papel de la PRL se reserva no tanto al mantenimiento de la secreción de leche como al inicio, siempre y cuando haya habido previamente una sensibilización y desarrollo de las células mamarias por parte de los estrógenos y la Pg en el curso final de la gestación. A pesar de ello, o por ello, a la PRL se la conoce también como hormona lactogénica.

## 3.6.4. Experimento 4. Combinación de oxitocina + receptal

# 3.6.4.1. Indicaciones para la preparación experimental: en punto (3.11. Pro sentimiento y preparación)

## 3.6.5. Experimento 5. Suinfort

Uso veterinario.

Aditivo seminal de última generación para la inseminación artificial.

Porcina (IAP), inductor de la ovulación y estimulante de la motilidad espermática, trasporte espermático y capacidad fecundante de los espermatozoides, asegurando unos altos niveles de fertilidad y prolificidad en el rendimiento de la reproducción porcina.

#### COMPOSICIÓN

Solución autoestéril que vehicula un complejo hormonal y químico inductor de la ovulación de la cerda en celo, sicronizando la inseminación con las ovulaciones. Asimismo, está compuesto de estimulantes de la motilidad espermática del tipo de las metilxantinas que facilitan el transporte espermático y la capacidad fecundante del semen.

## **INDICACIONES**

Induce la ovulación sincronizándola en el momento de la inseminación y estimula la capacidad fecundante de los espermatozoides.

#### ESPECIE DE DESTINO

Porcino.

## DOSIS Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN

1cc de SUINFORT en la dosis seminal antes de ser aplicada a la cerda en celo. No debe nunca más de 15 minutos entre la adición de Suinfort y la inseminación de la cerda.

## EFECTOS SECUNDARIOS Y SOBREDOSIFICACIÓN

No han sido descritos.

#### CONTRAINDICACIONES

No han sido descritos.

#### PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS

Evitar el contacto con la piel. En caso de que derrame el producto sobre la piel, deberá lavarse inmediatamente con agua y jabón. Esta advertencia debe practicarse especialmente en el caso de mujeres embarazadas.

#### TIEMPO DE ESPERA

Carne 0 días.

## CONSERVACIÓN

Conservar en refrigeración entre 4 y 17 grados centígrados. No es necesario calentarlo para añadirlo al semen, aunque éste esté conservado a 17-18° c.

#### **PRESENTACIÓN**

Vial de 10 ml., válido para 10 inseminaciones.

# 3.6.5.1. Indicaciones para la preparación experimental: en punto (3.11. Pro sentimiento y preparación)

## 3.7. Situación actual del uso de prediluyentes y aditivos seminales

En estado natural los cerdos han desarrollado una serie de mecanismos de estimulación internos y externos que le permiten obtener buenos resultados reproductivos. Al utilizar técnicas de reproducción asistidas como lo es la Inseminación artificial se alteran mecanismos físicos ybioquímicos, la recogida del eyaculado del macho se ha caracterizado por obtener solamente la fracción espermática, y descartar las fracciones que contienen el Plasma Seminal cuyo contenido se une al espermatozoide en el momento de la eyaculación con la finalidad de estimular el metabolismo celular para conseguir el máximo de actividad durante el transporte espermático y en la fecundación. (Gil Pascual, 1999).

Pero si además queremos conservar el semen por más tiempo, debemos mantener al espermatozoide en condiciones de inactividad metabólica, por lo tanto debemos eliminar el PS, agregar diluyente para equilibrar la acción de las sustancias del PS y disminuir la temperatura a 15° (Rillo, 1982).

Es así que una vez lograda la extracción y preparación de las dosis seminales, se reduce de una manera muy importante el volumen de PS y en consecuencia varias de las sustancias que lo componen, disminuyendo en su concentración y de esta manera se

reducen los estímulos bioquímicos de los que hablamos. (Rillo, y col 1997; Domínguez Tejerína, 1996; Waberski, 1999; Flowers, 2000; Garcia Ruvalcaba, y col 1997).

## 3.8. Metodología general y registro

## 3.8.1. Origen de las dosis seminales y materiales utilizados

- -El semen utilizado en este trabajo procedían de varios o diferentes centros de I.A.
- -Centro de I.A. sínova-Aranda de Duero (Burgos).
- -Centro de I.A. copinboek (Soria).
- -Centro de I.A. Mejorada (Toledo).
- -Centro de I.A. Centro Tecnológico de Inseminación Artificial Porcina (León).
- -Cateteres cervical é intra-uterina (megapor).
- -Equipo informáticos con progranma especifico (ISAPORC) Valladolid.
- -Ordenador.
- -Ecógrafo.
- -Gel para la ecografía.
- -Jeringa.
- -Agujas bolígrafo.
- -Papel.
- -Bolígrafo.
- -Lapicero.
- -Guantes látex.
- -Cámara fotográfica.
- -Microscopios.

## 3.9. Modo de conservación y valoración rutinaria

Los aditivos son conservados en las condiciones requerida por el fabricante siguiendo las instrucciones del prospecto, desde un principio se formaron cuatro grupos (1, 2, 3 y 2-3) de forma que se fueron obteniendo los resultados positivos y negativo, de cada unos de ello como lo indica a continuación se formó un nuevo grupo cinco experimental denominado Suinfort.

Se aplicaba semanalmente un experimento y un grupo control. En el estudio como se explicado más adelante se consideraron dos grupos Grupo: 1 cerdas control inseminado sin añadir adictivoal semen y grupo 2 cerdas en que previamente a la inseminación se añadía un aditivo según el orden que corresponda. En la fase uno los estudios duraron 332 días, comprendida por los siguientes aditivos seminal de uso comercial, Planate, Oxivex, Receptal, y combinación de Oxivex mas Receptal. En la fase dos se realizó en un periodo de 672 días corresponden al aditivo de elaboración propia Suinfort que obtuvo resultado satisfactoria en este trabajo como se explica a continuación en los parámetros estudiados. Para cada cerda se estudio los siguientes parámetros:

- 1) Fecundidad
- 2) Fecundidad a parto
- 3) Repeticiones cíclica
- 4) Repeticiones a cíclica
- 5) Repeticiones tardías
- 6) Lechones nacido total
- 7) Lechones nacido vivo
- 8) Lechones nacido muerto
- 9) Intervalo destete cubrición
- 10) Abortos
- 11) Otros

La conservación de semen los últimos años ha producido un incremento muy destacable. Según las últimas estimaciones en el mundo se realizan unas 19 millones de inseminaciones, de las cuales la práctica totalidad (99%) se realiza con semen refrigerado a 15–20 °C (Johnson *et al.*, 2000). En la actualidad, la inseminación artificial porcina es una técnica reproductiva de amplia aplicación en todo el mundo desarrollado, aunque el grado de utilización en los diversos países es muy variable. En los países europeos en general la aplicación de la inseminación artificial es muy elevada, llegando a porcentajes superiores al 80% en algunos países (Holanda, Francia, Alemania, España, Noruega, Finlandia, etc.), mientras que, por el contrario, en los Estados Unidos el porcentaje de utilización de la inseminación artificial es aún reducido (del orden del 50%), aunque en los últimos se realiza en el mismo día de recogida o en el día siguiente. Entre los factores que han favorecido el desarrollo de esta técnica se encuentran las ventajas en la diseminación del material genético mejorante del verraco, unido a que los resultados obtenidos con esta técnica igualan, e incluso mejoran los obtenidos en sistemas con la monta natural.

## 3.10. Registros informáticos

Los registros informáticos te ayudarán a determinar si las inseminaciones en un día concreto de la semana son las problemáticas. Si este es el caso, ¿qué es diferente es estos días? ¿Es posible que el semen sea demasiado viejo (>3 días)? Puedes intentar realizar inseminaciones por la mañana o por la tarde. Si se registra la información, también puede evaluarse el rendimiento de las diferentes personas que inseminan. Es

posible uno de los operarios que realiza muchas inseminaciones necesite mejorar su técnica. Ya que según nuestra experiencia hemos observado varias irregularidades de detección de celo, e inseminación, la confianza esta el peligro.

Como puede verse, los registros pueden proporcionar una información muy útil. Permiten medir el rendimiento de la explotación. Recuerda el dicho, si no lo conoces, no lo puedes mejorar.

Se creó un sistema de manejo o control de celo, en las cerdas post-servicio formado por lotes o semana, tabla.19.

Este sistema es eficaz, aquellas granjas que realiza las inseminación semanal. Mientras se realiza inseminación (creación del lote nº 1) se recela o controla los retornos de celo del lote nº 50 y 47, paseando el verraco, ya que el lote 50 le corresponde las repeticiones del 18 al 24 días, mientras el 47 repeticiones comprendidas 38 a 44 días, tabla 19. Nos permite detectar repetición cíclicas y a cíclicas en un periodo de 18 a 44 días post-servicio, evitando las repeticiones tardías, y llegadas de cerdas vacías a parto.

Tabla 19. Control del celo en diferentes lotes de forma sistemático.

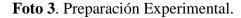
Semana cubrir	Semana recelar rc/18°24 dias	Semana recelar r.ct/38 a 44 días	Semana cubrir	Semana recelar r.c/18 <sup>a</sup> 24 dias	Semana recelar r.ct/38 a 44 días
1	50	47	27	24	21
2	51	48	28	25	22
3	52	49	29	26	23
4	1	50	30	27	24
5	2	51	31	28	25
6	3	52	32	29	26
7	4	1	33	30	27
8	5	2	34	31	28
9	6	3	35	32	29
10	7	4	36	33	30
11	8	5	37	34	31
12	9	6	38	35	32
13	10	7	39	36	33
14	11	8	40	37	34
15	12	9	41	38	35
16	13	10	42	39	36
17	14	11	43	40	37
18	15	12	44	41	38
19	16	13	45	42	39

20	17	14	46	43	40
21	18	15	47	44	41
22	19	16	48	45	42
23	20	17	49	46	43
24	21	18	50	47	44
25	22	19	51	48	45
26	23	20	52	49	46

Donde r=repetición. C= clínica. T= tardías.

## 3.11. Procedimientos y preparación

En el estudio se consideraron dos grupos (como hemos dicho anteriormente en punto 3.5), Grupo uno cerdas control inseminadas sin añadir adictivo al semen y grupo dos cerdas en que previamente a la inseminación se añadía la dosificación corresponde según aditivo seminal, se extrae el producto con una jeringa de aguja muy fina y se inyecta si romper la envoltura de semen para evitar el goteo y la contaminación del contenido seminal y una vez añadido se procedía a un ligero movimientos para realizar un correcto homogeneizado, no debe transcurrir más de 15 minutos tras la mezcla en momento de inseminación ver foto 3.





## 3.12. Dosificación y conservación.

Se extrae la cantidad exacta que corresponda al grupo experimental y se añade al semen. Ver figura 24.

Figura 24. **Prosentimientos, dosificación y conservación de aditivos experimentales.** 

<b>Experimentos</b>	Aditivo seminal	Dosificación	Conservación
A-1	Prostagladina	1cc	4 °c 35c°
B-2	Oxitocina	0.5cc	15 °c 30 °c
C-3	Gonadotropina(GNRH)	0.5cc	4 °c 35 c°
B4+C4	Oxitocina +gnrh	0.5cc+0.5cc	$15  ^{\circ}\text{c} - 30  ^{\circ}\text{c} + 4  ^{\circ}\text{c}  35  ^{\circ}\text{c}$
D-5	Suinfort	1cc	4 °c 16 c°

Tras la inseminación se recoge los datos en un formulario propio, y posteriormente introducido al programa informático "Isaporc". Previamente a la primera cubrición transcurrido seis a doce horas se pasa el verraco frente box de las cerdas inseminadas, Las cerdas del grupo control manifiesta el celo levantando del suelo cabeza erguida la cola hacia riba signo evidente de inmovilidad, este fenómeno es totalmente reciproca a las cerdas del grupo experimental cinco tratadas con Suinfort, se cumple con los objetivo ya que este producto acelera el proceso de la ovulación acortando el celo, podemos ver como las cerdas tratadas ( figura 25marcada con "p" )se encuentran tumbadas ignorando la presencia de verraco al momento de segundo servicio de inseminación, (10h después de la primera inseminación).

Figura 25. Efecto del Suinfort sobre la duración del celo (reflejo inmovilidad).



## 3.13. Prueba de observación folicular

El proceso de maduración folicular ha sido estudiado mediante el cecógrafo, introduciendo por vía transabdominal transcurridas seis horas desde el primer servicio de inseminación.

Foto 4. Proceso de maduración folicular.

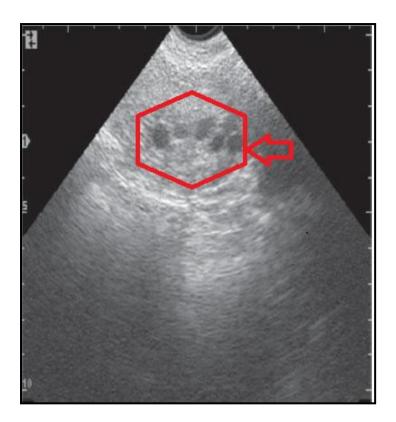
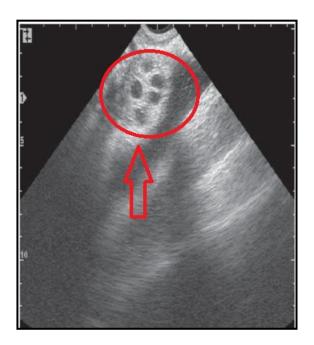


Foto 5. Proceso de maduración folicular transcurridas 12 horas postservicio.



## 3.14. Equipo de captura de imágenes foliculares

Para la realización de esta prueba se empleó cámaras integradas en el ecógrafo y cámaras externas de marca Cannon.

#### 3.15. Análisis Estadístico

En el desarrollo del análisis estadístico de este trabajo experimental se han empleado en un programa, los caracteres estadísticos la fecundidad (% fecundidad), la prolificidad (**N.T.**), número de nacidos vivos (**N.V.**) y la mortalidad (% de nacidos muertos (**N.M.**) frente a N.T.).

El contraste de hipótesis en el caracterer de fertilidad se llevó a cabo a través del esdadígrafo  $X^2$ . Para los caracteres n.t., n.v. > % mas fertilidad a través de ANOVA.

El análisis de los datos se realizó con el programa SAS. Ver 9.1., así para la definición de los modelos de regresión y el análisis de pruebas y contrastes estadísticos fueron llevados a cabo empleando el programa SAS ("Statistical Analysis Software", SAS Institute Inc, Cary, EEUU).

A excepción de los análisis realizados sobre los datos de la valoración rutinaria y los la descripción de las técnicas empleadas se realizará de forma individual en cada experimento. Esto es debido a que las técnicas desarrolladas varían en función de la prueba que estemos describiendo y ser, en algunos casos, extremadamente complejas.

En todos los contrastes se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los grupos a comparar cuando el valor de p era inferior a 0,05. Previamente a la realización de comparaciones múltiples se realizaron las pruebas de Levene y Shapiro-Wilk (o mas raramente Kolmogorov-Smirnov) para evaluar si los conjuntos de datos cumplían las condiciones de homocedasticidad y normalidad respectivamente. De igual manera, ante comparaciones pareadas se realizó la prueba de Shapiro-Wilk con el objetivo de comprobar la normalidad exclusivamente.

#### OTRA FORMULA APLICADA

 $(CT - NE) = P \times 100 / CT$ 

Donde, CT = (cubriciones totales); NE = (negativas) y P = (positivas o preñadas).

# **RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS

El propósito de este trabajo es estudiar los parámetros reproductivos de las cerdas empleando y comparando cincos tipos de aditivos seminal bajo un programa de inseminación artificial.

Los efectos de la adición del aditivo seminal de los cincos experimentos<sup>®</sup> a dosis seminales fresco conservadas en refrigeración en los parámetros estudiados son mostrados en las tablas 20 a 27b. E ilustrado en forma de grafico en apartado 5 (discusión). El tratamiento con los aditivos, mejoró los parámetros reproductivos estudiados de las cerdas inseminadas, con diferencias estadísticamente significativas.

La fecundidad, y fertilidad fue superior para las cerdas inseminadas con semen al que se añadía 0.5 ml a 1 ml según el aditivo seminal que correspondiera al experimento, comparado con las cerdas control tabla 20. El experimento (1, 2 y 5) fue totalmente al contrario que el experimento 3 y 4 el cual fue inferior. También hubo un incremento con diferencia estadísticamente significativa, en los cinco experimentos en cuanto a la prolificidad (n.t.y n.v.).

Por comparación hubo un incremento muy superior en las cerdas tratadas con Suinfort<sup>®</sup> en los tratamientos de todos los meses del año con incrementos del 4.40% en fecundidad. En la prolificidad el tratamiento produce efectos estadísticamente significativos, hay un incremento en el número de lechones nacidos vivos en todos los meses del año, rompiendo las barreras estacionales. Se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 20. Efecto del tratamiento sobre la fecundidad y fertilidad a parto en los 5 experimentos.

Experi mento	% Lote(tratadas)		%Lote (control)		Diferencial (ttcot)	X2	Valor (P).	Significación
	Fecundidad	F.Parto	Fecundidad	F.Parto	( ,		, ,	
A1	90.91 (143)a	90.91	87.34 (158)a	81.55	3.57%	0.97	0.3226	NS
B2	90.26 (154)a	88.89	83.23 (161)+-b	82.22	7.03%	3.36	0.06665	± NS
С3	91.67 (108)a	89.98	92.07 (164)a	87.95	-0.40	0.01	0.9042	NS
CB4	84.81 (79)a	84.81	90.32 (124)a	88.88	-5.51%	1.40	0.2356	NS
D5	93.02 (860)a	90.02	88.62 (1819)b	87.01	4.40%	12.61	0.0004	Muy.sg

Difieren letras en una misma fila, con letras diferentes para p<0.005

Tabla 21. **Efecto de los tratamientos sobre la prolificidad en los 5 experimentos.** (Anova).

		Nacidos Totales			
Ехр.	Lote Tratado Media ±	Lote Control Media ±	Diferencial	Significación	
	e.s.()	e.s.(n)			
1	14.66 ± 0.26 (143)a	13.18 ± 0.26 (158)b	1.48	<0.0002 sn	
2	14.30 ± 0.29 (154)a	12.75 ± 0.30 (161)b 1.55		<0.0002 sn	
3	14.80 ± 0.31 (79)a	13.28 ±0.26 (124)b	1.52	<0.0001 sn	
4	14.76 ± 0.40(108)a	13.34 ±0.32 (164)b	1.46	<0.0068 sn	
5	14.80 ±0.12 (860)a	13.73 ±0.09 (1824)b	1.07	<0.0001 sn	

Como se puede observar en la tabla de nacidos totales, hay diferencias significativas en los cinco experimentos, favorables, a las cerdas tratadas, con respecto a las de control.

Tabla 22. Efecto de los tratamientos sobre los nacidos vivos en los 5 experimentos.

		Nacido Vivo		
Experime nto	Lote Tratado Media ± e.s()	Lote Control Media ±e.s.(nº)	Diferencial	Significación
1	13.41 ±0.25(143)	11.64±0.25 (158)	1.77	0.0001
2	12.86±0.28(154)	12.86±0.28(154) 11.26±0.29(161)		0.0001
3	13.66 ±0.29(79)	11.94±0.25(124)	1.76	0.0001
4	13.53±0.38(108) 11.99±0.31(164)		1.54	0.0021
5	13.33±0.11(860	12.28±0.08(1824)	1.05	0.0001

Como se puede observar en la tabla de nacidos vivos, hay diferencias significativas en los cinco experimentos, favorables a las cerdas tratadas, con respecto a las no tratadas (grupo control).

Tabla 23. Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad neonatal en los 5 experimentos.

		Nacido muerto		
Experimento	Lote Tratado Media ± e.s(n)	Lote Control Media ±e.s.(n )	Diferencial	Significación
1	1.25 ±0.14(143)	1.54± 0.13(158)	0.29	0.1449 ns
2	1.44 ±0.12(154	.12(154 1.48±0.13(161)		0.8010 ns
3	1.13 ±0.14(79)	1.13 ±0.14(79) 1.34±0.12(124)		0.2874 ns
4	1.22 ±0.17(108)	1.34±0.14(164)	0.12	0.5814 ns
5	1.50±0.068 (860)	1.48±0.05(1824)	0.02	0.7938 ns

ns: Estadísticamente no significativo.

Como se puede observar en la tabla 23, de mortalidad no hay diferencia significativa en todos los 5 experimentos. Sin embargo es totalmente a la inversa de la tabla 21 (prolificidad) n.t., hay una diferencia significativa, los cinco grupos favorables a los animales tratados. De este modo sin duda los resultados son favorables al grupo de los animales tratados.

#### 4.1. Experimento 1 y 2

#### 4.1.1. Índices Reproductivos

En los índices evaluados. n.t. y n.v. como ya hemos dicho anteriormente, hubo diferencias estadísticamente significativas (P>0,05), entre animales previo la inseminación artificial se añadió el aditivo que corresponda y no tratado (ver la Tabla 23).

#### 4.2. Experimento 3 y 4

#### 4.2.1. Índices Reproductivos

Como se aprecia en la Tabla 20, la aplicación de GnRH Receptal®individualmente (experimento 3) o combinado de Receptal mas oxitocina (experimento 4) afecta negativamente al carácter fecundidad de los índices estudiados. En otras palabras, no parece que la adición sistemática de GNRH (Receptal) y su mezcla con Oxitocina (Oxivex) a dosis seminal a la cerda en diferente fase de su ciclo reproductivo, en las condiciones experimentales descritas, tenga repercusión sobre la fecundidad cuyo empeoramiento respecto al grupo control es patente (ver Figura 20).

Tabla 24. Efecto de los tratamientos sobre los retornos de celos cíclicas, acíclicas y tardías en los 5 experimentos.

Lotes	Cío	clica	Ac	íclica	T	ardía
	Tratadas	No Tratadas	Tratadas	No Tratadas	Tratadas	No Tratadas
1	0	5	9	13	4	2
2	0	6	14	16	1	6
3	1	3	4	9	4	3
4	6	4	16	10	6	1
5/a,b	27	104	19	86	9	21
Total						

Tabla 25. Efecto de los tratamientos sobre el intervalo destete cubrición en los 5 experimentos.

		Ir	tervalo Destete Cubrición				
Experimento	Lote T	ratado	Lote Control Media ±	Diferencial	Significación		
	Media ± e.s()		e.s.(nº)				
1	4.83±0.06(143)		4.96±0.06 (158)	0.13	0.1341		
2	4.80±0.06(154)		4.89±0.06(161)	0.09	0.3409		
3	4.71±0.08(79)		4.71±0.08(79) 4.85±0.06(124)		0.1671		
4	5.03±0.0.10(108)		5.03±0.0.10(108)		4.99±0.08(164)	0.04	0.5814
5	4.70±0.	02(860	4.69±0.02(1824)	-0.01	0.9128		

#### 4.3. Comparación de resultados tratado-control y entre experimentos

#### 4.3.1. Índices Reproductivos

En los diferentes carácter estudiados por ejemplo la fecundidad que en ninguno de los 4 primeros experimentos (1y 2,) nohay diferencias estadísticamente significativas entre grupo tratado y no tratado, es obvio la diferencia es superior o mayor en los grupos tratados. Si comparamos entre experimentos mencionado la diferencia es favorable al grupo 2 tratado con la oxitocina con 7.03% punto más (Tabla 20 y 25), y los experimentos, (3 y 4) es todo lo contrario en ambos se observa un empeoramiento e aparente respuesta negativa de fecundidad.

El carácter mortalidad, I.D.C. Los cincos experimentos nohay diferencias estadísticamente significativas entre grupo tratado y no tratado, hay una ligera diferencia mayor en los grupos tratados.

#### 4.4. Experimento 5. Suinfort

#### 4.4.1. Índices Reproductivos

El tratamiento con suinfort, sin duda es unos de los más destacados de nuestro trabajo, con una mejora en todos los indicadores reproductivos estudiados y no estudiados.

En la Tabla 20, se puede apreciar que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los cuatro experimentos (1, 2, 3, y 4) tan poco entre grupos, sin embargo el experimento 5. (suinfort) es únicamente el que presenta diferencias estadísticamente muy significativas (\*\*\*\*) con un perfil reproductivo uniformemente todo los meses del año distintas al resto de experimentos. Incluso comparando los valores medios totales mes a mes (de prolificidad) tabla 27ª año 2013 y 27b año 2014.

#### 4.4.2. Suinfort nacidos vivos

El número de lechones nacidos vivos en el tratamiento en el que se añadió adictivo el experimento 5 alcanzó un promedio de 14,80, en el que grupo control animales previo la inseminación sin añadir aditivos alcanzó un promedio de 13.73; los datos fueron sometidos a un análisis estadístico del cual se concluye que existe diferencia estadística significativa (P >0,05) (Tabla 21).

#### 4.5. Estudio y prueba de observación folicular

#### 4.5.1. Efecto de suinfort respuesta de inmovilidad y maduración folicular

Como muestra la figura 25 y fotos 4 y 5 en material y métodos, a la dosión de Suinfort a la dosis seminal al momento previo a la inseminación, se ha observado una respuesta satisfactoria, transcurridas 6 horas postcubrición, maduración de folículos.

Tabla 27/a. Comportamiento de indicadores productivos y reproductivos, experimento 5, según el año 2013, representado por meses (SF.).

	Variable del experimento nº 5/1											
Meses/2012.13	Fecundidad		N. totales		N. vivos		N. muertos		I.D.C.		Repeticiones	
	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control
NOV/12	90.00	86.66	16.44	14.00	15.00	12.23	1.44	1.76	4.22	4.38	1.20	1.26
DIC/12	100	91.66	14.00	13.30	13.20	11.20	0.80	2.10	4.30	4.60	1.00	1.41
Enero/13	100	89.39	14.40	13.01	13.40	12.08	1.00	0.93	4.51	4.77	1.00	1.25
Febrero	94.59	86.74	15.37	13.30	14.11	12.12	1.25	1.18	4.51	4.68	1.10	1.28
Marzo	92.30	89.13	13.94	12.82	12.97	11.66	0.97	1.16	5.11	5.25	1.00	1.23
Abril	100	94.11	14.54	13.71	13.19	11.50	1.69	2.21	4.90	4.83	1.00	1.10
Mayo	94.44	88.13	13.97	13.31	12.11	11.78	1.85	1.52	4.52	4.52	1.08	1.16
Junio	86.11	90.36	13.60	13.55	12.08	12.28	1.56	1.37	4.50	4.38	1.25	1.12
Julio	93.18	95.06	14.53	12.96	13.12	11.64	1.41	1.31	4.57	4.64	1.09	1.12
Agosto	91.66	87.63	14.42	13.65	12.69	11.48	1.72	2.17	4.57	4.56	1.08	1.20
Septiembre	95.55	87.73	15.42	13.03	13.28	11.93	2.14	2.09	4.62	4.69	1.06	1.15
Octubre	100	89.04	15.20	13.10	13.55	11.89	1.65	1.42	4.68	4.67	1.00	1.12
Noviembre	83.33	85.41	14.20	12.78	12.60	11.43	1.60	1.34	4.40	4.48	1.25	1.25
Diciembre	91.66	86.66	13.69	13.65	12.42	12.09	1.27	1.55	4.51	4.51	1.16	1.20

Tabla 27/b. Comportamiento de indicadores productivos y reproductivos, experimento 5 según el año 2014, representado por meses SF.

Variable del experimento Nº 5/2.

	Variable del experimento n 5/2											
Meses/1014	Fecun	didad	N. to	N. totales		N. vivos		N. muertos		I.D.C.		ies
	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control
Enero	86.66	83.72	14.78	13.83	13.02	12.51	1.78	1.31	4.41	4.33	1.15	1.22
Febrero	97.22	94.56	15.23	14.02	13.79	12.42	1.44	1.60	5.20	5.06	1.02	1.09
Marzo	88.57	90.31	14.66	14.32	12.83	12.78	1.83	1.53	5.60	5.35	1.13	1.13
Abril	93.47	87.37	13.60	14.59	13.52	13.29	1.45	1.46	5.15	5.30	1.04	1.20
Mayo	100	91.04	14.44	13.73	12.91	12.06	1.52	1.98	5.33	4.87	1.00	1.11
Junio	93.33	88.15	14.50	14.30	13.02	12.98	1.53	1.32	5.07	4.89	1.08	1.16
Julio	90.00	90.00	16.08	14.20	13.23	12.74	2.85	1.46	4.85	4.67	1.15	1.15
Agosto	94.11	91.22	16.09	14.28	15.06	12.76	1.03	1.49	4.56	4.65	1.08	1.26
Septiembre	85.71	82.43	15.91	13.91	15.14	12.85	0.76	1.06	4.48	4.55	1.35	1.25
Octubre	89.28	86.20	15.58	14.54	14.50	13.39	1.08	1.14	4.41	4.50	1.17	1.19
Noviembre	93.33	81.15	15.28	14.08	13.71	12.89	1.57	1.19	4.20	4.33	1.06	1.27
Diciembre	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

# **DISCUSIÓN**

### 5. DISCUSIÓN

De cara a la rentabilidad económica de las explotaciones porcinas es necesaria una adecuada gestión técnica, un factor altamente determinante de la eficacia productiva de una explotación es la prolificidad ligado a buenos resultados, alto % de fecundidad.

Al realizar un análisis de los principales parámetros productivos y reproductivos, como se muestra en la tabla 20 al 26 donde se lleva a cabo una comparación de cada experimento y su respectivo grupo control,los animales previo la inseminación se añadió aditivos con respecto al resto donde no se añadió (control), de forma general se puede apreciar que existen diferencias significativas y muy significativa entre la fecundidad, nacido total, nacido vivos y con un ligero aumento en ortos parámetros estudiados que veremos a continuación.Los valores individuales registrado para cada uno de los parámetros estudiados siguen la tónica general descrita en todo los experimentos siendo similares en los diluyentes que contienen sustancias estimulantes (hormonas).

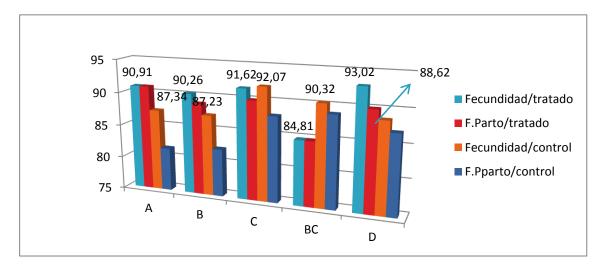
Tabla 20a. Efecto del tratamiento sobre la fecundidad y fertilidad a parto en los 5 experimentos.

Experi mento	% Lote(Tratadas)		% Lote (Con	itrol)	Diferencial	X2	Valor (P).	Singnifica ción
lilento	Fecundidad	F.Parto	Fecundidad	F.Parto	(tcot)		(F).	Cion
1	90.91 (143)a	90.91a	87.34 (158)a	81.55a	3.57%	0.97	0.3226	NS
2	90.26 (154)a	88.89a	83.23 (161)+-b	82.22a	7.03%	3.36	0.06665	± NS
3	91.67 (108)a	89.98a	92.07 (164)a	87.95a	-0.40%	0.01	0.9042	NS
3-4	84.81 (79)a	84.81a	90.32 (124)a	88.88a	-5.51%	1.40	0.2356	NS
5	93.02 (860)a	90.02a	88.62 (1819)b	87.01b	4.40%	12.61	0.0004	Muy.sg

Distintos superíndices en la misma línea indican diferencias estadísticamente significativas. P<0.005

En este parámetro de fecundidad la significación estadística aparece en uno, de los 5 parámetros estudiados, aunque con respuestas inversas, de signo negativo el, la aplicación de oxitocina combinado con receptal (GNRH) afecta significativamente a uno de los 5 índices estudiados, a saber: CB4, cuyo empeoramiento respecto al grupo control es patente. Los resultados favorable a animales no tratado, (Tabla 20, Figura 26).

Figura 26. Comparativa gráfica de índices reproductivos (fecundidad) entre cerdas tratadas y cerdas control (Experimento 1, 2, 3, 2-3 y 4).



#### 5.1. Experimento 1.

#### 5.1.1. Índices Reproductivos

Tal como se observa en la tabla 26. Diferencial a si como la figura 20ª a pesar de los resultados estadísticamente no significativas, en fecundidad hay un aumento considerable de 90.91% de fecundidad en los animales tratados con Planate frente a 87.34 % animales no tratados, con un diferencial de 3.57 favorable al grupo experimental. La coincidencia de ambos valores medios para cada uno de los cuatro índices estudiados es casi total, independientemente de que correspondan a las cerdas tratadas con Planate o a las cerdas control, lo que evidencia. Tras la adicción de aditivo previamente a la inseminación supuso un incremento estadísticamente significativo los valores de los parámetros,(N.T.),con un diferecial de 1.48 puntos favorable a grupo tratado, y (N.V.) con 1.77 puntos ver tabla diferencial mencionada arriba.

#### 5.2. Experimento 2.

Podemos dar una explicación conjunta con los experimento 3 y 4 por su similitud en muchos de sus resultados de parámetros estudiados, como (n.t; n.v) todo con unos resultados con diferencias estadísticamente significativo.

#### 5.2.1. Índices Reproductivos

En los diferentes carácter estudiados por ejemplo la fecundidad que en ninguno de los experimento arriba mencionado presente resultados favorable al mismo, es decir nohay diferencias estadísticamente significativas entre grupo tratado y no tratado, es obvio la diferencia es superior o mayor en los grupos tratados. Si comparamos entre experimentos mencionado la diferencia de fecundidad es favorable al grupo 2 tratado con la oxivex (oxitocina) con un diferencial de 7.03% punto más casi significativos con un valor de x2=0.36 y valor de "p" =0.066, es decir este resultado no dio

estadísticamente significativo por falta de 6 animales más en la muestra inicial isuficiente (Tabla 26), y los experimentos, (3 y 4) es todo lo contrario en ambos se observa un empeoramiento e aparente respuesta negativa de fecundidad. El diferencial del grupo B3 es de (-0.40) y del grupo BC4 es de (-5.51) ambos valores son favorable al grupo control animales previo la inseminación no se añadió adictivos al semen.

#### **5.3. Experimento 5. (Suinfort)**

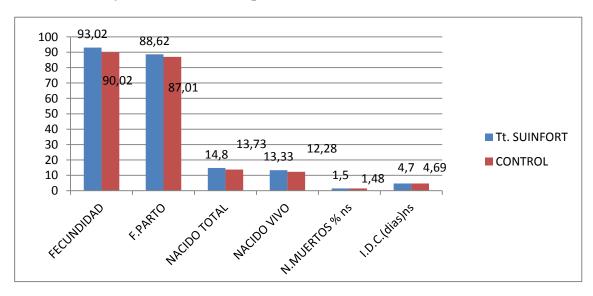
El empeoramiento de los grupos 3 y 4 en su carácter fecundidad nos hizo crear un nuevo grupo 5 experimental un año después de los cuatros primeros, que paso a llamarse SUINFORT. Es sí duda el experimento estrella es decir nuestro favorito por buenos resultados en todos los parámetros reproductivos y productivos estudiados.

#### 5.3.1. Índices Reproductivos

A diferencia de los tres experimentos anteriores, en éste quinto los índices reproductivos evaluados que veremos a continuación se ven positivo y muy significativamente estadísticamente (P<0,05) por el tratamiento de suinfort (Figura 20a).

Con este diseño experimental urge mencionar en primer lugar, como ya se ha hecho en los dos apartados precedentes, que en todas cuantas comparaciones productivas se hagan entre tratamientos, y en su posterior valoración, ha de tenerse en cuenta obligatoriamente que se trata de grupos experimental distintos entre sí, cada uno con sus particularidades. Por ejemplo, el nivel comportamiento productivo de las cerdas, es distinto.

Figura 27. Comparativa gráfica de índices reproductivos entre cerdas tratadas con suinfort (SF) y cerdas control (Experimento 5).



Tt: Tratamiento. F: Fecundidad. N: nacidos. IDC: Intervalo destete cubrición. NS: no indica diferencias estadísticamente no significativas entre tratamientos (P<0,05)

El carácter mortalidad, I.D.C. Los cincos experimentos no hay diferencias estadísticamente significativas entre grupo tratado y no tratado, hay una ligera diferencia con mejora en los grupos tratados.

El número de repeticiones y el intervalo de destete cubrición, es favorable a nuestros experimentos siendo mayor en los animales no tratados, la fecundidad en animales tratados es 93.02%; a parto 90.02% y en control es de 88.62%; a parto 87.01.

El tratamiento con suinfort si duda es unos de los más destacados de nuestro trabajo, con una mejora en todos los indicadores reproductivos estudiados y no estudiados.

En la Tabla 20 se puede apreciar que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguna de los cuatro experimentos (1, 2, 3, y 4) tan poco entre grupos, sin embargo el experimento 5. (SF) es únicamente que presenta diferencias estadísticamente muy significativas (\*\*\*\*) con un perfil reproductivo uniformemente todo los meses del año distintas al resto de experimentos. Incluso comparando los valores medios totales de mes a mes (de prolificidad) tabla 27a año 2013 y 27b año 2014.

#### 5.4. Suinfort Prolificidad

El número de lechones nacidos totales en el tratamiento en el que se añadió adictivo el experimento 5 alcanzó un promedio de 14,8 en el que grupo control animales previo la inseminación sin añadir aditivos alcanzó un promedio de 13.73 los datos fueron sometidos a un análisis estadístico del cual se concluye que existe diferencia estadística significativa (P >0,05) (tabla 21). SF<sup>®</sup> en las dosis seminales justo antes de la inseminación, puede ser un método efectivo, fácilmente aplicable para mejorar la eficiencia reproductiva de las cerdas en la inseminación artificial porcina.

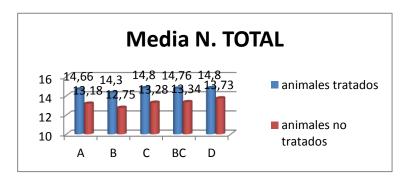
Aunque hay distintos estudios con aditivos seminales, para mejorar la fecundidad y la prolificidad tal como Oxitocina, prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , estrógenos o la combinación de ambos para el conocimiento del autor, este es el primer trabajo enfocado al uso del aditivo seminal suinfort<sup>®</sup> en las dosis seminales porcinas para incrementar la fecundidad y la prolificidad, y nuestros resultados indican el efecto beneficioso del uso de este aditivo en las dosis seminales en las granjas porcinas.

Estas investigación con aditivos ya han sido estudiadas por otros autores para razas porcinas precoces como Domínguez JC, Anel L, Carbajo M y Peña F (1989).Y Boixo JC (1992).

En la cerda está demostrado que la adición de oxitocina a las dosis seminales antes de la inseminación es un método contrastado que mejora la fertilidad al facilitar estimular las contracciones uterinas y el transporte espermático (8, 9, 10, 16). Por otra parte, se sabe que los estrógenos acortan el intervalo inseminación-comienzo de la ovulación en unas 8 horas cuando se aplican al principio del reflejo de inmovilidad, disminuyendo también el tiempo total de dicha ovulación (23, 24, 25, 26, 27), lo que favorece la fecundación, evitando tanto el fenómeno de envejecimiento espermático,

como el ovocitario, contribuyendo a una mayor viabilidad embrionaria precoz y favoreciendo la supervivencia embrionaria en el interior del útero al controlar su crecimiento bacteriano. Además, las hormonas esteroideas seminales estimulan la síntesis y liberación de prostaglandinas F<sub>2α</sub> por parte del endometrio, contribuyendo también al transporte espermático e incluso a la propia ovulación (14). También, las sustancias estimulantes de la motilidad espermática, como es sabido, inhiben la enzima fosfodiesterasa AMP cíclica, con efecto acumulador de AMP<sub>C</sub> intracelular que modifica los flujos del ión calcio a través de la membrana plasmática del espermatozoide, lo que lleva a un aumento de la motilidad espermática, favoreciendo la recuperación funcional de los espermatozoides que han sido almacenados en el diluyente para inseminación artificial, mejorando igualmente la ascensión espermática, la máxima concentración de espermatozoides en el momento de la fecundación y el comienzo de la hipercinesis necesaria para la capacitación espermática. Al añadir al semen diluido (100 mL) 5 UI de Oxitocina, 10 µg-17β estradiol y cafeína, nosotros hemos observado, mejores índices de fertilidad y prolificidad, incrementando notablemente el rendimiento reproductivo de las cerdas a lo largo de su vida productiva. Probablemente tanto la Oxitocina, como los estrógenos, como la cafeína que lleva incorporados el aditivo seminal tienden a aumentar el transporte de semen a lo largo del tracto genital femenino, favoreciendo la fecundación, la supervivencia embrionaria en el útero de la cerda, así como la motilidad espermática de los espermatozoides almacenados en el diluyente y de este modo se incrementa la fertilidad y prolificidad en nuestro experimento. Por estaciones, el aditivo seminal añadido a las dosis seminales en el momento de la inseminación artificial, mejora la fertilidad con diferencias estadísticamente significativas en las cubriciones de otoño e invierno. También observamos un incremento en el número de lechones nacidos vivos en todas las estaciones del año en que se hacen las cubriciones, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Seguramente, los mismos mecanismos de antes explican el incremento de fertilidad y número de lechones nacidos vivos en nuestro trabajo de investigación. Otros Autores (Paterson et al., 1978; Peltoniemi et al, 2000; Dobao et al., 1983; Love, 1995; Peltoniemi et al. 1999; Auvigne et al., 2010) y por lo general se asocian a las consecuencias del aumento de la temperatura en verano. Por ejemplo, Teagne et al. (1968) y Omtvedt et al. (1971) señalan que las hembras sometidas al estrés térmico en la gestación temprana.

Figura 28. Comparativa gráfica de índices reproductivos (n.t.) entre cerdas tratadas según sus aditivos y cerdas control (Experimento 1, 2, 3, 2-3 y 4).



En esta figura tratamos de enfocar únicamente en un carácter de la media (n.t) en todos los experimentos, una comparación entre grupos experimental con sus respetivo grupos testigos, no obstante también nos permite hacer una comparación entre experimento, Podemos dar una explicación general por su similitud de prolificidad todo con unos resultados con diferencias estadísticamente significativo. Con promedio por encima de 14 lechones nacido vivos. Esta comparación entre experimento se destaca en primero lugar en grupo 5 animales previa la inseminación se añade 1 ml de suinfort y 3, Animales previa la inseminación se añade 0.5 ml, de receptal ambos obtuvieron una media de 14.80. Son inexplicables los resultados de la media del grupo 3 ya que obtuvo peores resultados de la fecundidad conjunta con el grupo BC. Ver a continuación diferencial Tabla Nº 26.

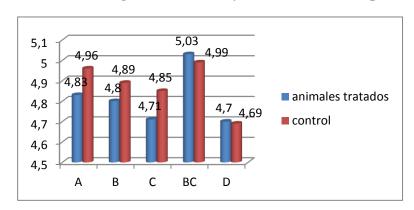
Tabla 26. Comparación de los efectos de los 5 tratamientos en los 5 caracteres estudiados.

	Diferencia(Tratado-Control)											
Tratamiento	Fecundidad (%)	N.Total	N.Vivo	Mortalidad (%)	I.D.C.							
1	+3.57 NS	+1.48 sgn	1.77 sgn	-0.29 ns	0.13 ns							
2	+7.03 NS	+1.55 sgn	1.6 sgn	-0.04 ns	0.09 ns							
3	-0.40 NS	1.52 sgn	1.76 sgn	-0.21 ns	0.14 ns							
4 (2 y 3)	-5.51 NS	+1.40 sgn	1.54 sgn	-0.12 ns	0.04 ns							
5	+4.40 msg	+1.07 sgn	1.05 sgn	+0.02 ns	-0.01 ns							

Msg: Muy signisficativo. NT: Nacido total. NV: Nacido vivo. I.D.C: Intervalo destete cubricuin

Con estas diferencias entre cerdas tratadas y control no cabe duda que nuestros resultados son patente de la misma, tal vez pueda ayudar a entender estos resultados un hecho digno de mención observado en este experimento pero no en todos los grupos. Se refiere a la negativa diferecial del grupo (3 Y 2-3) con respecto al grupo control.

Figura 29. Comparativa gráfica de índices reproductivos (I.D.C. en días), entre cerdas tratadas según sus aditivos y cerdas control (Experimento 1, 2, 3, 2-3 y 4).



Con o sin diferencias significativas se observa en los cincos experimentos que las cerdas tratadas tienen menos días de i.d.c. que las cerdas control, habiéndose argumentado ya repetidamente al respecto la capacidad de la de los aditivos seminales para acortar este indicador. Una comparación entre grupos experimental con sus respetivo grupos testigos, también nos permite hacer una comparación entre experimento,todo con unos resultados no estadísticamente significativo. Con promedio de 4 días. Ver a continuación diferencial Tabla Nº 26.

Figura 30. Evolución y comportamiento de la fecundidad de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5), de los diferentes indicadores productivos y reproductivos según la época del año.

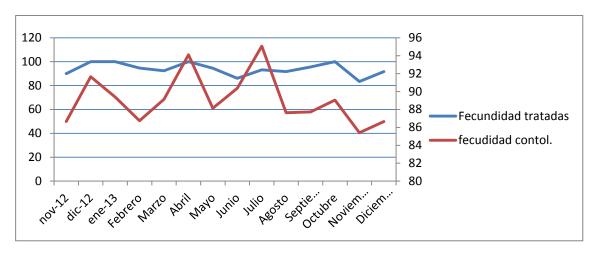
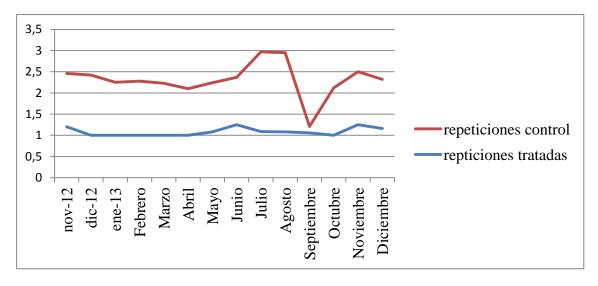


Figura 30a. Evolución y comportamiento de las repeticiones de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5), de los diferentes indicadores productivos y reproductivos según la época del año.



No se observan diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre tratamientos

El tratamiento con los aditivos seminal en este trabajo, en especial Suinfort, está demostrado y comprobado independientemente que mejora los parámetros reproductivo y productivo, es eficaz para la mejora de diferencia existente entre estaciones del años

(verano otoño y resto del año) figura 30, 30a y 31, 31a se observa la fecundidad y las repeticiones de las cerdas tratadas del año 2013 y 2014 desde los meses de enero hasta diciembre casi sigue la misma tendencia con pocas diferencia estacional, es decirdisminuyen el número de repeticiones, el índice de destete cubrición, y la mortalidad al también disminuye considerablemente con respeto a otros experimentos y años anteriores, esta disminuciones están asociadas las nuevas estrategias aplicadas correctamente durante los años experimental.

Estas diferencias entre verano y el resto del año, ya han sido estudiadas por otros autores para razas porcinas precoces (Peltoniemi *et al.*, 2000; Peltoniemi *et al.*, 1999 y Auvigne *et al.*, (2010) que por lo general se asocian a las consecuencias del aumento de la temperatura en verano. Por ejemplo, Teagne *et al.*, (1968) y Omtvedt *et al.*, (1971) Señalan que las hembras sometidas al estrés térmico en la gestación temprana muestran una reducción en la tasa de partos, ya que en una hembra adulta el aumento de temperatura es mucho más nocivo que una disminución pronunciada de la misma y según Varley (1989) las altas temperaturas dos o tres semanas después del apareamiento son perjudiciales para la prolificidad y el desarrollo de los embriones.

Por otra parte, no se presentaron diferencias significativas para p<0.005, para el (I.D.C.) y la mortalidad al nacimiento. Las no diferencias presentadas se puede explicar fundamentalmente a que el resultado favorece a ambos grupos experimental a si como al grupo control.

En las Figuras de la 30 a la 31a partir de 2012 al 2014, se puede apreciar cómo se incrementa de forma ascendente la fecundidad y la fertilidad al parto, nacimiento total, Figura 26, mientras que descienden las repeticiones y el I.D. fruto de los aditivos.

Figura 31. Evolución y comportamiento de fecundidad de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5), de los diferentes indicadores productivos y reproductivos según la época del año.

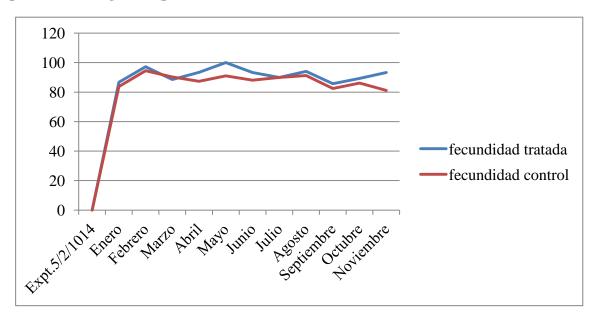
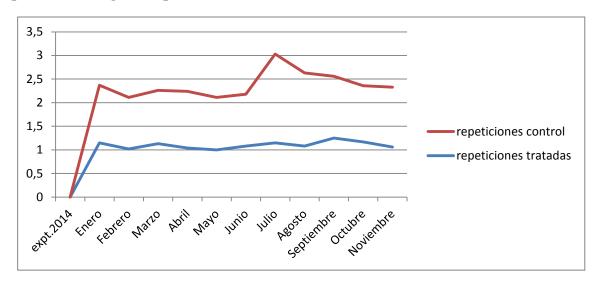


Figura 30. Evolución y comportamiento de repetición de cerdas inyectadas o no con Suinfort (SF) (Experimento 5), de los diferentes indicadores productivos y reproductivos según la época del año.



Los animales tratados con Suinfort el número de repeticiones mantiene una estabilidad durante todos los meses o estaciones del año, este fenómeno incrementa en estación de verano (grupo control) el intervalo destete cubrición no hay diferencia estadísticamente significativa, ya que la diferencia entre animales tratado y no tratado fueron -0.01 puntos. De este modo cumplimos con nuestros objetivos rompemos las barreras existentes varios años planteado por diferentes autores por ejemplo:

Según Fonseca *et al.* (2004) y Fernández-Llario (2005) a que la cerda es una hembra poliestrica estacional; por lo que a pesar de la domesticación, su reproducción presenta un patrón o tendencia estacional. Este patrón se presenta de forma bien patente en la hembradel jabalí (sus scrofas), que en zonas de clima mediterráneo de la Península ibérica y en condiciones normales tiene un periodo de concepción que se sitúa entre finales de octubre y noviembre; esto supone que su época de anestro es el verano y el principio del otoño, con el consiguiente descenso en la eficiencia reproductiva durante los meses de verano y otoño. Además las consecuencias de esta estacionalidad son mayores en las granjas extensivas y en aquéllas intensidad.

Nuestros valores estacional fueron superiores a los descritos por Fonseca *et al.* (2004) y Fernández-Llario (2005).

Los resultados de este estudio demuestran que en las explotaciones porcinas, la fecundidad y la prolificidad pueden ser mejoradas significativamente por la adición del aditivo seminal Suinfort<sup>®</sup> a dosis seminales conservadas en refrigeración justo antes de la inseminación artificial. Hay un incremento muy significativo (P<0,05) en la fecundidad para las cerdas inseminadas de esta manera. El número de lechones nacidos vivos fue también significativamente superior (P<0,05) en los grupos tratados experimentalmente que en los controles. Estos datos sugieren que la adición deCerdas con un intervalo destete-cubrición de 6-14 días. Un aspecto de la infertilidad asociada a

la ingesta reducida de nutrientes es el alargamiento del intervalo destete-lactación. Se sabe que cualquier cerda que entre en celo en 6-12 días tras el destete tiene muchas posibilidades de tener una fertilidad reducida. Una de las causas es que los intervalos destete-celo largos están asociados con un intervalo celo-ovulación corto. Es probable que algunas de estas cerdas ya habrán ovulado cuando se detecte su celo, por lo que su fertilidad será más reducida. Para tratar de reducir este efecto, debe realizarse una detección de celo diaria en los días 2, 3 y 4. De este modo, a las pocas cerdas no inseminadas la mañana del día 5, se les detectará el celo dos veces al día y se las inseminará inmediatamente tras la detección.

## REFLEXIONES SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ADITIVO SUINFORT

## REFLEXIONES SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ADITIVO SUINFORT

La aplicación de Suinfort a las dosis seminales, inmediatamente antes o previo a la inseminación artificial en la cerda está demostrado que es un método contrastado que mejora la fecundidad y la prolificidad al facilitar estimular las contracciones uterinas y el transporte espermático. Por otra parte, se sabe que los estrógenos acortan el intervalo inseminación-comienzo de la ovulación en unas 6 horas lo que favorece la fecundación, evitando tanto el fenómeno de envejecimiento espermático, como el ovocitario, contribuyendo a una mayor viabilidad embrionaria precoz y favoreciendo la supervivencia embrionaria en el interior del útero al controlar su crecimiento bacteriano. Además, las hormonas esteroideas seminales estimulan la síntesis y liberación de prostaglandinas F2α por parte del endometrio, contribuyendo también al transporte espermático igual que el suinfort e incluso a la propia ovulación. También, las sustancias estimulantes de la motilidad espermática, como es sabido, inhiben la enzima fosfodiesterasa AMP cíclica, con efecto acumulador de AMPC intracelular que modifica los flujos del ión calcio a través de la membrana plasmáticadel espermatozoide, lo que lleva a un aumento de la motilidad espermática, favoreciendo la recuperación funcional de los espermatozoides que han sido almacenados en el diluyente para inseminación artificial, mejorando igualmente la ascensión espermática, la máxima concentración de espermatozoides en el momento de la fecundación y el comienzo de la hipercinesis necesaria para la capacitación espermática. Al añadir la dosis indicada de Suinfort al semen previo la inseminación, por tanto más eficiente. De Este modo resultan beneficiadas tanto las cerdas consideradas problemáticas (AT. RPT. Y de 1º servicio,). Como aquellas otras de buena fecundidad (cerda proveniente de destete) a las que se quiere forzar la salida de celo en busca de mayores rendimientos en la granja.

Otras reflexiones. En caso de que las cerdas problemáticas ya mencionadas en el apartado anterior sugieren. Es verdad que la inyección de suinfort, ayuda a paliar el síndrome de subfertilidad y que las cerdas sean prolíficas, esta ayuda gracias a una práctica sencilla, rápida y segura, intercalada sin grandes complicaciones en la rutina ordinaria de cubriciones, el coste de SF es muy razonable dentro del mercado con un precio muy bajo, recomendable para todo aquello que pretende apaliar sus pérdidas económicas por mandar cerdas menos prolíficas y repetidoras con menos de cinco ciclos reproductivos.

Uno de los puntos importante a tener en cuenta es la tranquilidad a la hora del inseminación, lo es al momento de administrar o preparar la dosis correspondiente a Suinfort, procurando que los encargados de hacer la mezcla tengan suficiente destreza y pericia como para hacerlo en el menor tiempo posible y sin superar el tiempo indicado de 15 minuto tras añadir al semen, ni provocar estrés en el momento de inseminación y después, a las cerdas. Es la manera de evitar consecuencias indeseables centradas casi

todas ellas en la esfera reproductiva. En efecto, es probable que el estrés creado en las cerdas como consecuencia de diferentes tipos de ruidos de obreros no familiarizado por los animales, revierta negativamente sobre algunos índices rendimiento reproductivos, (R.R.) tal es el caso del FC y por consiguiente del RT/C, sobre la incidencia de enfermedades reproductivas, elevando particularmente el número de abortos, y también absorción. Hay multiplicidad de factores intervinientes en semejantes desórdenes reproductivos, pero no por ello podemos relajarnos y despreocuparnos de cuantos aquellos estén en nuestras manos, como es el caso de algo tan sencillo como extremar la delicadeza, y cumplir la ley de bienestar animal y el buen trato a las cerdas. Si somos capaces de asegurar la tranquilidad de las cerdas en las salas en todas sus categorías, y con la ayuda de SF mas beneficio económico obtendremos si duda.

# CONCLUSIÓN

### **CONCLUSIÓN**

A continuación se exponen las conclusiones que derivan de los resultados obtenidos en el presente estudio en relación a los objetivos propuestos:

De acuerdo con el planteamiento de objetivos, desarrollo y resultados obtenidos en la presente Tesis Doctoral, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

#### **PRIMERA**:

En conclusión, la aplicación o empleo del aditivo seminal suinfort®, a dosis recomendados (1ml) u otros anteriormente mencionados añadido en el momento previo a la inseminación, a dosis seminales conservadas en refrigeración, es un método muy eficaz para incrementar los índices reproductivo y productivo de una explotación porcina. (Una herramienta muy útil) para paliar las pérdidas económicas existentes en una explotación.

#### **SECUNDA**:

Más investigaciones adicionales probablemente sean necesarias para encontrar el nivel de la adición de hormonas justo al momento de elaboración conjunta con semen para proporcionar la respuesta óptima. Pero antes de que las hormonas sean añadidas al semen, los esfuerzos también deben estar dirigidos hacia la detección exacta de los celos, optimizando la calidad del semen y cronometrando la apropiada inseminación artificial y su técnica en granjas porcinas. Todo esto requiere personal especializado o con buen conocimiento de detección del celo e inseminación. Estas investigaciones con aditivos ya han sido estudiadas por otros autores para razas porcinas precoces (Paterson *et al.*, 1978; Peltoniemi *et al.*, 2000; Dobao *et al.*, 1983; Love, 1995; Peltoniemi *et al.*, 1999; Auvigne*et al.*, 2010) y por lo general se asocian a las consecuencias del aumento de la temperatura en verano. Por ejemplo, Teagne *et al.* (1968) y Omtvedt *et al.*, (1971) señalan que las hembras sometidas al estrés térmico en la gestación temprana.

#### TERCERA:

Tras la adición de suinfort en la cerda pudimos observar, por lo general, a si como lo indica los resultados obtenidos. Un incremento o mejora de indicativos de parámetros reproductivo en diferentes épocas de años, rompiendo las barrera existente de los años anteriores: (Fecundidad, repeticiones, cíclica a cíclica e intervalo destete cubrición) y en fecundidad a parto (prolificidad, mortalidad).

#### **CUARTA**:

La adición de SF en dosis seminales en la cerda durante todo el año, independientemente de la mejora de indicadores reproductivo, mejora también las particularidad de subfertilidad estacional, evitando formación de cerda con anestro prolongado en especialmente en estación de verano y otoño. Desde modo en todo los parámetros ahorro económico.

Conclusión

#### **QUINTA**:

Al aumento de parámetros reproductivo implica a los trabajadores/a realizar más a tención al parto por aumento de nacidos vivos, realizar más reagrupes de camadas encalostrar bien los primeros 73h de nacimientos ya que la vida del un lechón o su crecimiento la ganancia media diaria (g.m.d.) depende de los 3 primeros días de vida.

#### **SEXTA**:

Se concluyó que el empleo del aditivo seminal SUINFORT®, añadido en el momento previo a la inseminación, a dosis seminales conservadas en refrigeración incrementa la fecundidad y mejora la prolificidad incrementando el número de lechones nacidos totales y vivos.

Teniendo en cuenta que la fertilidad y la prolificidad son los dos parámetros más importantes que definen el rendimiento reproductivo de una hembra, en su caso económico de las explotaciones porcinas:

La administración de SF a las dosis fijadas en nuestro trabajo (1ml.), no parece interferir el consabido riesgo de otras hormonas del animal durante toda la vida reproductiva de una cerda, una vez finalizado el tratamiento, se recomienda la aplicación del mismo todas las veces que sean necesarias, a la vida de su ciclo reproductivo.

## **RESUMEN**

### **RESUMEN**

El propósito de este trabajo es estudiar los parámetros reproductivos de las cerdas de raza Landraz. Empleando y comparando tipos de aditivos seminales.

El diseño experimental contempla 5 experimentos distintos. La Gonadotropina (GNRH), Oxitocina, la Prostagladina, combinación de las dos primeras, y por último Suinfort, bajo un programa de inseminación artificial. Se formo en cada experimento un grupo control y experimental. En todos los cincos experimentos se Evaluó los parámetros reproductivos y productivos, (la fecundidad, fecundidad a parto, prolificidad, nacido vivo nacido mortalidad, intervalo destete cubrición, repeticiones cíclicas, repeticiones a cíclicas). Dicha descripción fue realizada de una manera objetiva gracias al empleo de un sistema o programa informático Excel Word en la tabla de datos que nos permitió introducir de forma rápido y sencilla todos los datos necesarios para nuestro trabajo. Esta operación es posible debido a la capacidad de los sistemas de analizar individualmente, cada parámetro estudiado la tabla de datos fue exportado a un programa estadístico "Statistical Analysis Software", (SAS) para proceder a su análisis.

El efecto de la adición de los aditivos a dosis seminales sobre los rendimientos reproductivos y productivos a las cerdas. Se realizaron 5 experimentos (1, 2, 3, 4 y 5) sobre un total de 5.413 cerdas de raza Landrace pertenecientes a la empresa PROGATECSA, S.A. de la comunidad de Castilla y León). Y la granja está situada en la localidad de Aranda de Duero provincia de Burgos.

Desde un principio se formaron dos grupos, control animal si añadir aditivos a la hora de inseminación y experimental, cerdas previas la inseminación se añade en la dosis el aditivo que corresponda. En cada grupo (1, 2, 3, 4 y 5) se aplicaron el mismo procedimiento de tratamiento.

El experimento I el grupo control como experimental engloba un total de 368 cerdas en diferentes categorías de su ciclo reproductivo. Distribuido en 85 cerdas del primero ciclo, 200 cerdas del segundo y tercer ciclo, 75 cerdas del cuarto y quinto ciclo, y 8 cerdas del sexto parto. Este grupo corresponde la Prostagladina previo la inseminación se le añade en la dosis 1 ml de planate inmediatamente.

En los índices evaluados, en la fecundidad no hay diferencia estadísticamente significativa, si el nacido totales nacido vivos hay diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre animales previo a la inseminación artificial se añadió el aditivo, con respeto al no tratado.

En el experimento 2 el grupo control como experimental engloba un total de 368 cerdas en diferentes categorías de su ciclo reproductivo. Distribuido en 85 cerdas del primero ciclo, 200 cerdas del segundo y tercer ciclo, 75 cerdas del cuarto y quinto ciclo, y 8 cerdas del sexto parto. Este grupo corresponde la oxitocina previo la inseminación se le añade en la dosis 0.5 ml de Oxivex inmediatamente.

Resumen

En los índices evaluados. En la fecundidad no hay diferencia estadísticamente significativas, si el nacido totales nacido vivos hay diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre animales previo la inseminación artificial se añadió el aditivo, con respeto a no tratado.

Experimento 3 y 4el experimento tres tiene la misma cantidad de animales en su categoría reproductiva que los experimento 1 y 2, el experimento 4 en ambos grupos agloba un total de 301 cerdas, 68 de primero ciclo, 155 de segundo y tercero ciclo, 70 de cuarto y quinto ciclos reproductivos. La aplicación de GnRH receptal® individualmente (experimento 3) o combinado de receptal mas oxitocina (experimento 4) afecta negativamente al carácter fecundidad de los índices estudiados. En otras palabras, no parece que la inyección sistemática de GNRH (receptal) y su mezcla con oxitocina (Oxivex) a dosis seminal a la cerda en diferente fase de su ciclo reproductivo, en las condiciones experimentales descritas, tenga repercusión sobre la fecundidad cuyo empeoramiento respecto al grupo control es patente

El empeoramiento de los grupos 3 y 4 en su carácter fecundidad nos hizo crear un nuevo grupo cinco experimental un año después de los cuatros primeros, que paso a llamarse suinfort. Es sí duda el experimento estrella es decir nuestro favorito por buenos resultados en todos los parámetros reproductivos y productivos estudiados.

El experimento 5. Suinfort es un experimento proprio que se creó tras el empeoramiento de los grupos 3y 4en su carácter, el grupo control como experimental engloba un total de 4008 cerdas en diferentes categorías de su ciclo reproductivo. Distribuido en 993 cerdas del primero ciclo, 2105 cerdas del segundo y tercer ciclo, 820 cerdas del cuarto y quinto ciclo, y 90 cerdas del sexto parto. Este grupo previo la inseminación se le añade en la dosis 1 ml de suinfort inmediatamente.

Los efectos de la adición del aditivo seminal de los cincos experimentos<sup>®</sup> a dosis seminales fresco conservadas en refrigeración en los parámetros estudiados hubo un incremento muy superior en las cerdas tratadas con suinfort<sup>®</sup> en los tratamientos de todos los meses del año con incrementos del 4.40% en fecundidad. En prolificidad el tratamiento produce efectos estadísticamente significativos, hay un incremento en el número de lechones nacidos vivos en todos los meses del año, rompiendo las barreras estacionales. De este modo cumple con nuestros objetivos.

En los índices evaluados. La fecundidad. n.t. y n.v. como ya hemos dicho anteriormente hubo diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre animales previos a la inseminación artificial se añadió el aditivo con **SF.** y no tratados.

Suinfort si duda es unos de los más destacados de nuestro trabajo, con una mejora en todos los indicadores reproductivos estudiados y no estudiados. El carácter fecundidad en la Tabla 20 se puede apreciar el que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguna de los cuatro primero experimentos (1, 2, 3, y 4) tan poco entre grupos, sin embargo el experimento 5. (Suinfort) es únicamente que presenta diferencias estadísticamente muy significativas (\*\*\*\*) con un perfil reproductivo

Resumen

uniformemente todo los meses del año distintas al resto de experimentos. Incluso comparando los valores medios totales de mes a mes (de prolificidad) reduce el síndrome estacional en los meses más caluroso. Los animales tratados con suinfort el porcentaje de repeticiones mantiene una estabilidad durante todos las estaciones del año, este fenómeno incrementa en estación de verano (grupo control). el intervalo destete cubrición no hay diferencia estadísticamente significativa, ya que la diferencia entre animales tratado y no tratado fueron -0.01 puntos. De este modo cumplimos con nuestros objetivos rompemos las barreras existentes varios años planteado por diferentes autores mencionado anteriormente.

El número de repeticiones y el intervalo de destete cubrición, es favorable a nuestros experimentos siendo mayor en los animales no tratados, la fecundidad en animales tratados es 93.02%; a parto 90.02% y en control es de 88.62%; a parto 87.01.

El número de lechones nacidos totales en el tratamiento en el que se añadió adictivo el experimento 5 alcanzó un promedio de 14,8 en el que grupo control animales previo la inseminación si añadir aditivos alcanzó un promedio de 13.73 los datos fueron sometidos a un análisis estadístico del cual se concluye que existe diferencia estadística significativa (P >0,05).

### **SUMMARY**

### **SUMMARY**

The purpose of this work is to study the reproductive parameters of the race Landraz bristles. Using and comparing types of seminal additives.

The experimental design includes five different experiments. The gonadotropin (GNRH), oxytocin, the Prostagladina, combination of the first two, and last Suinfort, under an artificial insemination program. I was formed in each experiment a control group and experimental. In all the five experiments were evaluated the reproductive and productive parameters (fertility, fecundity at childbirth, prolificacy, mortality born live born, interval weaned mating, cyclic repetitions, repetitions to cyclical). This description was carried out in an objective manner through the use of a system or computer program Excel Word in the table of data that allowed us to be introduced in a fast and easy all the data required for our work. This operation is possible because of the ability to individually analyze systems, each studied parameter data table was exported to a statistical program "Statistical Analysis Software", (SAS) to proceed with its analysis.

The effect of the addition of additives to seminal dose on reproductive and productive yields to the bristles. They were conducted five experiments (1, 2, 3, 4 and 5) on a total of 5413 landrace breed sows belonging to the PROGATECSA company of the community of Castilla y León). And the farm is located in the town of Aranda de Duero province of Burgos.

Initially formed two groups, animal control if add additives at the time of insemination and experimental, earlier bristled insemination added dose additive that corresponds. In each group "A, B, C, BC, & D." or 1, 2, 3, 4 and 5 were applied the same procedure of treatment.

The experiment 1 control group and experimental encompasses a total of 368 sows in different categories of their reproductive cycle. Distributed in 85 bristles of the first cycle, 200 sows of second and third cycle, 75 bristles of the fourth and fifth cycle, and 8 sixth delivery bristles. This group is the Prostagladina before insemination is added in 1 ml. of planate dose immediately.

In the evaluated indices, fertility there is no statistically significant difference, if the total born born alive there are statistically significant differences (P > 0.05) among animals prior to artificial insemination the additive was added with respect to the untreated.

In experiment 2 as experimental control group encompasses a total of 368 sows in different categories of their reproductive cycle. Distributed in 85 bristles of the first cycle, 200 sows of second and third cycle, 75 bristles of the fourth and fifth cycle, and 8 sixth delivery bristles. This group is the oxytocin before insemination is added in doses 0.5 ml of oxivex immediately.

Summary

In the evaluated indices. Fertility there is no statistically significant difference, if the total born born alive there are statistically significant differences (P > 0.05) between previous animal artificial insemination was added the additive with respect to untreated.

Experiment 3 and 4 the experiment three has the same number of animals in its reproductive category the experiment 1 and 2, the experiment 4 in both agloba groups a total of 301 bristles, 68 of the first cycle, 155 of the second and third cycle, 70 fourth and fifth reproductive cycles. The application of GnRH Receptal ® individually (experiment 3) or combined receptal more oxytocin (experiment 4) negatively affects the character fertility of the studied indexes. In other words, does not seem to have systematic injection of GNRH (receptal) and its mixture with oxytocin (oxivex) to seminal doses to bristle at different stage of their reproductive cycle, under the described experimental conditions, impact on fertility whose deterioration with respect to the control group is.

Fertility worsening of groups 3 and 4 in his character made us create a new experimental five group one year after the four first, who happened to be called suinfort. Star is doubt experiment is our favorite for good results in all the productive and reproductive parameters studied.

The experiment 5.Suinfort is an experiment propriety that was created after the worsening of groups 3 and 4 in its character, as experimental control group encompasses a total of 4008 sows in different categories of their reproductive cycle. Distributed in 993 bristles of the first cycle, 2105 bristles of the second and third cycle, 820 bristles of the fourth and fifth cycle, and 90 bristles of the sixth delivery. This previous group insemination add 1 ml of suinfort dose immediately.

The effects of the addition of the five seminal additive experimentos □ seminal dose fresh preserved in refrigeration in the parameters studied there was a rise much higher in sows treated with suinfort □ in the treatment of all the months of the year with increases in the 4.40% in fertility. In prolificacy treatment produced statistically significant effects, there is an increase in the number of piglets born alive in every month of the year, breaking the seasonal barriers. In this way it meets our objectives.

In the evaluated indices. Fertility.n.t. and n.v. as we have said previously there was statistically significant (P > 0.05) between previous animal artificial insemination was added the additive with SF. And untreated.

Suinfortif you have any doubt is one of the highlights of our work, with an improvement in all the studied and not studied reproductive indicators. The character fertility in table 20 can be seen that statistically significant differences in any of the four no first experiments (1, 2, 3, and 4) so little between groups, however the experiment 5. (suinfort) is only presenting differences statistically very significant (\*) with a reproductive profile evenly throughout the months of the year than the rest of experiments. Even comparing the values means overall month-to-month (of prolificacy) reduces the seasonal syndrome in the months hottest. Animals treated with suinfort the

Summary

percentage of repetitions maintains stability during all seasons of the year, this phenomenon increases in summer (control group). the interval weaned mating statistically significant difference, since no the difference between treated and untreated animals were - 0.01 points. This will fulfill our objectives we break barriers several years raised by different authors mentioned above.

The number of repetitions and the interval from weaning, mating, is favorable to our experiments being higher in untreated animals, fertility in treated animals is 93.02%; to childbirth 90.02% and in control is 88.62%; birth 87.01.

The number of total born piglets in the treatment that was added addictive experiment 5 reached an average of 14.8 in which group beforehand animal insemination if add additives reached an average of 13.73 data were subjected to statistical analysis which concludes that there is a significant statistical difference (P > 0.05).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Act**. (1996). Procedings of swine reproduction. *Simposiums august 9*. **Hastings. Nebraska**.

**AG/AGA.** Manual para el personal auxiliar de sanidad animal primaria. Lección 30: Celo (estro o calores) de la cerda. Departamento de Agricultura. Depósito de documentos de la FAO.[en línea] julio 1995. [Consulta: Marzo. 2015]: <a href="http://www.fao.org//docrep/t0690s/t0690s08.htm">http://www.fao.org//docrep/t0690s/t0690s08.htm</a>

**Albarran, I**. (1990). Reproducción Animal. La Habana. Ediciones EMPES. MES. P.300.

**Albarrán, I. Dr. Sc**. (2002). *Inseminación artificial y Andrología veterinaria*. Editorial "Félix Várela". Cuba. Tomo I. pp. 196 – 210.

**Alonso, R.** (1976). Comportamiento sexual de la cerda. *Examen de pre- mínimo*. La Habana. P.12-19.

**Alonso, S, R.** (1988). *La Reproducción de la cerda*. Departamento de Publicaciones ISCAH. La Habana, Cuba. pp. 181 – 235.

**Alonso, R.** (1990). La reproducción de los cerdos. La Habana. Ediciones EMPES. MES. P. 288.

**Alonso, R.** (1990). *La reproducción de los cerdos*. La Habana. Ediciones ENPES. MES. pp. 139 – 168.

**Alphonsus, M.** (1983). Alteracoes ovarianas e uterinas em porcas; Metriti, Endometriti, Cervicite e Ooforite. *Arg. Bras. Med. Vet. Zoot.* 35. 2. 159 - 168.

**Althouse G.C., (1997).** Comparison of currently used semen extenders in the swine industry. Compend. Cont. Educ. Pract. Vet. 19, 777-782.

**Kuster C.E., Althouse G.C.,** (1999). The fecundity of porcine semen stored for 2 to 6 days in Androhep and X-Cell extenders. Theriogenology 52, 365-376.

**Anderson, L.L.** (1993). Pigs reproductions in fam animals E.S.E Hafeg Lee and Febiger. Philadelphia P. 60.

**Anderson, L.L., Melampy, R. M.** (1972). Factors affecting ovulation rate in the pig. *In: Pig Production (ed. D.J.A. Cole).* Pp. 329-366. London, Butterworths.

**Anón, (2007a).** Razas porcinas precoces o magras. Porcino Razas. Situado en : <a href="http://www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx?articulo=359">http://www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx?articulo=359</a> (Fecha de Consulta: Junio/2007) fecha de consulta 22 de febrero 20015).

**Arias**, Teresa. (1997). Efecto de las altas temperaturas en la fertilidad y tamaño de la camada en cerdas. Revista Computarizada de Reprodución Porcina. 4: (3): 1 -33.

**Arias** et al, (1999). Grupo de producción porcina. LT Instructivo técnico de producción porcina. Departamento de Biología de la reproducción.

**Auvigne, V., Leneveub.P., Jehanninc, C.; Peltoniemid, O and Elisabeth Salle,** (2010). Seasonal infertility in sows: A five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*, Volume 74, P. 60-66.

**Beltranena**, E., Aherne, F.X., Foxcroft, G.R. (1993). Innate variability in sexual development irrespective of body fatness in gilts. Journal of Animal Science. 71: 471-480.

**Bello, M., Rico Carmen.** (1984). Comportamiento reproductivo de la raza Large White. En resúmenes I Congreso Nacional de Genética, La Habana. 43.

Bereskin, B., Hetzer, H.O., Peterrs, W.H. (1971) Age of dam, year and strain effects on sow productivity. Journal of Animal Science. 33 (5): 1137.

**Bidanel, J.P., Gruand, J., Legault, C.** (1996). Genetic variability of age and weight at puberty, ovulation rate and embryo survival in gilts and relations with production traits. Genetics, Selection, Evolution. 28: 103-115.

**Blair, B. W.** (1909). The pituitary body. *Brit. Medic. J.*, 2: 1609–1613.

**Bossmar, T., Akerlund, M., Fantomi, G., Szamatowick, J., Melin, P. and Maggi, M.** (1994). Receptors for miometrial responses to oxytocin and vasopressin in preterm and term human pregnancy: Effects of oxytocin receptors antagonist Atosiban. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 171: 1634-1642.

**Bryan, F., Mitchell, X.F. and Susan W.** (1998). Oxytocin: a paracrine hormone in the regulation of parturition? Reviews of Reproduction 3: 113–122

**Buch, N.C., Tyler, W.J. and Casida, L.E.** (1955) Post-partum estrus and involution of the uterus in an experimental herd of Holstein Friesian cows. *J. Dairy Sci.*, *38*: 73-79.

**Buxade**, C. C., Marcos, E. G., López, D. M. (2007). La complejidad de la detección de los celos en la reproductora: Su realización. La cerda reproductora: Claves de su optimización productiva. Editorial Euroganadería. Pp. 232-237.

**Buxadé**, C. C., Sánchez, R. S. (2008). Primeras consideraciones: La importancia del verraco. El verraco: Clave de su optimización productiva. Editorial Euroganadería. Pp. 28-30.

**Buxadé, C. C.** (1997). Consideraciones previas: Producción porcina: aspecto claves. ISBN-84-7114-661-4. Pp. 77-81.

**Campabadal, C.** (2001). Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. *Asociación Americana de Soya*. <u>México</u>. pp. 65 – 76.

**Camous, S., Prunier, A., Pelletier, J.** (1985). Plasma prolactin, LH, FSH and estrogen excretion patterns in gilts during sexual development. Journal of Animal Science. 60: 1308-1317.

**Carrasco JL** (1995). El método estadístico en la investigación médica. Madrid. 6ª Edición. Ciencia 3, p: 590.

Caton, J.S., Jesse, G.W., Day, B.N., Ellersieck, M.R. (1986). The effect of duration of boar exposure on the frequency of gilts reaching first estrus. Journal of Animal Science. 62: 1210-1214.

**Chemineau, P. (1995).** Environmente and animal reproduction. Pigs new and information 16 (16): 183.

Cheminade C., Gautier V., Hichami A., Allaume P., LE Lannou D., Legrand A.B., (2002). 1-O-alkylglycerols improve boar sperm motility and fertility. Biol Reprod. 66, 421-8. Cheng, Y. Prostaglandin F 2 (Lutalyse sterile solution) added to extended boar semen at processing elicits in vitro myometrial contactility after 72h storage. 16 th IPVS. Congress Melbourne, Australia. (2000).

**Christenson, R.K., Ford, J.J.** (1979). Puberty and estrus in confinement-reared gilts. Journal of Animal Science. 49: 743-751.

**Christenson, R.K., Ford, J.J., Redmer, D.A.** (1985). Maturation of ovarian follicles in the prepubertal gilt. Journal of Reproduction and Fertility. 33(Supplement): 21-36.

**Clos, W.** (1998) Niveles de energía para promover la reproducion. <u>Rvista Industria</u> porcina. Vol. 18. # 4. Pp.7-9.

Clowes, E. J., Aherne, F.X., Schaefer, A.L., Foxcroft, G.R., Baracos, V.E. (2003). Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. Journal of Animal Science. 81: 1517-1528.

**Colectivo de Autores.** (1988a). *Manual de Porcinotecnia*. Editorial ISCAH. Ciudad de la Habana. Cuba. p. 147.

**Colectivo de Autores.** (1999b). *Zootecnia general un enfoque ecológico*. Editorial "Félix Varela". La Habana. Cuba. pp. 55 – 65.

**Crabo B.G.**, (1990). Preservation of boar semen: a worlwide perspective. Reprod. Dom. Anim. Suppl. 1, 3-9.

**D' Arce, R.D, S.T. Teagues.** (1970) Effect of shorterm elevated deybeld and duc point temperature in the cuchyng. pp.85.

**Dale, H.H.** (1906). On some physiological actions of ergot. J. Physiology, 34:163–206.

**Den Hartog, L.A., van Kempen, G.L.M.** (1980). Relation between nutrition and fertility in pigs. Netherlands Journal of Agricultural Science. 28: 211-227.

**Den Hartog, L.A., Noordewier, G.J.** (1984). The effect of energy intake on age at puberty in gilts. Netherlands Journal of Agricultural Science. 32: 263-280.

**Delgado, Mercedes.** (1983). Características de las camadas al destete de cerdas primíparas y multíparas en un Centro Integral. Tesis de Diploma, ISCAH. P.77-81

**Días, C., R. Santos y García, M** (1980). Influencia del mes sobre la efectividad de las cubriciones. *Informe de la comisión nacional porcina*. pp. 21.

**Díaz, J.** (1990). <u>Tecnología</u> para la explotación de reproductoras porcinas. *Manual de Porcinotecnia*. Ediciones ISCAH. Cuba. P. 41 – 52.

**Díaz, J.** (1997). Efecto del nivel de proteínas en dietas de miel final sobre el crecimiento y reproducción de cerdas. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias. ISCAH San José de las Lajas. La Habana. Pp. 140.

**Dieguez, F.J.** (1989). Efecto de número de partos sobre el comportamiento reproductivo en puercas. CIDA. HB.

**Diekman, M.A., Trout, W.E., Anderson, L.L.** (1983). Serum profiles of LH, FSH and prolactin from 10 weeks of age until puberty in gilts. Journal of Animal Science. 56: 139-145.

**Domínguez Tejerína, JC.** (1996). Aditivo seminal para inseminación artificial porcina Porcicon, S L. Monografia Lechón Plus.

**Domínguez, J.C.** (1995). Control hormonal del puerperio en la vaca (PGF2M y GnRH). *Frisona Española, 90:* 112-113.

**Domínguez JC, Anel l, Carbajo M y Peña F** (1989). Efecto de la adición de oxitocina al semen sobre la fertilidad y prolificidad en la inseminación artificial porcina. Anales Fac. Vet. León. Vol XXXV pp: 113-116.

**Domínguez JC, Anel L, Carbajo M, Boixo JC y Peña F** (1992). Addition of oxytocin to swine semen stored during three days at 15 °C and its effect no fertility and prolificity. 12th Inter. Cong. Anim. Reprod. and A.I. La Haya, Vol 3 pp: 1404-1405.

**Du Vigneaud, V., Ressler, C. and Trippett, S.** (1953). The sequence of amino acids in oxytocin, with a proposal for the structure of oxytocin. *J. Biolog. Chem.*, 205: 949–957.

**Du Mesnil Du Buisson, f., Dauzier L.,** (1959). Improvement of practical use of preservation techniques for boar semen by saturation of the diluent with carbondioxide. Ann. Zootech. Suppl. 8, 81-96.

**Driancourt, M.A.** (2001). Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. Theriogenology. 55: 1211-1239.

**Dziuk, P.J.** (1991). Reproduction in domestic animals. In: Reproduction in the Pig (ed. P.T. Cups). Pp. 471-489. Academic Press, New York.

**Edgar, V.C.** (2009). Bioquímica y biología molecular. [consulta: Enero 2013] [En línea]: <a href="http://bq.unam.mx/">http://bq.unam.mx/</a>.

**Edgar, V.C.** (2012). Chemical structure of oxytocin with labeled amino acids. [consulta: Marzo 2013] [En línea]: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Oxitocina">http://es.wikipedia.org/wiki/Oxitocina</a>.

Einarson, S.; Larsson, K.; Ersmar, M. and Edquist, L. G. (1988). Puberty studies of swidish crossbreeding gills. Acta Vet. Scand.

**Ensminger, M. E.** (1984). *Swine Science*. (3a ed). Copyright. The interstate. Printers y publishers. United Estates of the America. pp. 245 – 250.

Esbenshade, K.L., Paterson, A.M., Cantley, T.C., Day, B.N. 1982. Changes in plasma hormone concentrations associated with the onset of puberty in the gilt. Journal of Animal Science. 54: 320-324.

**Esbenshade, K. I.** (2005). Secretos y ciencias del ciclo estral. Porcinocultura. National Hog Farmer.

**Etienne, M., Legault, C.** (1974). Effects of breed and diet on sexual precocity in the sow. Journées de la recherché porcine en France. Pp. 52-62. L'Institut Technique du Porc, Paris.

**Evans, A.C.O and Doherty, V. O.** (2005). Cambios endocrinos y factores de manejo que afectan la pubertad en primerizas Asociación Argentina de Productores de Porcinos. Livestock Production Science 68(1) p1-12.

**Evans, A.C.O., O'Doherty, J.V.** (2001). Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. Livestock Production Science. 68: 1-12.

**Fink, G.** (1988). Gonadotrophin secretion and its control. In: *The physiology of reproduction, Volume 2.* (Ed. J.D. Neill), p. 1349-1377. Raven Press, Ltd., New York.

**Figueroa Vilda.** (2001). *Producción porcina con cultivos tropicales y <u>reciclaje</u> de nutrientes*. Editorial Academia. La Habana. Cuba. pp. 165 – 167.

**Figueroa, J. L; Cervantes, M; Cuca, M.** (1999). Fuentes de lisina y treonina para cerdos en crecimiento bajo stress calórico. *Revista de Ciencias Agrícolas*. # 2. Vol. 33. pp. 191 – 199.

Fieni, F., Tainturier, D., Bruyas, J.F. and Battu, I, (1995). Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache. Bull GTV, 4: 35-49.

**Findlay, J.K., and Clarke, I.J.** (1987). Regulation of the secretion of FSH in domestic ruminants. J.Reprod. Fertil. Suppl.34: 27.

**Flowers, W.** Relationships between seminal plasma protins and boar fertylity. ANS Report N 248. 1998- 2000

**Foote R.H.,** (2002<sup>a</sup>). The history of artificial insemination: Selected notes and notables. J. Anim. Sci. Biography and History Series, 1-10.

**Foote R.H.,** (2002b). Within-herd use of boar semen at 5 degrees C, with a note on electronic monitoring of oestrus. Reprod. Domest. Anim. 37, 61-63.

**Fowler, V.** (1995). Nutrition of the early weaning pigs in proceding of the advance swine production tecnology counse. University Ilinois.

**Fuentes, A.** Inducción y sincronización de celo en cerdas. .[en línea] 11 junio 2005. Disponible en:

http://www.porcicultura.com/articulos/reproduccion/articulo.php?tema=rep027 [Consulta: Noviembre 8 2005]. Y Febrero 2015.

**Fuentes, M., L. Pérez, Y. Suarez, & M. Soca. E.** (2006). Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. Disponible en: <a href="http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010612.pdf">http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010612.pdf</a>. (Consultado el 22 de Febrero, 2015). Universidad Agraria de La Habana. La Habana. Cuba.

**Galina, C., Valencia, J.** (2008). Gametogénesis. En: Reproducción de Animales Domésticos (eds. Marilise Mesquita Horn-Martina Fritsch). Pp. 43-57. Editorial Limusa (3ª Edición), México.

Gadea J., Matas C., Lucas X., (1998). Prediction of porcine semen fertility by homologous in vitro penetration (hIVP) assay. Anim. Reprod. Sci. 54, 95-108.

**Gadea J., Sellés E., Tomás P., Ruiz S.,** (2001). El valor del análisis seminal porcino en las condiciones de explotación comercial. ITEA 22, 829-831.

Garcia Ruvalcaba, Lapuente, S; Laborda, L; Rillo S. (2008). Mejora de resultados de la inseminación artificial por medio del uso de plasma seminal sintético (PREDIL Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Porcina, San Luis, Argentina, 2008 147 M.R.-A) en cerdas nulíparas 28 th American Association of Suine Practitioners. Anual Meeting Canadá. 1997.

**Gil Pascual, J.** (1999). Mejora de los parámetros reproductivos en porcinos mediante la adición de prostaglandina F2 en la dosis seminal Revista Anaporc.

**Godoy R.C.** (2010). Revista Biocancer Eje Hipotálamo-hipofisario. [consulta: Enero 2012] [En línea]: <a href="http://www.biocancer.com/journal/1059/2-eje-hipotalamo-hipofisario">http://www.biocancer.com/journal/1059/2-eje-hipotalamo-hipofisario</a>.

**Gómez, J.** (1987). Factores ambientales y genéticos que afectan algunos rasgos de reproductivos de los cerdos. En resúmenes II Congreso de Genética. 156.

**González, H.** (1993). Síndrome de fallas reproductivas en porcino. Agricultura. Marzo – Abril. P. 26 – 29.

**Goodwin, H. D.** (1995). *Producción y manejo del cerdo*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp. 197.

**Guthrie, H.D., Grimes, R.W., Cooper, B.S., Hammond, J.M.** (1995). Follicular atresia in pigs: Measurement and physiology. Journal of Animal Science. 73: 2834-2844.

**Guthrie, H.D., Cooper, B.S.** (1996). Follicular atresia, follicular fluid hormones, and circulating hormones during the midluteal phase of the estrous cycle in pigs. Biology of Reproduction. 55: 543-547.

**Guthrie, H.D.** (2005). The follicular phase in pigs: Follicle populations, circulating hormones, follicle factors and oocytes. Journal of Animal Science. 83(Supplement):E79-E89.

**Hafez, E.S. and Hafez, B.** (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales.  $7^a$  Edición. Editorial McGraw-Hill. Méjico.

**Hafes, E. S. E.** (2002). Reproducción e Inseminación Artificial en animales. Traducido por: Guillermina Féher de la Torre, Elia Olvera Martínez. 7maEdición. México Editorial Interamericana McGraw-Hill. pp 113 - 118.

**Hansen, A.V., Strathe, A.B., Kebreab, E., France, J., Theil, P.K.** (2012). Predicting milk yield and composition in lactating sows: A Bayesian approach. Journal of Animal Science. 90: 2285-2298.

Holy, L. (1983). Biología de la Reproducción Bovina. Ed. Diana, México D.F.

**Humblot, P.** (1991). Signaux embryonnaires et contrôle de la gestation des ruminants. *Rec.Med. Vet., 167:* 193-202.

**Holly L.** (1987). Biología de la reproducción Bovina. 2da Edición. La Habana. Editorial Científico Tecnico p. 454.

**Homworth, P.H. Saldán, C. J y Hoogertrugge, A.** (1982). The influence of the post waning social environment and the weaning to mating interval of the sow. Repring

**Hughes, P.E.** (1994). The influence of boar libido on the efficacy of the boar effect. Animal Reproduction Science. 35: 111-118.

**Hughes, P.E., Philip, G., Siswadi, R.** (1997). The effects of contact frequency and transport on the efficacy of the boar effect. Animal Reproduction Science. 46: 159-165.

**Hughes, P.E., Philip, G., Siswadi, R.** (1997). The effects of contact frequency and transport on the efficacy of the boar effect. Animal Reproduction Science. 46: 159-165.

**Hughes, P.E., Pearce, G.P., Paterson, A.M.** (1990). Mechanisms mediating the stimulatory effects of the boar on gilt reproduction. Journal of Reproduction and Fertility. 40 (Supplement): 323-341.

**Hugheas, P.E** y Varley, M.A. (1994). *Reproducción del cerdo*. Zaragoza. España. Editorial Acribia. P. 267.

**Huhn, Konig.** (1976). Recomendaciones científico técnicas para la tecnología de la reproducción del cerdo. Academias de Ciencias Agrícolas de la R. D. A. p. 7.

**Ito T., Niwa T., Kudo A.,** (1948). Studies on artificial insemination in swine. Zootech. Exp. Sta. Res. Bull. 55, 1-74.

**Ivanow E.I.,** (1907). De la fécondation artificielle chez les mammifères. Arch. Sci. Biol. 12,377-511.

**Ivanow E.I.,** (1922). On the use of artificial insemination for zootechnical purposes in Russia. J. Agric. Sci. 12, 244-256. Inseminated with frozen semen. *J. Anim. Sci., 51:* 911-916.

**Javierre.** (1994). Fisiología digestiva y nutrición de la cerda. Industria y producción. Medellín, Colombia. J. Gadea Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo 30.071 Murcia. Tíno: 34 968364655 Fax: 34 968 364147 jgadea@um.es, www.um.es/grupo-fisiovet

**Johnson L.A., Weitze K.F., Fiser P., Maxwell W.M.C.,** (2000). Storage of boar semen. Anim. Reprod. Sci. 62, 143 –172.

**Kemp B., Soede N.M.,** (1997). Consequences of variation in interval from insemination to ovulation on fertilization in s. J. Reprod. Fertil. Suppl. 52, 79-89.

**Kemp, B; Esteverink, D.N.B and Soede, N.M.** (1998). Herd mana gement in sows. Optimising insemination estrategics. pag. 160-164.

**Kendrick, K.M., Keverne, E.B. and Baldwin, B.A.** (1987). Intracerebroventricular oxytocin stimulates maternal behaviour in the sheep. Neuroendoc. 46: 56-61.

**Kirkwood, R.N., Hughes, P.E**. (1980). A note on the influence of "boar effect" component stimuli on puberty attainment in the gilt. Animal Production. 31: 209-211.

**Kirkwood, R.N., Thacker, P.A.** (1992). Management of replacement breeding animals. The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 8: 575-587.

- **Kirkwood, R.N.** (2008). Hormonal control and manipulation of estrus and ovulation. Journal of Swine, Health and Production. 16: 7-14.
- **Kingsbury, D.L., Rawlings, N.C.** (1993). Effect of exposure to a boar on circulating concentrations of LH, FSH, cortisol and oestradiol in prepubertal gilts. Journal of Reproduction and Fertility. 98: 245-250.
- Klindt, J., Yen, J.T., Christenson, R.K. (1999). Effect of prepubertal feeding regimen on reproductive development of gilts. Journal of Animal Science. 77: 1968-1976.
- Land, H., Grez, M., Ruppert, S., Schmale, H., Rehbien, M., Richter, D. and Schutz, G. (1983). Deduced amino acid sequence from the bovine oxytocin-neurophysin I precursor cDNA. *Nature*, 302: 342–344.
- Langford, G.A., Marcus, G.J., Hackett, A.J., Ainsworth, L. and Wolynetz, M.S. (1980). Influence of estradiol-17 beta on fertility in confined sheep.
- **Leary S**; **Robertson, S**; **Armstrong, D.**(2002) The influence of seminal plasma on ovarianfunction in pigs \_ a novel inflammatory mechanism? Journal Reproductive Immunology 57, 225-238.
- **Le Cozler, Y., Ringmar-Cederberg, E., Rydhmer, L., Lundeheim, N., Dourmad, J.Y., Neil, M.** (1999b). Effect of feeding level during rearing and mating strategy on performance of Sweedish Yorkshire sows. 2. Reproductive performance, food intake, backfat changes and culling rate during the first two parities. Animal Science. 68: 365-377.
- **Legault, C.; Dagorn, J.** (1993). Incidente del'age a la première mise-bassur la productivite de la truie. Journees de la Recherche porcine en France. 9: 63-68.
- **Leman, A.** (1995). Swine Conference. Published by: Veterinarian Outreach Programs. University of Minnesota.
- **Levis D.G.,** (2000). Liquid Boar Semen Production: Current Extender Technology and Where Do We Go From Here!. En: Semen Boar Preservation IV. L.A. Johnson and H. D. Guthrie, eds. Allen Press, Inc. Lawrence, KS. pp. 121-128.
- **Lewis L.L.,** (1911). The viability of reproductive cells. Agri. Exp. Sta. Bull. N 96. Oklahoma Agriculture and Mechanical Colege. Stillwater.
- Liu, J., Koenigsfeld, A.T., Cantley, T.C., Boyd, C.K., Kobayashi, Y., Lucy, M.C. (2000). Growth and the initiation of steroidogenesis in porcine follicles are associated with unique patterns of gene expression for individual components of the ovarian insulin-like growth factor system. Biology of Reproduction. 63: 942-952.
- **Love, R.J, Klupiec. C Thornton, E.J, Evans. G.** (1995), An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. Animal Reproduction Science, Volume 39, Pages 275-284.

**Lucy, M.C.** (2007). The bovine dominant ovarian follicle. Journal of Animal Science.85(Supplement): E89-E99.

**Lucy, M.C.** (2000). Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. J. Dairy Sci., 65: 2204-2210.

Lutz, J.B., Rampacek, G.B., Kraeling, R.R., Pinkert, C.A. (1984). Serum luteinizing hormone and estrogen profiles before puberty in the gilt. Journal of Animal Science. 58: 686-691.

Manual de Crianza G. P. (2002). Ministerio de la Agricultura.Cuba.

Malayer, J.R., Kelly, D.T., Diekman, M.A., Brandt, K.E., Sutton, A.L., Long, G.G., Jones, D.D. (1987). Influence of manure gases on puberty in gilts. Journal of Animal Science. 64: 1476-1483.

**Martin, S**. (1999). <u>Diagnóstico</u> e <u>interpretación</u> de las alteraciones de la reproducción en el ganado porcino (I – III). Porci No 48 – 49.

Martínez E., Ruiz S., Sebastián J., Sánchez R., García C., Martín S., (1986). Factores que afectan a la inseminación artificial porcina. An. Vet. Murcia 2, 115-120.

**Mavrogenis, A.P., Robison, O.W.** (1976). Factors affecting puberty in swine. Journal of Animal Science. 42: 1251-1255.

**Mckenzie E.E.,** (1931). A method for collection boar semen. J. Am. Vet. Assoc. 78 (News series 31), 244-246.

**Milovanow V.K.,** (1938). [Inseminación artificial en los animales domésticos] en ruso. Seljhozgiz. Moscú.

**Mizutani, S. and Tomoda, Y**. (1992). Oxytocinase: placental cystine aminopeptidase or placental leucine aminopeptidase (PLAP). *Seminars in Reproductive Endocrinology*, 10: 146–153.

Monge. (1999). Producciones Porcinas. La Habana, Cuba.

Mortimer, D.; Aitken, R.J.; Mortimer, S.T.; Pacey, A.A. (1995a). Workshop report: clinical CASA—the quest for consensus. Reprod. Fertil. Dev., 7: 951-959.

**Muñoz, A.** (1994). Aspectos generales y consideraciones específicas del diseño de explotaciones y manejo del efectivo animal. *Memorias del III Congreso Nacional de producciones porcinas*. Argentina. 232 pág.

Murphy, M.R, Seckl, JR, Burton, S., Checkley, S.A. and Lightman, S.L. (1987) Changes in oxytocin and vasopressin secretion during sexual activity in men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 65: 738-741.

**Nirwa, T. (1961).** Research and practices in the artificial inseminations of pigs Parc. Int. Cong. Animal. Reprod. 3(1): 83-115.

**Noakes, D.E., Parkinson, T.J., England, G.C.W.** (2009). Endogenous and exogenous control of ovarian activity. In: Veterinary Reproduction and Obstetrics (ed. D.E. Noakes). Pp. 3-58. Ninth Edition. Sounders (Elsevier) Editorial, England.

**Ojeda, S.R.** (1991). The mystery of mammalian puberty; how much do we know? Perspectives in Biology and Medicine. 34: 365-383.

Omtvedt, I. T.; Nelson. R. E.; Edward, R. L.; Stephens, D.F and Turman, E. J. (1971). Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. *Journal Animal Science*, Volume 32, Pages 312-317

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014). Sincronización del cello en cerdas. Disponible en: <a href="http://teca.fao.org/es/read/4423">http://teca.fao.org/es/read/4423</a>. (Consultado el 22 de febrero, 2015). FAO.

**Ortiz, V. J; Flores, L.** (1999). Reproducción, alimentación animal. "Bovinos y Porcinos". Santo Domingo de los Colorados. Ecuador. pp. 9-18.

Otlen, W.; Duppe, B; Kante, E.; Schon, P. C. (1999). Effects of dominance and familiarity in behavior and plasma stress in graving pig during social confrontation, Jovornal of Veterinary Medicine. Senias. A. 46,5.

**Page, EW.** (1946). The value of plasma pitocinase determinations in obstetrics *J. Obst. and Gynec.*, 52: 1014–1022.

**Palomo, A.** (2000). Manejo de la reproducción porcina. Facultad de veterinaria UCM. Madrid. España. pp. 1 – 7. Revolucionaria. Cuba. pp. 130 – 141.

**Paterson. A. M, Barker, I and Lindsay, D.R**,(1978). Summer infertility in pig: its incidence and characteristics in an Australian comercial piggery, Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Volume 18, Pages 698-701

Patterson, J.L., Cameron, A.C., Smith, T.A., Kummer, A.B., Schott, R.L., Greiner, L.L., Connor, J.F., Foxcroft, G.R. (2010b). The effect of gonadotrophin treatment at weaning on primiparous sow performance. Journal of Swine, Health and Production. 18: 196-199.

**Pearce, G.P., Hughes, P.E.** (1987). The influence of male contact on plasma cortisol concentrations in the prepubertal gilt. Journal of Reproduction and Fertility. 80: 417-424.

**Pearce, G.P., Paterson, A.M., Hughes, P.E.** (1988). Effect of short-term elevations in plasma cortisol concentration on LH secretion in prepubertal gilts. Journal of Reproduction and Fertility. 83: 413-418.

**Pearce, G.P., Paterson, A.M.** (1992). Physical contact with the boar is required for maximum stimulation of puberty in the gilt because it allows transfer of boar pheromones and not because it induces cortisol release. Animal Reproduction Science.27: 209-224.

**Pelletier, J., Carrez-Camous, S., Thiery, J.C.** (1981). Basic neuroendocrine events before puberty in cattle, sheep and pigs. Journal of Reproduction and Fertility. 30: 91-102.

**Peltoniemi. O. A. T.; Tast. A and Love.R.J** (2000). Factors effecting reproduction in the pig: seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow . *Animal Reproduction Science*. Volumes 60-61, Pages 173-184.

**Peltoniemia. O. A. T.; Love. R. J.; Heinonena. M.; Tuovinenc. V and Saloniemid. H** (1999). Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study . *Animal Reproduction Science*, Volume 55, Pages 47-61.

Pipaon, L. (2000). Reproducción Porcina. Curso de reproducción a distancia. Clase 10.

**Pinheiro, M. L. C.** (1973). Los cerdos. Reproducción. 1ra Edición. Buenos Aires – Argentina. Editorial Hemisferio Sur. pp 143,162-163.

**Polson.** (1990). Sistemas de ayuda a la toma de decisiones para la mejora de la eficiencia productiva de las explotaciones porcinas. Resúmenes Porcicultura 90, La Habana, Cuba, P.14.

**Porkworld**. La exactitud en la inseminacion artificial aumenta el número de éxitos. [en línea] 12 Dic 2000. Disponible en:http://www.porcicultura.com/articulos/ia/articulo.php?tema=iar005. [Consulta:

Noviembre 8 2005].

**Portal Agrario.** Recurso ganadero. Ganado porcino. Ministerio de Agricultura. República del Perú. Disponible en: <a href="http://www.minag.gob.pe/rrnn\_ga\_porcino\_r.shtml">http://www.minag.gob.pe/rrnn\_ga\_porcino\_r.shtml</a> [Consulta: Noviembre 8 2005].

Portela, V.M., Farias, A.M., Moraes, J.C.F., Gonçalves, P.B.D., Veiga, A P.M. and Oliveira, J.F. (2010). Effect of medroxy-progesterone acetate on follicular growth and endometrial cycloxygenase-2 (COX-2) expression during the bovine estrous cycle. *Pesquisa Veterinária Brasileira 30:* 581-585.

**Prunier, A.** (1991). Influence of age at nutritional restriction on growth and sexual development of gilts. Reproduction, Nutrition, Development. 31: 647-653. http://www.portalveterinaria.com/sections.phpop=viewarticle&artid=184.

- **Prunier, A., Chopineau, M., Mounier, A.M., Mormede, P.** (1993a). Patterns of plasma LH, FSH, oestradiol and corticosteroids from birth to the first oestrous cycle in Meishan gilts. Journal of Reproduction and Fertility. 98: 313-319.
- **Prunier, A., Martin, C., Mounier, A.M., Bonneau, M.** (1993b). Metabolic and endocrine changes associated with undernutrition in the peripubertal gilt. Journal of Animal Science. 71: 1887-1894.
- **Prunier, A., Louveau, I.** (1997). Influence of ovariectomy on metabolic and endocrine parameters during sexual development in the female pig. Journal of Endocrinology. 154: 423-429.
- **Pursel V.G., Johnson L.A., Schulman l.L.**, (1973b). Fertilizing capacity of boar semen stored at 15°C. J. Anim. Sci. 37, 532-535.
- **Pursel V.G., Johnson I.A., Schulman L.L.,** (1973a). Effect of dilution, seminal plasma and incubation period on cold shock susceptibility of boar spermatozoa. J. Anim. Sci. 37, 528-531.
- **Quiles, A; Hevia, L.** (2003). Influencia de la temperatura y la luz sobre el celo post destete en la cerda. Departamento de producción animal. Universidad de Murcia. España. Disponible en: <a href="http://www.portalveterinaria.com/sections.phpop=viewarticle&artid=184">http://www.portalveterinaria.com/sections.phpop=viewarticle&artid=184</a> (Fecha de consulta: mayo 2007) (fecha de consulta 22/02/2015
- **Rath D.,** (2002). Low dose insemination in the sow a review. Reprod. Domest. Anim. 37,201-205.
- **Reed H.C.B.,** (1985). Current use of frozen boar semen. Future need of frozen boar semen. Deep freezing of boar semen. Ed Johnson LA, Larsson K. Swedish University of Agricultual Sciences. 225-237.
- **Reed H.C.B.,** (1990). Commercial requirements for an effective fresh semen diluent. Reprod. Dom. Anim. Suppl. 1, 255-270.
- **Rico, C. y Menchaca, M.** (1985) la prueba de comportamiento en campo de cerdos Duroc. Influencias ambientales y parámetros genéticos de los caracteres que integran el índice de selección.
- **Rillo, S. M.** (1982). Reproducción e Inseminación Artificial Porcina .Biblioteca agrícola Aedos. 12.
- **Rillo, & Col.** (1996). Improvement of fertility results by means of usage of synthetic seminal plasma before artificial insemination. Proceedings 14 th I.P.V.S. Congress Italia p. 605.
- Roa, J. (2013). Role of GnRH neurons and their neuronal afferents as key integrators between food intake regulatory signals and the control of reproduction. International

Journal of Endocrinology. Volume 2013. Article ID: 518046. http://dx.doi.org/10.1155/2013/518046.

**Rodin** I.M., Lipatov V.I., (1935). Artifical insemination of pigs. Anim. Breed. Abstr. 4, 205.

Rowson, F. (1962). Porcinocultura. Dedogro S. Of ediciones Lerida. España. 186 pág.

Ruiz, S.; Sreaus, E. I. (1998). Introducción controlada de la pubertad de la cerda. Anaporc (70).

Sacristán, A.G., Montijano, F.C., Palomino, L.F.C., Gallego, J.G., López-de Silanes, M.D.M., Ruiz, G.M.S. (1996). Reproducción en porcinos. En: Sistema Reproductor, Fisiología Veterinaria (eds. S.R. López-L.F.C. Palomino). Pp. 951-968. Editorial McGraw-Hill Interamericana (2ª Edición), Madrid, España.

Sas Institute. (2009) SAS veris guide. Statistic, Relase 9.1. SAS. Institute Inc., cry, nc.

**Scanlon, P.F., Krishnamurthy, S.** (1974). Puberty attainment in slaughter weight gilts in relation to month examined. Journal of Animal Science. 39: 160 (Abstract).

Self, F.P. (1996). Porcinocultura. Dedogro S. of ediciones Lerida. España. Pp.209

**Self, H.L., Grummer, R.H., Casida, L.E.** (1955). The effect of various sequences of full and limited feeding on the reproductive phenomena in Chester White and Poland China gilts. Journal of Animal Science. 14: 573-592.

**Senger, P.L.** (2003). In: Pathways to pregnancy and parturition. Pullman, WA: Current conceptions Editorial, Inc. Second Edition.

**Singleton W. and Diekman M.(2004)** Reproductive Physiology and Anatomy of the Sow. Purdue University Department of Animal Sciences. http://www.ansc.purdue.edu/swine/porkpage/repro/physiol/reppaper.htm. (Fecha de consulta: Mayo 2007).

**Sisson J. D; Grossman.** (1990). Anatomía de los animales domésticos. 5ta Edición Tomo II, México. Promotora Editorial, S. A. De C. V. pp 1435 -1436.

**Solar, L; García y Dora, J**. (1998). Comportamiento productivo de las cerdas de razas puras y mestizas. Empresa Porcina.

**Strang, G:S.; Smith, G.** (1979). A note on the heritability of litter traits in pigs. Animal Production. 28(2): 403-414.

**Te Broke, J.M.A.** (1975). Possible ways for increasing the productividitis of sows on their minits an demerit 26 Th. anual meed.

**Teague, H. S.; Roller, W.L and Grifo, A.P,** (1968). Influence of high temperature and humidity on the reproductive performance of swine, *Journal Animal Science*, Volume 27, Pages 408-411.

**Theobold, G.W., Brahm, A., Campbell, J., Grange, P.D. and Driscoll, W.J.** (1948). The use of posterior pituitary extracts in physiological amounts in obstetrics. *Brit. Med. J.*, *2*: 123–127.

**Thornton, S., Davison, J. and Baylis, P.H.** (1990). Effect of human pregnancy on metabolic clearance rate of oxytocin American. *J. Physiology*, 259: 21–24.

**Toelle, V.D.; Robinson, O.W.** (1982). Breed prenatal, breed posnatal and heterocyst effects for preweaning traits in swine. Journal of Animal Science. 55(2): 263-273.

Toner, M.S., King, R.H., Dunshea, F.R., Dove, H., Atwood, C.S. (1996). The effect of exogenous somatotropin on lactation performance of first-litter sows. Journal of Animal Science. 74: 167-172.

**Tomás, G y Nielsen, M.** (1988). Variaciones estacionarias en la reproducción en los cerdos. *Rev. Ciencia y Técnica en la Agricultura*. Ganado porcino. 5 (2). 18.

**Trujillo, M. & J. Doporto.** (1997). Sincronización del estro en cerdas nulíparas y primíparas. Departamento de producción animal: Cerdos, Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 04510.

**Turner, A.I., Hemsworth, P.H., Hughes, P.E., Canny, B.J., Tilbreek, A.J.** (1998). The effect of repeated boar exposure on cortisol secretion and reproduction in gilts. Animal Reproduction Science. 51: 143-154.

**Valencia, J.** (1986). *Fisiología de la reproducción porcina*. Editorial Trillas. España. pp. 52-59. Venezuela porcina. Consejos para detectar el celo y aumentar la eficiencia.[enlínea]13nov2000.Disponibleen:http://www.porcicultura.com/articulos/repr oduccion/articulo.php?tema.Porcicultura.com[Consulta: Noviembre 8 2005].marzo 2015.

**Valenzuela, R.J.** (2007). Revista Conocimiento. El Miedo. Edition nº 54 [consulta: Marzo 2012] [En línea]: http://www.conocimientoenlinea.com/index.php/ediciones-anteriores

**Van Lunen, T.A., Aherne, F.X.** (1987). Effect of long-term feed restriction on age at puberty of gilts. Canadian Journal of Animal Science. 67: 797-801.

**Vandemark, N.L. and Hays, R.L.** (1953). Spontaneous motility of the bovine uterus. *Am. J. Physiol.*, 172: 553-556.

Varley, M.A. (University of Leeds (UK), (1989), Factors affecting the reproductive performance of sows, Options Mediterraneennes Serie Etudes.

**Velázquez, M., F. Dubé y H. Cruz** (1978). Estudio comparativo de cerdas alimentadas durante la gestación con miel final o cereales como fuente de energía. Ciencia y Técnica en la Agricultura: Ganado Porcino 1: (1). 21-32.

**Veterinaria REDVET** (2006) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, n° 01, Veterinaria.org ® - Comunidad Virtual.

**Waberski D.,** (1997). Effects of semen components on ovulation and fertilization. J. Reprod. Fertil. Suppl. 52, 105-109.

Weems, C.W., Weems, Y.S. and Randel, R.D. (2006). Prostaglandins and reproduction in female farm animals. *Vet. J.*, *17*: 206-228.

Weitze, K.F.; Rabeler, J.; Willmen, T.; Waberski, D. (1990). Interaction between inseminate, uterine and ovarian function in the sow. I: Influence of seminal plasma and strogens in the inseminate on intragenital transport, time of ovulation and fertility in gilts. Reprod. Dom. Anim., 25: 191-196.

**Weitze, K.** (1988). Influence of different sperm number and seminal plasma in the inseminate upon number off accessory spermatozoa in pig embrios. Proceedings 10 th I.P.V.S.Brasil pag 313.

Weitze, K. (2000). Reação inmune do útero de porcas á inseminação e suas consequencias

na fecundação. 3° Simposio Internacional Inseminação Artificial em suinos. 86-92. Brasil.

**Weitze K.F.,** (1990). Long- term storage of extended boar semen. Reprod. Dom. Anim. Suppl 1, 231-253.

**White I.G.** (1993). Lipids and calcium uptake of sperm in relation to cold shock and preservation: a review. Reprod. Fertil. Dev. 5, 639-658.

**Wiggins.** (1960). The influence of social restriction daring, rewninj in one sexual ghehorvies of the girl animal prod.

William, S., I. Videla, V. Fernández, & R. de la Sota. (2014). Efecto de la sincronización de cello en cerdas post-destete. Estudio comparativo. Universidad Nacional de la Plata, CC296 (B1900AVW). La Plata, Argentina.

**Wilson, E.O., Bossert, W.H.** (1963). Chemical communication among animals. Recent Progress in Hormone Research. 19: 673-710.

Wolfenson, D., Inbar, G., Roth, Z., Kaim, M., Bloch, A. and Braw-Tal, R. (2004). Follicular dynamics and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. *Theriogenology*, 2: 1042-1055.

**Wrathall, A. E.** (1975). *Reproductive disorders in pigs*. Editorial Acribia. España. pp. 136 – 183.

Xu, Z., Garverick, H.A., Smith, G.W., Smith, M.F., Hamilton, S.A., Youngquist, R.S. (1995). Expression of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone

receptor messenger ribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave. Biology of Reproduction. 53: 951-957.

**Young, L.O; Johnson, I. T.; Omtvedt.** (1974). Reproductive performance of swine bred to produce purebred and several recommended selection indices. Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica. 20(3): 45-50.

**Zciecik, E.** (1996). Control Hormonal del ciclo estral de la cerda. Parte // Anaporc (154). 23-38.

**Zeng W.X., Terada T.,** (2001). Protection of boar spermatozoa from cold shock damage by 2-hydroxypropyl-beta-cyclodextrin. Theriogenology 55, 615-27. Spanish Journal of Agricultural Research (2003) 1 (2):17-27.

**Zert, P.** (1984) Vademecum del productor de cerdos. La Habana, Instituto cubano del Libro. P 48-59.

**Ziecick**, **M.** (1998). Tratado del Ganado Porcino. Porci. Control Endocrino de la reproducción de Cerdos. Septiembre . Número 35. Aula Veterinaria.

**Zimmerman, D.R., Perkins, J., Hartman, L., Burosh, D.** (1988). Age at puberty in gilts as affected by quality of air in confinement. Journal of Animal Science. 66 (Supplement 1): 237, Abstract 51.

http://www.veterinaria.org/revistas/redvet y más específicamente en

http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html

en:http://www.fao.org//docrep/t0690s/t0690s08.htm [Consulta: Noviembre 8 2005]. Marzo 2015.

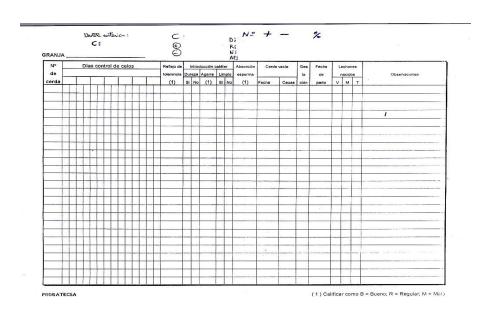
Leer más: <a href="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/style="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/style="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/style="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/style="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/style="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/style="https://www.monografias.com/trabajos6">https://www.monografias.com/trabajos6</a>

Leer más: <a href="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/style="cerdas/cerdas/style-reproduccion-cerdas/style-repr

Leer más: <a href="http://www.monografias.com/trabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/strabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/strabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/strabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/strabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/strabajos54/reproduccion-cerdas/reproduccion-cerdas/strabajos54/reproduccion-

## **ANEXO**

### **ANEXO**



Anexo I (Fichas de registro de datos y prospectos)

Seman a natural	SEMAN A EXPERI	FECHA	Nº CERD CONTROL + %	-	Analisi.				Nº CERDA EXPRIMTO + - %	analisis				HORM ONA	NOMB RE	CC X DOSI S
- Tutturur	MENT O		,,		N	D	R	AT	,,	N	D	R	AT			
5	1															
6	2															
7	3															
8	4															
9	5															
TOTAL	5															

Lote	Nº cerdas	Fecund/p	N.t	N.V	N.M	Rept	I.D.C.	
Control								
Expt.								
Diferen								
Diferencia								

	Grupo (A)		Grupo (B)		Grupo (C)		Grupo (BC	)	Grupo (D)	
Variable	control Expert.		control Expert.		control	Expert.	control	Expert.	control	Ex pe rt.

Resultado global			
Tratamiento	Fecund	N.vivo	Mortalidad
A			
В			
С			
ВС			
D			

	nacidototal					
Experimento	Tratamie	Nº	control	Nºmuestra	diferencial	significacion
		muestra				
1						
2						
3						
4						
5						

	MORTALIDA	D				
Experimento	tratamie	Nο	control	Nºmuestra	diferencial	significacion
		muestra				
1						
2						
3						
4						
5						

Meses	Fecundid	ad	N. totales	5	N. vivos		N. muert	os	I.D.C.	Reptcion	es
	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	tratadas	control	control	tratadas	control
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											

### Prospectos

Prostagladina sintética para porcino.



#### **DESCRIPCIÓN:**

Prostaglandina sintética para porcinos.

#### **COMPOSICIÓN:**

Cloprostenol (como Cloprostenol sódico) 87 µg

Excipiente c.s. 1 ml

#### **ACCIÓN:**

El Cloprostenol es un análogo sintético de la prostaglandina  $F2\alpha$ , como tal es un potente agente luteolítico que produce la regresión funcional y morfológica del cuerpo lúteo (luteolisis) y la estimulación de la musculatura lisa del útero. Como consecuencia de la luteolisis se desencadena un celo con ovulación normal dentro de los 2 a 4 días de aplicado el producto en el caso de aniomales que se encuentren ciclando. Cuando los animales a los que se aplica se encuentran en gestación induce el parto o el aborto dependiendo del momento de la gestación.

#### **INDICACIONES:**

Planate está indicado para la inducción del parto en porcinos, cachorras y hembras adultas. La aplicación de una dosis de 175 µg de Cloprostenol no más de 4 días antes de la fecha de parto desencadena el parto dentro de las 24 a 36 horas del tratamiento. El 95% de los animales que reciben una dosis de 175 µg de Cloprostenol uno o dos días antes del parto comienzan con el trabajo de parto dentro de las 36 horas del tratamiento.

#### DOSIFICACIÓN:

2 ml (175 µg/animal) dentro de los 4 días anteriores a la fecha prevista de parto.

#### **OBSERVACIONES:**

El producto se absorbe a través de la piel por lo tanto se recomienda extremar las precauciones en el caso de que el producto sea manipulado por mujeres embarazadas o personas con antecedentes de broncoespasmo.

La administración conjunta con oxitócicos potencia su efecto. No administrar junto con antiinflamatorios no esteroideos

#### **ESPECIES:**

**Porcinos** 

#### PRESENTACIÓN:

3.6.1.1. Indicaciones para preparación experimental:

Para nuestro experimento se extrae 1 ml de planate y se añade a la dosis seminal.

Frasco ampolla de 20 ml

#### **RESTRICCIONES DEUSO:**

El período de restricción es de un día luego de la aplicación del producto.

#### APLICACIÓN:

Inyectable intramuscular.

#### 1. NOMBRE: OXIVEX Registro nº 2254 ESP



#### FICHA TÉCNICA

1. NOMBRE: OXIVEX Registro nº 2254 ESP

2. FÓRMULA:

Oxitocina 10 UI

Clorobutanol hemihidrato 3,6 mg

Fenol 5,0 mg

Otros excipientes, c.s.p 1 ml

#### 3. ESPECIES DE DESTINO E INDICACIONES:

Bovino (vacas), porcino (cerdas) y equinos (yeguas). Inducción del parto. Inercia o atonía uterina. Involución del útero tras cesáreas ydisminución de hemorragias. Expulsión de secundinas y restos de exudados tras el parto. Iniciación de la lactación tras el parto. Agalaxia de la cerda. Piómetra y endometritis crónica para provocar la expulsión de exudados. Tratamiento coadyuvante a la terapia

antibiótica de la mastitis aguda y crónica, para provocar la expulsión de residuos y facilitar el drenaje.

#### 4. POSOLOGÍA Y MODO DE ADMINISTRACIÓN:

#### Obstetricia:

Vía intravenosa, intramuscular o subcutánea.

Vacas: 75 – 100 UI (equivalente a 7.5 – 10 ml de Oxivex)

Cerdas: 30 - 50 UI (equivalente a 3 - 5 ml de Oxivex)

Yeguas: 75 – 150 UI (equivalente a 7.5 – 15 ml de Oxivex)

Eyección láctea:

(Preferiblemente vía intravenosa)

Vacas y Yeguas: 10 - 20 UI (equivalente a 1 - 2 ml de Oxivex)

Cerdas: 5 - 20 UI (equivalente a 0.5 - 2 ml de Oxivex)

#### 5. TIEMPO DE ESPERA:

Carne (Vacas, Cerdas y Yeguas): 0 días.

Leche (Vacas y Yeguas): 0 días.

#### 6. PRECAUCIONES ESPECIALES DE CONSERVACIÓN:

Mantener fuera del alcance y a la vista de los niños.

Conservar en lugar fresco y al abrigo de la luz.

#### 7. PRESENTACIÓN:

Vial de 100, 250 y 500 ml.

#### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

Conservar a temperatura ambiente, entre 15 °c y 30 °c en un lugar fresco, protegido de la luz.

#### **CONTRAINDICACIONES:**

No usar en distocias maternas o fetales por peligro de ruptura uterina.

No en animales con hipo calcemia o hipo glicemia.

Periodo de resguardo: = 0 días.

#### Gonadotropina (GNRH) Receptal



#### Descripción

• Hormona liberadora (GnRH) de FSH y LH. Receptal® actúa sobre el lóbulo anterior de la hipófisis estimulando la secreción de las gonadotrofinas FSH y LH, que entran al torrente circulatorio periférico. La acción fisiológica de estas hormonas, es estimular la maduración de los folículos, desencadenar la ovulación y la posterior luteinización en el ovario con la formación del cuerpo lúteo. Este proceso funcional, se produce tras la aplicación de Receptal® y explica su eficacia clínica en las diversas indicaciones.

#### Composición

Buserelina, acetato: 0,42 mg. Excipientes c.s.p.: 100 ml.

#### Indicaciones

Trastornos de la fertilidad de origen central y ovárico. Inducción de la ovulación y mejora del porcentaje de preñez a la inseminación en vacas, yeguas y conejas. Con referencia a cada una de las especies, han de citarse las indicaciones siguientes: Vaca: Mejora del porcentaje de preñez: en la inseminación artificial y tras la sincronización de celo. Al respecto, ha de señalarse especialmente la mejora del 11 % del porcentaje de preñez tras el primer servicio estadísticamente comprobado y el número de ovulaciones a destiempo significativamente menor después de la aplicación de Receptal®. Las experiencias reunidas en el empleo sistemático de Receptal® en el primer y segundo servicio, ya han confirmando repetidas veces que el porcentaje de preñez, puede mejorarse netamente en un 6 a un 17%, según la disposición del ensayo y el material de pacientes. Quistes foliculares, con y sin síntomas de ninfomanía. Aciclia. Ovulación retardada. Atresia folicular. Profilaxis de trastornos reproductivos por inducción

temprana del ciclo después del parto. Este tratamiento está indicado especialmente en vacas con retención de placenta o afectadas con frecuencia de quistes foliculares. Yegua: Alteraciones quísticas de los ovarios, con y sin celo prolongado o permanente. Aciclica. Inducción de la ovulación. Fijación del momento de la ovulación y monta. Mejora del porcentaje de preñez. Celo prolongado o permanente. Coneja: Inducción de la ovulación en la inseminación después del parto. Mejora del porcentaje de preñez.

Dosis y vía de Administración

Vaca: Tratamiento de quistes foliculares: Aplicar 5 ml de Receptal®. No es necesaria la ruptura manual de los quistes. Realizar un control entre los 10 y 15 días y repetir el tratamiento solo si el exámen revela la ausencia de cuerpos lúteos o la formación de quistes. Aciclia: Aplicar 5 ml de Receptal®. Si no se produce el celo realizar un control entre los 10 y 12 días del tratamiento. En ausencia de estructuras funcionales en los ovarios, repetir el tratamiento. Ovulación retardada y atresia folicular: Aplicar 2,5 ml de Receptal®. La aplicación se efectúa al mismo tiempo que la inseminación o monta o con una anterioridad de hasta 6 horas. La ovulación se produce, por lo general, en el lapso de 24 horas. Profilaxis de trastornos reproductivos por inducción temprana de 10dias, se repete el dia 11 y 12 con 5 ml Recptal por día. Inducción de la ovulación: Aplicar 10ml de Receptal. Fijación del momento de la ovulación y cubierta; Mejora del porcentaje de preñez; Celo prolongado o permanente: aplicar 10 ml de Receptal .se aplica las prescripciones mecionada en párrafo precedente.

Coneja: Inducción de la ovulación en la inseminación después del parto: Aplicar 0,2 ml de Receptal®. Esta aplicación puede realizarse ya a las 24 horas del parto. La inseminación se practica inmediatamente después

#### Presentación

Frasco ampolla de 50 ml.

#### Contraindicaciones

No se han comunicado hasta ahora contraindicaciones, efectos secundarios ni interacciones con otros medicamentos.

#### Observaciones

En todas las especies Receptal® se aplica, de preferencia, por vía intramuscular, pero son posibles también las inyecciones intravenosa y subcutánea.

#### **SUINFORT**

Uso veterinario. Falta foto

Aditivo seminal de última generación para la inseminación artificial

Porcina (IAP), inductor de la ovulación y estimulante de la motilidad espermática,

trasporte espermático y capacidad fecundante de los espermatozoides, asegurando unos

altos niveles de fertilidad y prolificidad en el rendimiento de la reproducción porcina.

Composición: Solución autoestéril que vehicula un complejo hormonal y químico

inductor de la ovulación de la cerda en celo, sicronizando la inseminación con las

ovulaciones. Asimismo, está compuesto de estimulantes de la motilidad espermática del

tipo de las metiLxantinas que facilitan el trasporte es espermático y la capacidad

fecundante del semen.

Indicaciones: Induce la ovulación sincronizándola en el momento de la inseminación y

estimula la capacidad fecundante de los espermatozoides.

Especie de destino:Porcino

Dosis y vía de administración: 1cc de SUINFORT en la dosis seminal antes de ser

aplicada a la cerda en celo. No debe nunca mas de 15 minutos entre la adición de

SUINFORT y la inseminación de la cerda.

Efectos secundario y sobre dosificación: No han sido descritos.

Contraindicaciones: no se han descritos.

Precauciones y advertencias: Evitar el contacto con la piel. En caso de que derrame el

producto sobre la piel, deberá lavarse inmediatamente con agua y jabón. Esta

advertencia debe practicarse especialmente en el caso de mujeres embarazadas.

Tiempo de espera : carne 0 días

Conservación: Conservar en refrigeración entre 4 y 17 grado centígrados. No es

necesario calentarlo para añadirlo al semen, aunque este esté conservado a 17 – 18 °c.

Presentación: Vial de 10 ml, válido para 10 inseminaciones

167

# **ANEXO II (DATOS)**

# **ANEXO II (DATOS)**

Tabla 28. Índices reproductivos, fecundidad (Experimento 1,2,3 y 4)

Semana natural	SEMANA EXPERIMEN TO	FECHA	N°CERD CONTROL + - %	Analisi.				N° CERDA EXPRIMTO + - %	analisis				HORMONA	NOMBRE	CC X DOSIS
				N	D	R	AT		N	D	R	AT			
5	1	30.31/1y1/2/12	9 +8 1 88,8	-1	7	1	0	8 +8 0100	1	6	0	1	Prostagladina	planate	lec
6	2	6.7./2/12	12 +8 4 66,6	5 -2	6	-1	0	12 + 10 2 83.3	2	9 -2	1	0	Oxitocina	oxivex	0,5CC
7	3	13.14.15/2/12	12 +11 1 91.6	1	9 -1	1	1	12 + 12 0 100	1	8	2	1	gonatropina	receptal	0,5CC
8	4	20.21/2/12	12 +11 1 91.6	0	12 -1	0	0	11 +11 0 100	0	10	0	1	Oxit+ gonatro	Oxiv +receptal	0,5CC+ 0,5C
9	5	27.28.29/2/12	15 +14 193.3	0	11 -1	3	1	15 +15 100	1	13	1	0	prostagladina	planate	lce
TOTAL	5		60 +52 8 86.6					58 +55 3 94.8							

#### Marzo

SEMANA	FECHA	Nº CERD	Análisis				Nº CERDA	Análisis				NOMBBRE	ml
EXPERIMENTO		CONTROL + -%					EXPRIMTO + %						
			N	D	R	AT	•	N	D	R	AT		
				1	<u> </u>	'				i		<u>'</u>	
						'				i		1	
				1	1					1		'	
6	5.6.7/3/12	15 +12 3 80	2	13	0	0	16 +16 100	2	12	1	1	oxitocina	oxivex
			-1	-2	1	'				1		1	[
						'				1		'	
										1		1	
										1		1	
			<u> </u>		<u> </u>	<u> </u>			Ļ	<u></u>		<u> </u>	1
7	12.13/3/12	16 +15 1 93.7	1	14	0	1	11 +11 100	2	8	0	1	gonadotropn	receptal
				-1		'				1		'	
					1	'				1		1	
										1		1	
					1	'				1		1	
8	20.21/3/12	18 +17 1 94.4	0	18	0	0	9 + 6 3 66.6	1	7	1	0	Oxit +gona dropin	Oxiv
				-1	1	'			-2	-1		1	+ rec
					<u> </u>	<u> </u>				<u> </u>			
	EXPERIMENTO  6	6 5.6.7/3/12 7 12.13/3/12	CONTROL + -%  6 5.6.7/3/12 15 +12 3 80  7 12.13/3/12 16 +15 1 93.7	CONTROL + -%    CONTROL + -%   N     N	CONTROL + -%    CONTROL + -%   N	EXPERIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  15 +123 80  2 13 0  -1 -2  7 12.13/3/12 16 +151 93.7 1 14 0  -1  8 20.21/3/12 18 +171 94.4 0 18 0	EXPERIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  AT  AT  15 +123 80  2 13 0 0  -1 -2  7 12.13/3/12 16 +151 93.7 1 14 0 1  -1  8 20.21/3/12 18 +171 94.4 0 18 0 0	EXPRIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  AT  AT  15 *123 80  2 13 0 0 16 *16 100  -1 -2  7 1213/3/12 16 *151 93.7  1 14 0 1 11 +11 100  -1 -1  8 2021/3/12 18 *17 194.4  0 18 0 0 9 + 6 3 66.6	EXPERIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  AT  N  N  15 +123 80  2 13 0 0 16 +16 100  2 -1 -2  7 12.13/3/12 16 +151 93.7 1 14 0 1 11 +11 100  2 -1  1 0 0 9 + 6 3 66.6 1	EXPRIMENTO  CONTROL + -%  N  N  D  R  AT  N  N  D  R  AT  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  D  R  N  N  N  N  D  R  N  N  N  N  N  N  N  N  N  N  N  N	EXPRIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  AT  N  D  R  D  R  N  D  R  D  R  N  D  R  D	EXPRIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  AT  D	EXPERIMENTO  CONTROL + -%  N  D  R  AT  D  D  R  AT  D  D  R  AT  D  D  D  R  AT  D  D  D  R  AT  D  D  D  D  D  D  D  D  D  D  D  D  D

13	9	26.27.28/3/12	16 +14 287.5	1	14	1	0	14 +13 192.8	1	13	0	0	PROSTA	PLANATE	1
															с
					-2					-1					С
					_					_					
Total	4		65 + 57 7 89.2					50 +46 4 92.0							
			1												

Semana	SEMANA	FECHA	Nº CERD	ANALISIS				Nº CERDA	ANALISIS				HORMONA	NOMBRE	CC X DOSIS
natural	EXPERIMENTO		CONTROL + - %					EXPRIMT + - %							
				N	D	R	AT		N	D	R	AT			
14	10	2.3/04/12	13 +13 100	0	12	1	0	8 +7 187.5	0	7	1	0	oxitocina	oxivex	0,5cc
										-1					
15	11	9.10.11/4/12	14 +13 92.8	2	11	0	1	8 +8 100	2	6	0	0	gonadotropn	recepta	0,5cc
				-1											
16	12	16.17/4/12	11 +10 90.9	1	8	2	0	9 +8 188.8	2	5	2	0	Oxit+gonadropina	Oxiv+rec	0,5cc+0,5cc
					-1						4				
17	13	24.25.26/4/12	12 +11 91.6	3	7	1	1	10 +9 1 90	1	9	0	0	prostagladina	planate	1cc
					-1					-1					
total	4		50 47 94					35 32 391.4							

Semana	SEMANA	FECHA	Nº CERD	ANALISI	S			Nº CERDA	ANALISIS				HORMONA	NOMBRE	CC X DOSIS
natural	EXPERIMENT		CONTROL + - %					EXPRIMTO + - %							
				N	D	RP	AT		N	D	RP	AT			
18	14	30/4al3/5/12	19 +16 84.21	1	16	1	1	12 +12 0100	0	11	1	0		oxivex	0,5cc
				-1	-3										
19	15	7.8/5/12	9 + 5 55.55	2	6	1	0	6 +6 0100	2	3	0	1		recepta	0,5cc
				-2											
20	16	14.15.16/5/12	11 +10 90.90	2	8	1		9 +5 455.55	5	4	0	0		Oxiv+rec	0,5cc+0,5c
20	10	14.13.10/3/12	11 +10 50.50	2	8	1		3 433.33	,	*				Oxiviec	c c
					-1				-4						
21	17	21.22/5/12	12 +12 100	0	11	0	1	11 +11 100	1	10	0	0		plan	1cc
22	18	28.29/5/12	12 +10 83.33	1	10 -2	1	0	10 +10 100	1	8	1	0		oxiv	0.5cc
					-2										
total	5		63 +53 84.12					48 +43 89.58							

Semana	SEMANA	FECHA	Nº CERD	ANALISIS				Nº CERDA	ANALISIS			HORMONA	NOMBRE	CC X	
natural	EXPERIMENTO		CONTROL + - %			EXPRIMT + - %						DOSIS			
				N	D	RP	AT		N	D	RP	AT			
23	19	4.5.6/6/12	22 +20 90.90	0	-1	-1		8 +8 100	0	5	3		gonadotropn	receptal	0,5cc
24	20	11.12/6/12	20 +18 90%	3	-1	2	-1	8 + 8 100	2	5	1	0	Oxit+gonadrop i	Oxiv+rec	0,5cc+0.55
25	21	18.19/6/12	17 +15 88.23	1	12	-1	-1	9 +9 100	1	7	1	0	prostagladina	planate	1cc
26	22	25.26/6/12	9 +7 77.77	1	7	-1	0	7 +7 100	1	6	0	0	Oxitocin	oxive	0.5cc
total			68 +60					32 +32							

Tabla 29. Índices reproductivos, fecundidad (Experimento 5.)

Semana	SEMANA	FECHA	Nº CERD	Nº CERDA	HORMONA	NOMBRE	CC X DOSIS
natural	EXPERIMET		CONTROL + - %	EXPTO + - %			
_	_					suinfort	_
5	5	28.29/01/13	31 +29 <mark>93.54</mark> n,r	9 +9 100		suinfort	1cc
6	6	4.5/02/13	23 +20 86.95 d3	9 +9 100		suinfort	1cc
	·	43/02/23	25 125 86.33 43	3 13 255		Sumore	100
7	7	11.12/02/13	20 +17 85 d3	9 +9 100		suinfort	1cc
8	8		23 +21 91.30 d,r	9 +8 88.88 at		suinfort	1cc
		18.19/02/13					
9	9	25.26/2/13	21 +17 80.95 d3,at	9 +8 88.88 d		suinfort	1cc
total	5		118 +105	45 +43			

Semana	SEMANA	FECHA	Nº CERD	ANALISIS	Nº CERDA	ANALISIS	HORMONA	NOMBRE	CC X DOSIS
natural	EXPERIMET		CONTROL + - %		EXPTO + - %				
10	10	4.5/3/13	23 +21 91.30 d		9 +8 88.88 r			suinfort	1cc
11	11	11.12/03/12	18 +17 94.44 d		10 +9 90 n			suinfort	1cc
12	12	18.19/03/13	21 +19 90.47 d2		10 +10 100			suinfort	1cc
13	13	25.26/03/13	32 +27 84.37 d,n2,r,at		10 +9 90 d			suinffort	1cc
total	4		94 +84		39 +36			suinfort	1cc