

**NIVELES DE TRIYODOTIRONINA Y
PROGESTERONA EN INVIERNO Y VERANO
Y SU RELACION CON EL INDICE DE CONCEPCION
EN CERDAS BAJO CRIA INTENSIVA
AL AIRE LIBRE.**

Facultad de Agronomía y Veterinaria

Maestría en Anatomía y Fisiología Veterinaria

Tesista

Med. Vet. ASHWORTH, Guillermo Edgardo

Director: MSc. ECHEVARRÍA, Alberto

Codirector: MSc. YACIUK, Raúl

Jurado

Dra Cecilia R. Greco

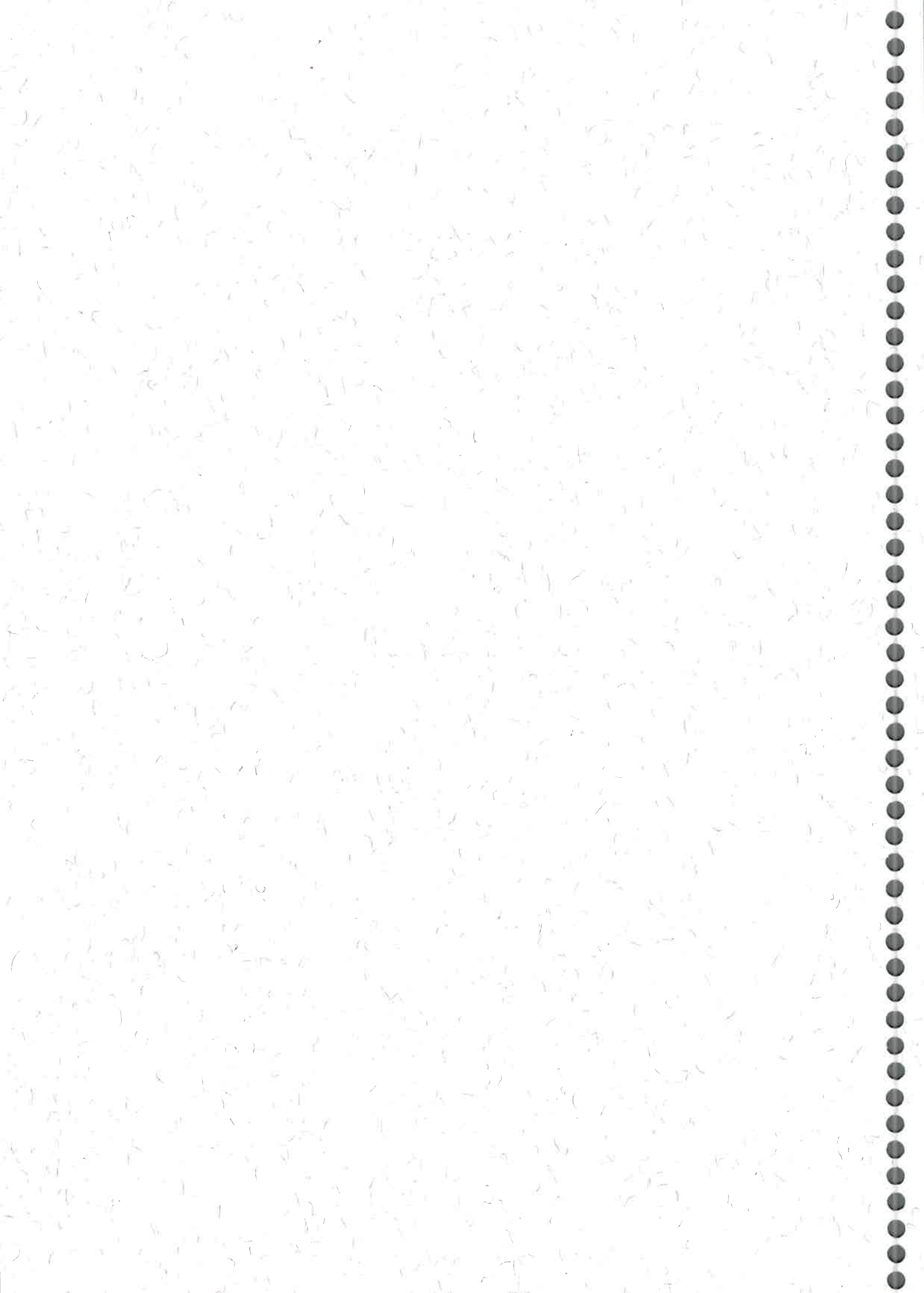
MSc. Mabel L. Bertuzzi

Dr. Gustavo C. Zielinski



CREER. CREAR. CRECER

Diciembre de 2006



62888

ASHWORTH, G.E.
Niveles de Triyodoti

2006

62888



**Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Maestría en Anatomía y Fisiología Veterinaria**

**NIVELES DE TRIYODOTIRONINA Y PROGESTERONA EN INVIERNO Y VERANO Y
SU RELACION CON EL INDICE DE CONCEPCION EN CERDAS BAJO CRIA
INTENSIVA AL AIRE LIBRE.**

Tesista: Med. Vet. ASHWORTH, Guillermo Edgardo

Director: MSc. ECHEVARRÍA, Alberto
Codirector: MSc. YACIUK, Raúl

62888

MFN:
Clasif: T458

INDICE

Abreviaturas utilizadas	3
Resumen	4
Summary	6
Introducción	9
<i>Temperatura e ingesta de alimentos</i>	17
<i>Fisiología de la glándula tiroidea y hormonas tiroideas</i>	19
<i>Influencia sobre la función ovárica</i>	25
<i>Rol estratégico de la glándula tiroidea</i>	30
Hipótesis y Objetivos	36
Materiales y Métodos	38
<i>Clima</i>	40
<i>Toma de muestras</i>	41
<i>Determinación de glucosa, metabolitos, enzimas</i>	43
<i>Hormonas</i>	45
<i>Índice de concepción, porcentaje de retención y de repitentes irregulares</i>	46
<i>Análisis estadístico</i>	47
Resultados	48
<i>AST - Creatinina – AGNE - TG – Colesterol – Glucosa</i>	48
<i>Hormonas</i>	52
<i>Temperatura y eficiencia reproductiva</i>	63
Discusión	71
Conclusiones	86
Bibliografía	89

Abreviaturas utilizadas

- ✓ AGNE: Ácidos grasos no esterificados
- ✓ ANOVA: Análisis de la varianza
- ✓ AST: Aspartato amino transferrasa
- ✓ FSH: Hormona folículo estimulante
- ✓ GNRH: Hormona liberadora de gonadotrofinas
- ✓ GOT: Glutamato oxalacetato
- ✓ hCG: Hormona gonadotropina coriónica
- ✓ LBD: Lipoproteínas de baja densidad
- ✓ LH: Hormona luteinizante
- ✓ P 20: 20 días de preñez
- ✓ P 40: 40 días de preñez
- ✓ Pg: Progesterona
- ✓ TSH: Hormona Tirotrófina
- ✓ TRH: Hormona Liberadora de Tirotrófina
- ✓ RIA: Radioinmunoanálisis
- ✓ SIAL: Sistemas de crianza Intensivo al Aire Libre
- ✓ T3: Triyodotironina
- ✓ T4: Tetrayodotiroxina - tiroxina
- ✓ TG: Triglicérido
- ✓ TBG: Globulina transportadora de tiroxina
- ✓ TBPA: Prealbumina transportadora de tiroxina
- ✓ TCS: Temperatura crítica superior
- ✓ ZTN: Zona de Termoneutralidad
- ✓ VLBD: Lipoproteínas de muy baja densidad.

RESUMEN

Los Sistemas de crianza Intensivos al Aire Libre (SIAL) tienen un desarrollo importante en nuestro país y sobre todo en la provincia de Córdoba. Es interesante su implementación por el bajo costo operativo, la sanidad y el bienestar animal. Uno de los inconvenientes radica en la disminución de la eficiencia reproductiva durante el verano, dado un factor no controlado, como las altas temperaturas a la que son expuestos los animales en esta estación. Este inconveniente no sólo se da en los SIAL, sino que también es mencionado en sistemas de crianza bajo techo. Los cerdos tienen muchas dificultades para mantener la homeostasis térmica, principalmente durante el verano.

El objetivo de este trabajo fue determinar y comparar parámetros reproductivos y de las hormonas triyodotironina (T3) y progesterona, entre invierno y verano, durante el celo y la preñez temprana en los SIAL.

Se tomaron registros de temperatura ambiental durante todo el período experimental, se midieron parámetros metabólicos, fisiológicos y sanitarios. Se midieron los valores séricos de T3 y Pg y se registraron los parámetros reproductivos del establecimiento, durante todo el período experimental.

Durante el verano disminuyó el índice de concepción, aumentó el porcentaje de repitentes irregulares, disminuyeron los niveles séricos de T3 y Pg, principalmente en las cerdas con 20 días de preñez.

Durante el invierno aumentaron los valores séricos de T3 y de Pg en las cerdas con 20 días de preñez, encontrándose una correlación positiva entre el aumento de T3 y Pg para estas cerdas. Aumentó el índice de concepción y disminuyó el porcentaje

de repitentes irregulares, sin que se modificara el porcentaje de repitentes regulares. En todas las categorías hubo lipomovilización durante el invierno.

Se concluye que hay una disminución en los niveles séricos de Pg relacionados con una disminución en los niveles séricos de T3 durante el verano, lo cual estaría vinculado con la muerte embrionaria precoz, el aumento de repitentes irregulares y el menor índice de concepción en esta época del año.

SUMMARY

The Intensive Systems of Outdoors Breeding (SIAL) have an important development in our country and mainly in the Province of Córdoba. It is interesting their implementation for the low operative cost, the health and animal welfare. One of the problems is the decrease of the reproductive performance during summer, due to the high temperatures which the animals are exposed to and also because this factor is not controlled. This inconvenience is not only found in the SIAL, but rather it is also mentioned in systems of indoors breeding. Pigs have many difficulties to maintain the thermal homeostasis, mainly during summer. The objective of this work was to determine and to compare reproductive performance and the serum hormone levels of triiodothyronine and progesterone between winter and summer.

We measured environmental temperature during the whole experimental period. Metabolic parameters and the physiologic and sanitary state were also measured.

The serum levels of triiodothyronine and progesterone and the reproductive parameters of the breeding herd were measured during the whole experimental period.

The conception index decreased during summer, with increased irregular return rates. Also there was a decreased in the serum levels of triiodothyronine and progesterone mainly in the sows with 20 days of pregnancy.

There was a positive correlation between T3 and progesterone in the sows with 20 days of pregnancy during the winter. In all the categories there was lipid mobilisation during winter.

It could be concluded that the decrease in the serum levels of T3 was related with a decrease in the serum levels of progesterone during summer, which would be related to embryonic mortality and the disruption of early pregnancy as well as the increase in the irregular returns ratio and a decrease in the conception index.

Agradecimientos:

“Si los pueblos no se ilustran, si no se vulgarizan sus derechos, si cada hombre no conoce lo que vale, lo que puede y lo que se le debe, nuevas ilusiones sucederán a las antiguas, y después de vacilar algún tiempo entre incertidumbre, será tal vez nuestra suerte mudar de tiranos, sin destruir la tiranía” — MARIANO MORENO

Esta frase está a la entrada de mi escuela, agradezco este pensamiento y agradezco a mi escuela Nacional “Antonio Mentruyt” de Lomas de Zamora.

A la Universidad Nacional pública y gratuita, porque ahí me formé profesionalmente.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y a su Facultad de Agronomía y Veterinaria porque me brindaron todas las posibilidades para desarrollar esta maestría.

A la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales de esta universidad, porque en ella desarrollé parte de mi formación y trabajo experimental y por su cultura de postgrados.

A los compañeros del decanato por apoyarme sin condicionamientos.

A María Inés Rodríguez por su respaldo, asesoramiento y ayuda en cuestiones estadísticas.

A Héctor Agnelli por respaldarme y alentarme a concluir mi tesis.

A todos mis compañeros de Fisiología, porque de una u otra forma me apoyaron para concluir mi tesis.

A los compañeros de trabajo de campo, Ana, Luis y Raúl, por compartir muchos viajes con la mejor buena onda.

A Mabel por su mirada inteligente, a Nora B. por su salvataje técnico en más de una oportunidad, a Nancy y Nora M. por su aliento y buena onda.

Al colega Arnaldo Ambroggi, por darme la oportunidad de participar de su proyecto, desinteresadamente, para desarrollar mi tesis.

Al Dr. Oscar Forchetti por facilitarnos el laboratorio de análisis clínico y su asesoramiento.

Al Ing. Nestor Eula por el respaldo de la estación meteorológica y al colega Diego Goñi por su participación en las tareas de campo.

A mi director y codirector por sus invalorables aportes y el buen criterio.

A mis padres, porque nos enseñaron el camino del profesionalismo, y sé que estarían muy orgullosos de esta maestría.

A mis hermanos que quiero mucho y están conmigo cuando los necesito.

A mis hijos Alejandro, Hernán, Mariano y Gabriel, porque son parte de mi razón de ser.

A mi esposa Sonia, porque es mi amor y siempre me respalda.

INTRODUCCIÓN

Los cerdos salvajes del género *Sus* se distribuyeron a lo largo de áreas forestadas del sur de Eurasia, 55° de latitud norte, por lo que cubrieron zonas con climas cálidos, fríos y húmedos, donde las características boscosas les permitieron obtener alguna forma de protección ante las temperaturas extremas. El posterior desarrollo de actividades sedentarias de los pueblos que habitaban esta zona trajo la domesticación, probablemente, en distintos sitios de Europa, Mesopotamia Asiática y Sur de China (Steimbach, 1986).

Todos los cerdos domésticos derivan de una especie nativa, *Sus scrofa*, aunque han contribuido geográficamente diferentes ecotipos (*Sus scrofa scrofa* y *Sus scrofa vittatus*) (Steimbach, 1986). Los cerdos domésticos actuales, *Sus domesticus*, son producto de la evolución y la selección natural durante años.

Las razas europeas incorporaron un aporte substancial de genes de ecotipos tropicales, a partir de la introducción en Gran Bretaña de cerdos del sur de China en las primeras décadas del siglo XIX. Estos cerdos poseían una adaptación a un ambiente tropical, ya que se desarrollaron en climas cálidos (Steimbach, 1986).

Las cerdas salvajes en ambiente natural se comportan como hembras poliéstricas estacionales, permanecen en anestro durante los meses de verano, y tienen, normalmente, un parto al año a finales del invierno o principios de la primavera (Quiles y Hevia, 2003).

En el caso de los cerdos no domesticados la estacionalidad en la actividad reproductiva está bien marcada. En las hembras de jabalí, la actividad ovulatoria se desarrolla solamente entre los meses de noviembre-diciembre a abril, fin de otoño –

invierno para el hemisferio norte, (Mauget, 1982). En el caso de los cerdos domésticos también se observa una actividad estacional entre junio y septiembre, en el hemisferio norte, principalmente cuando son criados en sistemas al aire libre (Claus y Weiler, 1985). Estos efectos disminuyen cuando se crían en instalaciones cerradas y climatizadas (Martinat-Botté y col. 1984).

La domesticación, la selección y las condiciones de manejo, transformaron el comportamiento poliéstrico estacional de esta especie, en poliéstrico no estacional o anual y la adaptación a climas cálidos, probablemente, por la incorporación de los ecotipos tropicales.

La selección y cruzamientos orientados hacia una producción intensiva en las razas europeas por parte de los criadores de cerdos, fue en perjuicio de la adaptación a ambientes cálidos introducida por los ecotipos tropicales (Steimbach, 1986) recuperando, en algunos aspectos, la tendencia original de hembras poliéstricas estacionales.

La aparición de un incremento en las fallas reproductivas en el verano, fue señalado como un remanente del origen ancestral de los cerdos de la edad moderna (Claus y Weiler, 1985). Esta manifestación es una forma estratégica de hacer coincidir las pariciones en momentos de buenas condiciones ambientales y de alimentación en la mayoría de las especies salvajes, que las ha conducido a parir entre finales del invierno e inicio del verano en las zonas de clima templado, donde están bien definidas las cuatro estaciones del año (Ortavant y col., 1985). Esto es lo que ocurre normalmente tanto en los suinos salvajes, como en otras especies.

En trabajos realizados por Hakan (2000), quien considera al ancestro salvaje de los cerdos modernos como reproductores estacionales de días cortos, se plantea que un incremento del fotoperíodo inhibe el desarrollo reproductivo del macho y una

disminución del fotoperíodo lo estimula. Este autor trabajó con cerdos machos sometidos a condiciones de otoño natural o artificial (con días largos de 17 hs. de luz) y condiciones de primavera natural o artificial (con días cortos de 8 hs. de luz); encontró cambios en los niveles plasmáticos de prolactina, aumentando en otoño con días largos, disminuyendo en otoño con días cortos y en primavera con días largos. En cuanto a la maduración testicular, respondió mejor a días cortos, aunque la concentración de androsterona en grasa fue mayor en la primavera natural que en el otoño artificial. Por otro lado se incrementaron los niveles de testosterona a temprana edad en el otoño artificial (con días largos). Al igual que trabajos anteriores señalados por Green y col. (1996), demuestran que si bien hay una tendencia hacia una respuesta al fotoperíodo en cerdos, esta respuesta es débil, existiendo una gran variabilidad individual en cerdos domésticos, sin una conclusión contundente.

En trabajos realizados con cerdas criadas al aire libre sin la presencia de machos, se trató de verificar de qué manera las cerdas perciben la longitud del día, como fundamento de la infertilidad estacional, haciendo tratamientos simulados con melatonina y midiendo los perfiles de prolactina, progesterona y LH. A pesar de mejorar algunos aspectos de la infertilidad estacional, los cambios no fueron contundentes, por lo que el rol de regulación estacional sobre la reproducción, no quedó claro en lo referido al fotoperíodo (Bassett y col., 2001).

En ovejas se ha demostrado que las hormonas tiroideas juegan un rol permisivo en el fotoperíodo (Vasudevan y col., 2002). Es necesaria su presencia al final del período reproductivo y al comienzo del anestro estacional, sin embargo no tienen ningún rol en la mantención del anestro estacional ni en la iniciación del próximo período reproductivo estacional.

Las cerdas utilizadas en los Sistemas de crianza Intensiva al Aire Libre (SIAL) en nuestro país, incorporan en su composición genética hembras híbridas F1, que

incluyen las razas o líneas Landrace y Large White, de origen Europeo o también Duroc y Yorkshire originarias de E.E.U.U. (Ejemplo, F1: Large White x Duroc o Landrace x Yorkshire). Tienen generalmente pelaje blanco y distinto grado de pigmentación en la piel, según su composición genética.

Si bien las cerdas domésticas no tienen un ciclo reproductivo estacional bien definido, manifiestan variaciones en su rendimiento reproductivo a través del año, siendo el verano y principios de otoño las estaciones donde disminuye dicho rendimiento.

Muchos investigadores se han referido a los problemas reproductivos coincidentes con estas estaciones, tales como: abortos, repetición irregular del celo, disminución del índice de concepción, prolongación de los intervalos destete-celo y celo-parto, entre otros. Esto indicaría que el aumento de la temperatura ambiental tendría una incidencia importante sobre la eficiencia reproductiva, concomitantemente con otros factores tales como la radiación solar directa, el fotoperíodo, la ingesta energética y la humedad ambiente (Martinat-Botte y col., 1984) (García Casado y col., 1993) (Wrathall, 1993) (Love y col., 1993) (Xue y col., 1994) (Vesseur y col., 1994) (Prunier y col., 1996) (Fitko, 1996) (Domínguez y col., 1996) (Peltoniemi y col., 1999).

En trabajos realizados en un establecimiento con SIAL, encontraron una disminución en el índice de concepción a los 35 días postservicio en el verano, con diferencias estadísticamente significativas entre esta y las demás estaciones, no encontrando diferencias estadísticamente significativas en las demás estaciones entre sí (Ashworth y col., 2001). Esto coincidió con un aumento en el porcentaje de cerdas repitentes irregulares para esta estación.

La concentración en sangre de progesterona, es un buen parámetro para evaluar algunos estados reproductivos. Se ha determinado una exactitud del 97 %

para evaluar el estado de preñez, pero sólo es eficiente en un 60% para evaluar la no preñez en cerdas (Williamson y col., 1980). Ellos demostraron en su estudio que la infertilidad estacional en cerdas servidas, es un complejo que involucra varias formas de infertilidad, que todas tienen un síntoma común, "demorar el retorno al celo después del servicio". Los autores encuentran que en esta infertilidad estacional están involucrados: la muerte embrionaria precoz, quistes luteinizados en ovario, pequeños quistes ováricos y celos silentes.

Se han determinado los niveles de progesterona tres días después del destete en 151 cerdas (Landrace x Large White), comparando los valores observados entre estaciones cálidas y frías y el reinicio de la actividad ovárica luego del destete. Se observó un incremento de los niveles basales de esta hormona en la estación cálida, no encontrando relación entre estos valores y el porcentaje de cerdas que retornaron al celo en los diez días posteriores al destete, salvo en aquellas que tuvieron un incremento de esta hormona y excedieron los 0.9 ng/ml. No hubo cambios en la actividad ovárica cuando fueron tratadas con un dopaminérgico como el bromocriptine. Dado el efecto inhibitor de la dopamina en la secreción de prolactina, sugieren que esta hormona no estaría involucrada en la falta de celo luego del destete, pero sí estaría afectado el intervalo destete-celo por factores ambientales (Pierantoni y col., 1983).

"En homeotermos, los diferentes mecanismos termorreguladores consisten en una serie de ajustes fisiológicos que sirven para establecer un estado térmico estable al nivel de la temperatura normal que, en consecuencia, intentan mantener una igualdad entre la ganancia y la pérdida de calor" (Swenson y Reece, 1999).

Esta homeostasis térmica les permite desarrollar correctamente diferentes actividades fisiológicas involucradas en la vida tales como: crecimiento, reproducción y lactancia.

Las actividades metabólicas del organismo generan calor constantemente, en consecuencia, la temperatura ambiental a la que están expuestos los animales puede favorecer o no la pérdida de calor. "En general puede decirse que existe una zona termoneutra de metabolismo constante, en la cual el aislamiento variable (principalmente debido a ajustes circulatorios) es suficiente para mantener un estado térmico estable. Arriba y debajo de esta zona termoneutra los ajustes circulatorios ya no son suficientes para mantener el equilibrio del calor. A altas temperaturas deben reforzarse con un aumento de la pérdida de calor por evaporación (transpiración y jadeo) y a bajas temperaturas por un incremento del metabolismo" (Swenson y Reece, 1999).

Los animales regulan la pérdida o ganancia de calor en relación con la temperatura ambiental por conducción, o evaporación desde la superficie húmeda o mojada (adaptación por comportamiento) al buscar charcos, barro o lugares húmedos para mojarse. También activan, en función de las necesidades, mecanismos homeotérmicos tales como sudoración, evaporación de agua por las vías respiratorias (jadeo), ingesta de alimentos y regulación de sus actividades metabólicas (Swenson y Reece, 1999).

"Está claro que la termosensibilidad del SNC (Sistema Nervioso Central) desempeña un rol importante en la regulación de la temperatura. El calentamiento local del hipotálamo anterior (la región preóptica) en mamíferos conscientes, activa a todos los mecanismos fisiológicos y conductuales disponibles para la pérdida de calor. Esta termosensibilidad preóptica es más importante para la regulación de la temperatura que la sensibilidad espinal" (Swenson y Reece, 1999). La estimulación de receptores de la piel (receptores de calor y de frío) desencadena una respuesta nerviosa y hormonal tendiente a mantener la homeostasis térmica.



El aumento de la temperatura en estas áreas inhibe la activación simpático-adreno-medular y deprime la actividad de la glándula tiroides, mientras que el enfriamiento activa estos mecanismos. La activación de la glándula tiroides depende de la liberación de la Hormona Liberadora de Tirotrófina (TRH) y Hormona Tirotrófica (TSH) por estimulación de células termosensibles del hipotálamo anterior (Swenson y Reece, 1999).

Los suinos tienen ciertas particularidades fisiológicas que limitan el manejo de la homeostasis térmica, producto de la presencia de glándulas sudoríparas subdesarrolladas y un mecanismo limitado de jadeo. Estos muestran un "jadeo de primera fase" o una respiración poco profunda, no tienen o no manifiestan el "jadeo de segunda fase" o respiración más lenta y profunda ante el estrés severo por calor, esto los transforma en *jadeadores ineficientes* (Ingram y Mount, 1975). Estas características hacen que el cerdo tenga menos tolerancia al calor que la mayoría de los animales domésticos. A una temperatura ambiental de 30°C a 32°C, aumenta su temperatura rectal más de lo normal. Si la humedad relativa es del 65% o más, el cerdo no tolera una exposición prolongada a una temperatura de 35°C siendo incapaz de soportar una atmósfera de 40°C con cualquier grado de humedad" (Swenson y Reece, 1999).

Las condiciones óptimas de temperatura para esta especie están ubicadas en un rango referido como "*zona de termoneutralidad*", el que depende a su vez del estado fisiológico de los animales, crecimiento, engorde, gestación, lactancia (Bianca, 1968).

Webster (1983) considera una zona de equilibrio energético cuando los cerdos pueden mantener primariamente la homeostásis térmica, regulando la producción de

calor. Esto ocurre a una temperatura ambiente entre 20°C a 22°C, donde la eficiencia en la conversión de alimentos es óptima.

También fue considerada una zona de *equilibrio energético* con temperaturas que van de 18°C a 22°C, teniendo en cuenta la máxima eficiencia en la conversión alimenticia, donde no hay modificaciones cardiorespiratorias, ni se modifica el consumo de oxígeno como respuesta a la temperatura a la que son expuestos (Meyer y Fossen, 1971).

A temperaturas superiores a los 25°C, las cerdas deben poner en marcha mecanismos homeostáticos para conservar la temperatura corporal, por lo que a esta temperatura se la conoce como Temperatura Crítica Superior (TCS) (Prunier y col., 1996).

Se ha determinado en cerdas gestantes a término (112 días) una zona termoneutral que va de 13°C a 27°C (Holmes y Close, 1977) y en el caso de cerdas en período de lactación la temperatura crítica superior (temperatura máxima dentro del rango de termoneutralidad) puede ser de 30°C (Owen, 1982).

Si se exponen a más de 27°C, por más que sea un corto período de tiempo (2 a 4 días), disminuye la eficiencia reproductiva (Myer y Bucklin, 2001), por lo que 27°C sería una temperatura crítica superior en el aspecto reproductivo, lo que se puede apreciar en la tabla n° 1.

Tabla n° 1 Efecto de la temperatura sobre la eficiencia reproductiva en cerdas *

Item	26 – 27°C (80°F)	30°C (86°F)	33°C (92°F)
N° de cerdas	74	78	80
N° en celo	74	78	73
N° en anestro	0	2	7
N° de repitentes	2	8	8
N° de concepción	67	67	62
% de Concepción	90	85	78

- (Serres, 1992)

Temperatura e ingesta de alimentos:

En días cálidos, los cerdos disminuyen la ingesta de alimentos como una estrategia para disminuir la incorporación de energía, esto tiene consecuencias sobre perfiles de Progesterona y LH (Peltoniemi y col., 1997) y sobre los factores de crecimiento tipo insulina 1 (IGF-I) y tipo insulina 2 (IGF-II) (Monget y Martin, 1997). También tiene influencia sobre la eficiencia reproductiva, en lo referido al intervalo destete-celo y el intervalo entre celo-celo (Peltoniemi y col., 1999). Sin embargo, la disminución en la ingesta de alimento durante el verano no es el único factor que influye sobre los perfiles hormonales y la eficiencia reproductiva (Dial y col., 1992). En este sentido, se observó que cuando los animales son expuestos a una temperatura máxima promedio entre los 30°C y 31°C, con una fluctuación que no supere los 3,8° C, no se encuentran diferencias significativas en la ingesta voluntaria de alimento, probablemente debido a una adaptación a esta nueva condición, mientras que cuando

las fluctuaciones fueron de 8,3°C, hubo una disminución voluntaria en la ingesta (Xin y De Sazer, 1991), esto indicaría una dificultad para adaptarse a la temperatura ambiental cuando las fluctuaciones térmicas son importantes.

Trabajos realizados por Messias de Bragança y col. (1998) demuestran que cerdas primíparas expuestas a una temperatura ambiente de 30°C con alimentación *ad-libitum* durante el período de lactación, disminuyen un 43% la ingesta de alimento con respecto a cerdas en las mismas condiciones pero expuestas a 20°C. En ese trabajo se limitó la ingesta en cerdas primíparas mantenidas a 20°C, a los valores de ingesta registrados a 30°C y se midieron parámetros hormonales y el intervalo parto-estro, para separar los efectos de la ingesta de alimento con los de la temperatura ambiente. Los resultados demostraron que una temperatura ambiente de 30°C tiene efectos negativos sobre el crecimiento de la camada y el retorno al estro postparto e induce a variaciones plasmáticas de T3 (Triyodotironina), cortisol y prolactina.

Estos cambios no se repitieron completamente cuando se limitó la ingesta de alimento a los valores obtenidos a 30°C, pero en cerdas primíparas mantenidas a 20°C.

Esto demuestra que los cambios ocasionados no dependen sólo de una disminución en la ingesta de alimento como consecuencia del aumento de la temperatura ambiental, sino que las condiciones de temperatura ambiente a la que son expuestos los animales tienen responsabilidad directa sobre estos cambios.

En un estudio estadístico realizado sobre 868.904 servicios en 58 criaderos de Canadá, de la base de datos de PigCHAMP se investigó el índice de fracaso reproductivo comparando las diferentes estaciones del año, teniendo en cuenta el número de inseminaciones por servicio, intervalo destete/primer servicio, cerdas primíparas, con 2 a 5 partos y más de 5 partos. En los resultados puede observarse

que aumentó el número de cerdas con intervalo destete/primer servicio, mayor a cinco días en verano respecto de las otras estaciones. En todos los casos aumentó el índice de fracaso reproductivo en verano respecto de las otras estaciones, y fue más pronunciado aún cuando el intervalo destete/primer servicio fue mayor a cinco días. Aumentó el índice de fracaso en aquellas que recibieron sólo una inseminación, siendo mayor aún este fracaso en verano respecto de los otros meses.

Las primíparas tuvieron menos fallas reproductivas en todos los meses respecto del verano. En términos generales, la posibilidad de encontrar fallas reproductivas fue mayor en verano que en otros meses (Sukumarannair y col. 2005).

Fisiología de la glándula tiroides y hormonas tiroideas:

La glándula tiroides es un órgano simétrico bilobulado, unidos ambos lóbulos por un istmo, situada en la región anterior del cuello justo detrás de la faringe sobre el primero o segundo anillo de la tráquea. Está irrigada por las dos arterias tiroideas superiores que vienen de las carótidas externas y por las dos arterias tiroideas inferiores que nacen de las subclavias, está inervada por el sistema nervioso adrenérgico y colinérgico. Es una de las glándulas endócrinas de mayor tamaño, secreta tres tipos de hormonas: tetrayodotiroxina, también llamada tiroxina (T4), la triyodotironina (T3) y la calcitonina. Es una de las primeras glándulas en funcionar durante el desarrollo embrionario, aproximadamente a la mitad del período gestacional.

Como casi todas las glándulas endócrinas, la glándula tiroides se origina del ectodermo, a partir de un grupo de células de la base de la lengua que van

descendiendo hasta alcanzar su lugar definitivo en la región del cuello. Esta migración ocurre muy tempranamente en el desarrollo fetal. Aproximadamente entre los treinta y cuarenta días del período gestacional en el cerdo, la glándula ya está acumulando yodo y puede decirse que empieza a funcionar. Su filogenia es muy antigua, pues se la encuentra en especies muy poco evolucionadas, esto da cuenta de su vital importancia en todos los animales. Esta glándula fue descubierta en 1536 por Andrés Vesalio, anatomista belga, quien no le dio mayor importancia. Thomas Warton en 1656 la llamó "tiroides" (escudo oblongo, del griego "thyreus"), suponiendo que era una auténtica arma defensiva para la laringe. Desde 1825 hasta 1884 se la consideró como una especie de cortocircuito vascular, que protegía al cerebro de posibles aumentos de la corriente sanguínea (Matamoros Pérez y col., 1999). Considerada ya a la glándula tiroides como la responsable de todos los procesos metabólicos del cuerpo, en 1915, el bioquímico norteamericano Edward Calvin Kendall, logra aislar la hormona a la que llamó Tiroxina (T4).

Las hormonas T3 y T4 circulan en sangre ligadas, en su mayoría, a proteínas transportadoras. En el caso de las T4 están ligadas a *TBG* (thyroxine binding globulin), *TBPA* (thyroxine binding prealbumin) y *TA* (albúminas) (70-75%, 15-20%, 5-10%) en este orden de preferencia de acuerdo a su grado de afinidad. En el caso de la T3 se une principalmente a TBG, cuya unión es lábil siendo fácilmente desplazada por T4.

Aproximadamente el 0.02% del total de T4 se encuentra libre en sangre, mientras que en el caso de las T3 se encuentra libre el 0.2% del total. La alta afinidad de unión de las T4 con las proteínas transportadoras actúa como un segundo compartimento reservorio para esta hormona (el primero es el coloide tiroideo), lo que permite compensar adecuadamente las fluctuaciones en la ingesta de yodo. Esta diferencia de afinidad en la unión entre T3 y T4 se ve reflejada en la vida media de ambas hormonas (8 días para T4 y 1 día para T3) (Pisarev, 1991).

El 65% de la T3 proviene de la deshalogenación de T4 en tejidos periféricos y el 35% restante proviene directamente de la secreción de la glándula tiroidea. La T4 da origen a T3 (10 veces más activa que T4) y T3r (triyodotironina inactiva, inversa o de reserva), siendo esta última prácticamente inactiva en términos biológicos. La deshalogenación de la T4 determina, en uno u otro sentido, el estado metabólico del animal. Hay una serie de condiciones estresantes en el animal que reduce la conversión de T4 a T3 en favor de T3r, lo cual reduce el gasto metabólico (Pisarev, 1991).

El principal factor que regula la función de la glándula tiroidea es la hormona hipofisiaria TSH, esta glicoproteína se une específicamente a un receptor monovalente ubicado en la membrana de las células tiroideas (la TSH tiene carga positiva y el receptor negativa, lo cual favorece la unión). Esta unión activa el AMPc a través del mecanismo de la proteína G.

El AMPc genera la liberación de hormonas tiroideas almacenadas en el coloide, el aumento de la captación de yodo y su organificación, el acoplamiento de iodotirosinas y el transporte de iodotiroxinas hacia el coloide (Thyroid, 2002).

La transformación de yodo inorgánico en yodo orgánico está catalizada por la enzima *tiroperoxidasa* (TPO). Se une el yodo al aminoácido tirosina proveniente de una proteína rica en tirosina llamada tiroglobulina, previo a la oxidación del yodo inorgánico. Primero se forma una monoyodotironina (MIT), luego una diyodotirosina (DIT). Por la combinación de un MIT y un DIT se forma la hormona triyodotironina (T3) o la combinación de dos DIT la hormona tetrayodotiroxina (T4 o tiroxina).

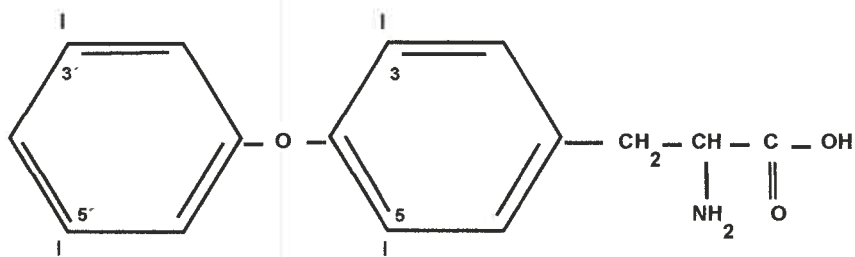
La estimulación crónica con TSH disminuye el número de receptores (*down regulation*) generando una desensibilización de la glándula tiroidea al estímulo de esta hormona (Pisarev, 1991).

La TRH, hormona liberadora de TSH, es un tripéptido (pyro) Glu-His-Pro-NH₂ que se sintetiza en las neuronas hipotalámicas del núcleo ventromedial de la *pars distalis*, del núcleo paraventricular y de los núcleos arqueados. Viaja a través de los axones y se acumula en la porción terminal de los nervios de la eminencia media.

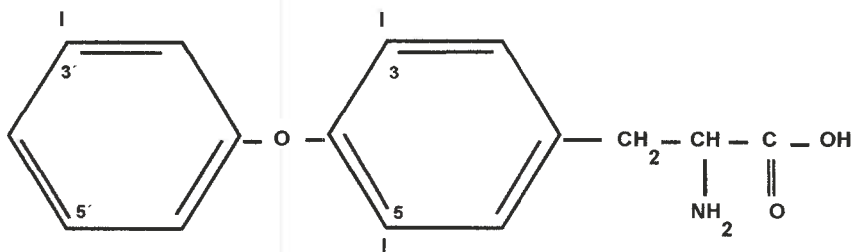
Al liberarse entra a los vasos sanguíneos del sistema porta hipotálamo-hipofisario llegando a la adenohipófisis, se une a receptores específicos de las células tirotropas y por activación de la proteína G estimula la fosfolipasa C, de esta manera se activa la glicosilación, síntesis y secreción de TSH. Es muy importante la glicosilación, ya que la forma glicosilada de TSH es más activa y tiene una vida media más prolongada en la circulación.

Las hormonas tiroideas inhiben la síntesis de TRH y la liberación de TSH, por un mecanismo de retroalimentación negativa (Cunningham, 1994) (Tiroides.net, 2001).

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LAS HORMONAS TIROIDEAS

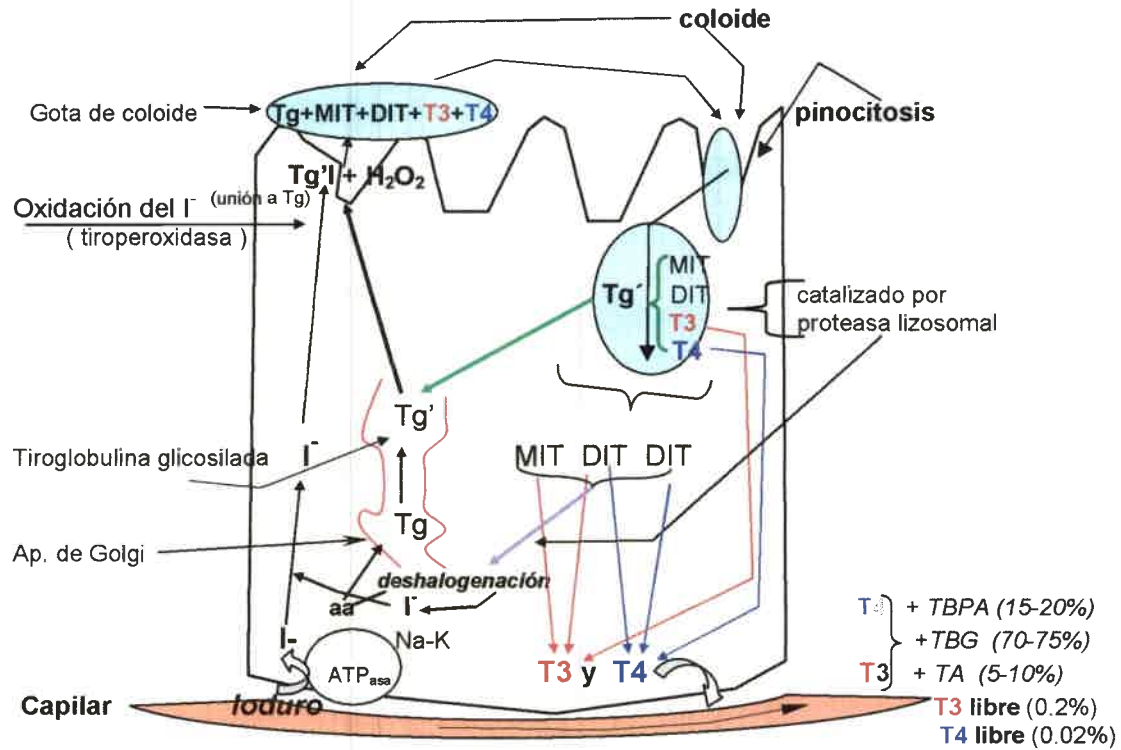


3, 5, 3', 5', Tetrayodotiroxina (Tiroxina, T4)



3, 5, 3', Triyodotironina (T3)

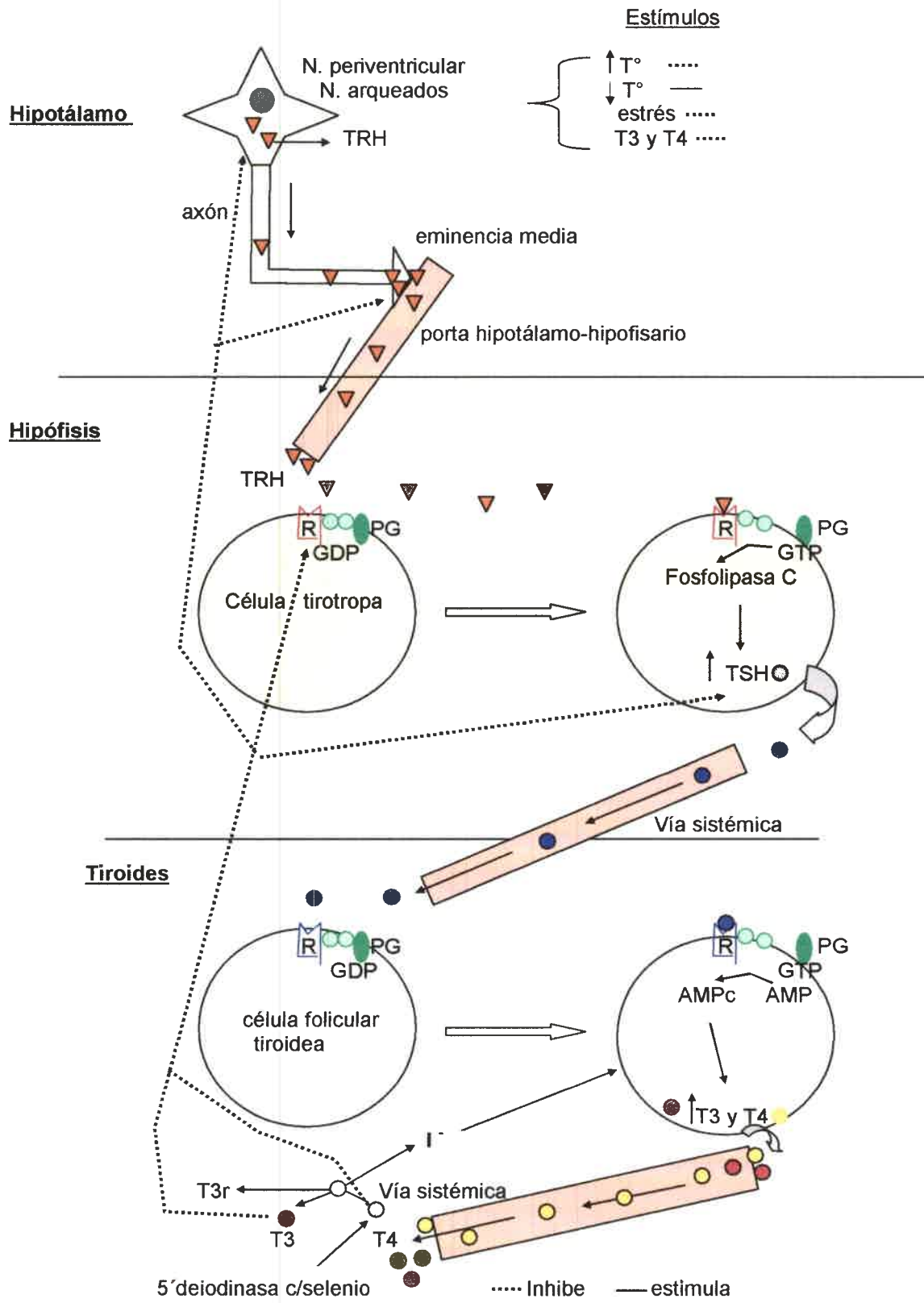
SÍNTESIS DE LAS HORMONAS TIROIDEAS



Ashworth G.E.

(La deshalogenación y degradación de MIT y DIT, permite un reciclado del yodo, aminoácidos y azúcares para la neo síntesis de Tiroglobulina)

CONTROL DE SÍNTESIS Y SECRECIÓN DE HORMONAS TIROIDEAS



Ashworth G.E.

Influencia de las hormonas tiroideas sobre la función ovárica:

Hay una íntima relación entre las hormonas tiroideas y la actividad hormonal del ovario.

Se encuentran receptores nucleares, en células de la granulosa, de unión específica para T3 (Wakim y col. 1987) que median una acción directa sobre estas células. Estos receptores son específicos y saturables, se encuentran en el cultivo de células de la granulosa humanas luteinizadas, modulando la proliferación y función celular, lo que indica una conexión tiroideo – ovárica (Goldman y col. 1993).

La T3 tiene un papel modulador en la activación de la enzima aromatasa inducida por FSH en células de la granulosa, esta actividad es dosis dependiente; de esta manera T3 estaría modulando la aromatización de andrógenos y la síntesis de estrógenos (Chan y Tan, 1986; Jahn y col. 1995). La T3 induce un incremento en la secreción de andrógenos en la teca con un descenso en la secreción de estrógenos tanto en cultivos de células de la teca como de la granulosa (Gregoraszczyk y Skalka, 1996). También sugieren en este trabajo que la acción inhibitoria sobre la síntesis de estrógenos estimulada por FSH, en el tratamiento con T3, se debería a una acción de T3 sobre la síntesis del citocromo P 450_{Arom}, hallado tanto en células de la teca como de la granulosa, necesario para la formación de la enzima. En ese trabajo, fueron cultivados juntos ambos tipos celulares a semejanza de su presentación in vivo.

Esto difiere de lo hallado por Maruo y col. (1987), quienes encuentran un efecto sinérgico entre T3 y FSH en la secreción tanto de estrógenos como de progesterona, con una respuesta mayor en cultivos celulares con el agregado de FSH más T3, que sólo con FSH. La aparente contradicción puede estar salvada debido a que el momento en que se cosechan las células para el trabajo in vitro es distinto. Maruo y

col. lo realizan sobre cultivos celulares de folículos pequeños, mientras que Chan y Tan (1986) y Gregoraszczyk y Skalka (1996) lo hacen sobre cultivos celulares de folículos grandes preovulatorios. Podríamos decir que T3 tiene una acción moduladora sobre la síntesis de esteroides en el ovario, que difiere según el estado evolutivo del mismo.

En otros trabajos se encontró una acción sinérgica entre T3 y FSH tanto en pequeños como en grandes folículos (Madej y col. 2005).

También se han encontrado receptores para T3 en el núcleo de células del Cuerpo Lúteo (Bhattacharya y col. 1988).

Para la producción de progesterona por parte del cuerpo luteo (CL), es necesario que se desarrollen una serie de mecanismos que involucran: tomar, almacenar y utilizar el colesterol ligado a proteínas de baja densidad (LBD) proveniente de la circulación sanguínea. El primer paso enzimático para la síntesis de progesterona, resulta ser la conversión de colesterol en pregnenolona por el citocromo P 450_{SCC}, esta parecería ser la clave en la acción de T3 sobre las mitocondrias de las células del CL (Gregoraszczyk y col. 1999).

Se ha demostrado en cultivos celulares de la granulosa y de la teca interna de folículos en la etapa preovulatoria y de células de cuerpos lúteos en la mitad de la fase de desarrollo luteal de cerdas, que el agregado de T3 al medio de cultivo produce el siguiente efecto:

- a) Aumenta la secreción de esteroides.
- b) Aumenta la acumulación de AMPc en todos los tipos celulares.
- c) Aumentan ampliamente la secreción de andrógenos por las células de la teca interna.

d) Aumenta la acumulación de AMPc y la producción de progesterona por parte de las células del cuerpo lúteo.

De esta manera concluyen que la actividad hormonal de los ovarios que dependen del AMPc, está íntimamente relacionada con la actividad de T3 sobre las gónadas (Gregoraszczyk y col., 1998) (Gregoraszczyk y Galas, 1998).

La hidroxilación de colesterol 20- y 22- y el corte de la cadena de colesterol por la enzima mitocondrial P_{450 scc} (side chain cleavage cytochrome) en las células del cuerpo lúteo, está finamente regulado por T3, siendo P_{450 scc} la enzima que convierte colesterol en pregnenolona. Probablemente la acción de T3 sea a través de receptores nucleares y de la membrana de la mitocondria (Gregoraszczyk y Pieklo, 1998).

La triyodotironina estimula la actividad de la enzima 3 β -hidroxiesteroide dehidrogenasa, quien cataliza la transformación de pregnenolona a progesterona en el cuerpo lúteo (Gregoraszczyk y col., 1999).

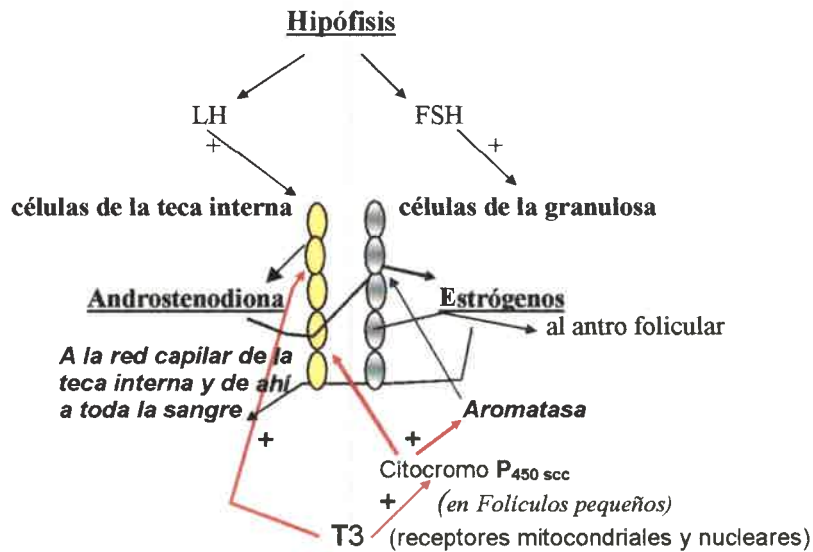
La adición de concentraciones crecientes de T3 causa un incremento lineal de la actividad de la enzima 3 β -hidroxiesteroide dehidrogenasa (Datta, 1999).

Comparando los perfiles de progesterona sérica en cerdas preñadas entre 40 y 90 días de gestación, en siete establecimientos comerciales de crianza al aire libre, en el Reino Unido (informado por el Central Veterinary Laboratory) durante las cuatro estaciones del año, se encontraron diferencias significativas, siendo más altas en primavera e invierno que en verano y principios de otoño, encontrando los mismos resultados cuando se tomaron muestras a los 25, 30, 70 y 91 días de gestación (Wrathall y col., 1986). Estos autores sugieren que los cuerpos lúteos que se forman en verano y principios de otoño podrían ser deficientes, probablemente por una estimulación luteotrófica disminuida. Esto podría ser una de las causas del síndrome de aborto otoñal y los problemas reproductivos de verano.



La concentración de T3 en el fluido folicular es igual o inclusive más alta que la concentración sérica. Sin embargo la concentración de T4 en el fluido folicular es generalmente menor que la sérica, probablemente esto se deba a una mayor dificultad de T4 para atravesar la barrera hemato-ovárica. Hay trabajos que indican que el contenido en el fluido folicular de T3 puede ser en parte como resultado de la generación local de esta hormona y su rol biológico como amplificador de la acción estimuladora de FSH sobre las funciones de las células de la granulosa (Loeken y Channing 1985, Kirkwood y col. 1992, Slebodzinski y col. 1998).

ESQUEMA DE LA RELACIÓN ENTRE T3 Y LA FUNCIÓN OVÁRICA

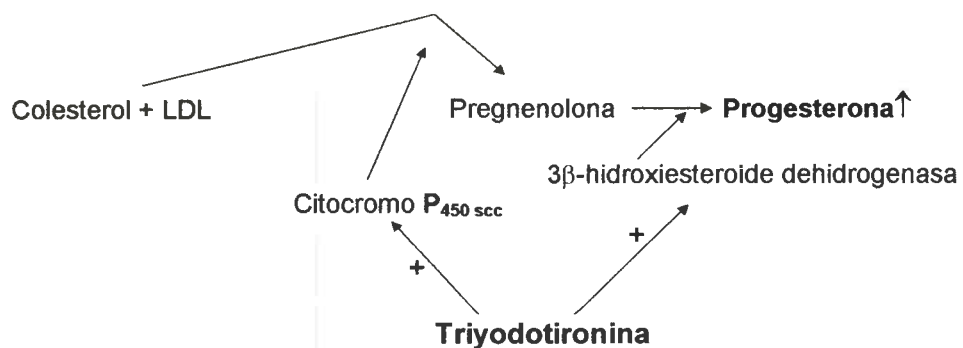


En folículos preovulatorios : T3 → ↓ Citocromo P₄₅₀ Arom → ↓ Aromatasa → ↓ **Estrógenos**

En folículos pequeños : T3 → ↑ Citocromo P₄₅₀ Arom → ↑ Aromatasa → ↑ **Estrógenos**

Ashworth G.E.

TRIIODOTIRONINA Y ACTIVIDAD METABÓLICA DEL CUERPO LÚTEO



Ashworth G.E.

Ya en 1928 se hablaba de que los ovarios tenían mayor concentración de yodo que los otros órganos, a excepción de la glándula tiroides. La captación de yodo por parte del ovario, varía con la actividad sexual.

Los ovarios tienen un mecanismo de simporte sodio-yodo semejante al de la glándula tiroides y un sistema 5'-monodeiodinasa capaz de generar T3, el significado fisiológico de este sistema y la coexistencia con receptores para hormonas tiroideas en la granulosa, no está totalmente aclarado (Slebozinski, 2005). Los primeros trabajos (Bengtsson y col. 1963) hablaban de mecanismos de concentración de yodo para la nutrición y desarrollo de los folículos y la producción de estrógenos. Se habla de una posible relación entre TSH sobre los receptores de FSH, mejor explicado por la semejanza estructural de TSH y las gonadotrofinas FSH y hCG y sus respectivos receptores (Yoshimura y Hershman, 1995).

Trabajos realizados en conejos salvajes (Ben Saad y Maurel, 2004) demostraron que los picos de testosterona y de tiroxina eran menores en los animales mantenidos en las condiciones de fotoperíodo otoñal, pero con altas temperaturas; demostrando que la caída en los niveles de testosterona se debían más a la caída en los niveles de tiroxina por las altas temperaturas que al fotoperíodo. En el mismo trabajo demuestran una actividad estacional de las gónadas controlada por la glándula tiroides y una actividad tiroidea controlada por las gónadas, de manera tal que las variaciones estacionales en el comportamiento de ambas glándulas son interdependientes.

Rol estratégico de la Glándula tiroides:

Probablemente las modificaciones en los niveles de las hormonas tiroideas sea una de las respuestas primarias en la homeostasis térmica, cuyo mecanismo está centrado en la regulación del metabolismo general, lo que hace difícil definir los efectos fisiológicos de estas hormonas (Cunningham, 1994). En términos generales, dentro de los niveles basales, podemos enunciar los siguientes efectos:

- Favorece el metabolismo basal, por consiguiente el consumo de oxígeno y la producción de calor.
- Aumentan la absorción de glucosa a nivel intestinal.
- Son muy importantes junto con la GH (hormona de crecimiento) para el crecimiento normal.
- Afectan el metabolismo de los lípidos (lipólisis).
- Aumentan la absorción celular de lipoproteínas de baja densidad (LBD) relacionada con colesterol, y aumentan la degradación de ambas moléculas en el ámbito celular.
- Favorecen las actividades anabólicas, incluyendo la síntesis de glucógeno y proteínas.
- Aumentan el número de receptores β -adrenérgicos.
- Aumentan el número de mitocondrias, crestas mitocondriales y actividad mitocondrial.

En conclusión, las hormonas tiroideas participan en todas las actividades metabólicas, siendo indispensables en el normal funcionamiento de las diferentes actividades fisiológicas, en tanto que pequeñas modificaciones de estas, inclusive dentro de los parámetros fisiológicos, afectan las actividades antes mencionadas.

A diferencia de los sistemas de crianza intensivos bajo techo, en los Sistemas Intensivos al Aire Libre (SIAL) disminuyen algunos aspectos negativos de la crianza bajo techo que están íntimamente relacionados con el bienestar animal, como son: piso de tierra y cama de paja, menor hacinamiento y menor competencia territorial, entre otras, pero las condiciones de temperatura ambiental durante las estaciones *cálidas y estaciones frías* (invierno y verano) a la que están expuestas las cerdas, no son variables controladas. Esto generaría cambios fisiológicos para alcanzar homeostasis térmica. Dentro de los mecanismos homeotérmicos estarían involucrados los niveles plasmáticos de las hormonas tiroideas T3 y T4, los que disminuirían en el verano.

Dentro de los mecanismos homeostáticos que se ponen en marcha para mantener la temperatura estable, probablemente sea la glándula tiroides la que tenga el rol primordial, en tanto que sus ajustes pueden afectar otros mecanismos hormonales involucrados en la reproducción. En este sentido hay numerosos trabajos que relacionan las modificaciones en el comportamiento de la glándula tiroides con aspectos reproductivos.

Dauncey y col. (1988) demostraron que es altamente variable el número de receptores nucleares de T3 (3,5,3'-triiodotironina) en el músculo esquelético de cerdo, inducido por cambios en la temperatura ambiental y la nutrición (aumentan con el frío y el incremento de la ingesta). Sin embargo no se pudo demostrar que exista una

disminución del número de receptores de T3 como respuesta a un incremento en la concentración plasmática de esta hormona (down-regulation) como existe en otros casos.

Se comprobó que la exposición al frío por corto tiempo en cerdos recién nacidos, produce cambios no sólo en el número de receptores nucleares a T3, sino también en los niveles plasmáticos de T3 y la actividad de la enzima hepática 5'deiodinasa que transforma T4 en T3 (Berthon y col., 1996).

Trabajando con cerdas expuestas a 10°C o a 35°C de temperatura, en ambiente controlado y alojadas individualmente, observaron cambios en el metabolismo de las hormonas tiroideas, siendo mayores los valores plasmáticos de T3 y T4 a 10°C que a 35°C de temperatura (Macari y col., 1983).

En otros trabajos del mismo autor se observó que cerdas aclimatadas a 12°C de temperatura ambiental y luego expuestas a 32°C, disminuían la ingesta de alimentos y los niveles plasmáticos de T3 y T4. En cambio cuando las cerdas aclimatadas a 32°C eran transferidas a 12°C aumentaban la ingesta de alimentos y los niveles de T3 y T4 (Macari y col., 1986).

Trabajando con cerdas en períodos de lactación a las que se les administró a los 10 días postparto 100 mg de TRH, observaron un aumento en los niveles plasmáticos de T4 y prolactina (Prl), cuando se aplicaron dosis de 1000 mg de TRH, aumentaron los niveles plasmáticos de T4, Prl y hormona de crecimiento (GH).

Administrándoles 200 mg de TRH desde los 111 días de gestación hasta el destete (27.1 ± 3 días de lactación) observaron que:

- Aumenta la producción de leche después de los primeros 10 días de lactación hasta el destete.

- Aumenta el peso de los lechones lactantes a los 10-15 y 27 días de lactación.
- Aumenta el peso de los lechones al destete.
- Aumenta el tiempo de retorno al celo post-destete.

Fitko (1996) trabajando con 70 cerdas multiparas hipo e hipertiroideas muestra una influencia de las hormonas tiroideas sobre el eje hipotálamo-hipofisario, probablemente sobre la secreción y/o producción de Hormona Liberadora de Gonadotrofinas (GnRH), Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo Estimulante (FSH), las que disminuyen los niveles plasmáticos al disminuir las hormonas tiroideas (Cabell y Esbenshade, 1990).

En ratas machos tratadas con un bociogénico como el 6-n-propyl-2-thiouracil (PTU) se produjo una disminución en la producción de LH estimulada por GnRH y el feedback gonadal fue incrementado, lo que generó una reducción crónica en los niveles de LH y FSH circulante (Kirby y col. 1997).

La mayoría de las muertes embrionarias ocurren en dos momentos, durante los primeros días posteriores al servicio o durante el período de implantación, las causas pueden ser factores externos (alta temperatura ambiental, nutricionales, estres), factores maternos (desorden hormonal, la edad de la madre, infecciones del aparato reproductivo), o factores del embrión (aberraciones cromosomales). Las muertes embrionarias por procesos infecciosos representan el 30%, mientras que el 70% son por causas no infecciosas (Vanroose y col., 2000).

Esto coincide con lo que ya había enunciado Lambert, quien plantea que la mayoría de las pérdidas prenatales se deben a la muerte embrionaria más que a la muerte fetal. Sin embargo plantea que hay más pérdidas embrionarias (con la constatación de embriones normales, sin aberraciones cromosomales) entre los días 3

y 10 postservicio, que entre los días 10 y 30, por lo que en este período (3 – 10 días) no quedaría incluido el período de implantación (día 14) pero sí tendría mayor importancia el momento de señales del embrión y del reconocimiento materno (Lambert y col. 1991).

Se ha publicado (Pierantoni y col. 1983) que los valores basales de progesterona en cerdas a los tres días de destetadas, se encuentran aumentados en verano respecto del invierno, lo cual demora el retorno a la actividad ovárica, alargando el período destete-celo, y que este incremento no estaría mediado por prolactina, por lo que sugieren que esto está principalmente influenciado por factores ambientales.

La persistencia del anestro, el descenso del índice de ovulación y el nivel de concepción, así como el menor número de celo dentro de los siete días post destete durante las altas temperaturas de verano, probablemente estén relacionados con una acción negativa en este sentido, de la glándula tiroides (García Casado y col., 1993).



HIPÓTESIS

Durante el verano, las cerdas en período reproductivo criadas en los Sistemas Intensivos al Aire Libre (SIAL), disminuyen los niveles séricos de Triyodotironina y los de Progesterona respecto del invierno, a consecuencia de las altas temperaturas, lo que estaría vinculado con una disminución de parámetros reproductivos.

OBJETIVO

Determinar en *invierno* y en *verano*, en cerdas criadas en un *Sistema Intensivo al Aire Libre* (SIAL), los *Niveles Séricos de Triyodotironina* (ng/dl) y de *Progesterona* (ng/ml), así como *Parámetros Metabólicos y Fisiológicas* en dos momentos claves de la reproducción: *Celo y Gestación Temprana*, para definir y conocer estos aspectos relacionados con la eficiencia reproductiva en los SIAL.

Objetivos específicos:

- a. Determinar los valores séricos de *Glucosa – Triglicéridos – Ácidos Grasos No Esterificados y Colesterol* para determinar los perfiles metabólicos en cerdas criadas en los SIAL en celo y gestación temprana, durante los meses de junio – julio - agosto (invierno) y diciembre – enero – febrero (verano).
- b. Determinar los valores séricos de *Creatinina y Aspartato Amino Transferasa* para evaluar aspectos fisiológicos de salud referidos a la funcionalidad renal y hepática en cerdas criadas en los SIAL en celo y gestación temprana, durante el período experimental.
- c. Determinar los valores séricos de *T3 y Pg* en cerdas criadas en los SIAL en los

meses de junio – julio - agosto (invierno) y diciembre – enero – febrero (verano), durante los períodos reproductivos señalados.

- d. Determinar si existen vínculos entre las concentraciones séricas halladas de T3 y Pg entre si y con la *Temperatura Ambiental máxima y mínima*.
- e. Comparar datos de la eficiencia reproductiva general del establecimiento: *Índice de Concepción, Repitentes Regulares e Irregulares, e Índice de Retención*, entre la época de invierno y verano durante el período experimental, y establecer si existe relación con los parámetros hormonales hallados en el mismo período.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. *Ubicación del trabajo experimental*

La recolección de muestras se realizó en un establecimiento dedicado a la producción porcina bajo el Sistema de crianza Intensivo Al Aire Libre (SIAL), ubicado en la zona de Hernando, centro-sur de la provincia de Córdoba, Argentina, entre los paralelos 34° y 32° de latitud sur y meridianos 62° y 64° de longitud oeste.

2. *Características de los Animales y Manejo*

Se trabajó con 180 cerdas multiparas, blancas híbridas con base genética de la línea "PIC" (Landrace x Large White). La muestra se toma sobre un total de 480 madres de un mismo establecimiento, cuya genética es uniforme, criadas con las mismas condiciones de manejo, alimentación y sanidad.

El servicio se realizó con detección diaria de celo e inseminación artificial con semen fresco, manejando un promedio de veinte partos semanales.

Durante el período lactacional las cerdas permanecieron en piquetes de 20m. x 20m. sobre piso de tierra sin techo ni sombra, en grupos de diez parideras individuales, tipo arco, de chapa galvanizada, con cama de paja. Figura: 1

Los lechones de cada cerda permanecieron encerrados una semana en la paridera, con camadas controladas de diez lechones por cerda, luego tuvieron acceso al piquete. El destete se realizó cuando los lechones alcanzaron los 21 días de edad.

Figura: 2

La alimentación estuvo controlada, recibiendo cada cerda una ración de 4 kg./día en la primera semana post parto, 5.5 kg./día en la segunda y 7 a 8 kg/día durante la tercera semana (última de lactancia). En la primer semana de destete pre-servicio recibieron 5 kg/día de ración y luego desde el servicio y durante la gestación recibieron una alimentación restrictiva de 2.2 a 2.3 kg/día, hasta la última semana de gestación, donde se elevó a 2.5 kg/día. La ración se administró por tolvas teniendo libre acceso al agua.

Desde el servicio y durante los primeros treinta días postservicio permanecieron en piquetes, en grupos aproximados de diez, cerdas con acceso a sombra, sin charcos (refrescaderos) ni aspersion.

Figura: 1



Piquetes con las parideras "arco" de chapa galvanizada

Figura: 2



Cerda en lactación dentro de la paridera

3. *Clima:*

Para analizar los parámetros climáticos se contó con la asistencia de la estación meteorológica del Instituto Agrotécnico Secundario "Pablo Pizzurno", de la localidad de Hernando, ubicada a unos 10 Km, aproximadamente del criadero. La estación cuenta con registros computarizados de temperatura máxima, mínima y media, velocidad y orientación de los vientos, lluvias, humedad atmosférica y punto de rocío, registrados diariamente a cada hora a través del programa Weatherlink 4.02 (Pclink.ink).

Para este trabajo se consideró la temperatura máxima, mínima y media del aire, al no tener las cerdas la posibilidad de sudoración, ni pérdidas de calor por evaporación, ya que no hay charcos (refrescaderos) ni aspersion, no se tuvo en cuenta

la humedad atmosférica. Se consideró como Zona de Termoneutralidad (ZTN) la enunciada por Meyer y Fossen (1971) que va desde 18°C a 22°C, donde dentro de estos márgenes no hay modificaciones cardiorespiratorias ni en el consumo de oxígeno. Como Temperatura Crítica Superior (TCS) los 27°C considerados por Myer y Bucklin (2001), ya que temperaturas por encima de los 27°C repercuten en la eficiencia reproductiva.

4. Categorías y Toma de muestras

Las cerdas a las que se les tomó las muestras fueron clasificadas según las siguientes categorías:

- * C: hembras destetadas y en celo.
- * P 20: hembras a los 20 días preñez.
- * P 40: hembras a los 40 días de preñez.

Se realizó un total de 6 muestreos, 3 en verano y 3 en invierno. En cada visita se seleccionó al azar 10 hembras por cada categoría hasta completar un total de 30 animales por categoría y por estación, lo que hace un total de 180 cerdas identificadas individualmente con caravanas numeradas.

Teniendo en cuenta que son especies de hábitos diurnos, y para eliminar la variable del ritmo circadiano, en cada visita se tomaron muestras de sangre una vez al día (08 horas a.m.) por punción de la vena cava craneal, utilizando material descartable para cada cerda (aguja estéril Darling 50 x12 y jeringa de 10 cc).

Para las operaciones de campo se contó con el apoyo técnico del encargado del establecimiento y el Médico Veterinario sanitarista.

Las muestras fueron recolectadas sin anticoagulantes para obtener suero, refrigeradas, trasladadas al laboratorio, centrifugadas y separado el suero antes de las dos horas de obtenida la muestra de sangre. El suero obtenido fue fraccionado en alícuotas en tubos eppendorff y congeladas a -20°C hasta su tratamiento, con la excepción de las alícuotas destinadas a medir los niveles de TG (Triacilglicéridos) y AGNE (Ácidos Grasos no Esterificados) las que fueron conservadas a 4°C hasta su procesamiento.

Se midieron los valores séricos de T3 y progesterona por el método de RIA con Kit comercial (DPC de Coat A Count) utilizando un contador gama "Wizard".

Para garantizar el estado de salud respecto a las enfermedades infecciosas, se contó con el Monitoreo serológico realizado por el Dpto. de Patología de la Fac. de Agr. y Vet. de la UNRC.

Se analizaron los niveles plasmáticos de AGNE (ácidos grasos no esterificados), GOT (Glutamato Oxalacetato), TG , Creatinina, Colesterol y Glucosa para certificar el estado de salud referido a estos parámetros fisiológicos y metabólicos de las cerdas:

- **AST/GOT:** funcionalidad hepática
- **Creatinina:** funcionalidad renal.
- **AGNE, TG, Colesterol y Glucosa:** estado energético metabólico general.

Estos análisis se llevaron a cabo mediante un Analizador Automático Clínico "Metrolab 2100" en el laboratorio de análisis clínico de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC.

5. *Determinación de enzimas, metabolitos y glucosa*

(Las determinaciones se realizaron a todo el grupo de cada categoría durante el período experimental)

AST/GOT:

Se evaluó la funcionalidad hepática determinando los niveles de aspartato amino transferasa (AST) en suero.

Se determinó la actividad de esta enzima con método U.V. optimizado. En presencia de L-aspartato y 2-oxoglutarato, el aspartato amino transferasa desplaza la reacción hacia la formación de oxalacetato y L-glutamato respectivamente. El oxalacetato en presencia de NADH (nicotinamida adenin dinucleótido reducido) y MDH (malato deshidrogenasa), forma L-malato y NAD (nicotinamida adenin dinucleótido oxidado). La velocidad de oxidación de NADH medida por disminución de la absorbancia a 340 nm, es proporcional a la actividad de la aspartato amino transferasa de la muestra.

CREATININA:

Para evaluar la funcionalidad renal y su capacidad de depuración, se midieron los niveles séricos de creatinina, dado que este es un metabolito endógeno que se excreta por riñón a través de la filtración glomerular. Para su determinación se empleó un método cinético.

En un medio alcalino regulado, la creatinina forma con el ácido pícrico un compuesto coloreado anaranjado amarillento, llamada reacción de Jaffé. La velocidad con que se produce esta reacción entre los 30 segundos y los 5 minutos de iniciada la misma, bajo condiciones controladas, es directamente proporcional a la concentración de creatinina en la muestra problema.

AGNE:

Se determinó la concentración de ácidos grasos no esterificados por un método enzimático, considerando la capacidad de los AGNE de acilar la coenzima A en presencia de Acetil CoA-sintetasa.

TG:

Se determinó la concentración de triglicéridos (TG) de acuerdo a la concentración de glicerol producido por hidrólisis enzimática a través de una lipasa específica. El glicerol en presencia de la enzima glicerol kinasa (GK), glicerol fosfato oxidasa (GPO), peroxidasa (POD), ATP y 4-aminofenazona (4AF), forma un compuesto coloreado que puede cuantificarse colorimétricamente a 505 nm y es proporcional a la concentración de TG de la muestra.

Esquema de la reacción



COLESTEROL:

Tanto el colesterol libre de la muestra como el proveniente de la hidrólisis de los ésteres por la acción de la enzima colesterol esterasa, son oxidados por medio de la enzima colesterol oxidasa a colestén-3-ona y peróxido de hidrógeno. Este en presencia de 4AF (4-aminofenazona), fenol y una peroxidasa, forma una quinoneimina con un pico de absorción de 505 nm.

GLUCOSA:

Se determinó por la reacción oxidativa de la glucosa frente a la glucosa oxidasa, dando como producto el ácido glucónico. El peróxido de hidrógeno generado en la reacción, en presencia de peroxidasa, 4-AF y fenol, forma una quinoneimina con un pico de absorción de 505 nm.

6. Hormonas:

La determinación de los niveles séricos de las hormonas T3 (triyodotironina) y progesterona, se realizó por la técnica de radioinmunoanálisis (RIA), basada en la competencia entre la hormona problema a medir, versus la hormona marcada con Yodo¹²⁵ (I¹²⁵) para fijarse a un anticuerpo específico para la hormona en cuestión. El anticuerpo específico está fijado a la pared del tubo. Se cargan tubos con concentraciones conocidas de la hormona a medir (estándar) y otros con la hormona problema, se le agrega a cada tubo la hormona marcada con I¹²⁵ (estándar y hormona problema). Se los incuban para que se ligue la hormona al anticuerpo específico que está pegado a la pared del tubo, compitiendo de esta manera los estándares o la hormona problema con la hormona marcada para unirse al anticuerpo. Luego se

decantan (vaciar los tubos) para que sólo quede la hormona pegada al anticuerpo. Se colocan todos los tubos en el contador gamma y se mide la radioactividad.

De esta manera, el contador compara la radioactividad de las muestras estándares (concentraciones conocidas) con los tubos de muestras con la hormona problema (a medir) y calcula la concentración de la misma. Cuando más radioactividad hay, quiere decir que se ligó al anticuerpo más hormona marcada, por lo que hay menos hormona problema para competir con esta. También se realizaron las pruebas para medir uniones no específicas al anticuerpo, error intra ensayo y la cuenta total de radioactividad de la hormona marcada.

7. *Índice de Concepción, porcentaje de retención y de repitentes irregulares:*

Se determinó el índice de Concepción en base a la ecuación:

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ de cerdas preñadas}}{\text{n}^\circ \text{ de cerdas servidas}} \times 100$$
 (Love R. J. y col. 1993) en los períodos de otoño - invierno - primavera y verano, para ubicar la eficiencia del grupo experimental en el contexto general del criadero.

Se analizó el índice de Retención
$$\frac{(\text{n}^\circ \text{ de cerdas servidas} - \text{repitentes})}{\text{n}^\circ \text{ de cerdas servidas}} \times 100$$
 a los días 21, 28 y 35 días post servicio, en las cuatro estaciones del año, para determinar el porcentaje de cerdas que continuaron con la gestación.

Se analizó también el porcentaje de cerdas repitentes regulares (21 días +/- 2 post servicio) y el de repitentes irregulares (entre 28 y 35 días post servicio) con la siguiente ecuación
$$\frac{\text{n}^\circ \text{ repitentes}}{\text{n}^\circ \text{ de servidas}} \times 100$$

Los datos utilizados para la obtención de estos parámetros reproductivos fueron provistos por el establecimiento, a partir de registros semanales que poseen.

Tanto los parámetros reproductivos como climáticos fueron considerados dentro del período total que abarca el diseño experimental.

Respecto de los parámetros metabólicos y de salud, fueron utilizados para seleccionar las muestras sólo de aquellos animales cuyos valores estén dentro de los límites fisiológicos considerados para animales sanos.

8. **Análisis Estadístico:**

Los valores de Glucosa, AGNE, TG, Colesterol, T3, Progesterona, el índice de concepción, el índice de retención y el porcentaje de repitentes regulares e irregulares tuvieron una distribución gausseana normal y fueron tratados con un "Student's *t*-test". Las posibles asociaciones entre T3 y Pg fueron tratadas con el test "correlations matrices" teniendo en cuenta el valor de cada hormona para cada cerda según estado reproductivo y estación del año. Para caracterizar la temperatura máxima, media y mínima de las diferentes estaciones a través del año de experimentación, los datos fueron tratados por un test de Student.

Los valores de AST/GOT, creatinina, fueron tratados por el test de análisis de varianza ANOVA de una vía, teniendo en cuenta el factor tiempo con seis niveles (julio, agosto y diciembre de 1999; febrero, marzo y agosto de 2000) y cada variable para cada estado reproductivo.

En todos los casos se utilizó el programa estadístico "STATISTICA versión 5.0 de StatSoft".

RESULTADOS

El estado sanitario de los animales fue bueno, según la información suministrada por el Dpto. de Patología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, quienes realizaron el monitoreo serológico del establecimiento, no habiéndose presentado enfermedades infecciosas o parasitarias durante el período experimental.

Si bien no pudo medirse el nivel de ingesta diario por animal, dadas las condiciones a campo del criadero en que se realizaron los trabajos experimentales, donde se trató de interferir lo menos posible en el normal desarrollo de la rutina del establecimiento, el alimento estuvo suministrado por raciones diarias según la categoría, como se describió anteriormente, sin que se observaran excedentes diarios de la misma.

1. *AST y Creatinina:*

Los valores estuvieron dentro de los parámetros fisiológicos descritos por otros investigadores y no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las dos estaciones para las tres categorías: celo, P20 y P40, tanto para AST/GOT como para Creatinina, lo que indicaría que los animales del grupo experimental están en normalidad fisiológica en lo referido al funcionamiento hepático y renal (tabla n° 2).

Tabla: 2 **VALORES SÉRICOS DE CREATININA (mg/L) Y DE AST (UI/L)** (1)

Categoría	AST (UI/L)		Creatinina (mg/L)	
	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
Celo	n= 29 51.76 ± 13.80	n= 29 40.22 ± 2.20	n= 29 20.57 ± 0.728	n= 29 21.30 ± 0.63
P20	n= 30 42.27 ± 5.46	n= 30 32.61 ± 2.72	n= 30 23.73 ± 0.69	n= 30 22.92 ± 0.62
P40	n= 27 39.70 ± 3.9	n= 27 29.50 ± 1.60	n= 27 25.31 ± 3.31	n= 27 24.77 ± 4.89

(1) Los valores están expresados como el promedio ± el error estándar.

2. AGNE:

Los valores estuvieron dentro de los parámetros fisiológicos descritos por otros investigadores. Sólo se encontraron diferencias significativas entre invierno y verano en la categoría Celo, siendo más altos los valores de invierno (tabla n° 3).

Tabla: 3 **VALORES SÉRICOS DE AGNE (mmol/L)** (1)

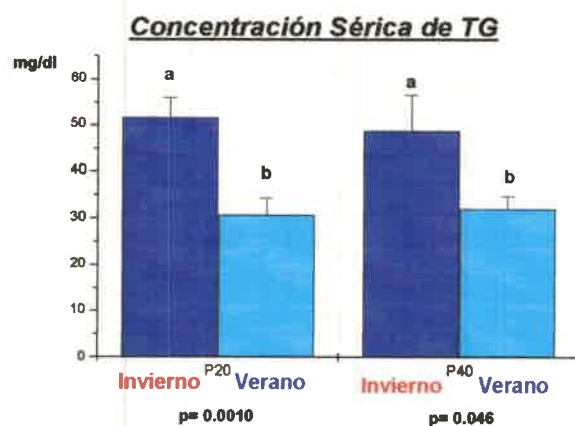
Categoría	INVIERNO	VERANO
Celo n= 29	0.192 ± 0.039 * * p= 0.0352	0.120 ± 0.009
P 20 n= 30	0.121 ± 0.024	0.127 ± 0.023
P 40 n= 27	0.116 ± 0.050	0.145 ± 0.017

(1) Los valores están expresados como el promedio ± el error estándar.

3. TG:

Los valores de triglicéridos (TG) estuvieron dentro de los parámetros fisiológicos descritos por otros investigadores. Hubo diferencias significativas entre los meses de invierno y verano en las cerdas con 20 días de preñez ($p=0.001$), siendo mayores en los meses de invierno que en verano, 51.77 mg/dl (+/- 4.27) vs. 30.77 mg/dl (+/- 3.46) respectivamente. Para la categoría con 40 días de preñez también hubo diferencias significativas ($p= 0.046$), siendo también mayores en invierno que en verano, 31.90 mg/dl (+/- 7.52) vs. 1.78 mg/dl (+/- 2.61) respectivamente. En la categoría celo no hubo diferencias significativas entre los meses de invierno y verano (Figura n° 1), los valores están expresados como el promedio \pm el error estándar.

Figura: 1 VALORES SÉRICOS DE TG (mg/dl) (1)



(1) Los valores están expresados como el promedio \pm el error estándar

4. COLESTEROL:

Los valores estuvieron dentro de los parámetros fisiológicos descritos por otros investigadores. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para todas las categorías entre las estaciones de invierno y verano (tabla n° 4).

Tabla: 4 **VALORES SÉRICOS DE COLESTEROL (mg/dl)** (1)

Categoría	INVIERNO	VERANO
Celo n=29	109.37 (± 6.78) * * $p=0.002$	69.00 (± 4.06)
P20 n=30	73.12 (± 3.3) * * $p=0.03$	60.84 (± 3.3)
P40 n=27	69.58 (± 3.65) * * $p=0.001$	49.99 (± 1.58)

(1) Los valores están expresados como el promedio \pm el error estándar.

5. GLUCOSA:

Los valores estuvieron dentro de los parámetros fisiológicos descritos por otros investigadores. No se encontraron diferencias significativas entre las categorías entre los meses de invierno y verano. En general los valores tendieron a ser relativamente bajos, hay que considerar que las muestras de sangre se obtuvieron antes de repartir la ración (tabla n° 5).

Tabla: 5 **VALORES SÉRICOS DE GLUCOSA (mg/dl)** (1)

Categoría	INVIERNO	VERANO
Celo	64 (± 3.91) n=29	73.78 (± 3.47) n=29
P20	54.10 (± 3.76) n=30	57.80 (± 4.24) n=30
P40	50.10 (± 3.95) n=27	55.35 (± 2.65) n=27
TODAS	54.86 (± 2.39) n=86	61.36 (± 2.23) n=86

(1) Los valores están expresados como el promedio ± el error estándar

6. HORMONAS

De acuerdo al objetivo general planteado para este trabajo, se pudo establecer los valores séricos de Triyodotironina y Progesterona para cerdas en celo y gestación temprana, en invierno y verano, en los Sistemas de crianza Intensivos al Aire Libre (SIAL).

a) TRIYODOTIRONINA

Al considerar los perfiles séricos de Triyodotironina en invierno y verano, considerando al grupo experimental como un sólo bloque sin tener en cuenta las categorías, hubo diferencias significativas, siendo mayores los valores de invierno, 49.70 ng/dl (± 2.51) que los de verano, 34.27 ng/dl (± 2.07) $p = 0.000013$, expresados como el promedio ± el error estándar (Figura n° 2).

Al realizar el análisis por categorías se encontraron diferencias significativas en las cerdas con 20 días de preñez (P20) cuando se compararon los meses de invierno

con los de verano, siendo más altos los valores séricos de triyodotironina en invierno que en verano, 50.46 ng/dl (\pm 3.06) y 35.47 ng/dl (\pm 2.05) $p = 0.0004$ respectivamente, expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 3), sin embargo no se encontraron diferencias significativas en las otras categorías (C y P40) entre las estaciones del año.

Comparando entre las categorías en invierno y verano, hubo diferencias entre P 20 y Celo en los meses de invierno, siendo mayores en P20 que en C, 50.46 ng/dl (\pm 3.07) y 35.82 ng/dl (\pm 2.72) $p = 0.012$ respectivamente, expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 4).

También hubo diferencias significativas entre las cerdas con 40 días de preñez (P40) y en Celo (C) en los meses de invierno, siendo mayores los valores para P40 que para C, 45.36 ng/dl (\pm 2.97) y 35.82 ng/dl (\pm 2.72) $p = 0.02$, respectivamente, expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 5). Todos los valores hallados de T3 en todas las categorías, tanto en invierno como en verano, están representados en la tabla n° 6.

Tabla n° 6: **VALORES SÉRICOS DE TRIYODOTIRONINA (ng/dl)** (1)

CATEGORÍA	INVIERNO	VERANO
TODAS	49.70 ng/dl (\pm 2.51) * * p= 0.000013 n=85	34.27 ng/dl (\pm 2.07) n=79
CELO	35.82 ng/dl (\pm 2.72) n=28	41.93 ng/dl (\pm 2.96) n=27
P 20	50.46 ng/dl (\pm 3.06) * * p= 0.0004 n=29	35.47 ng/dl (\pm 2.05) n=27
P 40	45.36 ng/dl (\pm 2.97) n=28	40.40 ng/dl (\pm 4.32) n=25

(1) Los valores están expresados como el promedio \pm el error estándar.

Figura n° 2:

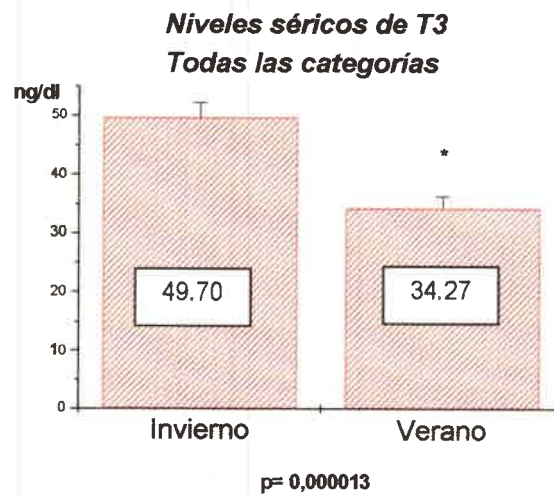


Figura n° 3:

Niveles séricos de T3 a los 20 días de preñez

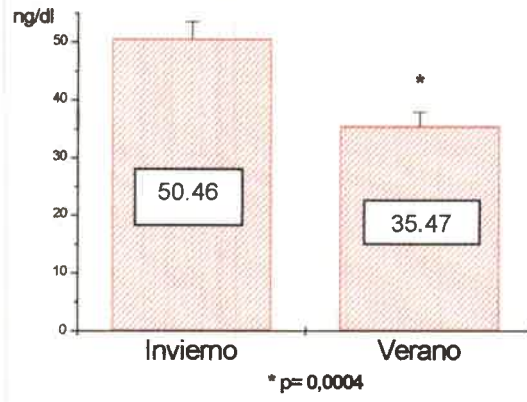


Figura n° 4:

Niveles de T3 en Invierno

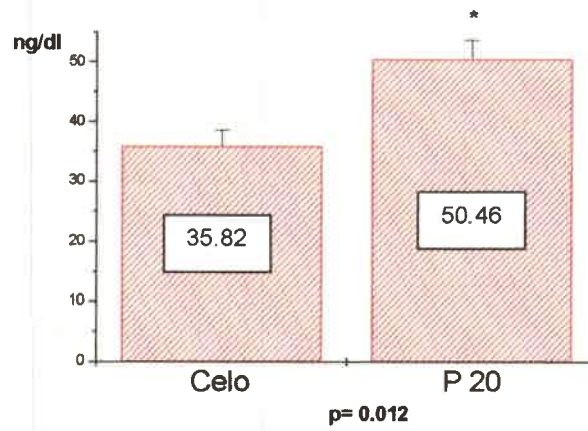
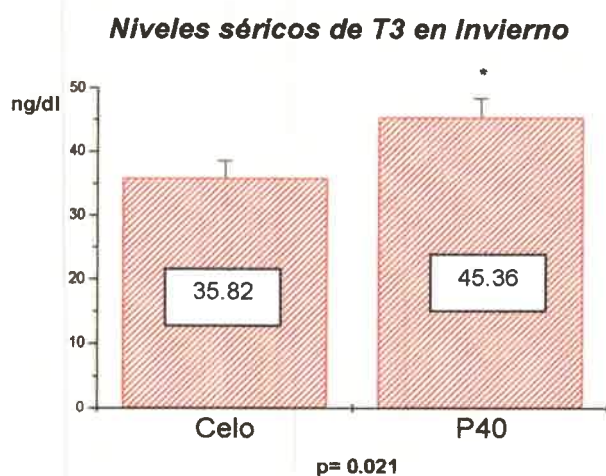


Figura n° 5:



b) PROGESTERONA

Cuando se consideraron en forma conjunta los valores séricos de progesterona en cerdas preñadas de las categorías P20 y P40 y se compararon los meses de invierno respecto de los meses de verano, hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.00012$), siendo mayores los valores séricos de invierno, $16.68 \text{ ng/ml} (\pm 0.68)$ respecto a los de verano, $13.21 \text{ ng/ml} (\pm 0.52)$, expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 6). También se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon los valores séricos de progesterona en cerdas con 20 días de preñez entre las estaciones de invierno y verano, siendo más altos los valores séricos de progesterona en invierno que en

verano ($p = 0.000032$), $19.15 \text{ ng/ml } (\pm 0.98)$ y $12.74 \text{ ng/ml } (\pm 1.21)$ respectivamente, expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 7).

Sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se compararon los valores séricos de progesterona entre las estaciones de invierno y verano en cerdas con 40 días de preñez.

Si bien fueron mayores los valores de progesterona en invierno para la categoría C, (1.07 ± 0.30 vs. 0.51 ± 0.07), no alcanzaron a ser estadísticamente significativos, $p = 0.082$ (Figura n° 8).

Al comparar las categorías C y P20 tanto en invierno como en verano, hubo diferencias significativas: $1.07 \text{ ng/ml } (\pm 0.30)$ para C y $19.15 \text{ ng/ml } (\pm 0.98)$ para P20 en invierno ($p=0.00000$), mientras que en verano la diferencia también fue significativa: $0.51 \text{ ng/ml } (\pm 0.07)$ para C y $12.74 \text{ ng/ml } (\pm 1.21)$ para P20 ($p= 0.00000$). Todos los valores hallados de Progesterona en todas las categorías, tanto en invierno como en verano, están representados en la tabla n° 7.

Tabla n° 7: **VALORES SÉRICOS DE PROGESTERONA (ng/dl)** (1)

CATEGORÍA	INVIERNO	VERANO
TODAS	16.68 ng/ml (\pm 0.68) * * p = 0.00012 n=85	13.21 ng/ml (\pm 0.52) n=79
CELO	1.07 ng/ml (\pm 0.30) n=28	0.51 ng/ml (\pm 0.07) n=27
P 20	19.15 ng/ml (\pm 0.98) * * p = 0.000032 n=29	12.74 ng/ml (\pm 1.21) n=27
P 40	14.44 ng/ml (\pm 0.98) n=28	13.54 ng/ml (\pm 0.88) n=25

(1) Los valores están expresados como el promedio \pm el error estándar.

Figura n° 6:

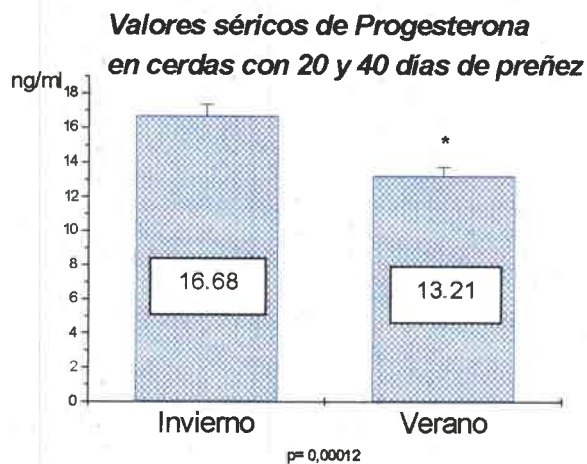


Figura n° 7:

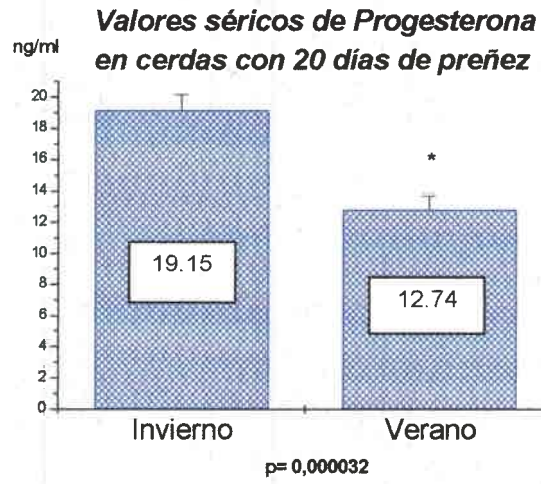
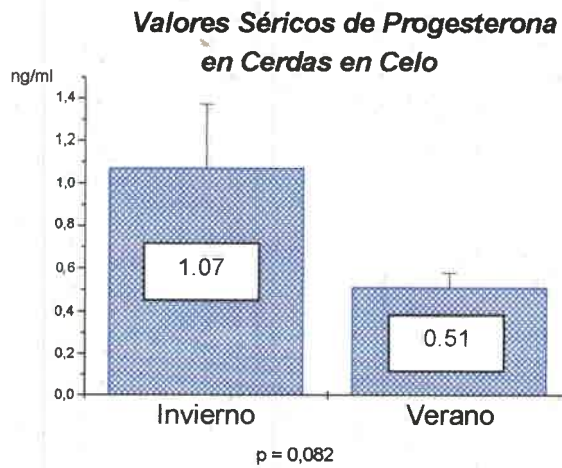


Figura n° 8:



c) ASOCIACIÓN ENTRE T3 Y Pg

Se buscó la asociación que podría existir entre los niveles séricos de T3 y los de Pg en cada estado reproductivo (celo, P20 y P40) y en cada estación del año (invierno y verano) considerando el valor individual de cada cerda para cada hormona según la estación.

Sólo pudo establecerse un fuerte nivel de asociación positiva entre T3 y Pg en cerdas con 20 días de preñez en invierno, $p= 0.00001$, $r = 0.78$ (Figura n° 9), mientras que en verano el nivel de asociación para P20 fue más débil $p= 0.046$, $r = 0.519$ (Figura n° 10). No se pudo establecer una clara asociación en los otros estados reproductivos en las diferentes estaciones. Sin embargo tanto para T3 como para Pg los valores conjuntos para las cerdas preñadas con 20 y 40 días, así como las que tenían 20 días de preñez fueron superiores en invierno respecto del verano, y no hubo diferencias significativas para ninguna de las dos hormonas a los 40 días de preñez (tabla n° 8).

Figura n° 9:

ASOCIACIÓN ENTRE LOS VALORES SÉRICOS DE Pg Y T3
PARA P20 EN INVIERNO

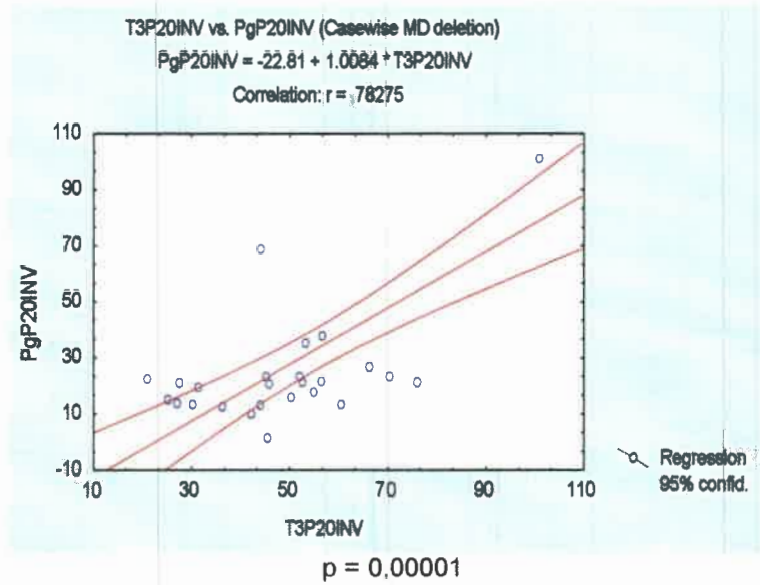


Figura n° 10:

ASOCIACIÓN ENTRE LOS VALORES SÉRICOS DE Pg Y T3
PARA P20 EN VERANO

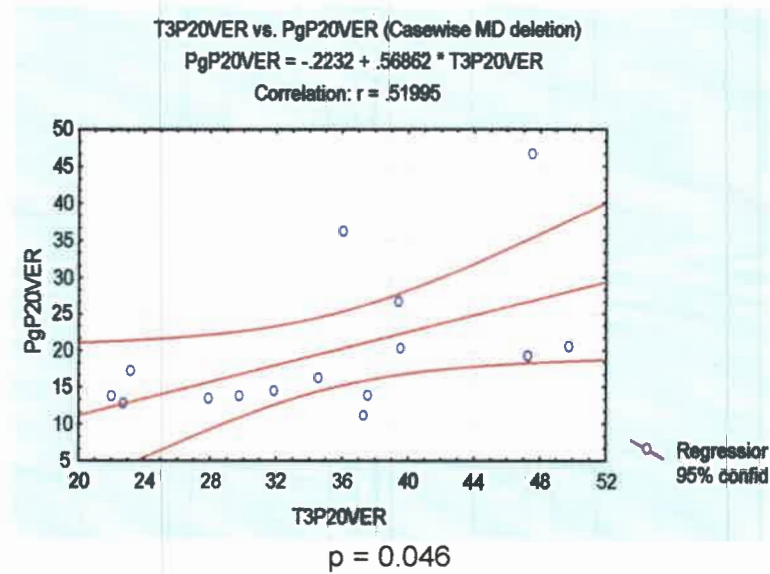


Tabla n° 8

COMPARACIÓN DE T3 Y PG EN CERDAS PREÑADAS ENTRE INVIERNO Y

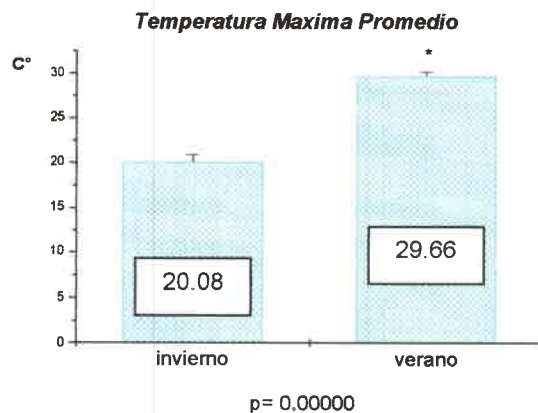
VERANO

	Invierno		Verano
T3	P20	>	P20
Pg	P20	>	P20
T3	P40	=	P40
Pg	P40	=	P40
T3	Preñadas (20 y 40 días)	>	Preñadas
Pg	Preñadas (20 y 40 días)	>	Preñadas

7. TEMPERATURA AMBIENTAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA:

Se consideraron los promedios de las temperaturas máximas de invierno y verano, las que tuvieron diferencias significativas ($p=0.00000$) con un promedio de 20.08°C (± 0.83) para invierno y de 29.66°C (± 0.53) para el verano, como es lógico de esperar en la zona donde se realizó el trabajo experimental, con un clima de tipo continental y estaciones bien definidas. Las temperaturas máximas están expresadas como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 11).

Figura n° 11:



Se caracterizaron las condiciones de temperatura ambiental, delimitando la Temperatura Crítica Superior (T.C.S.) y la Zona de Termo Neutralidad (ZTN) en el período experimental (Figuras n° 12 y 13), observándose que el promedio de las temperaturas máximas en el verano están por encima de la TCS (27°C).

Figura n° 12:

Promedio del registro de las temperaturas máximas, medias y mínimas a intervalos de una hora durante nueve días previos y el día del muestreo

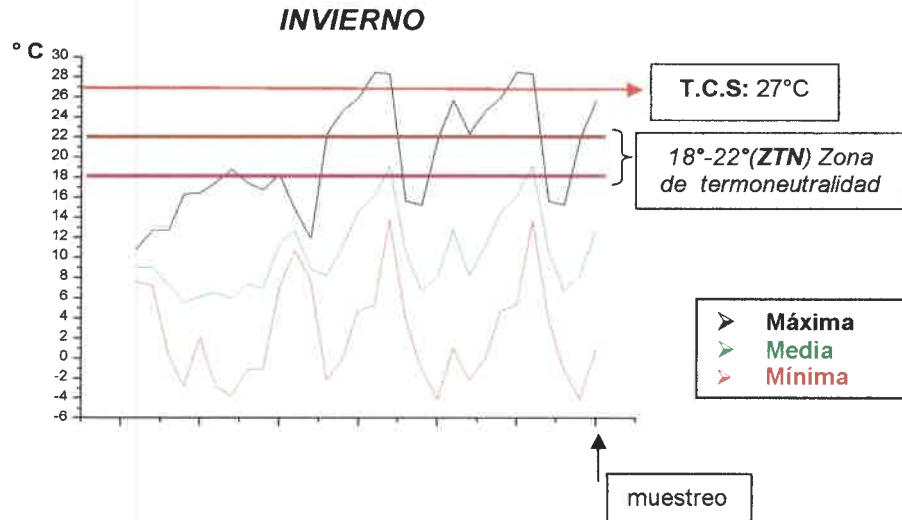
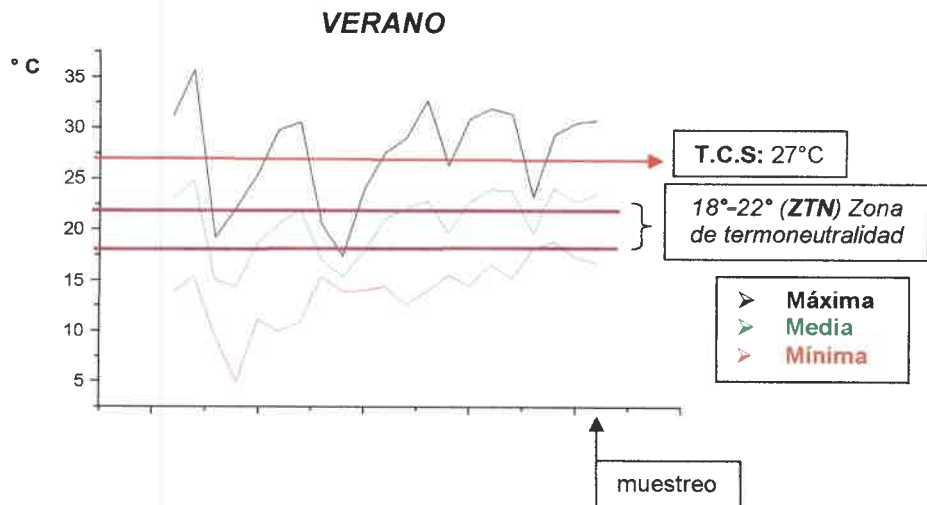


Figura n° 13:

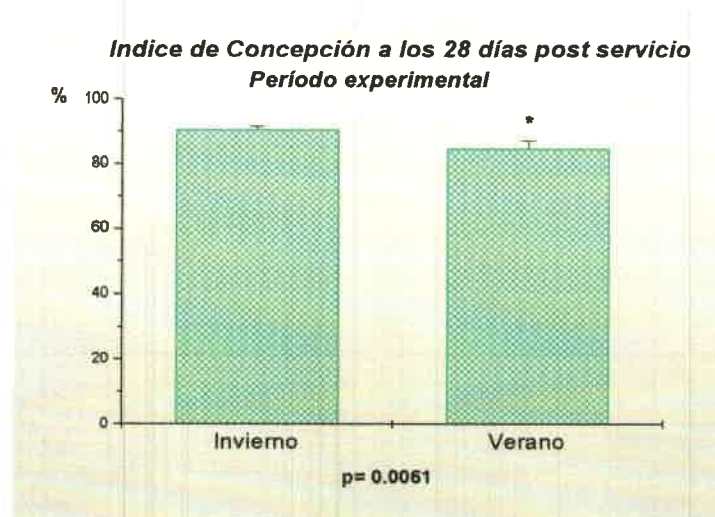
Promedio del registro de las temperaturas máximas, medias y mínimas a intervalos de una hora durante nueve días previos y el día del muestreo



Cuando se analizó el índice de concepción $\frac{\text{n}^\circ \text{ de cerdas preñadas}}{\text{n}^\circ \text{ de cerdas servidas}} \times 100$ de todo el criadero, a los 28 días post servicio en las estaciones de invierno y verano durante el mes del período de muestreo, se observó un mayor índice de concepción en invierno que en verano, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.0061$), cuyo promedio en invierno fue de 90.62 % (± 0.82) y en verano de 84.57 % (± 0.82), expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 14).

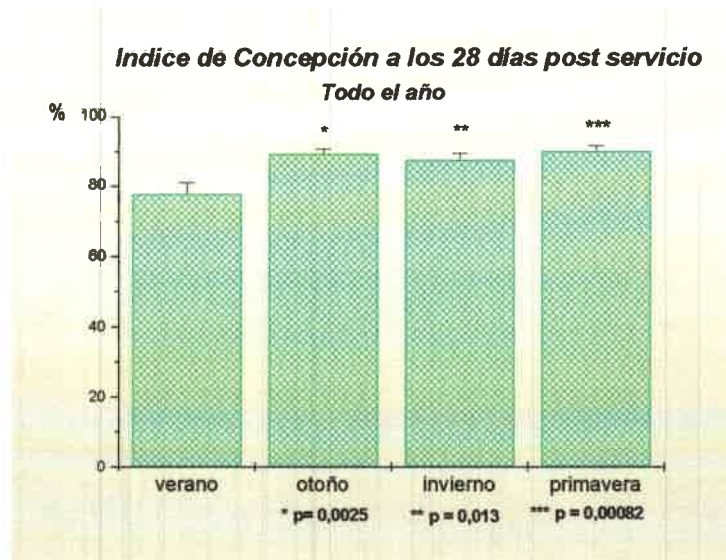
Al comparar los índices de concepción a los 28 días post servicio a lo largo de todo el año entre las cuatro estaciones, sólo se encontraron diferencias significativas entre verano y las otras tres estaciones, siendo menor el índice de concepción en el verano: 77.76 % $\pm 3,25$ en verano versus 90.14 % ± 1.44 ($p = 0.00082$) en primavera, 89.25 % ± 1.47 ($p = 0.0025$) en otoño y 87.52 % ± 1.92 ($p = 0.013$) en invierno, expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 15).

Figura n° 14:



Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

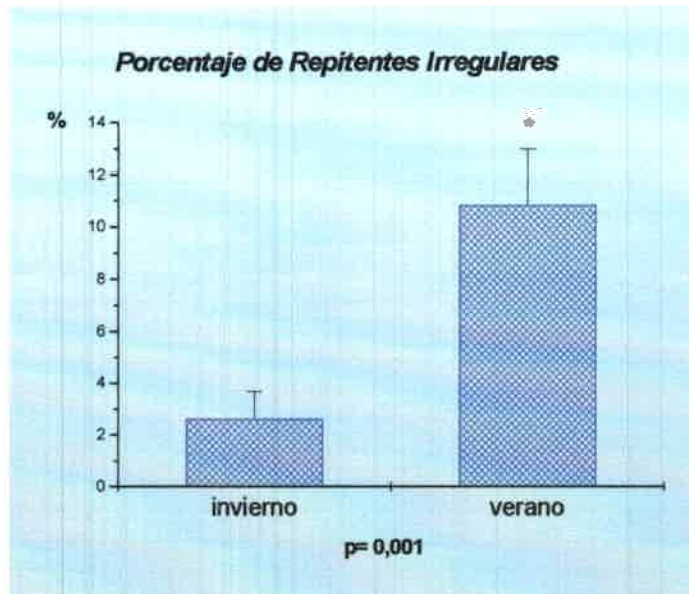
Figura n° 15:



Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

Cuando se analizaron los porcentajes generales en el criadero de cerdas repitentes regulares ($20 \text{ días} \pm 2$) no hubo diferencias entre invierno y verano. Al analizar los porcentajes generales de repitentes irregulares, considerando como repitentes irregulares aquellas cerdas que presentaron celo entre los 28 y 35 días post servicio, se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0015$) entre invierno y verano, siendo mayores los porcentajes de cerdas repitentes irregulares en verano ($10.40 \% \pm 2.16$) que en invierno ($2.63 \% \pm 1.04$), expresados como el promedio \pm el error estándar (Figura n° 16).

Figura n° 16:

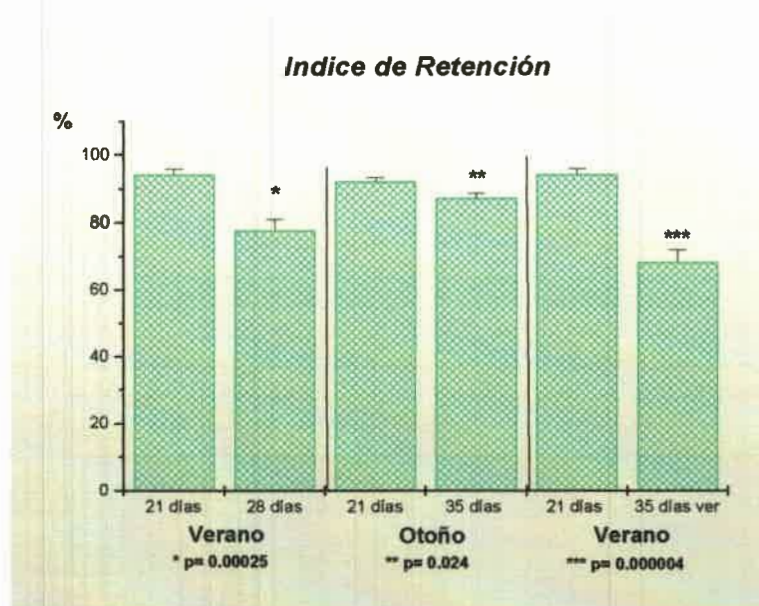


Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

Quando se analizó el índice de retención
$$\frac{(\text{n}^\circ \text{ de cerdas servidas} - \text{repitentes})}{\text{n}^\circ \text{ de cerdas servidas}} \times 100$$
 a los 21 y 28 días post servicio en las cuatro estaciones del año, sólo hubo diferencias estadísticamente significativas en verano ($p= 0.00025$) con una retención del 94.09 % (± 1.73), a los 21 días y 77,76 % (± 3.25) a los 28 días post servicio. Cuando se comparó el índice de retención entre los 21 y 35 días post servicio, hubo diferencias estadísticamente significativas en otoño ($p= 0.024$), con una retención del 92.01 % (± 1.24) a los 21 días y del 87,12 % (± 1.62) a los 35 días post servicio. En verano la diferencia fue estadísticamente significativa y muy marcada ($p= 0.000004$), con una retención del 94.09 % (± 1.73) a los 21 días y 68,02 % (± 3.80) a los 35 días post

servicio (Figura n° 17), en las demás estaciones del año no hubo diferencias significativas.

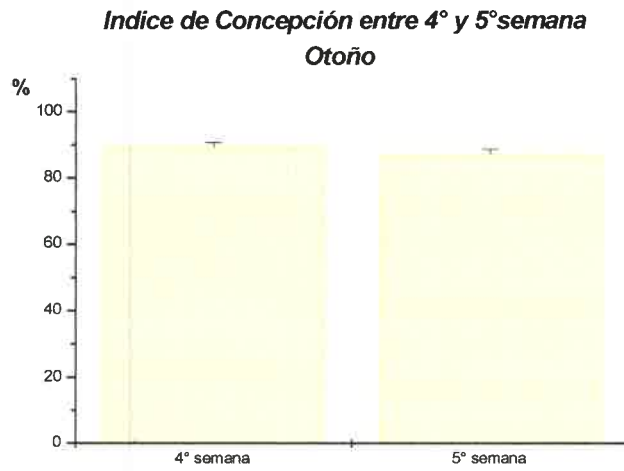
Figura n° 17:



Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

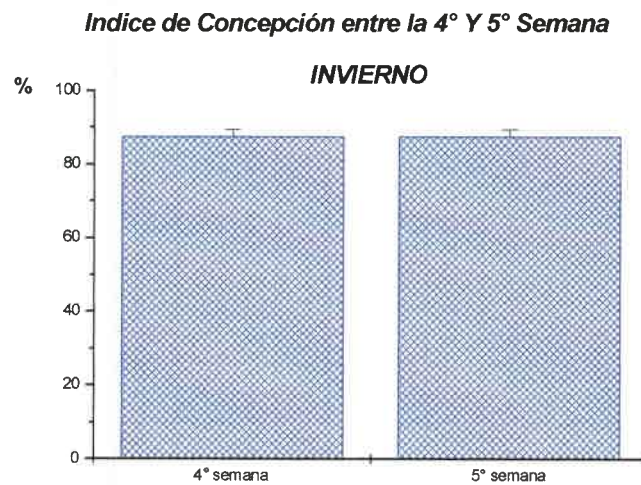
Al comparar los índices de retención entre los días 28 y 35 (4° y 5° semana post servicio) en las cuatro estaciones del año, no se encuentran diferencias significativas en ninguna de las estaciones, pero hay una tendencia mayor a disminuir el índice de retención entre los días 28 y 35 en verano que en las otras estaciones (Figuras n° 18, 19, 20 y 21).

Figura n° 18:



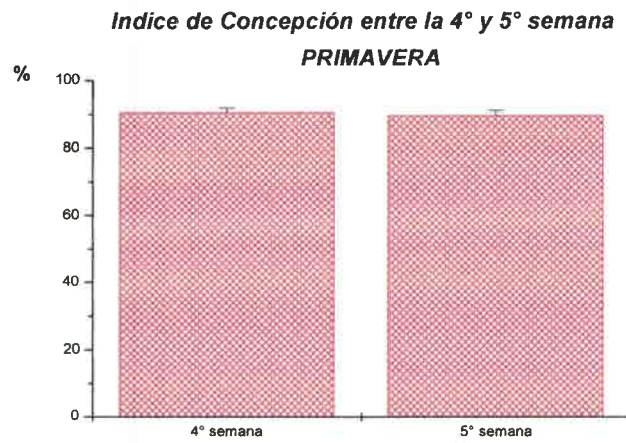
Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

Figura n° 19:



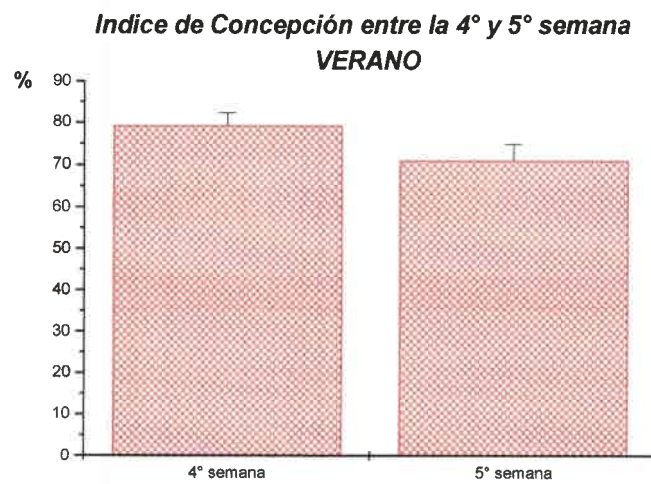
Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

Figura n° 20:



Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

Figura n° 21:



Tomado de los datos generales del total de cerdas del criadero

DISCUSIÓN:

Los valores séricos de colesterol fueron más altos para todas las categorías en invierno respecto de verano; en el caso de los TG fueron mayores en invierno en las categorías de cerdas preñadas. Los ácidos grasos no esterificados tuvieron valores más elevados en invierno para la categoría celo, estos datos estarían indicando que hubo lipomovilización en esta categoría durante los meses de invierno, ya que el aumento de los AGNE en sangre surgen a partir de la lipólisis de los TG en tejido adiposo, lo que podría deberse a una tasa metabólica aumentada como un mecanismo de homeostasis térmica. Esto podría estar relacionado con un aumento de T3 durante el invierno, aunque en la categoría celo el incremento no alcanzo una diferencia estadísticamente significativa.

Se sabe que cuando suben los niveles de tiroxina disminuye la concentración plasmática de colesterol por un incremento en la síntesis de receptores para las lipoproteínas transportadoras LBD estimulada por T3, lo que incrementa el ingreso de colesterol a las células; esto estaría en contraposición con el incremento de colesterol hallado en esta época, invierno, en la que también aumentó T3, y en el caso de la categoría celo, ya que los estrógenos también disminuyen la concentración de colesterol plasmático (Ganong W., 2002).

Sin embargo el aumento en la categoría celo, estaría en concordancia con otros trabajos que indican una mayor concentración sérica de colesterol en la fase folicular que en la fase luteal (Wise y Ford, 1988).

Si bien se mencionan diferencias, tanto los valores de glucosa como de AGNE están dentro de los valores publicados por Paterson y col. (1994).

Los niveles de glucosa en ambas estaciones del año estarían señalando que los animales no estaban estresados, ya que la hiperglucemia por estimulación

simpático adrenérgica es uno de los primeros signos para determinar situaciones de estrés.

Muchos autores han trabajado analizando la disminución de la ingesta durante las estaciones cálidas (Messias de Bragança y col. 1998, Peltoniemi y col. 2000, Almeida y col. 2001, Myer y Bucklin, 2001, Renaudeau y col. 2001), cuando la temperatura ambiental supera la zona de termoneutralidad. Esta es una respuesta estratégica que realizan los animales de esta especie, como una forma de incorporar menos energía cuando hay una temperatura ambiental elevada, sobre todo teniendo en cuenta que los porcinos tienen pocos mecanismos para mantener la homeostasis térmica, ya que no tienen desarrolladas las glándulas sudoríparas. Esta característica limita los recursos de esta especie en el manejo de la homeostásis térmica, cuando la temperatura ambiental es elevada.

Es importante destacar que el grupo experimental en la última semana del período lactacional recibieron una abundante ración (7 a 8 kg/día) y la primer semana post destete (pre servicio) tuvieron una ración de 5 kg/día, pero luego tuvieron restricción en la alimentación con una ración de 2.2 a 2.5 kilos diarios, lo que está por debajo de la ingesta mínima voluntaria de las cerdas (4 kg. o más por día), por lo tanto no se puede hablar en cerdas preñadas en estos sistemas de crianza, de una disminución voluntaria estacional de la ingesta, ya que éstas están en restricción alimenticia como una estrategia de manejo para evitar el exceso peso durante la gestación y el parto.

Respecto de los resultados hallados en los TG, los valores fueron mayores en los meses de invierno respecto de los de verano, aunque esta diferencia no alcanzó a ser estadísticamente significativa para la categoría Celo. Teniendo en cuenta que la mayoría de los triglicéridos circulantes provienen de la síntesis hepática de lipoproteínas de muy baja densidad (VLBD) a partir de lípidos o carbohidratos (Kouba

y col. 2001) estos valores indicarían que el aporte energético que recibieron los animales en la dieta durante los meses de invierno fue adecuado.

En la categoría celo al no haber diferencias en los Tg entre invierno y verano, pero sí estar más altos los valores de los AGNE en el invierno, probablemente se deba a las características de comportamiento animal durante el celo, por lo que la ingesta de alimento no alcanzó a satisfacer el aporte energético necesario para el invierno, esto induciría a movilizar lípidos para mantener la temperatura corporal estable. En el caso de las otras categorías, el incremento de los Tg sin modificaciones de los AGNE para esta época, sugiere que el aporte energético en la ración y la ingesta estuvieron adaptados a las mayores exigencias del invierno.

Esta responsabilidad de las hormonas tiroideas, indispensable para la acción adaptativa al frío, ejercida por el sistema nervioso simpático sobre el tejido adiposo pardo, ha sido mencionada por varios autores (Ribeiro y col. 2001; Trost y col. 2000), así como su rol en la regulación del metabolismo del colesterol a nivel hepático (Gullberg y col. 2002), ambas actividades mediadas principalmente por receptores nucleares para hormonas tiroideas del tipo TR β .

Para el colesterol, se encontraron diferencias entre las estaciones de invierno y verano para todas las categorías, siendo menores en verano que en invierno, lo que estaría demostrando una mayor disponibilidad energética en invierno, en concordancia con lo observado anteriormente. Por otro lado es interesante tener presente que el colesterol es el precursor en la síntesis de los esteroides gonadales, independientemente de la concentración intracelular de colesterol, pero dependiente de hormonas gonadotróficas (LH y FSH), insulina, prolactina y estradiol (Grummer y Carrol, 1988), ya que mejoran la unión de las lipoproteínas a los receptores ováricos y la síntesis de esteroides en el ovario, tanto en las células de la granulosa como luteales.

Al analizar el promedio de las temperaturas máximas de invierno y verano hay diferencias estadísticamente significativas, siendo no sólo ampliamente mayores las de verano, sino que el promedio de las temperaturas máximas de la estación ($29.66^{\circ}\text{C} \pm 0.53$), superó la zona de termoneutralidad (ZTN: 18°C a 22°C) y la Temperatura Crítica Superior (TCS: 27°C).

En los establecimientos de cría intensiva al aire libre, ubicados en zonas con clima continental, donde están bien diferenciadas las condiciones de temperatura ambiental según las estaciones del año, y teniendo en cuenta que bajo estas características de crianza la variable temperatura no está controlada, los animales están expuestos en determinadas épocas del año, a condiciones que les son desfavorables en ese aspecto.

Todos los parámetros reproductivos analizados en este trabajo indicaron una disminución de la eficiencia reproductiva en verano, esto coincide con los resultados encontrados en el relevamiento realizado por Sukumarannair (Sukumarannair y col. 2005) citado en la introducción.

Quizás las fallas reproductivas encontradas durante el verano, no sólo se deban a la temperatura ambiental, sino que probablemente estén involucradas razones multifactoriales donde también influya el fotoperíodo al que están expuestos los animales en esta estación.

En un modelo de Sistema Intensivo de crianza al Aire Libre, es probable que algunas cerdas hayan respondido a un fotoperíodo en forma positiva a ciclos de días cortos (invierno) y en forma negativa a ciclos de días largos (verano) en coincidencia con los trabajos mencionados en la introducción (Claus y Weiler 1985, Ortavant y col. 1985, Bassett y col. 2001, Quiles y Hevia 2003) como una reminiscencia ancestral,

pero no ha estado dentro de los objetivos de este trabajo determinar la influencia del fotoperíodo.

En este trabajo experimental, la temperatura ambiente fue un factor determinante en los cambios observados en lo referido a la eficiencia reproductiva.

Al analizar el índice de concepción a los 28 días, la falla puede ser atribuible a inconvenientes en sostener la implantación del embrión, lo que lleva a provocar una cerda repitente irregular, ya que no regresa al celo en el tiempo esperado (repitente regular = 20 días \pm 2) si realmente no hubiera quedado preñada.

Se ha señalado que las cerdas cuyo intervalo entre celos es de 24 a 27 días, son aquellas que han interrumpido la gestación (Tast y col. 2002).

Cuando se comparó el porcentaje de repitentes irregulares y la caída en el índice de retención entre la tercera y cuarta semana post servicio (días 21 vs 28) o entre la tercera y quinta semana post servicio (21 vs 35), la falla reproductiva podría ser más atribuible a la hembra por fallas en la implantación u aborto precoz, que al macho por semen de inferior calidad o por fallas en la inseminación, ya que de ser así aumentaría el número de repitentes regulares (20 días \pm 2).

Esto también coincide con lo enunciado por Williamson y col. (1980) que indican como un síntoma común de la infertilidad estacional, luego del apareamiento, la demora en el retorno al celo (repitente irregular) y que entre las causas se encuentra la muerte embrionaria precoz.

Christianson (1992) plantea que la muerte fetal es altamente dependiente del período de la gestación. La implantación ocurre en la cerda alrededor del día 14 postservicio y la muerte de todos los embriones en este período genera un retorno irregular al celo. Si más de cuatro embriones continúan vivos, la cerda podría llegar al

parto normalmente. La temperatura ambiental aumenta el porcentaje de muerte embrionaria, dependiendo de características individuales para cada cerda, esta podría ser la causa de la disminución en la eficiencia reproductiva mencionada en este trabajo.

En este sentido, se podría inferir que el aumento en el índice de repitentes irregulares y la disminución en el índice de concepción hallados en este trabajo durante la estación cálida, estarían relacionados con un incremento de muertes embrionarias o dificultades en la implantación del embrión. Todo esto estaría íntimamente relacionado con la disminución en los valores séricos de progesterona hallados en la categoría P20 durante el verano, en concordancia con lo enunciado por (Williamson y col., 1980, Christianson, 1992 y Vanroose y Van Soom, 2000).

Varios autores han trabajado buscando relación entre la disminución en la ingesta de alimento voluntaria, la elevada temperatura ambiente, parámetros endocrinos y los problemas reproductivos entre otros (Almeida y col. 2001, Razdan y col. 2004, Messias de Bragança y col.1998, Ashworth 1991, Peltoniemi y col. 2000, Santos Ricalde y col. 2000, Prunier y col. 1997, Virolainen 2005). Si bien en este trabajo no se pudo medir la ingesta de alimento, se puede ver que no hubo problemas en el aporte energético de alimento, como se mencionó anteriormente. Analizando diferentes parámetros metabólicos, sólo se observó una lipomovilización durante el invierno, posiblemente como respuesta para mantener la homeostasis térmica, ligada a un perfil más elevado de la actividad de la glándula tiroides.

El manejo de restricción alimenticia durante el período gestacional, no permitió valorar una disminución de la ingesta relacionada con las altas temperaturas del verano.

Los valores hallados de T3 no difieren de otros estudios publicados (Toniollo y col. 1998, Brenner y col. 1980, Reap y col. 1978).

Cuando se comparan los valores séricos de T3 hallados en invierno y verano en el grupo experimental, se observó en el total del grupo que el nivel sérico de T3 fue mayor en invierno que en verano. Este hallazgo coincide con lo enunciado por otros investigadores que señalan una caída en los valores de hormonas tiroideas en cerdas expuestas a condiciones de temperatura ambiental elevada (Berthon y col.1996, Maccari y col. 1983 y 1986, Prunier y col.1997).

Al analizar las categorías por separado, en P20 se encontraron diferencias significativas, siendo menores los valores de verano respecto de los de invierno.

En las cerdas en celo y P40 no hubo diferencias en los valores de T3 entre las estaciones del año.

Cuando se analizaron los valores hallados entre categorías en cada estación del año, sólo pudo observarse una diferencia entre P20 vs Celo y P40 vs. Celo en invierno, siendo mayores los valores hallados en P20 y P40 que en Celo en esta estación del año.

La capacidad de adaptación individual a la condición ambiental, probablemente genere respuestas estratégicas diferentes de la glándula tiroides.

Al grupo P40 podemos considerarlo como a un grupo donde ya han sido eliminadas aquellas cerdas que se comportaron como repitentes irregulares. Teniendo en cuenta el tiempo de preñez, estamos ante un grupo de cerdas con mejor adaptación a las condiciones de temperatura ambiente y con una preñez estabilizada, por lo que podemos suponer que los niveles hormonales son estables en este grupo, sin diferencias significativas en los valores de T3 entre invierno y verano.

Las diferencias halladas entre las cerdas preñadas con las que estaban en celo en invierno, probablemente responda a cerdas estabilizadas hormonalmente por la preñez, con buenos valores séricos de T3, mientras que en verano, al bajar los niveles de T3 en términos generales, y hallarse mayor dispersión en los datos debido a la diferente respuesta individual a las condiciones de temperatura ambiental a la que están expuestas, se minimicen las diferencias, por lo cual no pueda hallarse diferencias significativas entre cerdas en celo y cerdas preñadas.

Estas diferencias entre cerdas en celo y cerdas gestantes, difieren de lo obtenido por Toniollo y col. (1998), ya que ellos enuncian diferencias en los niveles de T3 según la fase del ciclo en que se encuentren, siendo mayores los valores obtenidos en la fase folicular que en la fase luteal, pero por otro lado nuestros hallazgos coinciden con lo enunciado por Reap y colaboradores (1978). Sería coherente esperar un incremento en los niveles de T3 durante el celo, debido al efecto sinérgico que existe entre estrógenos y T3. En este trabajo no se encontraron diferencias en ese sentido.

En ratas tratadas con estrógenos se vio un incremento en el número de receptores nucleares pituitarios para T3, esto mejoraría la retroalimentación negativa, con un efecto sobre la TSH sérica y el ARNm para TSH, lo cual generaría una disminución en la producción de T3 como producto de una regulación negativa más eficiente (Franklyn y col. 1987). Lo enunciado podría justificar la disminución de los niveles séricos de T3 halladas durante el celo y las diferencias en las categorías P20 y P40.

Los niveles séricos de Triyodotironina y de Progesterona, la disminución estacional y el nivel de asociación entre ambas hallados en este trabajo, estaría en concordancia con lo enunciado por Ben Saad y Maurel (2004).

Las diferencias halladas en los niveles séricos de progesterona entre invierno y verano cuando se consideró al total de las cerdas preñadas, sin tener en cuenta el tiempo de preñez, concuerda con lo reportado por otros investigadores (Wrathall y col. 1986 y 1993, Ashworth 1991) que señalan una disminución en los niveles séricos de progesterona en verano. Los valores hallados en las concentraciones de progesterona sérica no difirieron de los datos reportados por otros autores (Wrathall y col. 1986, Mao y Foxcroft, 1998, Tast y col. 2002).

Al comparar las categorías C y P20 en cada estación del año, es lógico encontrar diferencias significativas, siendo mayores los valores para P20, esto sólo sirve para constatar el estado de preñez de las cerdas. Se ha publicado (Williamson y col. 1980) que los niveles de progesterona en la cerda, son buenos para diagnosticar preñez en un 97%, pero no son tan buenos para diagnosticar las cerdas no preñadas (60%) con problemas tales como muerte embrionaria precoz o quistes foliculares.

Al analizar la categoría P20, se encontraron diferencias significativas en los niveles de Pg entre invierno y verano, siendo mayores en invierno, esto concuerda con el mayor índice de concepción, el menor porcentaje de repitentes irregulares y la menor caída en el índice de retención entre 21 y 28 días y entre 21 y 35 días postservicio hallados en invierno. En las cerdas se necesita tener una buena impregnación de progesterona en el aparato reproductivo para garantizar la implantación de los embriones y mantener la gestación hasta que la producción de progesterona placentaria, por pobre que esta sea, se sume a la producida por los cuerpos luteos para continuar con éxito la preñez.

Evidentemente los mejores perfiles de progesterona hallados en el invierno, mejoraron las condiciones para la implantación de los embriones y la permanencia de la gestación.

Al analizar los niveles de progesterona en la categoría P40 en ambas estaciones, no se encuentran diferencias significativas. Es de suponer que ya estamos en un grupo preseleccionado, pues son aquellas cerdas que pasaron las etapas críticas de: primeras señales desde el embrión (día 6-7), reconocimiento materno de la preñez (día 12), mantención del cuerpo luteo e implantación (día 14). Ya han sido eliminadas las repitentes, ya sean regulares o irregulares, y estamos en una etapa de la gestación donde el sistema está bien impregnado de progesterona, lo que en cierta forma nos garantiza la continuación de la preñez.

Esto concuerda con lo publicado por Tast y col. (2002) donde se controló por ultrasonido la preñez, en cerdas criadas bajo galpón, y en forma simultánea se midieron los niveles séricos de progesterona por RIA, en las estaciones invierno-primavera (47 cerdas) y verano-otoño (64 cerdas). Ellos tuvieron una sola interrupción de la preñez en invierno-primavera y nueve en verano-otoño. De los nueve casos, cinco retornaron al celo en forma irregular, con un intervalo desde la inseminación de $25,8 \pm 1,6$ días, una retornó al celo a los 35 días y las otras tres no retornaron al celo dentro de los 45 días post inseminación. Las cerdas que interrumpieron la gestación, tuvieron una concentración sérica significativamente menor de progesterona a los 20 días post inseminación, comparado con aquellas cerdas que mantuvieron la gestación en el mismo período. Coincidentemente con nuestro hallazgo, ellos señalaron que las cerdas que mantuvieron la preñez tuvieron un valor medio de progesterona, a los 20 días, de 22.0 ng/ml, mientras que en aquellas que eventualmente interrumpieron la preñez, el valor medio fue de 11.7 ng/ml. Por otro lado, en nuestro trabajo, las cerdas a los 20 días de preñez en el verano están en el límite de los valores de progesterona ($12,74 \pm 1,21$ ng/ml) necesarios para sostener la gestación, lo que las haría más vulnerables a cualquier otro factor que pudiera afectarlas, sobre todo en el momento de señalización del embrión, implantación y reconocimiento materno. En concordancia con Tast y col. (2002) no se hallaron diferencias significativas en la concentración de

progesterona entre las estaciones del año, en las cerdas que mantuvieron la preñez hasta el día 40, es decir en aquellas que superaron el período crítico de señalización, reconocimiento e implantación.

Los niveles séricos de progesterona en la categoría C (celo), aunque no alcanzaron a tener diferencias estadísticamente significativas ($p= 0.082$), mostraron una importante tendencia a aumentar en el invierno respecto del verano (1.07 vs. 0.51 ng/ml). Esta tendencia a aumentar los perfiles de progesterona durante el celo en el invierno, podría deberse a una mejor respuesta ovárica al pico de LH que aparece en este momento del ciclo.

Este hallazgo no se lo puede considerar contrapuesto con lo publicado por Pierantoni y col. (1983) mencionado en la introducción, ya que ellos tomaron las muestras a los tres días de destetadas, antes de estar en celo, mientras que nosotros tomamos las muestras en cerdas que estaban en celo y fueron apartadas para la inseminación.

Se trabajó con cerdas multíparas, evitando de esta forma, la variable en la eficiencia reproductiva que se genera en la medida que las cerdas avanzan en el número de partos. Hay trabajos que demuestran una mayor eficiencia reproductiva en cerdas multíparas respecto de las primíparas o nulíparas (sin parición) en casi todos los aspectos (Belstra, 2003).

Al analizar la posible asociación entre los niveles de T3 y Pg, pudo verse una alta correlación positiva para la categoría P20 en el invierno ($r = 0.78$, $p= 0.00001$), lo que estaría indicando que las cerdas que tuvieron un nivel más alto de T3 en esta época del año, también tuvieron un nivel más alto de Pg a los 20 días de preñez y pudieron sostener con más éxito la gestación.



Para esta misma categoría en el verano, el nivel de correlación fue más pobre ($r=0.52$, $p= 0.046$). Probablemente, la caída en los niveles de T3 durante el verano para esta categoría no se correspondió con una ajustada respuesta individual en los niveles de Pg, aunque sí cayeron los niveles de Pg en verano para P20. Esto indicaría que no sólo es responsable T3 en la caída de los niveles séricos de Pg, probablemente también estén involucrados otros factores. También debe tomarse en cuenta una diversa capacidad individual en la respuesta de adaptación a la estación cálida, lo cual en su conjunto generaría una correlación más débil entre T3 y Pg.

En el caso de las cerdas con 40 días de preñez, se estaría ante un grupo ya seleccionado, pues son aquellas cerdas que superaron las instancias críticas de la gestación (señalización, reconocimiento e implantación), esto justificaría que no haya diferencias en los niveles séricos de T3 ni de Pg entre invierno y verano. Teniendo en cuenta que a esta altura de la gestación las fuentes de Pg (cuerpos luteos y placentas) están bien desarrolladas, la dependencia a T3 para la producción de Pg sería menor, por lo que es de esperar poca o ninguna correlación entre ambas hormonas. Si se puede observar que en la categoría P20 en el verano, disminuyeron los valores séricos tanto de T3 como de Pg.

Aunque los niveles séricos de T3 estén dentro del rango fisiológico, podrían estar vinculados con una disminución de los niveles plasmáticos de Progesterona durante el verano (estaciones cálidas), lo cual traería aparejado una disminución del rendimiento reproductivo en esta época respecto de las estaciones frías (invierno).

Es necesario tener en cuenta que no se está hablando de cerdas hipotiroideas, son cerdas cuyos valores séricos de T3 para la categoría P20 en el verano son significativamente menor que en el invierno y tiene correlación con un disminución en los valores séricos de Pg; para esto podría encontrarse una explicación en lo comentado en la introducción, respecto de que T3 estimula la actividad de la enzima

3 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa, quien cataliza la transformación de pregnenolona a progesterona en el cuerpo lúteo (Gregoraszcuk y col. 1999). Probablemente la caída estacional de los niveles séricos de T3 sea responsable a su vez de la caída estacional de los niveles séricos de progesterona, teniendo en cuenta que la principal fuente de progesterona en las cerdas es el Cuerpo luteo.

Por otra parte se ha observado en humanos, que la adición de concentraciones crecientes de T3 causa un incremento lineal de la actividad de la enzima 3 β -hidroxiesteroide dehidrogenasa (Datta y col. 1999) y que T3 tiene un efecto sinérgico sobre la hormona gonadotrofina coriónica en el crecimiento temprano de la placenta (Mochizuki y col. 1998).

Dado que es necesario mantener la función de los cuerpos luteos para sostener niveles de progesterona que permitan continuar con la gestación, en las cerdas, la mantención del cuerpo luteo responde a dos momentos de estimulación estrogénica, uno sobre el día 11 del ciclo, cuando el endometrio ha llegado a sensibilizarse (n° de receptores para estrógenos) y otro después del día 14, este segundo liberado por el blastocito en la preñez temprana (Geisert y col. 1987). Lo antes dicho fundamentaría que la disminución estacional de los niveles séricos de progesterona a los 20 días de preñez, sería un factor determinante de la pérdida de la gestación temprana, ocasionando el aumento estacional observado en este trabajo, del índice de repitentes irregulares. Ya se ha dicho que la caída en el porcentaje de pariciones estacional, se debe principalmente a la interrupción de la preñez, mediada por una caída estacional de los niveles de progesterona necesarios para el desarrollo embrionario, donde también tendría una relación con los cambios en los patrones de secreción de melatonina y su efecto inhibitorio sobre la secreción de GnRH (Tast, 2002). También se ha dicho que es necesaria la presencia normal de hormonas tiroideas para que pueda expresarse el efecto estacional que deriva del fotoperíodo,

aunque esta hormona, aparentemente, no tiene ningún efecto sobre los patrones circadianos de melatonina o prolactina circulante (Vasudevan y col. 2002).

Trabajos de Adan y col. (1992) mostraron que las hormonas tiroideas aumentan los niveles de ARNm hipotalámicos para Oxitocina, el contenido hipofisario de oxitocina y sus niveles en sangre. Proponen que la hormona tiroidea es un regulador fisiológico de la expresión del gen para oxitocina, lo cual estimula la oxitocina directamente como una respuesta tiroideo-hormonal del gen para oxitocina.

Se ha visto que oxitocina juega un rol muy importante en el control de la duración del ciclo estral, la luteinización de los folículos en ovario y esteroideogénesis ovárica. La regulación por esteroides gonadales y adrenales es uno de los rasgos más destacables del sistema de oxitocina (Gimpl y Fahrenholz, 2001).

Se vio una correlación positiva entre la frecuencia de pulsos de LH y la concentración plasmática del factor de crecimiento tipo insulina-I (IGF-I) y oxitocina en el control del tamaño folicular, una relación entre inhibina y progesterona con grandes porcentajes de ovulación y que los andrógenos también estarían involucrados, probablemente a través de la regulación de la cantidad de ARNm para receptores de FSH en los folículos (Madej y col. 2005). Otros estudios in vitro (Sirotkin y col. 2003), también indicaron que IGF-I y oxitocina están involucradas en el control del tamaño y desarrollo folicular y proponen que la acción de IGF-I podría estar mediada por oxitocina. Las concentraciones séricas disminuidas de T3 durante el verano, halladas en nuestro trabajo, podría estar relacionada con la relación descrita entre oxitocina, desarrollo folicular, luteinización de los folículos y la esteroideogénesis ovárica.

Probablemente también coexistan factores propios del ovario (foliculares y luteales) que estén relacionados con la funcionalidad reproductiva.

La disminución en los valores séricos de T3 durante el verano, sería un factor más que estaría combinado con la respuesta al fotoperíodo, como un aspecto ancestral, lo que generaría un grado de respuesta individual diferente para las estaciones cálidas, según el genotipo, aunque la respuesta general de la pira sea un déficit reproductivo.

CONCLUSIONES:

- Dado que el grupo de animales de experimentación no presentó patologías infecciosas ni parasitarias durante el período en que se recolectaron las muestras, y que tampoco se observaron problemas hepáticos ni renales durante el período experimental, los hallazgos podrían ser atribuidos a mecanismos desarrollados para controlar la homeostasis térmica.
- El aporte energético en general fue adecuado, sólo es de destacar una lipomovilización en el invierno para cerdas en celo, la cual se ajusta a mecanismos para mantener la homeostasis térmica cuando los animales están expuestos a bajas temperaturas, teniendo en cuenta que la temperatura media en el invierno estuvo por debajo de la zona de termoneutralidad y que durante el celo debido al comportamiento animal, disminuyen la ingesta de alimento.
- Los animales estuvieron sometidos a registros térmicos en el verano que sobrepasaron la ZTN y la TCS, lo que generó cambios en los valores séricos de Triyodotironina y Progesterona perjudicando los parámetros reproductivos.
- La caída en la eficiencia reproductiva del establecimiento en los meses de verano manifestada como: aumento en los porcentajes de repitentes irregulares, disminución en el índice de concepción a los 28 días post servicio, disminución del índice de retención de la gestación entre los días 21 y 28 post servicio en verano y entre los días 28 y 35 en otoño y verano, estaría vinculado con la temperatura ambiental, descartando aquellos vinculados con problemas en la inseminación o calidad del semen, ya que

no hubo diferencias en el porcentaje de repitentes regulares entre las estaciones del año.

- La disminución de los niveles séricos de progesterona en cerdas con 20 días de preñez durante el verano, estaría directamente vinculado con el aumento de repitentes irregulares, la disminución en el índice de concepción y en el índice de retención, principalmente debido a una interrupción temprana de la gestación.
- La disminución en los niveles séricos de T3 hallados durante el verano para las cerdas con 20 días de preñez, estaría vinculado con la disminución en los valores séricos de progesterona hallados en las mismas cerdas en esta estación del año.
- La respuesta de la glándula tiroides a las altas temperaturas ambientales, generó modificaciones en los valores séricos de T3 que estaría afectando el ajuste hormonal necesario, involucrado en el reconocimiento materno de la gestación y afectando la producción de progesterona por parte del Cuerpo Luteo, hormona necesaria para sostener el desarrollo embrionario y la implantación.

Si bien los Sistemas de crianza Intensivos al Aire Libre (SIAL) mejoran aspectos relacionados con el Bienestar Animal, sobre todo aquellos referidos a aspectos vinculados al comportamiento social, apetencias de los animales (piso de tierra), disminución de enfermedades infecto contagiosas (menor hacinamiento), disminución a su vez de los costos operativos y de infraestructura, es necesario generar estrategias en el manejo que reviertan los cambios hormonales que permitan dar una mejor respuesta a las condiciones ambientales a la que son expuestos

durante el verano, de manera de mejorar la eficiencia reproductiva en esta época del año, sin perder las ventajas antes mencionadas de los SIAL.

Los problemas reproductivos de verano no están totalmente resueltos con los sistemas de crianza bajo techo, como se ha señalado en diferentes trabajos mencionados en la introducción, por lo que sigue siendo pertinente buscar soluciones a esta problemática.

Sería interesante repetir este modelo experimental en sistemas de crianza bajo techo, dada su proliferación en estos tiempos. Por otro lado, podría ensayarse tratamiento hormonal con T3 y Pg y el seguimiento individual de la cerda a lo largo de un año, buscando la relación con parámetros reproductivos (índice de concepción – repitentes regulares e irregulares e índice de retención).

Aunque se cumplió con el objetivo planteado respecto de los aspectos metabólicos, no quedaron totalmente claras algunas relaciones encontradas, por lo que sería importante trabajar en los SIAL con un diseño ajustado específicamente para evaluarlos.





BIBLIOGRAFÍA

1. **Adan R.A.**, Cox J.J., van Kats J.P. and Burbach J.P. (1992). Thyroid hormone regulates the oxytocin gene. *J. Biol. Chemi.*, vol 267, Inssue 6: 3771-3777.
2. **Almeida F.**, Mao S., Novak J., Cosgrove J., Foxcroft G. (2001). Effects of different patterns of feed restriction and insulin treatment during the luteal phase on reproductive, metabolic, and endocrine parameters in cyclic gilts. *J. Anim. Sci.* 2001. 79: 200-212.
3. **Ashworth J.C.** (1998). Advances in embryo mortality research. In: *Proceedings of the 15th. IPVS. Congress Birmingham, England.* 321-327.
4. **Ashworth J.C.** (1991). Effect of pre-mating nutritional status and post-mating progesterone supplementation on embryo survival and concepts growth in gilts. *Anim. Reprod. Sci.* 26: 311-321.
5. **Ashworth G.E.**, Niebylski A., Poloni L. , Yaciuk R., Puebla M., Eula N., Felman A. (2001). Incidence of the ambient temperature about the reproductive efficiency in sows reared in outdoor system. *Biocell*, vol. 25 (1), ISSN 0327-9545.
6. **Bassett J.M.**, Bray C.J. and Sharpe C.E. (2001). Reproductive seasonality in domestic sows kept outdoors without boars. *Society for Reproduction and Fertility. Reproduction.* 121:613-629.
7. **Belstra B.A.** (2003). Parity associated changes in reproductive performance: Physiological basis or record keeping artefact?. *College of Agriculture & Life Sciences. Department of Animal Science Extension Swine Husbandry. Annual Swine Report.* March 8-11, 2003.

8. **Ben Saad M.M.** and Maurel D.L. (2004). Reciprocal interaction between seasonal testis and thyroid activity in Zembra Island wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*): Effects of castration, thyroidectomy, temperature, and photoperiod. *Biol. of Reproduction* 70:1001-1009.
9. **Bengtsson G.**, Ewaldsson B., Hansson E. and Ullberg S. (1963). Distribution and fate of ¹³¹I in the mammalian ovary, *Acta Endocrinol* 42:122-128.
10. **Berthon D.**, Herpin P., Le Dividich J., and Dauncey M. J. (1996). Interactive effects of thermal environmental and energy intake on thyroid hormone metabolism in newborn pigs. *Biol. Neonate*, 69: 51-59.
11. **Bhattacharya J.**, Danerjee J., Jamaluddin M., Banerjee P.P. and Maitra G. (1988). Thyroid hormone binding to human corpus luteum. *Experientia* 44:1005-1007.
12. **Bhattacharya S.**, Guin S., Bandyopadhyay A., Jana N.R. and Halder S. (1996). Thyroid hormone induces the generation of a novel putative protein in piscine ovarian follicle that stimulates the conversion of pregnenolone to progesterone. *Eur. J. Endocrinol.* 134:128-135.
13. **Bianca W.** (1968). Thermoregulation. *Adaptation of Domestic Animals* In: E.S.E. Hafez (editor) p.p. 97-118.
14. **Boccolini A.**; Ashworth G., Yaciuk R.; y Niebylski A.. (2004). Season effects on the progesterone levels in the early pregnancy outdoor sows. *Biocell*, vol. 28 (2) ISSN 0327-9545.
15. **Brenner K.V.**, Pethes G., Gurtler H., Losonczy S. and Grun E. (1980). Thyroxine and triiodothyronine blood plasma concentrations in sows and newborn pigs. *Endokrinologie.* 75 (1): 20-8.

16. **Cabell S. B.**, Esbenshade K. L. (1990). Effect of feeding thyrotropin-releasing hormone to lactating sows. *J. Anim. Sci.* 1990 Dec. 68 (12): 4292-302
17. **Chan W.K.** and Tan C.H. (1986). Inhibition of follicle-stimulating hormone induction of aromatase activity in porcine granulosa cells by thyroxine and triiodothyronine. *Endocrinology*. Vol. 119: 2353-2359.
18. **Christianson W.T.** (1992). Stillbirths, mummies, abortions, and early embryonic death. *The veterinary clinics of North America. Food Animal Practice*. Vol. 8, issue 3: 623-639.
19. **Claus R.**, Weiler U. (1985). Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J. Reprod. Fertil. (suppl.)*. 33: 185-197.
20. **Cunningham J. G.** (1994). *Fisiología Veterinaria*. Editorial Interamericana: 435-437.
21. **Datta M.**, Nagenda Prasad R.J., Bhattacharya S. (1999). Thyroid Hormone Regulation of Perch Ovarian 3β -hydroxysteroid dehydrogenase/ $\delta 5$ -/ $\delta 4$ -isomerasa activity: Involvement of 52-kDa protein. *Gen. Comp. Endocrinology*, 1999 february 113: 212-220.
22. **Dauncey M. J.**, Brown D., Hayashi M. and Ingram D.L. (1988). Thyroid hormone nuclear receptors in skeletal muscle and influenced by environmental temperature and energy intake. *Q. J. Exp. Physiol.* 73: 183-191.
23. **Dial G.D.**, Marsh W.E., Polson D.D., Vaillancourt J.P. (1992). *Reproductive Failure: Differential Diagnosis. Diseases of Swine (7^o edition)* chapter 6^o. Editor Straw B.E., p.p. 104-105.

24. **Dominguez J.C.**, Peña F.J., Anel M., Carbajo M. (1996) Swine summer infertility syndrome in north west Spain. Short Communications. Veterinary Record 139: 93-94.
25. **Fitko R.**, (1996). Fallas reproductivas en las cerdas. En: PORCI, Aula Veterinaria. N° 35.
26. **Franklyn J.A.**, Wood D.F., Balfour N.J., Ramsden D.B., Docherty K. and Sheppard M.C. (1987). Modulation by oestrogen of thyroid hormone effects on thyrotrophin gene expression. Journal of Endocrinology, vol. 115, Inssue 1: 53-59.
27. **Ganong W. F.**, (2002). Fisiología Médica. Ed. El Manual Moderno, S.A.de C.V. 18° Edición: pag. 355.
28. **García Casado P.**, Sánchez Sánchez R., Martín Rillo S. (1993). Anestro en cerdas nulíparas y múltiparas. II Curso Internacional de Reproducción e IA porcina (2 parte), Madrid, España, 4 -7 mayo 1993: 1-9.
29. **Geisert R.D.**, Zavy M.T., Wettemann R.P. and Biggers B.G. (1987). Length of pseudopregnancy and pattern of uterine protein release as influenced by time and duration of oestrogen administration in the pig. Journal of Reproduction and Fertility. 79: 163-172.
30. **Gimpl G.** and Fahrenholz F. (2001). The oxytocin receptor system: Structure, function, and regulation. Physiological Reviews. Vol. 81 n° 2: 629-683.
31. **Goldman M.**, Dirnfeld M., Abramovici H. and Kraiem Z. (1993). Triiodothyronine (T3) modulates hCG-regulated progesterone secretion, cAMP accumulation and DNA content in cultured human luteinized granulosa cells. Molecular and Cellular Endocrinology. Vol. 96. Issues 1-2: 125-131.

32. **Green M.L.**, Clapper J.A., Andres C.J., Diekman M.A. (1996). Serum concentrations of melatonin in prepubertal gilts exposed to either constant or stepwise biweekly alteration in scotophase. *Domest. Anim. Endocrinol.* 13 (4): 307-323.
33. **Gregoraszczyk E.L.**, Skalka M. (1996). Thyroid hormone as a regulator of basal and human chorionic gonadotrophin-stimulated steroidogenesis by cultured porcine theca and granulosa cells isolated at different sTGeS of the follicular phase. *Reprod. Fertil. Dev.* 8:961-967.
34. **Gregoraszczyk E.L.**, Galas J. (1998). In Vitro Effect of The Cyclic AMP, Progesterone and testosterone level in Porcine Theca, Granulosa and Luteal Cells. *Endocrine Regulations.* vol. 32: 93-98.
35. **Gregoraszczyk E.L.**, Slomczynska M. and Wilk R. (1998) Thyroid hormone inhibits aromatase activity in porcine thecal cultured alone and in coculture with granulosa cells. *Thyroid.* Vol 8 n°12: 1157-1163. Mary Ann Liebert, Inc.
36. **Gregoraszczyk E.L.**, Pieklo R. (1998). Thyroid Hormone Action in Porcine Luteal Cells. Effect of Triiodothyronine on Mitochondrial Cytochrome P450-scc Activity. *Journal of Physiology and Pharmacology.* Vol. 49, 3: 467-475.
37. **Gregoraszczyk E.L.**, Kolodziejczyk J., Rzysa J. (1999). Triiodothyronine Stimulates 3 β -Hydroxysteroid Dehydrogenase Activity in The Porcine Corpus Luteum. *End. Regulations.* Vol. 33: 155-160.
38. **Grummer R.**, Carrol D. (1988). A review of lipoprotein cholesterol metabolism: Importance to ovarian function. *J. Anim. Sci.* 66: 3160-3173.

39. **Gullberg H.**, Rudling M., Salto C., Forrest D., Angelin B. and Vennstrom B. (2002). Requirement for thyroid hormone receptor beta in T3 regulation of cholesterol metabolism in mice. *Molecular Endocrinology*. 16(8) p.p: 1767-77.
40. **Hakan A.**, (2000). Photoperiodism in pigs. Studies on timing of male puberty and melatonin. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
41. **Holmes C. W.**, Close W. H.(1977), The influence of climatic variables on energy metabolism and associated aspects of productivity in the pig In: Haresign H., Swan H. and Lewis D.(editors). *Nutrition and the Climatic Environment*: 51-73.
42. **Ingram D.L.** and Mount L.E. (1975). *Man and animals in hot environments*. New York. Springer-Verlag. Main Collection. Topics in environmental physiology and medicine: 163-180.
43. **Jahn G.A.**, Moya G., Jammes H. and Rosato R.R. (1995). Effect of chronic thyroid hormone treatment on cycling, ovulation, serum reproductive hormones and ovarian LH and prolactin receptors in rats. *Endocrine* 3: 121-127.
44. **Kirby J.D.**, Arambepola N., Porka-Heiskanen T., Kirby Y.K., Rhoads M.L., Iwamoto G., Jackson G.L., Turek F.W. and Cooke P.S. (1997). Neonatal hypothyroidism permanently alters follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone production in the male rat. *Endocrinology*. Vol. 138 n° 7: 2713-2721.
45. **Kirkwood R.N.**, Thacker P.A. and Rajkumar K. (1992). Effects of growth hormone and triiodothyronine on insulin-induced progesterone production by granulose cells from prepubertal gilts. *Can J Anim Sci* 73: 589-593.
46. **Kouba M.**, Hermier D., Le Divich J. (2001) Influence of high ambient temperature on lipid metabolism in the growing pig. *J. Anim. Sci.* 79: 81-87.

47. **Lambert E.**, Williams D.H., Lynch P.B., Hanrahan T.A., McGeady F.H., Boland M.P. and Roche J.F. (1991). The extent and timing of prenatal loss in gilts. *Theriogenology*. Vol. 36. Issue 4: 655-665.
48. **Loeken M.R.** and C.P. Channing. (1985). Direct evidence for de-novo synthesis of LH receptors in cultured pig granulosa cells in response to FSH. *Journal Reprod. Fertil.* 73: 343–351.
49. **Love R. J.**, Evans G., Kuplicec C. (1993). Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *Journal Reproduction and Fertility Supplement* 48: 191-206.
50. **Macari M.**, Zuim S. M., Secato E. R. and Guerreiro J. R. (1986). Effects of ambient temperature and thyroid hormones on food intake by pigs. *Physiol. Behavior* 36(6): 1035-9.
51. **Macari M.**, Dauncey M.J., Ramsden D. B. and Ingram D. L. (1983). Thyroid hormone metabolism after acclimatization to warm or cold temperature under conditions of high or low energy intake. *Q. J. Exp. Physiology* 68 (4): 709-718
52. **Madej A.**, Lang A., Brandt Y., Kindahl H., Madsen M.T. and Einarsson S. (2005). Factors regulating ovarian function in pigs. *Domestic Animal Endocrinology*. 29: 347-361.
53. **Mao J.** and Foxcroft G.R. (1998). Progesterone therapy during early pregnancy and embryonal survival in primiparous weaned sows. *Journal of Animal Science*. Vol 76, issue 7: 1922-1928.
54. **Martinat-Botte F.**, Dagorn J., Terqui M., Dando P. (1984). Effect of confinement, climatic conditions and litter parity on the seasonal variations of the fertility rate and prolificacy. *Ann. Rech. Vet.* 15(2): 165-72.

55. **Maruo T.**, Hayashi M., Matsuo H., Yamamoto T., Okada H. and Mochizuki M. (1987). The role of thyroid hormone as a biological amplifier of the actions of follicle-stimulating hormone in the functional differentiation of cultured porcine granulosa cells. *Endocrinology*, by Endocrine Society. Vol. 121: 1233-1241.
56. **Matamoros Pérez P.L.**, Rodriguez R., de los Reyes Ur A., Goderich Lalán J.M., y Ramirez R. B. (1999). Diagnóstico y tratamiento quirúrgico de la enfermedad nodular del tiroides. *Medisan*; 3 (1): 26-30.
57. **Mauget R.** (1982). Seasonality of reproduction in the wild board. En *Control of pig reproduction*, D.I.A. Cole y G.P. Foxcroft, ed., Publ. Butherworths, 509-526.
58. **Messias de Bragança M.**, Mounier A. M., Prunier A. (1998). Does feed restriction mimic effects of increased ambient temperature in lactating sows. *J. Anim. Sci.* 1998. 76: 2017-2024.
59. **Meyer V.**, Fossen L. (1971). Effects of environment on pork production. Iowa state. University AE 1063.
60. **Mochizuki M.**, Maruo T., Matsuo H., Samoto T. and Ishihara N. (1998). Biology of human trophoblast. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. Vol. 60 supp. 1: S21-S28.
61. **Monget P.**, Martin G.B. (1997). Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. *Hum. Reprod.* 1:33-52.
62. **Myer R.**, Bucklin R. (2001). Influence of Hot-Humid Environment on Growth Performance and Reproduction of Swine. AN107, Animal Science

Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. July 9, 2001.

63. **Ortavant R.**, Pelletier J., Ravault J.P., Thimonier J., Vollant-Nail P. (1985) Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm mammals. Oxford Rev. Reprod. Biol. Clarendon Press, Oxford, 7:305-345.

64. **Owen J. (1982)**, A design basis for ventilation of pig buildings. In: ASAE, Livestock environment II: p.p 406-410.

65. **Paterson A.M.** and Pearce G.P. (1994). Plasma hormone and metabolite concentrations and the interval from weaning to oestrus in primiparous sows. Anim. Reprod. Science. Vol. 36 Issues 3-4: p.p. 261-279.

66. **Peltoniemi O.A.T.**, Love R.J., Klupiec C., Evans G. (1997) Effect of feed restriction and season on LH and prolactin secretion, adrenal response, insulin and FFA in group housed pregnant gilts. Animal Reproduction Science, 49: 179-190.

67. **Peltoniemi O.A.T.**, Love R.J., Heinonen M., Tuovinen V., Saloniemi H. (1999) Seasonal and management effects on fertility of sow: a descriptive study. Animal Reproduction Science, vol. 55 n° 1, p.p. 47-61.

68. **Peltoniemi O.**, Tast A. and Love R. (2000). Factors effecting reproduction in the pig: seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow. Animal reproduction Science vol. 60-61 july 2000: 173-184.

69. **Pierantoni R.**, Zicarelli L., Crasto A., d'Istria M., Fasano S. and Delrio G. (1983). Post weaning plasma progesterone, prolactin and enviromental influence in the resumption of ovarian activity in sows. J. Endocrinol. Invest. (4): 293-296.

70. **Pisarev M. A. (1991)**. Tiroides, un modelo de regulación hormonal. *Ciencia e Investigación*. Tomo 44 nº 3, p.p.148-155.
71. **Prunier A., Quesnel H., Messias de Bragança M., Kermabon A. Y. (1996)**. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows: a review. *Livestock Production Science* 45: 103-110.
72. **Prunier A., Messias de Bragança M., Le devidich J. (1997)**. Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. *Livestock Production Science* 52. 123-133.
73. **Quiles A., Hevia M. 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. Portal Veterinaria, www.portalveterinaria.com. (23-11-2004- 04:11 p.m.)
74. **Razdan P., Tummaruk O., Kindahl H., Rodriguez-Martinez H., Hultén F. and Einarsson S. (2004)**. Hormonal profiles and embryo survival of sows subjected to induced stress during days 13 and 14 of pregnancy. *Animal reproduction Science* 81: 295-312.
75. **Reap M., Cass C., Hightower D. (1978)**. Thyroxine and triiodothyronine levels in ten species of animal. *Swest Veterinary*, v 56, nº 5: 31-34
76. **Renaudeau D., Quiniou N., and Noblet J. (2001)**. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance at multiparous lactating sows. *J. Anim. Sci.* 2001, 79:1240-1249.
77. **Ribeiro M., Carvalho S., Schultz J., Chiellini G., Scanlan T., Bianco A. and Brent G. (2001)**. Thyroid hormone-sympathetic interaction and adaptive

thermogenesis are thyroid hormone receptor isoform-specific. *Journal Clin. Invest.* Vol. 108, n° 1 p.p: 97-105.

78. **Santos Ricalde R. H., Lean I. J. (2000).** The effect of tropical ambient temperature on productive performance and grazing behaviour of sows kept in outdoor system. *Livestock research of rural development.* 12 (2).

79. **Serres, H. (1992).** Influence of tropical climate on pig behavior. In: H. Serres (Ed.) *Manual of pig production in the tropical.* Cab International, Oxon, United Kingdom. 26-34.

80. **Sirotkin A.V., Florkovikova I., Makarevich A.V., Schaeffer H.J., Kotwica J. and Marnet P.G. (2003).** Oxytocin mediates some effects of insulin-like growth factor-I on porcine ovarian follicles. *J. Reprod. Dev.* 49:141-149.

81. **Ślebodziński A.B., (2005).** Ovarian iodide uptake and triiodothyronine generation in follicular fluid. The enigma of the thyroid ovary interaction. *Domestic Animal Endocrinology.* Vol. 29. Issue 1: 97-103.

82. **Ślebodziński A.B., Ingarden J., Styczyńska E., Szejnoga M. and Czwojdrak S. (1998).** Triiodothyronine (T3) as a paracrine factor in mares's follicular fluid. *Proceedings of the 7th international symposium on equine reproduction University of Pretoria 12–17 July:* 61–62.

83. **Steimbach J., (1986),** Swine. Effects of the tropical climate on the physiology and productivity of pig. *World Animal Science* 5 (H.D. Johnson, editor), *Bioclimatology and the adaptation of livestock,* cap. 13:181-199.

84. **Sukumarannair S. Anil, Larriestra A., Deen J., Anil L. (2005).** A path analysis of the factors associated with seasonal variation of breeding failure in sows. *Anim. Science/Veterinary building,* accepted 1 june 2005.

85. **Swenson M. J.** y **Reece W. O. (1999)**. "Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes", 5° Edición en español, editores Noriega, cap.47: 886-895 y 645.
86. **Tatst A. (2002)**. Endocrinological basis of seasonal infertility in pigs. . Academic dissertation. Department of Clinical Veterinary Sciences. Faculty of Veterinary Medicine. University of Helsinki. September 9th 2002. Helsinki, Finland. ISBN 952-91-5024-5.
87. **Tatst A.**, Peltoniemi O.A.T., Virolainen J.V. and Love R.J. (2002). Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. Animal Reproduction Science. 74, issues 1-2, pag. 75-86.
88. **Thyroid physiology and tests of function (2002)**. www.anaesthetist.com/icu/orgns/endocr/thyroid (17-11-2005-04:21 a.m.)
89. **Tiroides.net (2001)**. www.tiroides.net/como.htm (29-11-2005-07:40 a.m.)
90. **Toniollo G.H.**, Vicente W.R.R., de Olivera C.A., Malheiros M.B. y Carvalho M.B. (1998). Avaliação dos níveis séricos de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) durante o ciclo estral em marrãs (*Sus scrofa domestica*-Linnaeus, 1758). Brazil J. vet. Res. anim. Sci. São Paulo, v. 35, n. 5: 210-214.
91. **Trost S.**, Swanson E., Gloss B., Wang-Iverson D., Zhang H., Volodarsky T., Grover G., Baxter J., Chiellini G., Scanlan T. and Dillmann W. (2000). The thyroid hormone receptor- β -selective agonist GC-1 differentially affects plasma lipids and cardiac activity. Endocrinology. Vol. 141 n° 9 3057-3064.

92. **Vanroose G.**, de Kruif A. and Van Soom A. (2000). Embryonic mortality and embryo-pathogen interactions. *Animal Reproduction Science*. Vol. 60-61: 131-143.
93. **Vasudevan N.**, Ogawa S. and Pfaff D. (2002). Estrogen and thyroid hormone receptor interactions: Physiological flexibility by molecular specificity. *Physiological Reviews*. Vol 82, n° 4: 923-944.
94. **Vesseur P.C.**, Kemp B. and Den Hartog L.A. (1994). Factors affecting the weaning-to-estrus interval in the sow. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 72: 225-233.
95. **Virolainen J.** (2005). Post-breeding effects of feeding on reproduction in gilts and sows. Academic dissertation. Department of Clinical Veterinary Sciences. Faculty of Veterinary Medicine. University of Helsinki. May 20th 2005. Helsinki, Finland. ISBN 952-91-8633-9.
96. **Wakim N.G.**, Ramani N. and Rao C.V. (1987). Triiodothyronine receptors in porcine granulosa cells. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Vol.156. Issue 1: 237-240.
97. **Webster A.** (1983). Nutrition and the thermal environment. J.A.F. Rook and P.C. Thomas (editors). *Nutritional Physiology of Farm Animals*. Longman, London, 639-669.
98. **Williamson P.**, Hennessy D.P. and Cutler R. (1980). The use of progesterone and oestrogen concentrations in the diagnosis of pregnancy, and in the study of seasonal infertility in sows. *Australian Journal of Agricultural Research* 31 (1) 233-238.

99. **Wise T.**, Ford J. (1988). Relationship of liver weight, cholesterol, albumin and α 2-macroglobin concentrations with ovarian function in swine. J. Steroid. Biochem. Molec. Biol. 67 (5-6), 383-390.
100. **Wrathall A. E.** (1993). Mecanismos del Fracaso Reproductivo: Concepción y Gestación. II Congreso Internacional de Reproducción e I. A. Porcina, Madrid, España. 4, 5, 6 y 7 de marzo de 1993.
101. **Wrathall A. E.**, Wells D.E., Jones P.C., Foulkes J.A. (1986). Seasonal variations in serum progesterone levels in pregnant sows. Vet. Rec. 118 (25): 685-687.
102. **Xin H.**, De Sazer J. (1991). Swine responses to constant and modified diurnal cyclic temperatures. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 34. 2533-2540.
103. **Xue J. L.**, Dial G. D., Marsh W. E., Davies P. R. (1994). Multiple Manifestations of Season on Reproductive Performance of Commercial Swine. J. Anim. Vet. Med. Assoc. 204:1486.
104. **Yoshimura M.** and Hershman J.M. (1995). Thyrotropic action of human chorionic gonadotropin. Thyroid 5: 425-434.

U.N.R.C.
Biblioteca Central



62888

62888