

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE LA RAZA
ROMNEY MARSH SUPLEMENTADAS CON PROPILENGLICOL Y SINCRONIZADAS
MEDIANTE CIDER-SYNCH Y ESPONJA-eCG, VEREDA CARABOBO, MUNICIPIO DE
CONCEPCIÓN SANTANDER.**

**ANGARITA BARAJAS BELCY KARINE
MARIÑO MARIÑO YULY ALEXANDRA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2011**

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE LA RAZA
ROMNEY MARSH SUPLEMENTADAS CON PROPILENGLICOL Y SINCRONIZADAS
MEDIANTE CIDER-SYNCH Y ESPONJA-eCG, VEREDA CARABOBO, MUNICIPIO DE
CONCEPCIÓN SANTANDER.**

**ANGARITA BARAJAS BELCY KARINE
MARIÑO MARIÑO YULY ALEXANDRA**

**Proyecto de grado presentado como requisito al programa de Zootecnia para optar
al título de Zootecnista**

**Director
Dr. EDGAR RICARDO MORENO JEREZ
Médico Veterinario. Es.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2011**

DEDICATORIA

“Aprendí que no se puede dar marcha atrás, que la esencia de la vida es ir hacia adelante. La vida, en realidad, es una calle de sentido único”.

AGATHA CHRISTIE

A **DIOS TODOPODEROSO** por el don de la vida, a **NUESTROS PADRES: ORLANDO, BLANCA, JORGE y RUBIELA**, por los valores inculcados, por infundir en nosotras la perseverancia y fortaleza, por su apoyo incondicional para hacer realidad el cumplimiento de las metas trazadas, por su compañía constante en el proceso de nuestra formación profesional.

BELCY KARINE y YULY ALEXANDRA

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus sinceros agradecimientos a:

La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, sede Málaga, sus directivos, administrativos y personal docente, por sus orientaciones y aportes durante la carrera.

EDGAR RICARDO MORENO JEREZ, Médico Veterinario, Asesor del proyecto por su permanente y acertada orientación para lograr el cumplimiento de nuestro objetivo investigativo.

LUIS ERNESTO BASTO, PABLO EMILIO PEÑA, HERNÁN ORTIZ y ROBERTO PEÑA, productores de ovinos del Páramo de Concepción por la aceptación de la propuesta y el permiso para desarrollarla en su explotación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron su granito de arena para la culminación del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PROBLEMA	18
2. OBJETIVOS	21
2.1 GENERAL	21
2.2 ESPECIFICOS	21
3. MARCO REFERENCIAL	22
3.1 MARCO DE ANTECEDENTES	22
3.2 MARCO TEÓRICO	24
3.2.1 Generalidades de los ovinos	24
3.2.2 Fisiología reproductiva de la hembra ovina	26
3.2.2.1 Ciclo estral en la oveja	26
3.2.2.2. Ovogénesis	28
3.2.2.3 Foliculogénesis	29
3.2.2.4 Factores que afectan la eficiencia reproductiva en la hembra	37
3.2.2.5. Pubertad	41
3.2.3 Hormonas de la reproducción	43
3.2.3.1 Hormonas hipotalámicas	43
3.2.3.2. Hormonas hipofisarias gonadotróficas	43
3.2.3.3 Hormonas esteroideas gonadales	45
3.2.3.4 Hormonas uterinas	47
3.2.4 El fotoperiodo	48
3.2.5. Inducción del celo	52
3.2.6 Sincronización del estro	53
3.2.7 Ultrasonografía	56
3.2.8. Índices reproductivos en ovinos	58
3.2.9 Condición Corporal	60
3.2.9.1 Rangos de la condición corporal	62
3.2.10 Nutrición en hembras ovinas	63
3.2.11. Propilenglicol	64
3.2.11.1 Metabolismo del Propilenglicol en el rumen	66
3.2.12 Interacción nutrición - reproducción	66
3.2.12.1 Balance energético	67
3.2.12.2 Insulina	67

	Pág.
3.2.12.3 Factor del crecimiento insulinoide (IGF)	69
3.2.12.4 Leptina	70
3.3 MARCO LEGAL	72
3.4 MARCO CONCEPTUAL	73
4. METODOLOGÍA	75
4.1. LOCALIZACIÓN	75
4.2. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	76
4.3. MATERIALES	76
4.3.1. Praderas e Instalaciones	76
4.3.2. Insumos	77
4.3.3. Animales	79
4.4. TIPO DE INVESTIGACION	80
4.5. TRATAMIENTOS EVALUADOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	80
4.6. VARIABLES A EVALUAR	82
4.6.1. Porcentaje de presentación de estro	82
4.6.2. Porcentaje de preñez	82
4.6.3. Índice de prolificidad	82
4.6.4. Comportamiento de los niveles de glicemia	82
4.6.5. Comportamiento de los niveles de progesterona sérica.	83
4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	83
5. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	93
5.1. PORCENTAJE DE PRESENTACIÓN DE ESTRO	93
5.2. PORCENTAJE DE PREÑEZ	97
5.3. INDICE DE PROLIFICIDAD	100
5.4. COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE GLICEMIA	103
5.5. COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE PROGESTERONA SÉRICA	108
5.6. ANALISIS ECONÓMICO	111
6. CONCLUSIONES	114
7. RECOMENDACIONES	116
8. BIBLIOGRAFIA	119

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Crecimiento Folicular	30
Figura 2. Diagrama esquemático del ovario de un mamífero	32
Figura 3. Evaluación de la condición corporal en ovinos	62
Figura 4. Metabolismo del propilenglicol en el rumen	66
Figura 5. Relaciones potenciales entre leptina y la actividad reproductiva en los mamíferos.	72
Figura 6. Finca La Vega	76
Figura 7. Banco de forraje Kikuyo, Trébol Blanco, Azul Orchero, Oloroso y Chicoria	77
Figura 8. Equipos e Insumos	78
Figura 9. Selección de machos y hembras para el ensayo	80
Figura 10. Diseño en Bloques Completos al Azar	82
Figura 11. Manejo y Selección de las Hembras	84
Figura 12. Suministro de Propilenglicol.	85
Figura 13. Días de Colecta de muestra Sanguínea durante la Sincronización	86
Figura 14. Colecta Sanguínea para prueba de Glicemia	86
Figura 15. Colecta Sanguínea para prueba de Progesterona	87
Figura 16. Muestras sanguíneas para análisis de progesterona	87
Figura 17. Inserción de la Esponja en el aplicador	88
Figura 18 . Sincronización con Esponja-eCG	89
Figura 19 . Protocolo de Sincronización Esponja-eCG	89
Figura 20. Sincronización con CIDR	90
Figura 21. Protocolo de sincronización CIDR-synch	91
Figura 22. Arnés de Monta y Servicio del Macho	92
Figura 23. Toma de Ecografía para Confirmación de preñez	92
Figura 24. Porcentaje de Presentación de Estro en cada Tratamiento	95
Figura 25. Porcentaje de Hembras Preñadas por Tratamiento con respecto a las 21 ovejas preñadas	99
Figura 26. Índice Prolificidad por Tratamiento.	102
Figura 27. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 0)	105
Figura 28. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 3)	105
Figura 29. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento(día 7)	106
Figura 30. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 11)	106
Figura 31 .Concentración de Progesterona (ng/ml) en cada Tratamiento	110

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características Reproductivas de las Ovejas y cabras.	59
Cuadro 2. Composición nutricional del propilenglicol (PPG) (Valores Energéticos Kcal/Kg)	65
Cuadro 3. Presentación de Estro por Tratamientos.	94
Cuadro 4. Presentación de Estro por Tratamientos y Bloques	94
Cuadro 5. Análisis de Varianza para Presentación de Estro por Tratamientos	95
Cuadro 6. Comparación de medias para la Presentación de Estro.	95
Cuadro 7. Porcentajes Hembras Preñadas en cada Tratamiento	97
Cuadro 8. Porcentajes de Preñez por Tratamientos y Bloques.	98
Cuadro 9. Análisis de Varianza por Tratamientos para el Índice de Preñez	98
Cuadro 10. Comparación de medias para índice de preñez	98
Cuadro 11. Número de Corderos Nacidos por Tratamiento	101
Cuadro 12. Índice de Prolificidad por Tratamientos y Bloques.	101
Cuadro 13. Análisis de varianza para el índice de Prolificidad.	102
Cuadro 14. Comparación de Medias para Índice de Prolificidad.	102
Cuadro 15. Niveles Promedios por Horas y Días de Glicemia en Tratamientos y Bloques	104
Cuadro 16. Análisis de varianza para los Niveles Promedios por Horas y Días de Glicemia en Tratamientos y Bloques.	104
Cuadro 17. Niveles Promedios por Días en Concentraciones de Progesterona (ng/ml) por Tratamientos y Bloques.	108
Cuadro 18. Análisis de Varianza para la Concentración de Progesterona (ng/ml) por Días.	109
Cuadro 19. Comparación de Medias para Concentración de Progesterona (ng/ml) por Días.	109
Cuadro 20. Presupuesto de inversión de Tratamientos de Sincronización y suplementación.	112
Cuadro 21. Análisis de Marginal de Tratamientos de Sincronización y Suplementación	113

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Distribución de las hembras dentro del diseño experimental para la toma de muestra de los niveles de glicemia y progesterona	122
Anexo B. Valores promedios por horas y días en los niveles de glicemia (mg/dl) por tratamientos	123
Anexo C. Concentraciones de progesterona sérica (ng/ml).	124
Anexo D. Resultados Pruebas de Laboratorio	125

GLOSARIO

ESPERMATOZOIDE: Es una célula masculina altamente especializada; consta de dos partes: Cabeza y cola. La cabeza es plana y ovoide y en su mayor parte está constituida por un núcleo. El núcleo contiene los cromosomas, los cuales son los responsables de transmitir la información genética paterna.

ESTRO: La palabra estro proviene del griego y significa tábano, bramar, maravilla, locura. La palabra se utilizó para bautizar las familias de las moscas del ganado (*Oestridae*) que molestaban mucho a los rebaños de vacas (hasta provocar estampidas). Puesto que el comportamiento de las hembras presentaba síntomas de excitación similares, la expresión estro se aplicó a la fase del celo.

FECUNDACIÓN: Unión de gametos haploides masculino y femenino (espermatozoide y ovocito, respectivamente) y generación de un cigoto diploide; esto resulta en el origen de un nuevo individuo. La fecundación, a su vez, es la culminación de una serie de eventos regulados delicadamente que tiene como objeto poner a ambos gametos en contacto.

FOLÍCULO: Folículo ovárico inmaduro.

FOTOPERIODO: Duración del periodo luminoso en 24 horas.

HORMONA: La palabra hormona deriva del verbo griego *hormao* que significa activar o estimular, es decir, una hormona es una sustancia que pone en marcha los procesos metabólicos que de otro modo no funcionarían.

MEIOSIS: División celular durante la formación de las células germinales en la cual el número cromosómico se reduce en cada célula hija, la que recibe sólo un miembro de cada par cromosómico.

MITOSIS: División celular en la cual cada cromosoma se duplica y las células hijas tienen la misma cantidad de cromosomas que la célula madre.

OVOCITO: El ovocito está compuesto por la célula germinal propiamente dicha y se encuentra recubierto por estructuras acelulares y celulares. La cubierta celular que rodea al ovocito se conoce como zona pelucida y es un complejo de tres (o más) glicoproteínas secretadas por el mismo ovocito. Por fuera de ella se localizan células derivadas de la granulosa del folículo ovárico. El conjunto de estas células se denomina cumulus oophorus y el mismo se encuentra bañado por una matriz secretada por sus células.

OVULACIÓN: Liberación del óvulo por parte del ovario.

ÓVULO: Célula reproductiva femenina de los animales superiores; tiene el número cromosómico reducido o n .

POLIESTRAL: Especie en la que las hembras tienen más de un ciclo estral al año.

PROPILENGLICOL: Es un hidrato de carbono $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}]$ utilizado como fuente rápida de glucosa y energía . Es producido comercialmente a partir del propileno y el carbonato.

SINCRONIZACIÓN: Proceso por el cual un grupo de animales se inducen a ovular en un periodo corto de tiempo.

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACION DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE OVEJAS DE LA RAZA ROMNEY MARSH SUPLEMENTADAS CON PROPILENGLICOL Y SINCRONIZADAS MEDIANTE CIDR-SYNOSH Y ESPONJA-eCG. VEREDA CARABOBO MUNICIPIO DE CONCEPCION, SANTANDER*.

AUTORES: ANGARITA BARAJAS BELCY KARINE Y MARIÑO MARIÑO YULY ALEXANDRA**

PALABRAS CLAVES: Hormonas, sincronización, ovinos, propilenglicol, suplementación,.

CONTENIDO:

En los pequeños rumiantes la actividad reproductiva está asociada con la baja disponibilidad energética, los mecanismos aun no están determinados en su totalidad, pero se estiman que están mediados por cambios en los niveles hormonales, condición corporal (C.C.) y consumo de alimento, alterando la secreción de gonadotrofinas, la dinámica folicular, la tasa ovulatoria y desarrollo embrionario.

En el presente trabajo se seleccionaron 36 hembras ovinas de la raza Romney Marsh con C.C. de 2.5 a 3.0 y edades de 24 a 30 meses, las cuales se agruparon al azar en tres diferentes tratamientos los cuales consistían en la suplementación o no con propilenglicol y la sincronización del ciclo estral con dos diferentes protocolos, tratamientos conformados así: T0: Tratamiento testigo, T1:suplementacion con Propilenglicol, T2: Suplementación con propilenglicol mas sincronización con esponja-eCG T3: suplementación con propilenglicol más sincronización con CIDR-Synsh, T4 Sincronización con Esponja-eCG, T5: Sincronización con CIDR-Synsh, en donde se evaluaron los niveles de glicemia, progesterona sérica, presentación de estro, porcentaje de preñez y de prolificidad de cada tratamiento.

Los resultados mostraron que las ovejas del T1 al suministrárseles propilenglicol aumentaron los niveles de glicemia entre las horas de toma de muestra (7:00, 7:30, 8:30 y 9:30) y progesterona durante los días evaluados (Días 0, 3, 7, 11) $P < 0.05$, en comparación con T0; influyendo en la presentación de estro, porcentaje de preñez y prolificidad de los tratamientos T2, T3, T4 y T5.

En conclusión la suplementación energética a ovejas anestrícas y con baja C.C. influyo sobre los comportamientos de glicemia y progesterona, la cual unida a la sincronización estral repercutieron positivamente sobre la eficiencia reproductiva de las hembras ovinas, logrando mayores porcentajes de preñez, prolificidad y la posibilidad de obtener dos partos al año o tres partos en dos años.

*Trabajo de grado

** Facultad: Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: MV. MORENO JEREZ, Edgar Ricardo, Especialista en Reproducción.

SUMMARY

TITLE: EVALUATION OF THE REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF ROMNEY MARSH BREED SHEEP, SUPPLEMENTED WITH PROPYLENGLICOL AND SYNCHRONIZED BY MEANS OF CIDR-SYNOSH AND eCG SPONGE, CARABOBO COUNTY CONCEPCION MUNICIPALITY SANTANDER *

AUTHORS: ANGARITA BARAJAS BELCY KARINE Y MARIÑO MARIÑO YULY ALEXANDRA **

KEY WORDS: Hormones, synchronization, sheep, propylene glycol supplementation.

CONTENTS:

For the small ruminants, the reproductive activity is associated with the low availability of energy, the mechanisms are not determined yet into their totality, but it is estimated that are mediated by changes on hormonal levels, corporal condition (C C) and feeding, altering gonadotrophins secretion, follicular dynamic, ovulating rate and embryary development.

In this work, 36 ovine Romney Marsh breed ewes were selected with corporal condition between 2,5 and 3,0 and ages between 24 and 30 months old, which were gathered at random for six different treatments which consisted on supplementation with or without propilenglicol and the synchronization of the estral cycle with two different protocols, treatments were formulated in this way: T0; witness treatment, T1 supplementation with propilenglicol, T2 supplementation with propilenglicol plus synchronization with eCG sponge, T3 supplementation with propilenglicol plus synchronization with CIDR –SYNSH, T4 synchronization with eCG-sponge, T5 synchronization with CIDR-synsh where glycemia levels, serum progesterone, estrum presentation, pregnancy and prolificacy percentages were evaluated.

Results showed that T1 sheep, when being suministred propilenglicol, increased glycemia levels between the sampling hours (7:00 am, 7:30 am, 8:30 am, 9:30 am) and progesterone during the evaluated (days 0, 3, 7, 11) $p < 0.05$ in comparison with T0; influencing on estrum presentation, pregnancy and prolificacy percentage of treatments T2, T3, T4 and T5.

In conclusion, the energetic supplementation for anestruc ewes with low corporal condition, influenced on the glycemia and progesterone levels development, which along with the estral synchronization had effect in a positive way on the reproductive efficiency of the ovine female, reaching better pregnancy and prolificacy percent ages and the possibility to obtain two or three births a year during two years.

* Work Degree

**Faculty institute for Regional Projection and Distance Education. Animal Husbandry program. Director: MV. JEREZ MORENO, Edgar Richard, Reproductive Specialist.

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en Colombia es una de las actividades que actualmente ha despertado el interés de los ganaderos en el sector agropecuario, primero por la gran demanda de carne en el mercado debido al crecimiento poblacional y segundo porque en los últimos años la tendencia mundial ha llevado a un auge relevante en el desarrollo de los sistemas de producción ovina, esto se debe a su capacidad productiva y a las bondades que sus productos proporcionan, por tales circunstancias se ha presentado un significativo avance en el conocimiento de las características y particularidades fisiológicas de esta especie, de modo que orienten a un adecuado y estratégico manejo del sistema productivo y control reproductivo más eficiente, a través de tecnologías económicamente factibles que optimicen la producción de pie de cría, lana, leche y carne (expresada en el número de corderos destetados por oveja o bien el número de kilogramos de corderos destetados por oveja). No obstante, los sistemas de explotación que prevalecen son extensivos, con índices de producción bajos, ya que no se tienen en cuenta aspectos como: nutrición, estado fisiológico (Gestación, lactancia, periodo postparto), sanidad, reproducción, manejo, lo cual limita el desarrollo tecnológico y empresarial, es decir, la productividad del sistema, de manera que sea rentable y sostenible frente a las oportunidades de comercialización nacional e internacional.

En los pequeños rumiantes, la actividad reproductiva, está asociada con la disponibilidad de energía (Funston, 2.004 citado por Nieto Aquino), los mecanismos aún no están determinados en su totalidad, pero se estiman que son mediados por cambios en los niveles de hormonas metabólicas (Scaramuzzi *et al* 2.006)¹, cambios en la reserva corporal y el nivel de consumo de alimento se relacionan con alteraciones en la secreción de gonadotropinas, dinámica folicular, tasa ovulatoria y desarrollo embrionario (Guerra-García, et al 2.009).

¹NIETO AQUINO, Rafael. Grasa de sobrepeso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal y su respuesta en el estro sincronizado, perfil endocrino, porcentaje de gestación y prolificidad. 2.009. Consultado en: http://www.cm.colpos.mx/2010/images/tesis_p/ganaderia/tesis_grasa.pdf

El objetivo del presente estudio, fue la adición de un suplemento energético (Propilenglicol) en la dieta de hembras ovinas de la raza Romney Marsh seleccionadas para la aplicación de un programa de reproducción asistida (sincronización del estro), en el Páramo de Concepción, Santander, donde se evaluó la eficiencia reproductiva, expresada como porcentaje de presentación de estro, porcentaje de preñez, y prolificidad, y la influencia de este suplemento sobre los niveles séricos de glicemia y progesterona, con el fin de contribuir en la generación y transferencia de tecnología a los ovinocultores de la región y con miras al aprovechamiento del potencial de la raza para futuros planes de reproducción y mejoramiento genético.

1. PROBLEMA

En Colombia se ha mantenido e incrementado la explotación ovina, debido a que es una actividad laboral que genera ingresos adicionales y permite mejorar la calidad de vida de los pequeños productores, tanto así, que para obtener una producción eficiente de corderos y lana, depende en gran medida de lograr una adecuada eficiencia reproductiva de las madres, entendida como su capacidad para producir al destete la mayor cantidad de crías y así mismo de lana. Estos aspectos han llevado a la necesidad de conocer las características del comportamiento reproductivo para plantear estrategias de manejo y control que permitan dar la continuidad y eficiencia deseada dentro del sistema de explotación.

En la provincia de García Rovira, el manejo de las explotaciones ovinas a nivel de páramo y clima frío, los productores de la región han reportado una baja eficiencia reproductiva, a causa del manejo del denominado año ovino, proceso que inicia con el sistema de lotes de monta por tres celos consecutivos en los meses de julio, agosto y parte de septiembre, época en que hay buena base forrajera por encontrarse en un trance entre finales de invierno y principios de verano, factor que favorece su máxima producción; luego, se sigue con el proceso de partos en los meses de diciembre, enero y parte de febrero, época de intenso verano, donde la disponibilidad de forraje verde de buena calidad empieza a decaer como consecuencia de la presencia de heladas en la zona de páramo, evento que dificulta el desarrollo de dos gestaciones en el año, ya que se ven disminuidos en la dieta los requerimientos energéticos necesarios para sostener y optimizar los procesos fisiológicos, reproductivos y de producción (leche, lana y/o carne) en la hembra ovina.

Para incrementar la eficacia reproductiva en la explotación ovina es necesario aplicar técnicas que ayuden a obtener beneficios económicos, dentro de ellas se encuentran, la sincronización del ciclo estral, tecnología que en Colombia aún no es implementada, ya sea, por la preocupación de los productores, en cuanto a los resultados a obtener con el uso de esta técnica, o por la falta de conocimiento y experiencia en su manejo. Por otra

parte las ventajas que ofrecen al aplicarse en la majada son, tener un gran porcentaje de hembras en celo en un mismo momento lo que facilitaría la utilización ya sea de la monta natural dirigida o la Inseminación Artificial al concentrar el trabajo en unos pocos días y, por ende, agrupar los nacimientos en un mismo período, para lograr así un mejor control de las pariciones, obtener lotes homogéneos de corderos, ajustar los requerimientos alimenticios del rebaño, planificar la utilización eficiente de los recursos disponibles, acortar el intervalo generacional, mejorando la ganancia genética anual, disminuir el número de días abiertos, aumentar la eficiencia reproductiva de machos de alto valor genético y reducir en cierta medida el grado de consanguinidad.

Estas metas se pueden alcanzar correlacionando manejo, reproducción y nutrición, puesto que la adecuada suplementación en la época de apareamiento estimula los niveles ovulatorios, lo que dará, según los investigadores índices más elevados de prolificidad, probablemente por una mayor supervivencia embrionaria. De modo que, las dietas suministradas deben cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción de los animales, ya que en la etapa del parto y posparto es cuando se presenta estrés metabólico en la ovejas, y la cantidad de energía utilizada para la producción y el mantenimiento de la cría se excede en la cantidad de energía incorporada con la dieta, esto sumado a la disminución de la oferta forrajera en épocas de lluvias y sequía, de manera que las hembras deben compensar estos desbalances obteniendo energía de sus reservas en el organismo, perdiendo condición corporal y afectando su funciones metabólicas y reproductivas; para ello se ofrece la alternativa de incluir aditivos energéticos, como es el caso del propilenglicol (PPG), el cual de acuerdo a estudios realizados, durante el proceso de sincronización ayuda a incrementar los niveles de progesterona y mejora la calidad del cuerpo lúteo, por su característica de precursor glucogénico que durante la metabolización se convierte en propionato que en su mayoría sale del rumen sin transformar para ser convertido en glucosa por el hígado, principalmente a través de la ruta del lactaldehído, con oxidación a lactato (Miller y Bazzano, 1.995 citado por Hidalgo O.C.), el propionato es transportado al hígado a través del sistema portal, donde se transforma en piruvato y finalmente en glucosa vía oxalacetato (Emery et al, 1.967 citado por Hidalgo O.C.) y luego va a actuar a través de la

modificación de las concentraciones de Factor de Crecimiento Insulinoide (IGF-I) y de la insulina, con repercusiones en la actividad ovárica².

La utilización de programas de reproducción asistida junto con este tipo de suplementos en explotaciones ovinas, es de gran importancia, porque permitirá realizar un mejor aprovechamiento de la capacidad productiva y reproductiva de las hembras élite y de machos puros de alta selección, mejorar el manejo integrado del aprisco estandarizando protocolos de sincronización que optimicen los índices de prolificidad y en consecuencia la rentabilidad de la explotación, aprovechando el apogeo que está tomando la comercialización tanto de pie de cría como de los productos ofrecidos por el ganado ovino en el país.

Con la ejecución de este proyecto se pretende contribuir al desarrollo investigativo, tecnológico y empresarial del sector ovino, mediante la aplicación de la biotecnología reproductiva para obtener mayor demanda en términos poblacionales, ya que junto al uso de este suplemento energético se lograrán dos partos al año si fuera posible, o en su defecto tres partos en dos años con un descanso de tres meses después de cada gestación, produciendo impacto positivo en la cadena ovina, constituyéndose como aportes básicos en la consolidación y desarrollo de esta industria animal en la región y por ende en el país.

²HIDALGO O.C. *et al.* El propilenglicol mejora los resultados de la transferencia de embriones. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), España. Consultado en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/propilenglicol-mejora-resultados-transferencia-t1683/p0.htm>

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL:

Evaluar la eficiencia reproductiva en hembras ovinas de raza Romney Marsh, mediante la influencia de una suplementación energética con propilenglicol y sincronización con la aplicación de Dispositivos intravaginales liberadores de progesterona, Hormona Liberadora de Gonadotropinas (CIDR-synch) y Esponja-Gonadotropina Coriónica Equina (eCG); en la finca La Vega, vereda Carabobo, municipio de Concepción-Santander.

2.2 ESPECÍFICOS:

- * Evaluar el comportamiento reproductivo de las hembras, expresado en el porcentaje de presentación de estro, índice de preñez e índice de prolificidad, bajo la influencia de los diferentes tratamientos utilizados.
- * Evaluar el efecto de cada tratamiento sobre el comportamiento de los niveles de glicemia en las ovejas tratadas.
- * Evaluar el efecto de cada tratamiento sobre los niveles de progesterona sérica.
- * Evaluar la respuesta técnico-económica de los diferentes tratamientos evaluados.
- * Aportar conocimientos para la planeación y organización de programas de manejo y control reproductivo en ovinos.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Uribe-Velásquez et al, en el año 2.008, realizaron un estudio en Brasil donde evaluaron los efectos de la prostaglandina ((PGF₂α) vs el CIDR y eCG en la dinámica de la población folicular y su relación con las concentraciones plasmáticas de progesterona en 14 ovejas cíclicas de la raza Bergamascia, esta dinámica fue monitoreada diariamente por medio de ecógrafo. Desde el día anterior a la sincronización hasta el día 10 del ciclo estral se colectaron muestras de sangre para el análisis de progesterona encontrándose diferencia significativa en la concentración plasmática de progesterona entre los tratamientos. La sincronización del estro y ovulación utilizando CIDR + 500 UI de eCG, incrementó la cantidad de folículos recolectados, además de aumentar el diámetro máximo y la tasa de crecimiento de los folículos grandes en la primera onda folicular. Finalmente llegaron a la conclusión que la sincronización del estro y de la ovulación en hembras ovinas, utilizando el CIDR y 500 UI de eCG, incrementa la cantidad de folículos, además de aumentar el diámetro máximo y la tasa de crecimiento de los folículos grandes. La asociación CIDR+500 UI de eCG provoca aumentos significativos en las concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) al inicio de la fase luteal en hembras ovinas³.

González-Bulnes y *col*, en el año 2.000, observaron las características del desarrollo folicular en ovejas y cabras, al igual que la influencia sobre los rendimientos obtenidos en tratamientos de superovulación. La investigación se basó en la evaluación de: los patrones de dinámica folicular durante el ciclo sexual, las características de la dinámica folicular durante el tratamiento de superovulación, el efecto del tipo de gonadotropinas exógenas sobre la dinámica folicular, el efecto del protocolo de administración de las gonadotropinas exógenas sobre la dinámica folicular y el efecto del estatus folicular previo

³URIBE, E.; OBA, E. y MIL, Souza. Población folicular y concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en ovejas sometidas a diferentes protocolos de sincronización. Sao Paulo (Brasil), 2008. Citado en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/amv/v40n1/art12.pdf>

sobre la respuesta a las gonadotropinas exógenas. El análisis del conjunto de los resultados obtenidos indicó que la vía adecuada para incrementar los rendimientos de los protocolos de superovulación actuales consistiría en el aumento de los folículos gonadotropo-receptivos en buenas condiciones de desarrollo, evitando la presencia de folículos capaces de ejercer dominancia⁴.

Hidalgo O. Carlos y *col*, evaluaron la capacidad de una administración sostenida de propilenglicol para estimular los resultados reproductivos y mejorar el porcentaje de gestaciones tras la transferencia de embriones bovinos obtenidos *in vivo* congelados/descongelados, para explicar los mecanismos de acción del propilenglicol analizando sus efectos sobre la progesterona, insulina, factor de crecimiento semejante a la insulina (IGF-1), glucosa, urea y triglicéridos. Se seleccionaron 286 novillas cíclicas de 15 a 18 meses de edad, con un peso vivo exigido de 350 kg (50-60% del peso adulto) y una puntuación de condición corporal de 3 a 3,5 unidades (escala de 1 a 5, donde 1=emaciada y 5=obesa), fueron sincronizadas con dos dosis de un análogo sintético de PGF2 (Prostaglandina) administrado con 11 días de intervalo (2 mL im; Estrumate®, Schering-Plough, Alemania). La detección del estro (día 0) se basó en la observación tres veces al día de los signos comportamentales y los niveles séricos de P4; Se seleccionó al azar a la mitad de los animales de cada granja para recibir una dosis oral diaria de propilenglicol (250 mL) por la mañana durante los 20 días previos a la fecha prevista de transferencia embrionaria, mientras que las novillas restantes no fueron tratadas y actuaron como controles. La administración oral de propilenglicol aumentó la calidad del cuerpo lúteo y los niveles séricos de progesterona. Así mismo, se seleccionó una mayor proporción de receptoras para la transferencia y aumentaron los índices de gestación y parto, por lo que la utilización de propilenglicol puede mejorar el beneficio económico en el campo o en la industria de la transferencia de embriones. De este modo, algunos factores que inciden de modo importante en los sistemas reproductivos (por ejemplo: progesterona, insulina y probablemente IGF-1) parecen estar involucrados en los

⁴GIBONNS A., CUETO M. Manual de transferencia de embriones. Bariloche (Argentina), Ediciones INTA, 1995. Citado en <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/reproduc/ct-290.pdf>

mecanismos por los cuales el propilenglicol mejora los resultados de la transferencia embrionaria⁵.

Pevsner, D.A., *et al* en 2.005 utilizaron 88 hembras de la raza Corriedale anovulatorias para ser tratadas con una dosis IM de 50 mg de 17 β -estradiol 7 (E-7) o 3 (E-3) días antes del inicio de una bioestimulación con carneros y ovejas en celo (día 0) o control no tratado (NoE), y dosificación oral con 100 ml de Solución Gluconeogénica de 70% glicerol, 20% propilenglicol y 10% agua, aplicados antes de la bioestimulación con carneros; al realizar las observaciones se encontró que de acuerdo al tipo de cuerpo lúteo formado (vida corta o vida normal) la Tasa de Ovulación inmediata a la bioestimulación fue mayor ($p < 0,01$) en ovejas que desarrollaron cuerpos lúteos de vida normal ($1,92 \pm 0,15$) que aquellas que desarrollaron Cuerpos luteos de vida Corta ($1,42 \pm 0,11$). Esa diferencia sería debido a un efecto de la dosificación con la Solución Gluconeogénica, la cual aumentó significativamente ($p < 0,05$) la tasa de ovulación de ovejas dosificadas⁶.

Nieto Aquino Rafael en 2.009 evaluó el efecto de la adición de grasa de sobrepeso por un periodo de siete días en ovejas con diferentes espesor de grasa dorsal, durante la sincronización del estro, observando que la adición de grasa de sobre paso no modificó la respuesta en inicio y duración del estro, y el pico preovulatorio de LH, e índice de prolificidad, posiblemente debido al balance energético positivo presentado en las ovejas de espesor de grasa dorsal baja. Sugiriendo que el tipo de grasa adicionada redujo la concentración de progesterona, quizás debido a una secreción temprana de prostaglandinas, mientras que hembras con un espesor de grasa dorsal alto mostraron incrementos en la concentración de insulina y estrógenos, lo cual se atribuye a un mejor estado metabólico, nutricional y corporal presente en ese grupo de animales⁷.

⁵HIDALGO O.C. *et al*. El propilenglicol mejora los resultados de la transferencia de embriones. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), España. Consultado en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/propilenglicol-mejora-resultados-transferencia-t1683/p0.htm>.

⁶PEVSNER, D.A, *et al*, Aactividad ovárica inducida en ovejas corriedale acíclicas tratadas con 17 β -estradiol, dosificadas con una solución gluconeogenica y expuestas a carneros y ovejas en celo. Argentina, 2005. <http://webcache.googleusercontent.com/>

⁷NIETO AQUINO, R. Grasa de sobrepeso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal y su respuesta en el estro sincronizado, perfil endocrino, porcentaje de gestación y prolificidad. México. 2.009. http://www.cm.colpos.mx/2010/images/tesis_p/ganaderia/tesis_grasa.pdf

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Generalidades de los ovinos. Las ovejas probablemente tuvieron su origen en Europa y las regiones más frías de Asia en el pleistoceno o a finales del plioceno, se piensa que las ovejas se derivaron de una animal con aspecto de antílope, relacionado con las gacelas por ciertas similitudes de los molares. Parece que nuestras razas actuales de ovejas pueden relacionarse al menos con dos ancestro remotos, el musmón de Europa (*O. musimon*) y el urial asiático (*O. vignei*)⁸. Los ovinos en Colombia existen desde la llegada de los conquistadores españoles; en 1525 con Rodrigo de Bastidas, en 1530 con Federman, en 1531 con Sebastián de Belalcazar y en 1542 con Alonso Luis de Lugo. Se hace énfasis en que los tipos raciales traídos fueron todos animales productores de lana burda y poca producción de carne que se ubicaron a lo largo de las zonas montañosas, frías y de poca producción forrajera. Con el tiempo se entremezclaron y dieron origen a la denominada raza Criolla colombiana. En épocas posteriores, con la llegada de la esclavitud, vinieron ovinos de pelo desde la Costa Occidental de África; estos tipos raciales se ubicaron en las zonas bajas y cálidas del país, a estos ovinos se les conoce con el nombre genérico de ovinos africanos o simplemente Camuros⁹.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Reino: Animal

Phylum: Cordados

Subphylum: Vertebrados

Clase: Mamíferos

Subclase: Ungulados

Orden: Artiodáctilos

Suborden: Rumiantes

Familia: Bóvidos

Subfamilia: Óvidos

Género: *Ovis*

Especie: *Ovis aries* (Ovino Doméstico)

⁸WARWICK, E.J.; LEGATES, J. E. Cría y Mejora del Ganado. Tercera edición, Editorial Mc Graw Hill, 1988. Pág. 66-69.

⁹PASTRANA BONILLA, Rodrigo. Memorias III Congreso Internacional Caprino y Ovino. Bogotá, 2006.

Los ovinos domésticos (*Ovis aries*) que hoy conocemos, son descendientes de varias especies silvestres; estas son las que más han contribuido en su formación:

- La oveja Argali (*Ovis ammon*) de Asia central.
- la oveja urial (*Ovis vignei*) de Asia.
- El muflón asiático (*Ovis orientalis*) de Asia.
- El muflón Europeo (*Ovis mosimon*) de Europa.
- La oveja Americana (*Ovis canadiensis*)¹⁰.

3.2.2 Fisiología reproductiva de la hembra ovina.

3.2.2.1 Ciclo estral en la oveja. La sucesión de eventos que conducen a períodos regulares de receptividad sexual forman parte del ciclo estral. En la oveja el ciclo estral tiene una duración de 14-19 días, con un promedio de 17, se toma como referencia el día de receptividad sexual por ser el evento más notorio. En un ciclo estral se pueden distinguir básicamente dos fases: La fase folicular y la fase lútea.

FASE FOLICULAR. Durante esta fase, se lleva a cabo el crecimiento folicular, el cuál es controlado en parte por gonadotropinas hipofisarias; la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). La FSH estimula el crecimiento temprano de los folículos y la LH completa las últimas fases de crecimiento. Si los niveles de gonadotropinas y la adquisición de receptores por parte de los folículos coincide, el desarrollo folicular continúa, si no existe esta coincidencia el folículo sufre atresia. La primera fase de desarrollo folicular (fase preantral) es independiente de gonadotropinas, durante esta etapa el ovocito sufre su mayor crecimiento y el folículo adquiere receptores para gonadotropinas. Durante la segunda fase (antral), la cual es más corta, el crecimiento folicular y la formación del antro requiere niveles adecuados de FSH y LH. Además de provocar crecimiento folicular estas gonadotropinas promueven la secreción de estradiol por parte del folículo, el cual dispara el pico preovulatorio de LH que conduce a la liberación del ovocito

¹⁰ARISTIZABAL, Jaime Eduardo. Ovinos: Manual de Manejo. ASOCABRAS. Pág. 5

Los estrógenos circulantes durante la fase folicular inducen el comportamiento estral, el nivel máximo de estrógenos se alcanza justo antes de la manifestación del estro. Se ha demostrado que es necesaria la exposición previa a progesterona para una adecuada manifestación del celo. En la oveja, la primera ovulación al principio de la estación reproductiva no se asocia con manifestaciones de celo. La progesterona producida por la primera fase lútea normal determina el comportamiento estral. El pico preovulatorio de LH coincide con el inicio del estro y aproximadamente 24-27 horas después se produce la ovulación. La oveja ovula espontáneamente; la tasa de ovulación varía con la época del año, la edad y el estado nutricional, observándose un incremento a mediados de la estación reproductiva y entre los 4 y 6 años de edad.

FASE LÚTEA. Después de la ovulación, el espacio dejado por el ovocito es ocupado por células de la granulosa y de la teca que se diferencian en células lúteas grandes y chicas respectivamente. Ambos tipos celulares forman parte del tejido lúteo y son responsables de la producción de progesterona. El cuerpo lúteo es considerado una continuación del desarrollo folicular y es clasificado como una glándula endocrina temporal. Hacia el día 3 ó 4 posteriores al celo se pueden tener concentraciones basales de 0.2 ng/ml de progesterona, alrededor del día 6 ó 7 se alcanzan 2-4 ng/ml. Durante un ciclo estral normal existen 3 ó 4 ondas de crecimiento folicular seguido de atresia, ya que la existencia de un cuerpo lúteo funcional eleva los niveles de progesterona plasmática que evita la liberación de gonadotropinas hipofisarias que finalizarían el desarrollo folicular y provocarían la ovulación. Al final de la fase lútea (día 14 ó 15) los niveles de progesterona plasmática descienden por efecto de la prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) sobre el cuerpo lúteo. La disminución de los niveles de progesterona elimina el bloqueo sobre las gonadotropinas hipofisarias reanudándose el crecimiento folicular final con la probabilidad de una nueva ovulación y por consiguiente un nuevo ciclo.

Al finalizar la época reproductiva como consecuencia de un incremento en la cantidad de horas luz, la oveja cae en una etapa de anestro la cual se caracteriza por la ausencia de ovulación y conducta reproductiva.

Hasta aquí, el ciclo estral se dividió básicamente en dos fases, sin detallar las etapas ni duración de cada una de ellas lo que ayudaría al entendimiento práctico y aplicable del conocimiento. El ciclo estral se divide en cuatro etapas: proestro, estro, metaestro y diestro. Como se mencionó anteriormente se toma como referencia el estro ó celo por ser el evento más notorio.

El estro se presenta en la última parte de la fase folicular, puede durar entre 24 y 48 horas con un promedio de 30 horas, el celo es producto del efecto de los estrógenos sobre el sistema nervioso central. La cópula en el momento de la aparición del celo puede reducir el período de receptividad sexual. Algunas manifestaciones externas de celo incluyen: enrojecimiento de la vulva y presencia de moco vaginal, así como inquietud y búsqueda del macho; en presencia del mismo la hembra orina y se queda estática ante los intentos de monta moviendo frecuentemente el maslo de la cola. Dentro de esta etapa ocurre la ovulación, aproximadamente 4-6 horas antes de que finalice. La siguiente etapa es el metaestro, la cual tiene una duración promedio de tres días y corresponde a la formación del cuerpo lúteo a partir del cuerpo hemorrágico. Después del metaestro, el ciclo estral continúa con el diestro que representa la función lútea plena con una duración de 10 a 12 días. El proestro es la etapa de desarrollo y maduración de los folículos preovulatorios que se da una vez que el cuerpo lúteo ha perdido su funcionalidad, esta etapa tiene una duración promedio de dos días¹¹.

3.2.2.2. Ovogénesis. Las células germinales de la hembra, u óvulos, se originan en el *epitelio germinal* que recubre al ovario. Las células del epitelio germinal emigran hacia el interior del ovario y se desarrollan para formar *ovogonias*, las cuales pueden dividirse mitóticamente para formar más ovogonias, o modificarse para dar origen a los *ovocitos primarios*. Estos ovocitos están rodeados por células somáticas, que probablemente los ayudan a nutrirse y desarrollarse. Cuando el ovocito está rodeado por una sola capa de células forma el *folículo primario*. Los ovocitos primarios inician la división meiótica o reduccional, durante su vida fetal, pero puede durar meses o años, según la especie. Una hembra normal tiene de 60.000 a 100.000 o más ovocitos primarios en el momento del

¹¹ANGULO M., Rosa, VILLANUEVA M., Octavio. Memoria curso teórico práctico "Inseminación artificial en ovinos". Mexico, 2003. Citado en: <http://www.ovinoscaprinos.com.ar/INSEMINACION/Curso%20Inseminacion%20Artificial.pdf>

nacimiento, pero sólo unos cuantos de éstos llegarán a ser óvulos funcionales, pues antes del nacimiento se habrá iniciado ya un proceso de atresia o degeneración, y este proceso continua toda su vida reproductiva.

Las células que rodean algunos de los ovocitos proliferan, hasta que se forman varias capas y se acumula un fluido que distiende el folículo. Muchos folículos inician su desarrollo, pero más tarde sufren atresia, fenómeno más o menos continuo; aquellos que completan su desarrollo se rompen (Ovulación) y el óvulo queda libre en el infundíbulo del oviducto, donde ocurre la fecundación antes que el óvulo salga de la porción superior del oviducto. Poco antes de la ovulación se completa la división meiótica, con la consecuente liberación del primer cuerpo polar; en el momento de la fecundación se realiza una división mitótica y queda liberado el segundo cuerpo polar.

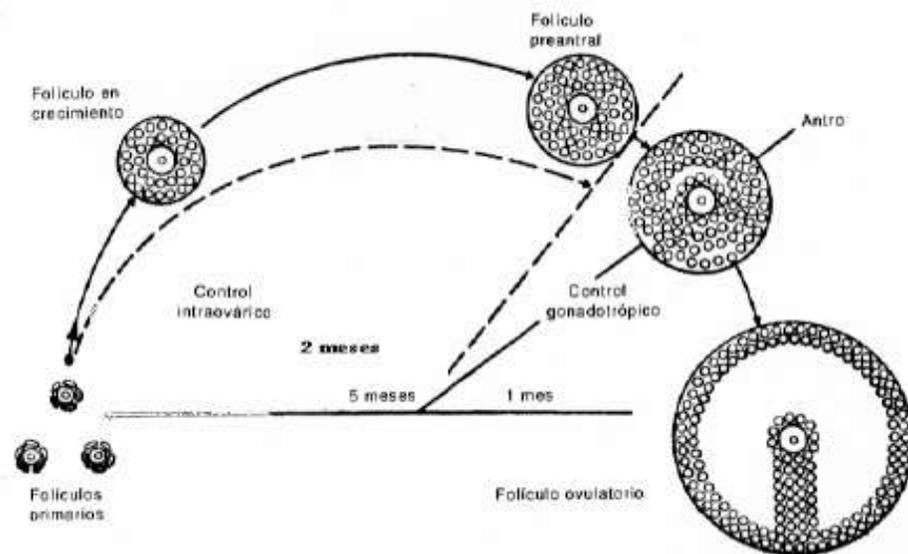
Las ovejas liberan de 1 a 5 óvulos, puesto que cada ovocito primario puede producir solamente un óvulo. Durante la división meiótica, la célula hija funcional (el ovocito secundario) recibe la mayor parte del material citoplasmático, mientras que el cuerpo polar recibe muy poco y no es funcional; esta situación se repite durante la división mitótica, en la cual el ovocito secundario se divide para dar origen al óvulo maduro o huevo, y al segundo cuerpo polar que recibe muy poco citoplasma. Este proceso de formación de los óvulos da como resultado una célula germinal que muchas veces es mayor que el espermatozoide, y que contiene material alimenticio en su citoplasma para nutrir al embrión durante unas cuantas de las primeras divisiones celulares posteriores a la fecundación. El óvulo, incluida la capa externa o zona pelúcida mide aproximadamente de 165 a 175 μ de diámetro: cerca de 16 veces la longitud de la cabeza del espermatozoide, y lo suficientemente grande como para que el ojo humano lo pueda ver a simple vista, en condiciones favorables¹².

3.2.2.3 Folículogénesis. El crecimiento folicular y la maduración del ovulo representan una serie de transformaciones subcelulares y moleculares de los componentes del folículo, como el oocito, la granulosa y las tecas, que dependen de factores intrafoliculares, intraovaricos y endocrinos. En el crecimiento folicular intervienen procesos

¹²WARWICK, E.J. y LEGATES, J.E. Op. cit.

de proliferación y diferenciación inducidas en las células de la teca y de la granulosa, las cuales modifican su capacidad para producir estradiol y responder a las gonadotropinas hipofisarias. El crecimiento, la maduración, la ovulación y luteinización del folículo de Graaf dependen de patrones de secreción adecuada, concentraciones suficientes y relaciones correctas de LH y FSH (figura 1).

Figura 1. Crecimiento Folicular.



Fuente: WARWICK, E.J.; LEGATES, J. E. Cría y Mejora del Ganado.

La foliculogénesis, al menos en la oveja puede dividirse en dos fases:

1. Foliculogénesis basal: la cual se lleva a cabo al menos parcialmente, en ausencia de gonadotropinas,
2. Foliculogénesis tónica: la cual requiere de la presencia de gonadotropinas. Esta comienza cuando los folículos alcanzan 2 mm en la oveja.

MECANISMOS QUE CONTROLAN LA FUNCIÓN CELULAR DURANTE LA FOLICULOGÉNESIS TÓNICA. A medida que el folículo se agranda, disminuye progresivamente la actividad mitótica de las células tecales y granulosas como consecuencia de un cambio de división celular hacia diferenciación celular. Cuando ocurre

este cambio el crecimiento folicular se logra por acumulación de líquido en el antro. Los factores que regulan este proceso se clasifican en endocrinos, autocrinos (dentro del folículo), paracrinos (entre folículos). Algunos de estos reguladores locales son producidos por células granulosas, otros por células tecaes, y otros por ambas. Estos factores son:

IFG1: Factor de Crecimiento como Insulina 1.

FGF: Factor de Crecimiento Fibroblástico.

Inhibina

Activina, producidos por las células de la granulosa.

EGF: Factor del Crecimiento Epidermal, producido por las células tecaes.

TGF β : Factor de Crecimiento y Transformación, producido por las células granulosa y tecaes

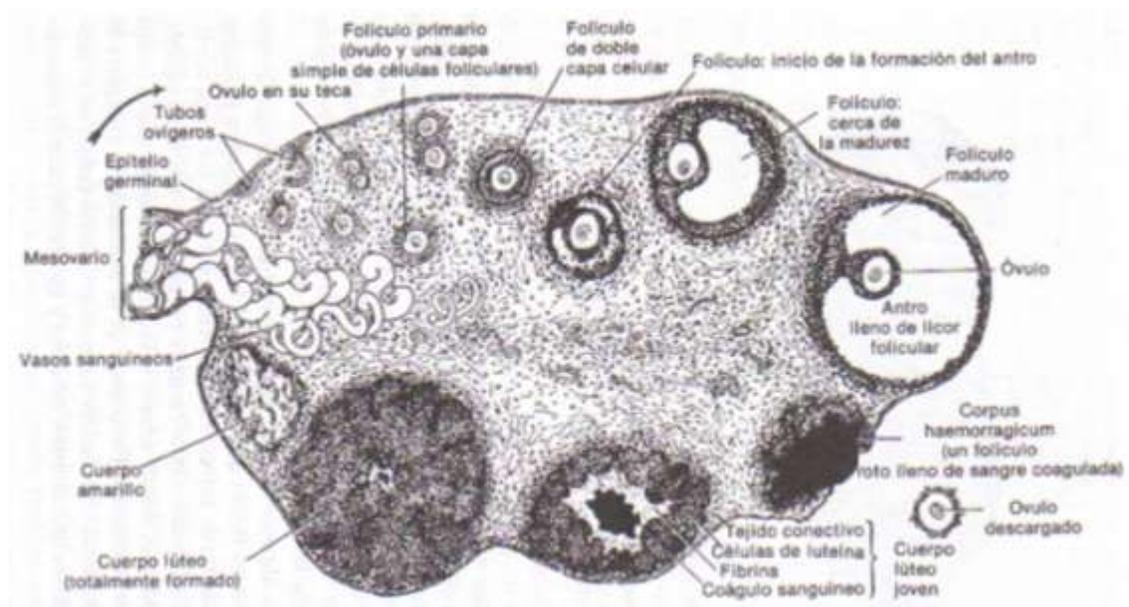
Folistatina, Angiotensina II, y posiblemente otros factores.

La corteza ovárica funcional contiene folículos, los cuales se clasifican de acuerdo al tamaño, número de capas de las células granulosas, desarrollo de la teca y presencia del antro. El folículo primordial está conformado por un oocito rodeado de una capa de células de la granulosa planas. El folículo primario tiene una capa de células cubicas rodeando al oocito que ha incrementado su tamaño. En los folículos secundarios se observa la zona pelucida alrededor del oocito. Las glicoproteínas que la constituyen son sintetizadas por el folículo en crecimiento. Se observa la aparición de una capa de células tecaes y el folículo se considera preantral.

La formación del antro transforma el folículo secundario en antral o terciario, que muestra un aspecto típico: la granulosa tiene 2, 3 y luego 4 capas de células, entre las células granulosas se forman espacios capilares que desembocan en el antro. A la vez los capilares sanguíneos invaden las capas fibrosas que rodean al folículo y forman una

lamina vascularizada, llamada teca interna. Entre la teca interna y la granulosa se encuentra la membrana basal, la cual impide el paso de sangre a la granulosa y el antro. En esta fase el oocito aumenta de tamaño, aparece la teca interna, menos vascularizada, desarrollo el antro aumenta de tamaño; más adelante el folículo se conoce como folículo preovulatorio o folículo de Graaf. Esta es una estructura en forma de ampolla, de 1 a 2 cm de diámetro en la mayoría de las especies, localizada en la superficie del ovario. Consta de un epitelio folicular o capa de células granulosa que limitan el antro lleno de líquido folicular. Contiene el oocito rodeado de células foliculares granulosa ordenadas en forma de corona, que se conoce como corona radial; y el cúmulo ovífero (cumulus oophorus), formado también por células foliculares, pero superpuestas de manera irregular sobre la corona radiada, lo mantiene unido a la capa más externa de células granulosa. La teca folicular que rodea el folículo consta de dos capas: la teca interna está formada por células que rodean el folículo externamente a la membrana basal y es irrigado por numerosos capilares (figura 2).

Figura 2. Diagrama esquemático del ovario de un mamífero.



Fuente: WARWICK, E.J.; LEGATES, J. E. Cría y Mejora del Ganado.

DINÁMICA FOLICULAR OVÁRICA.

DESARROLLO FOLICULAR. Las hembras de las especies domesticas nacen con un número determinado de ovocitos y folículos ováricos, gran parte de los cuales sufrirán atresia y nunca serán ovulados; a lo largo de la vida de hembra, los folículos primordiales permanecen en un estado de reposo y cada cierto tiempo algunos son seleccionados para desarrollarse. El desarrollo folicular es un proceso continuo que culmina ya sea con la ovulación del folículo maduro o con la regresión del mismo.

Foliculogénesis inicial: se considera que el desarrollo folicular inicia desde la vida fetal y dos semanas después del nacimiento pudiéndose encontrar folículos en todas las fases de desarrollo excepto preovulatorios. Los primeros signos morfológicos de crecimiento folicular son la proliferación de células de la granulosa (las cuales cambian de una forma plana a una cubica) y crecimiento del ovocito. El inicio del crecimiento del folículo es aparentemente independiente del estímulo gonadotrófico y está regulado por factores producidos localmente tanto dentro del ovario como dentro del folículo mismo. Los receptores para FSH se expresan en células de la granulosa desde las primeras etapas foliculares, y estudios in vitro han demostrado que la FSH acelera el crecimiento de folículos preantrales. Sin embargo se ha visto que en las ovejas hipofisectomizadas, los folículos alcanzan el tamaño de 2mm de diámetro, por lo cual se consideran independientes de gonadotropinas pero sensibles a estas.

Foliculogénesis dependiente de gonadotropinas: conforme avanza el desarrollo folicular, los folículos se vuelven altamente sensibles a las gonadotropinas y requieren de ellas para continuar su crecimiento. Esta fase divide en tres etapas:

- **Reclutamiento:** durante esta etapa un conjunto de folículos se desarrollan simultáneamente por estímulo de FSH. El tamaño en el que el folículo es dependiente de gonadotropinas y puede ser reclutado, varía según la especie, por ejemplo en ovino (2mm de diámetro) y bovino (4mm de diámetro). En esta fase los folículos inician la secreción de estradiol y suprime la liberación de FSH.

- **Selección y dominancia:** de acuerdo con la tasa ovulatorio de la especie, uno o varios folículos se convierten en dominantes y continúan desarrollándose. El folículo dominante bloquea el soporte hormonal para el resto de los folículos que comenzaron su crecimiento, induciendo su atresia y reprimiendo el reclutamiento de una oleada. Esto se logra mediante la disminución de la secreción hipofisaria de FSH inducida por la retroalimentación negativa del estradiol. El **folículo dominante** logra sobrevivir en un ambiente pobre en FSH, gracias al desarrollo de receptores de **LH** en las células de la granulosa (lo cual se observa en folículos de 4mm en ovinos) y a que su dependencia cambia hacia esta hormona, así el folículo dominante se mantiene principalmente gracias a la LH, aunque también requiere FSH en niveles basales.

Durante el ciclo estral, bajo la influencia de progesterona lútea, se presentan oleadas de crecimiento folicular en las cuales el folículo dominante sufre atresia y se inicia de nuevo reclutamiento. Una vez que las concentraciones de progesterona se disminuyen, el aumento en la frecuencia de secreción de LH es suficiente para que se concluya la maduración folicular y se produzca la ovulación. Las oleadas del desarrollo folicular se presentan también en la vida fetal y continúan en el estado prepuberal, gestación temprana, en el periodo post parto e incluso durante los periodos de anestro.¹³

Con distintos experimentos se estudió en la oveja, la relación entre las concentraciones séricas de progesterona y el patrón de ondas foliculares. Utilizando diferentes tratamientos con progesterona se estableció que los niveles supraluteales del esteroide, es decir, superiores a los observados durante una fase luteal normal afectan el crecimiento del folículo mayor de la onda 1 (Rubianes et al. 1996a) promoviendo el recambio folicular. Por su parte cuando niveles subluteales de progesterona fueron generados durante los días 6 y 9 del ciclo la vida media del folículo mayor de la Onda 1 se prolongó y el efecto de la dominancia sobre los folículos subordinados se extendió (Viñoles et al. 1.999). El conjunto de esta información sustenta la hipótesis que la

¹³ Consultado en: <http://animalosis.com/desarrollo-folicular-en-hembras/>

concentración de progesterona circulante juega un rol preponderante en el recambio folicular de los pequeños rumiantes¹⁴.

ONDAS DE DESARROLLO FOLICULAR. Hasta 1993, la mayoría de los estudios publicados sobre la foliculogénesis en ovinos habían sido enfocados al estudio de poblaciones foliculares (datos estáticos), y muy pocos hacia el seguimiento dinámico de folículos. De ese modo se había determinado que el ovario de ovejas adultas contiene, con variaciones entre las razas, entre 12.000 y 86.000 folículos primordiales y entre 100 y 400 folículos en crecimiento, de los cuales de 10 a 40 son visibles en la superficie ovárica. El estudio de los cambios que ocurren en el ovario durante el ciclo estral se realizó a través de abordajes quirúrgicos (laparotomías o laparoscopías seriadas) o con materiales obtenidos en frigoríficos, pero la información obtenida presentaba contradicciones. En algunos trabajos se planteaba que los folículos antrales emergían desde el “pool” en que permanecían quiescentes de un modo continuo y la presencia de los folículos grandes durante la fase luteal se producía azarosamente, alcanzando algunos folículos un tamaño de 4 a 6 mm para luego regresar (Driancourt et al. 1991)¹⁵.

Por el contrario, en otros estudios se sostenía que la dinámica folicular en el ovino era similar a la observada en el bovino, es decir, en forma de ondas de desarrollo (Noel et al. 1993). Esto último había sido postulado previamente por Brand y de Jong (1973) quienes infirieron que existían dos ondas de desarrollo folicular durante el ciclo luego de determinar las fluctuaciones de los niveles circulantes de estradiol. Con la incorporación de la ultrasonografía transrectal como técnica repetible no invasiva para el estudio de la fisiología ovárica en pequeños rumiantes (Rubianes et al. 1996; Schrick et al. 1993) se comenzó a elucidar esos temas y en particular evaluar si en la oveja la dinámica folicular ocurría en forma similar a la descrita para el bovino¹⁶.

En los primeros estudios ultrasonográficos no se encontraron evidencias que sostuvieran que el desarrollo folicular en la oveja se presentaba en ondas (López Sebastián et al.

¹⁴RUBIANES, Edgar. Avances en el conocimiento de la fisiología ovárica de los pequeños rumiantes y su aplicación para el manejo reproductivo, Uruguay, <http://www.rau.edu.uy/universidad/medicina/actas6/rubianes/rubianes.pdf>

¹⁵<http://animalosis.com/desarrollo-folicular-en-hembras/>

¹⁶Ibid.

1997; Ravindra et al. 1994; Schrick et al. 1993). Sin embargo ahora existe suficiente información proveniente de cinco diferentes laboratorios (Bartlewsky et al. 1999; Evans et al. 2000; Ginther et al. 1995; Leyva et al. 1999; Viñoles et al. 1999 a) demostrando que la emergencia de los folículos que crecen desde 3 hasta 5 mm ocurre en ondas. Un rango de 2 a 5 ondas foliculares ocurren en cada ciclo interovulatorio pero el patrón predominante es de 3 ondas que emergen respectivamente alrededor de los días 0, 6 y 11 del ciclo estral ovino. Algunos autores encuentran una cuarta onda y en este caso la onda 3 emerge más tempranamente y la onda 4 emerge el día 14. Algunas de las características más frecuentemente observadas de las ondas son:

1. El folículo mayor de la onda 1 es más grande que el folículo mayor de la onda 2.
2. La tasa de crecimiento desde el día de emergencia (primer día con un diámetro de 3mm) y el día de máximo diámetro es de alrededor de 1mm/día.
3. En promedio de 1.2 a 1.5 folículos alcanzan 5 o más mm de diámetro en cada onda pero esto depende de la raza estudiada.
4. El intervalo entre la onda 1 y la onda 2 es más largo que entre la onda 2 y la onda 3.
5. Los folículos que no alcanzan más de 3mm de diámetro emergen y regresan de un modo más continuo.

La relación entre la hormona folículo estimulante (FSH) y emergencia de las ondas foliculares. Existe buena evidencia que las fluctuaciones de las concentraciones séricas de la FSH están íntimamente asociadas con la emergencia de las ondas. Un aumento de la FSH precede la emergencia de cada onda, esto es seguido por un descenso que esta negativamente correlacionado con las concentraciones séricas de estradiol que es producido fundamentalmente por el folículo más grande de la onda folicular (Baird et al. 1991).

EXISTENCIA DE LA "DOMINANCIA FOLICULAR". La existencia dentro de una onda de la denominada dominancia folicular en la vaca se caracteriza por dos fenómenos: la divergencia en el crecimiento entre el folículo mayor y el segundo mayor; y una disminución del número de folículos chicos correlacionada con el crecimiento del folículo mayor. En los primeros estudios ultrasonográficos no fue posible demostrar esos indicadores en la oveja (Ravindra et al. 1994; Schrick et al. 1993) lo que llevó a sugerir

que la dominancia era débil o no estaba presente durante la fase luteal. Posteriores trabajos realizados en nuestro laboratorio mostraron que tanto durante la fase luteal de la oveja (Viñoles et al. 1999) como de la cabra (de Castro et al. 1999) el fenómeno estaba presente. Se observa que el número total de folículos mayores de 2mm de diámetro disminuye correlacionadamente con el desarrollo del folículo mayor de la onda 1 y sólo aumenta de nuevo cuando ese folículo comienza a regresar y una segunda onda folicular emerge.

La teca externa es la capa más superficial, está formada por células y fibras del tejido conectivo, y pobremente vascularizado. El líquido folicular es un trasudado del plasma sanguíneo que proporciona un medio adecuado para el desarrollo del oocito. El diámetro del folículo de Graaf en la oveja es de 1.5 a 2cm.

El folículo después de la ovulación se convierte en cuerpo hemorrágico, que contiene sangre, linfa y algo de líquido folicular. Sobresale de la cavidad folicular en forma de papila, tiene una vida transitoria para convertirse en cuerpo amarillo o cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo se desarrolla a partir del folículo que ovuló. La pared interna del folículo desarrolla pliegues que penetran a la cavidad central, estos están constituidos por tejido estromal infiltrado por eosinófilos, células tecales y granulosa que sufren hipertrofia y luteinización. Contiene células esteroideogénicas grandes y pequeñas, que secretan progesterona, oxitocina y relaxina, ante estímulos de LH, PGE₂, PGF₂, sustancias para las cuales presentan diferencias en la cantidad de los receptores; y células no esteroideogénicas endoteliales, fibroblásticas y pericitos. La regresión morfológica del cuerpo lúteo implica degeneración capilar, sustitución gradual de las células luteínicas por tejido fibroso, y reducción del tamaño. Toma color oro, luego amarillo dorado, finalmente rojo ladrillo color que persiste varios meses¹⁷.

3.2.2.4 Factores que afectan la eficiencia reproductiva en la hembra. Los problemas de subfertilidad se pueden presentar en los diferentes niveles del proceso reproductivo y se evidencian fundamentalmente por falta de celo o anestro, bajo nivel ovulatorio, fallas

¹⁷RUBIANES, Edgar. Op. cit.

en la fertilización, mortalidad embrionaria, abortos, bajo índice de sobre vivencia peri y neonatal.

Los factores que pueden determinar los fenómenos de subfertilidad pueden ser de diferente origen, entre ellos se pueden considerar algunos de ellos:

* **Factores Genéticos**

- **Raza y variaciones individuales:** En las hembras, entre razas se ha encontrado variabilidad en cuanto al desempeño reproductivo, encontrándose más claramente lo referente a prolificidad

En las características espermáticas entre razas y dentro de razas se encuentra variabilidad, esto refleja la posible individualidad generada por la genética y sus factores heredables. El tamaño testicular es una variable considerada de heredabilidad media alta. Se ha encontrado que hembras hijas de machos con circunferencia escrotal por arriba del promedio presentan mayor fertilidad. Igualmente los machos con esta característica presentan mayor concentración espermática.

- **Cobertura de pelo en la cara (ovinos):** Esta condición disminuye la eficiencia reproductiva bajando la actividad sexual. Igualmente la termorregulación puede afectar calidad espermática y puede causar pérdidas embrionarias. La visión defectuosa también puede ser causante de disminución de los hábitos de pastoreo, lo cual afecta directamente los niveles nutricionales del animal, con lo cual se afecta igualmente el modelo de secreción hormonal, manifestándose desbalances en la actividad reproductiva.

- **Índice de arrugas en el cuerpo:** Este factor afecta la capacidad de termorregulación ya que hay menor capacidad para perder calor en situaciones de estrés calórico, esto se refleja con la disminución de la fertilidad. Igualmente se puede presentar baja transpiración escrotal, con lo cual el proceso de espermiogénesis se puede ver afectado.

* Factores Ambientales

- **Peso vivo – Nutrición:** La estacionalidad y sus efectos por periodos de lluvias, sequías y cambios de temperatura afecta directamente la disponibilidad de alimento, con lo cual la reproducción puede modificarse. La nutrición afecta directamente el peso vivo del animal, con lo cual se podría atrasar el inicio actividad reproductiva; igualmente se ha evidenciado que la mala nutrición incrementa la presencia celos silentes y disminuye índice de ovulación y prolificidad.

Este efecto en la reproducción dado por el nivel de nutrición se da por 2 mecanismos distintos pero interrelacionados:

a) El peso de la hembra al apareamiento “Efecto estático”. (Tamaño y condición corporal de la hembra, que refleja la nutrición previa al periodo de apareamiento – Peso crítico). El peso crítico es el peso por debajo del cual no hay reproducción con máxima eficiencia.

- Raza Corriedale, Romney Marsh Peso critico 42– 43 kg.
- Raza Merino Peso critico 37 kg.

b) La variación de peso del animal durante el periodo de apareamiento “Efecto dinámico” (variación de peso antes o durante el periodo de apareamiento - Flushing). La respuesta podría variar de acuerdo a:

- Condición corporal = mayor respuesta en animales flacos
- Índice de prolificidad racial = mejor respuesta en razas con alta prolificidad.
- Edad de la hembra = hembras jóvenes (<1año), no responden con facilidad comparado con hembras adultas

- **Estación del año, fotoperiodo y temperatura:** Otro factor a tener en cuenta es la condición foto dependiente de los ovinos y caprinos. El efecto lumínico a través de quiasma óptico (vista) genera la secreción pineal de melatonina, con lo cual se estimula el eje hipotálamo-hipófisis para la secreción de GnRH, LH y FSH. Esta secreción de gonadotropinas activa la síntesis y secreción de hormonas ováricas, la temperatura y la

humedad relativa son fundamentales en la etapa de desarrollo embrionario. Una alta temperatura y humedad disminuyen la tasa ovulatoria, además aumenta las pérdidas en los periodos embrionarios, las cuales se han podido cuantificar entre el 70 y 80%. El periodo crítico para que ocurran estas pérdidas está alrededor de los 3 a 5 primeros días pos – fertilización. La temperatura entre 29 y 32 °C afecta la tasa reproductiva. En los machos se utiliza un mecanismo de defensa con la finalidad de mantener la T° adecuada (Relajación de escroto, Intercambio a nivel de circulación, Respiración).

* **Factores Sociales**

- **Edad promedio del rebaño:** Se debe tener en cuenta la proporción de hembras que deberían corresponder por cada reproductor. Se ha calculado el porcentaje de concepción en relación a hembras por macho en los sistemas productivos de ovinos.

- 1 macho x 6 hembras = 8.5 servicios/hembra → Porcentaje de concepción = 75%

- 1 macho x 30 hembras = 3.7 servicios/hembra → Porcentaje de concepción = 56%

En cuanto a la edad promedio del rebaño se debe tener en cuenta que las hembras jóvenes estimulan menos la actividad sexual de los machos.

- Hembras adultas = 4.2 servicios.

- Hembras Jóvenes = 1.9 servicios.

En cuanto a la edad de los machos y hembras, con la finalidad de obtener un adecuado índice reproductivo, no se debería tratar de cruzar machos jóvenes con hembras adultas, machos adultos con hembras jóvenes o machos adultos con hembras jóvenes y adultas (mismo potrero) debido a inmadurez reproductiva. Se evidencia que a mayor edad del semental existe mayor capacidad de detectar las hembras en celo.

* **FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD EN HEMBRAS JÓVENES**

Es importante tener en cuenta el peso y la condición corporal de las hembras al momento del apareamiento. Para este momento el animal debe tener de 55 a 65% de su peso

adulto. En lo referente a la época del año en que nacen las crías, se debe tener en cuenta que las crías producto de gestaciones al inicio de la estación reproductiva son generalmente más fértiles, ya que llegan con mejor peso a la temporada de apareamientos. Adicionalmente se puede presentar una menor eficiencia reproductiva en hembras jóvenes debido a que tienen la desventaja de ser menos atractivas al macho, esto se ve reflejado en un índice reproductivo bajo. Igualmente pueden presentar baja fertilidad debido a deficiencias en el transporte espermático a nivel del cerviz, ya que las hembras jóvenes aún no tienen madurez funcional del tracto reproductivo.¹⁸

3.2.2.5. Pubertad. en el ganado ovino, en el que la actividad reproductora está relacionada con cambios estacionales en factores ambientales tales como la fotoperiodicidad, la edad a la que se manifiesta la pubertad, es decir, el momento de la primera ovulación, esta notablemente afectada por la época del año en que nacen. En los corderos de razas precoces nacidos al principio de la primavera (marzo, abril), el ciclo sexual y la capacidad de engendrar aparecen a los 6-8 meses de edad, en tanto que en los nacidos a final de la primavera (mayo junio), el ciclo sexual no se establece hasta una edad aproximada de 16 meses, es decir, hasta el otoño del año siguiente. la edad a la que aparece la pubertad y a la que es posible la primera concepción es económicamente importante en los sistemas intensivos, pero, en aquellos que se basan en el aprovechamientos de pastos marginales, no se considera interesante la cubrición de las corderas antes de los 18 meses de edad.¹⁹

FISIOLOGÍA Y CONTROL ENDOCRINO EN LA PUBERTAD.

El comienzo de la actividad reproductora viene señalado por la aparición de la pubertad. Este momento tiene gran interés en producción animal ya que supone el comienzo de la actividad productiva. Sin embargo, para que se exprese la capacidad reproductiva es necesario alcanzar la madurez sexual, que ocurre cuando la ovulación se acompaña de fertilización y se produce un desarrollo normal del embrión y del feto. El inicio de la pubertad se puede señalar como el momento de la primera ovulación. Esta primera

¹⁸GRAJALES, Henry; TOVÍO, Néstor. Factores que inciden en la eficiencia de la reproducción caprina y ovina. Memorias III congreso ANCO, Bogotá , 2008

¹⁹COLE, H. H. y CUPPS, P. T. Reproducción de los Animales Domésticos. Madrid, Acribia, 1972, pág. 409

ovulación, y a veces también la segunda en el caso del ganado ovino, no van precedidas de síntomas de celo, por lo que se puede decir que la pubertad comienza con la primera ovulación y la fertilidad o madurez sexual con el primer celo (entre 17-25 días después de la primera ovulación).

Desde un punto de vista endocrino, el comienzo de la pubertad requiere la coordinación de una serie de complejos mecanismos en los que intervienen los centros de secreción hormonal. En el animal inmaduro la frecuencia de pulsos de LH se mantiene baja debido a la gran sensibilidad del hipotálamo a las bajas concentraciones de estradiol ovárico, que ejerce un efecto feedback inhibitor sobre él. La baja frecuencia en los pulsos de LH no permite el desarrollo folicular necesario y no se produce el estradiol suficiente para excitar el centro de descarga preovulatoria de GnRH a nivel hipotalámico.

El desencadenamiento de la pubertad obedece a un conjunto de factores externos (luz, temperatura) e internos (edad, peso vivo, crecimiento) que, actuando a través de la secreción de melatonina y otro tipo de estímulos hipotalámicos, disminuyen notablemente la sensibilidad del hipotálamo al efecto inhibitorio que ejercen sobre él los esteroides gonadales (estradiol, 17β). Al desaparecer el feedback negativo de los esteroides aumenta la frecuencia de pulsos de GnRH y por lo tanto de LH en la hipófisis, lo que estimula el crecimiento folicular. La mayor secreción de estradiol por los folículos es capaz de estimular en el hipotálamo el centro de descarga preovulatoria de GnRH y como consecuencia provocar una gran descarga o pico preovulatorio de LH. A continuación se produce una primera formación de tejido luteal que provoca un aumento transitorio de progesterona, con una duración no superior a 5-6 días. La progesterona sustituye al estradiol en el efecto feedback inhibitorio sobre la producción de gonadotropinas a nivel hipotalámico. Con la lisis del primer tejido luteal y la disminución en el nivel de progesterona, aparece una nueva descarga preovulatoria de LH que va seguida de una ovulación y formación de cuerpo lúteo con una vida media normal de 14 días y que mantendrá un ciclo sexual con un nivel de progesterona similar al de un adulto. A este primer ciclo le seguirá la actividad cíclica regular para esta especie, con una periodicidad de 17 días. En ganado ovino esta primera ovulación no suele ir precedida de síntomas de celo por lo que hasta que éstos no se manifiesten no tiene lugar la fertilidad. Los síntomas de celo están directamente relacionados con variaciones en las concentraciones

sanguíneas de las hormonas esteroides, estrógenos y progesterona, que actúan sobre determinados centros del SNC relacionados con la conducta que determina este comportamiento sexual. Es necesario que el hipotálamo esté previamente expuesto a la acción de la progesterona producida en el cuerpo lúteo del ciclo anterior para que los estrógenos provoquen el estro. Esto explicaría porque el estro del primer ciclo es silencioso, precisándose la acción de la progesterona del primer cuerpo lúteo para que el celo se manifieste en el siguiente ciclo²⁰.

3.2.3 Hormonas de la reproducción. El término hormona procede de una frase en griego que significa "poner en movimiento" y describe las acciones dinámicas de estas sustancias circulantes que despiertan respuestas celulares y regulan los procesos fisiológicos a través de mecanismos de retroalimentación. Las hormonas reproductivas, considerando el órgano que las produce y su localización pueden ser: Hipotalámicas, Hipofisarias, Gonadales y Uterinas.

3.2.3.1 Hormonas hipotalámicas.

* **HORMONA LIBERADORA DE LAS GONADOTROFINAS (GnRH):** Se las ha llamado hormonas liberadoras y su abreviatura genérica es RH. La GnRH es un decapeptido (diez aminoácidos) con un peso molecular 1.183 daltons. Esta hormona induce la liberación tanto de la hormona luteinizante (LH) como de la hormona folículo estimulante (FSH) a partir de la hipófisis. Se han sintetizado dos tipos básicos de análogos de GnRH. Los análogos antagonistas parecen unirse al receptor en la hipófisis, pero no inducen la liberación de LH o FSH, y bloquean la acción de la hormona natural. Los análogos estimuladores inducen la liberación de LH y FSH, al igual que la GnRH natural.

3.2.3.2. Hormonas hipofisarias gonadotróficas. La adenohipófisis secreta tres hormonas gonadotróficas: Folículo estimulante, Luteinizante y Prolactina.

²⁰JIMENO, V.; CASTRO, T. y REBOLLAR, P. Interacción Nutrición –Reproducción en Ovinos de Leche. España. Citado en <http://www.ovinos-caprinos.com.ar/MANEJO/Interaccion%20Nutricion-Reproduccion%20en%20Ovinos%20de%20Leche.pdf>

* **HORMONA FOLÍCULO ESTIMULANTE (FSH):** Glicoproteína formada por dos subunidades diferentes denominada α y β . Las subunidades α de la FSH y LH son iguales mientras que las subunidades β difieren entre las dos hormonas, y son las que le dan la especificidad biológica. El peso molecular de cada hormona es de aproximadamente 32.000 daltons, teniendo cada subunidad un peso molecular de 16.000 daltons. Las subunidades α de la FSH tiene 92 aminoácidos con cadenas hidrocarbonadas en los aminoácidos 52 y 78; la subunidad β tiene entre 108 y 118 aminoácidos con dos cadenas hidrocarbonadas en lo aminoácidos 7 y 24. Estas dos subunidades se sintetizan como cadenas separadas dentro de las células de la hipófisis. Posteriormente se añaden los carbohidratos y las dos subunidades se juntan poco después de la secreción.

La vida media de la FSH va de 2 a 5 horas. En la hembra la FSH estimula el crecimiento de los folículos en el ovario y participa, junto con la LH, estimulando la síntesis de estradiol en los folículos en desarrollo. Las células de la granulosa son las que poseen receptores para la FSH y producen además de estradiol otra hormona llamada inhibina que actuará junto con el estradiol suprimiendo la liberación de FSH por la hipófisis. En la actualidad se utilizan más comúnmente extractos de pituitaria del cerdo (Folltropin, Vetrepharm o Pluset. Calier) o de oveja (Ovagen. ICP) que contienen altas cantidades de FSH para la superovulación en bovinos.

* **HORMONA LUTEINIZANTE (LH):** Es una glicoproteína compuesta de una subunidad α y otra β , con un peso molecular de 30.000 daltons y una vida media de 30 minutos. Los niveles tónicos o basales de LH actúan con la FSH para inducir la secreción de estrógenos de los folículos ováricos. Las células de la teca interna contienen receptores de LH y mediante su estímulo producen andrógenos, estos luego pasan a través de la membrana basal a las células de la granulosa, donde mediante la acción de la FSH se induce la aromatización de estos andrógenos para transformarse en estrógenos que son liberados al antro folicular y de allí a la circulación general. Las células de la granulosa del folículo dominante también adquieren receptores de LH. El pico preovulatorio de LH induce una cadena de reacciones enzimáticas que terminará con la ruptura de la pared folicular y la ovulación. Además este pico preovulatorio inducirá la actividad del ovocito

para que continúe con la meiosis y estimulará la formación del CL. La LH es la principal sustancia luteotrófica en animales domésticos.

3.2.3.3 Hormonas esteroideas gonadales. No solamente se secretan por el ovario y los testículos, sino también por la placenta y la corteza suprarrenal. Los esteroides tienen un núcleo básico o común llamado Ciclopentano-perhidro-fenantreno, que consta de tres anillos de seis carbonos totalmente hidrogenado (perhidro) y el fenantreno, designado como A,B,C por un anillo ciclopentano de cinco carbonos llamado D.

Se puede predecir la actividad biológica de un esteroide a partir del número de carbonos presentes. Un esteroide de 18 carbonos tendrá actividad estrógeno; uno de 19 carbonos, andrógeno, y uno de 21 carbonos tendrá propiedades de progestágeno.

* **ESTRÓGENOS:** El principal estrógeno que se secreta en el ovario es el estradiol-17 β , aunque estrona y estriol también son secretadas en concentraciones menores. La producción de estradiol por parte del folículo es un proceso en el que intervienen las células de la teca y de la granulosa con el aporte de la LH y FSH, en un mecanismo llamado de dos células de gonadotrofinas.

Las células tecales de los folículos antrales poseen receptores de LH y las células de la granulosa poseen receptores para FSH. La LH va a inducir la producción de andrógenos en las células de la teca que atravesarán la membrana basal del folículo para difundir dentro de las células de la granulosa. Estos andrógenos van a servir como precursores para la síntesis de estrógenos bajo el estímulo de la FSH. Cuando el folículo dominante crece la FSH además inducirá la síntesis de receptores para LH en la célula de la granulosa, aumentando aún más la producción de andrógenos que luego son transformados en estrógenos por parte del folículo dominante.

Al igual que los andrógenos, los estrógenos son transportados por proteínas de enlace en la circulación (SHBG). De todos estos esteroides los estrógenos muestran las funciones fisiológicas más variadas: actúan en el sistema nervioso central para inducir el comportamiento de estro en la hembra. La expresión del celo en la oveja y en la vaca es un fenómeno en el que intervienen el incremento de los niveles circulantes de estradiol

(producidos por el folículo preovulatorio) como los niveles decrecientes de progesterona (debido a la luteólisis). En la oveja, la primera ovulación en la pubertad o en el inicio de la estación de apareamiento se manifiesta sin estrógeno debido a que solamente se encuentran estrógenos circulando; en la segunda ovulación, los estrógenos del folículo y la progesterona del CL en conjunto inducen el comportamiento del estrógeno.

Los estrógenos actúan en el útero haciendo que aumente la masa del endometrio y del miometrio. Tal aumento se debe a una hiperplasia celular y a una hipertrofia. También hacen que aumente la actividad y frecuencia de las contracciones mediante la potencialización de los efectos de la oxitocina y de la prostaglandina $F_{2\alpha}$. Los estrógenos estimulan el desarrollo de las características sexuales de la hembra.

Los estrógenos ejercen efectos de retroalimentación negativa y positiva en el control de la liberación de LH y FSH, a partir del eje hipotalámico-hipofisiario. El efecto de retroalimentación positiva y negativa está íntimamente correlacionada con los niveles de progesterona circulante. Durante la fase luteal, es decir, cuando tenemos un CL funcional y por lo tanto altos niveles de progesterona circulante, el efecto del estrógeno sobre la gonadotropina es negativo. En cambio, en la fase folicular (luego de la luteólisis y cuando nos aproximamos al celo), al no haber concentraciones altas de progesterona en sangre el estrógeno tiene efecto de retroalimentación positiva e induce la liberación de LH y FSH (pico preovulatorio).

Los efectos no reproductivos de los estrógenos incluyen la estimulación de la asimilación del calcio y la osificación de los huesos; causan maduración del cartílago intersticial de los huesos largos e inhibe su crecimiento ulterior. También origina un efecto anabólico de ganancia de peso y de crecimiento. El posible mecanismo de acción de este efecto parece estar basado en la estimulación, por los estrógenos de la liberación adicional de hormona de crecimiento a partir de la hipófisis.

* **PROGESTÁGENOS:** La progesterona es el progestágeno que se presenta en mayor cantidad en forma natural, y es secretada por las células del CL, la placenta y las glándulas adrenales. La progesterona es transportada en la sangre por una globulina (CBG), de manera análoga a lo que ocurre con andrógenos y estrógenos. La regulación

de la secreción de progesterona en la vaca es estimulada principalmente por la LH, aunque también se ha visto que participa la FSH, factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I) y las prostaglandinas E_2 e I_2 .

La función de la progesterona es preparar al útero para la implantación y el mantenimiento de la preñez mediante el aumento de las glándulas secretoras del endometrio y la inhibición de su motilidad. Actúan en forma sinérgica con los estrógenos para inducir el comportamiento del estro en la oveja y en la vaca. Hace que se forme el tejido secretor (alvéolos) de la glándula mamaria. Concentraciones elevadas inhiben el estro y el pico ovulatorio de LH y afectarán la frecuencia de los pulsos de LH, lo que hace evidente la importancia de esta hormona en la regulación del ciclo estral.

3.2.3.4 Hormonas uterinas.

* **PROSTAGLANDINAS:** A diferencia de otras hormonas, las prostaglandinas no se localizan en ningún tejido en particular. La mayor parte de ellas actúan localmente en el sitio donde son producidas, por medio de una acción paracrina aunque también se las puede transportar en la sangre, para actuar en un tejido blanco lejos del tejido de producción.

Las prostaglandinas existen en por lo menos seis compuestos principales y numerosos metabolitos que tienen una gran variedad de efectos farmacológicos. Interviene en el control de la presión sanguínea, la lipólisis, las secreciones gástricas, la coagulación de la sangre y otros procesos fisiológicos como la función renal y respiratoria. En general, las concentraciones sanguíneas de prostaglandinas son bajas, pero se elevan en ciertas condiciones como el caso del parto. Son degradadas rápidamente en la sangre y solamente después de su inyección en dosis farmacológicas pueden obtenerse efectos fisiológicos notables. Todas las prostaglandinas son ácidos grasos no saturados, de 20 carbonos. El ácido araquidónico, que es un ácido graso esencial, es el precursor de las prostaglandinas más relacionadas con la reproducción, en particular, la prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) y la prostaglandina E_2 (PGE_2).

La $\text{PGF}_{2\alpha}$ tiene propiedades luteolíticas en animales domésticos. El mecanismo durante el cual la $\text{PGF}_{2\alpha}$ llega del endometrio del útero al ovario en los rumiantes es único, ya que esta prostaglandina al ser liposoluble difunde de las paredes de la vena útero-ovárica a la arteria ovárica, y de ahí directamente al CL. Esto está favorecido por la íntima relación existente entre la vena y la arteria en los rumiantes.

En animales domésticos, un incremento de los estrógenos provoca un incremento en el crecimiento del miometrio del útero y favorece la acción de la oxitocina que a su vez estimula la síntesis de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ y su liberación. Si el animal queda gestante, algunas señales (proteína trofoblástica) son enviadas del embrión al útero para evitar la liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ lo que permite que el CL del ciclo se convierta en el CL de la preñez. En la vaca y en la oveja la $\text{PGF}_{2\alpha}$ no provoca regresión ni evitará la formación del CL durante sus primeros cinco días de formación y la sensibilidad del CL a la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ aumentará gradualmente hasta el día 10. Además de la actividad luteolítica, la $\text{PGF}_{2\alpha}$ estimula las concentraciones uterinas, desempeña una función en el transporte de los espermatozoides tanto en la hembra como en el macho y provoca constricción de los vasos sanguíneos.

La otra prostaglandina de interés en reproducción es la PGE_2 que actúa durante el parto estimulando la contracción del útero, dilatación del cérvix y los vasos sanguíneos. No tiene acción luteolítica en realidad se cree que la PGE_2 es luteotrófica. La $\text{PGF}_{2\alpha}$ y la PGE_2 intervienen localmente en la ovulación en la vaca. Puede bloquearse la ovulación mediante la administración de indometasina, que es un inhibidor de la síntesis de prostaglandina. La liberación de LH no es afectada con este tratamiento, de tal manera que la acción y la síntesis de prostaglandinas se realizan probablemente en el folículo ovárico²¹.

3.2.4 El fotoperiodo. El factor más importante que regula la duración del periodo de actividad sexual en el ganado ovino es la variación estacional de la longitud del día, si

²¹ESPECIALIZACIÓN EN REPRODUCCIÓN BOVINA 2004. Pág. 21-29.

bien su efecto puede ser a su vez modulado por otros factores tales como el manejo nutricional los aspectos sociales y de condiciones de explotación²².

* **ESTACIONALIDAD EN LA REPRODUCCIÓN DEL GANADO OVINO.** La especie ovina se considera poliéstrica estacional, esto quiere decir que presenta ciclos estrales durante una determinada estación del año en la que aparecen ciclos sexuales consecutivos. Cuando finaliza este periodo, la hembra entra en una fase de anestro hasta la siguiente estación. Esta estacionalidad está determinada fundamentalmente por el fotoperiodo. Cuando los días comienzan a decrecer (final de verano y otoño) se inicia el periodo de actividad sexual y cuando los días empiezan a crecer (final de invierno y primavera) comienza el anestro o periodo de reposo sexual. El mecanismo endocrino que controla el paso de una estación a otra está determinado por la modificación en la sensibilidad del hipotálamo a los esteroides gonadales por medio de la variación en la secreción de la melatonina, una indolamina secretada por la glándula pineal. Es decir, la glándula pineal actúa como un mediador que transforma los impulsos ópticos de la luz en descargas hormonales que son capaces de alterar la sensibilidad del hipotálamo a los esteroides gonadales.

Debido a las grandes diferencias que existen en la duración del día, según la latitud geográfica, existen notables diferencias en cuanto a la intensidad y duración del anestro estacional. En las zonas geográficas situadas en las latitudes más altas, es decir las zonas más cercanas a los polos, como por ejemplo los países del norte de Europa como Escocia, Islandia donde se producen bruscas variaciones en la duración del día y la noche, el efecto del fotoperiodo es muy marcado y las ovejas presentan ancestros muy largos. El periodo de inactividad sexual dura entre 8-9 meses (desde febrero-marzo hasta comienzos del otoño) mientras que la época reproductiva se limita a unos 4-5 meses. Sin embargo, en los países de la zona mediterránea donde las diferencias en cuanto a las horas de luz entre estaciones del año son menos marcadas, la duración del anestro estacional es menor (4 meses de inactividad sexual frente a 8 de actividad reproductiva). En las zonas próximas al ecuador, donde apenas se producen variaciones a lo largo del año en cuanto a horas de luz, la estacionalidad es prácticamente nula y las ovejas

²²BUXADÉ Carlos, Zootecnia Bases de Producción Animal, Tomo VIII, Producción Ovina, Barcelona (España), Editorial Mundiprensa, 1996. pág. 79

manifiestan actividad cíclica todo el año con diferencias relacionadas con la disponibilidad de alimentos.²³

Por otra parte cuando se trabaja con una alteración de días largos (16 horas de luz) y cortos (8 horas luz) cada tres meses, las ovejas presentan dos estaciones de reproducción al año que se inician unos 50 días tras el inicio de los días cortos. No obstante y a pesar del carácter estimulador de los días cortos, la oveja puede convertirse en foto refractaria tras largos periodos de exposición a los mismos y detener su actividad ovárica del mismo modo, si las ovejas se mantienen durante un periodo prolongado de tiempo sometido a días largos, la actividad reproductiva se inicia espontáneamente. Por tanto y de acuerdo con diferentes autores, la transición entre los periodos de actividad sexual y de anestro puede ser aplicada, al menos parte, en términos de fotorefractoriedad. Las variaciones estacionales del periodo de reproducción constituye el resultado de una fuerte interacción genotipo-ambiente, con lo que el efecto raza parece ser a si mismo importante. Así, si bien existe una cierta variabilidad en la respuesta, cuando más bajas, no manifiestan un cambio importante en la duración de su estación sexual. No obstante, cuando son sometidas a un régimen ecuatorial estricto (ausencia de variación fotoperiódica) la situación es menos clara, y algunas razas pueden ver atenuada su estacionalidad sexual. Los genotipos originarios de latitudes próximas al ecuador no manifiestan apenas estacionalidad reproductiva y parecen presentar una reducida sensibilidad al fotoperíodo.

*** IMPLICACIÓN DEL FOTOPERIODO-MELATONINA EN LA ESTACIONALIDAD SEXUAL.** Los mecanismos por los que el fotoperiodo regula la actividad reproductiva en el ganado ovino son Complejos y van más allá del concepto tradicional del papel estimulador de los días cortos o decrecientes y del papel inhibitor de los días largos o crecientes. De este modo, cuando las ovejas son mantenidas a un régimen constante de días largos o cortos durante varios años, continúan mostrando una alternancia entre periodos de actividad sexual y de anestro (Ducker et al., 1973; Karsch et al., 1989), si bien dichos periodos no están sincronizados ni entre animales ni en relación al fotoperiodo natural. Es por ello que se considera que la oveja tiene un ritmo endógeno de reproducción, de manera que el papel de las variaciones anuales del fotoperiodo es la

²³JIMENO, V.; CASTRO, T. y REBOLLAR, P. Op. Cit.

sincronización del citado ritmo a un espacio temporal de un año (Malpoux et al., 1989), alternando a lo largo del mismo periodo de actividad reproductiva y de anestro.

Descubierta en 1958 por A.E. Lerner (Universidad de Yale, USA), la melatonina es una sustancia natural presente en el organismo de todos los mamíferos y sintetizada en la glándula pineal a partir del triptófano y la serotonina, proceso en el que intervienen enzimas cuya actividad está regulada por la percepción día/noche. Los niveles plasmáticos de melatonina en la oveja son basales durante el día, de manera que inmediatamente tras el inicio de la noche (10 minutos) se elevan hasta alcanzar concentraciones entre 100-500 pg/ml. Además, es rápidamente metabolizada en 6-hidroxi-melatonina por el hígado, siendo excretada vía orina en forma sulfatada; por tanto, sus niveles vuelven a ser basales al alba. Los niveles nocturnos son variables entre animales, si bien dentro de un mismo animal se trata de un carácter bastante repetible; dicha variabilidad se basa en diferencias en su síntesis, en general en función del tamaño de la pineal, pero no en su metabolismo (Zarazaga et al., 1998).

Estas características determinan que el perfil de secreción de melatonina en periodos de 24 horas sea largo en invierno y corto en verano, de manera que la evolución de la duración del mismo a lo largo del año informa a la oveja del fotoperiodo prevalente. De este modo, la melatonina es el mensajero bioquímico que permite al animal medir la duración de la iluminación diaria, con lo que, dado que la glándula pineal no emite proyecciones nerviosas, se constituye en la sustancia que traduce la información fotoperiódica en un mensaje endocrino.²⁴

* **MODO DE ACCIÓN DE LA MELATONINA.** El papel de la melatonina sobre la reproducción estacional del ganado ovino es bien conocido, de manera que su actividad principal parece ejercerse a nivel hipotalámico, modificando la frecuencia de liberación de GnRH, con lo que paralelamente implica a la liberación de LH hipofisaria y por tanto a la actividad gonadal. No obstante, su mecanismo concreto de acción a nivel del sistema nervioso central no está totalmente determinado, pues la mayor actividad de

²⁴FORCADA, F. y ABECIA, J. A. Control de la actividad reproductiva del ovino. Universidad de Zaragoza (España) 2005. Citado en <http://www.ovinos-caprinos.com.ar/FERTILIDAD/Control%20de%20la%20actividad%20reproductiva%20del%20ovino.pdf>

microimplantes de melatonina colocados en diferentes lugares hipotalámicos parece tener lugar en el hipotálamo medio-basal (Malpaux et al., 1993), una zona de baja densidad de receptores y donde se ubican únicamente el 15% de las neuronas GnRH.

Estas y otras evidencias parecen sugerir que la acción de la melatonina sobre las neuronas GnRH es indirecta, de manera que se ponen en juego otras neuronas y neuromediadores. Así, estudios recientes parecen indicar que un componente importante del efecto estimulador de la melatonina en la liberación de GnRH (y por tanto de LH) parece ser la reducción de la síntesis de dopamina en la eminencia media (revisión de Malpaux et al., 1997). De este modo, el sistema dopaminérgico parece claramente implicado en la inhibición de la liberación de LH durante el anoestro estacionario, especialmente al inicio del mismo incluso en razas de reducida estacionalidad sexual (Forcada et al., 1997), que son la mayoría en nuestro país.

Este mecanismo de acción condiciona claramente que exista un intervalo de 35-60 días entre el inicio del tratamiento con melatonina y la modificación de la secreción de GnRH-LH o del inicio de la actividad ovárica (Nowak y Rodway, 1987; Viguíe et al., 1995), lo que no sucede con los tratamientos hormonales tradicionales, de actuación más rápida y directa a nivel ovárico.

3.2.5. Inducción del celo. El celo, aunque no necesariamente con una ovulación fértil, puede inducirse en ovejas no cíclicas y sin celo a base de introducir machos (efecto macho) o tratando con progestágenos, gonadotropina coriónica equina (eCG) y melatonina exógena. La introducción súbita de moruecos o recelas (machos vasectomizados o epididimectomizados o castrados y tratados con testosterona) en grupos de ovejas que han sido aisladas de los moruecos, puede inducir el inicio de la ciclicidad ovárica. La respuesta a este “efecto macho” depende de la profundidad del anoestro en las ovejas, a mitad de la estación anovulatoria del fotoperiodo, en ovejas con problemas nutricionales, en ovejas jóvenes y en el periodo post parto inicial. Las ovejas Merino responden más fácilmente a lo largo de la estación anovulatoria, mientras que las razas británicas habitualmente responden solo cuando se acerca el inicio de la época ovulatoria. Las ovejas que responden suelen ovular dentro de las 48 horas de la introducción de los machos, y pueden mostrar celo o no. Ovejas que muestran celo y que

copulan y ovulan en los primeros 4-5 días después de la introducción del macho carecen de progesterona preovulatoria y generalmente tienen bajas tasas de concepción. Algunas de estas ovejas pueden llagar a no continuar su ciclo. En las ovejas con un celo silencioso, a la ovulación le sigue la formación de un cuerpo lúteo normal o de vida corta (5-6 días). Tras la regresión de un cuerpo lúteo normal, la mayoría de las ovejas muestran celo (19 días tras la introducción de los machos). Tras la regresión de un cuerpo lúteo de vida corta, las ovejas ovulan sin mostrar celo y habitualmente forman un cuerpo lúteo normal²⁵.

3.2.6 Sincronización del estro. El celo, aunque no necesariamente con una ovulación fértil, puede inducirse en ovejas no cíclicas y sin celo a base de introducir machos (efecto macho) o tratando con Progestágenos, Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) y Melatonina exógena. La introducción súbita de moruecos o recelas (machos vasectomizados o epididimectomizados o castrados y tratados con testosterona) en grupos de ovejas que han sido aisladas de los moruecos, puede inducir el inicio de la ciclicidad ovárica. La respuesta a este “efecto macho” depende de la prolongación del anestro en las ovejas, a mitad de la estación anovulatoria del fotoperiodo, en ovejas con problemas nutricionales, en ovejas jóvenes y en el periodo post parto inicial. Las ovejas Merino responden más fácilmente a lo largo de la estación anovulatoria, mientras que las razas británicas habitualmente responden solo cuando se acerca el inicio de la época ovulatoria.

Las ovejas que responden suelen ovular dentro de las 48 horas de la introducción de los machos, y pueden mostrar celo o no. Ovejas que muestran celo y que copulan y ovulan en los primeros 4-5 días después de la introducción del macho carecen de progesterona preovulatoria y generalmente tienen bajas tasas de concepción. Algunas de estas ovejas pueden llagar a no continuar su ciclo. En las ovejas con un celo silencioso, a la ovulación le sigue la formación de un cuerpo lúteo normal o de vida corta (5-6 días). Tras la regresión de un cuerpo lúteo normal, la mayoría de las ovejas muestran celo (19 días tras

²⁵GISPERT Carlos. Manual de Merck de Veterinaria. Tomo I. Sexta Edición, Bogotá, Editorial Océano, 2000. Pág. 1752.

la introducción de los machos). Tras la regresión de un cuerpo lúteo de vida corta, las ovejas ovulan sin mostrar celo y habitualmente forman un cuerpo lúteo normal²⁶.

*** MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE ESTRO.**

• **SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON GnRH, PGF_{2α}, PROGESTERONA (DISPOSITIVO LIBERADOR DE PROGESTERONA, CIDR), “CIDR-Synch”.** El avance en el conocimiento de la fisiología del ciclo estral ha permitido en los últimos años encarar la sincronización de celos trabajando no solo sobre la funcionalidad del Cuerpo Lúteo, sino también sobre la dinámica folicular. La utilización de un tratamiento con GnRH induce la ovulación de los folículos dominantes y el posterior desarrollo de una onda folicular. La inyección de PGF siete días después induce la regresión del Cuerpo Lúteo. Utilizando una segunda dosis de GnRH 1,5 a 2 días después de la PGF, el folículo dominante puede ser ovulado de manera más precisa y las hembras pueden ser servidas sin detectar celos, a este protocolo se le ha denominado “Ovsynch”, pero según los estudios, este método junto con la exposición durante siete días a la Progesterona mediante un dispositivo liberador de la hormona aumenta los índices de preñez, método que se definió “CIDR-Synch”.

El efecto que se logra colocando los dispositivos es inhibir la actividad del eje hipotálamo-hipofisiario, cuando se retira, en forma simultánea se levanta el mecanismo inhibitor en las hembras, lo que concluirá en estro y ovulación. Este esquema de manejo, permite la aplicación de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), logrando el acortamiento del periodo parto-concepción, en estación reproductiva o fuera de ella.

El dispositivo intravaginal contiene progesterona natural, luego de colocado comienza a liberar rápidamente progesterona en sangre en los primeros 30 minutos, esa función es importante sobre la dinámica folicular ovárica haciendo que este inductor actúe como un cuerpo lúteo artificial los umbrales de progesterona provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares. La secreción de estrógenos e inhibinas produce el incremento de la FSH hipofisiaria, responsable del comienzo de la

²⁶Ibid-

maduración de la siguiente onda folicular, al retirar el dispositivo se provoca la caída de los niveles sanguíneos de progesterona a menos de 1 ng/ml, activando el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, aumentado a su vez el estradiol endógeno, provocando las manifestaciones clínicas del celo e inducción de la ovulación.

- **SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON ESPONJA-eCG.** Las Esponjas intravaginales con progestágenos simulan la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona. Debido a que hay un porcentaje variable de hembras que no responden al tratamiento o la alteración del transporte espermático producida por efectos de los progestágenos, se aconseja la utilización de progestágenos en forma combinada con una dosis de Gonadotropina Coriónica equina (eCG). La eCG se administra por inyección intramuscular al retirar las esponjas, en la estación reproductiva; o a 48 horas antes del retiro, en el anestro estacional. Mejora la sincronía de los celos y de las ovulaciones. Las dosis utilizadas de eCG varían entre 200 y 400 UI, dependiendo fundamentalmente del peso corporal, de la raza y de la época del año, aconsejándose probar el principio de la dosis menor. Dosis elevadas de eCG ocasionan gestaciones múltiples, generando altas pérdidas de animales por mortalidad perinatal.²⁷

VENTAJAS DE LA SINCRONIZACIÓN DEL CELO.

La sincronización del celo en la oveja nos permite una serie de ventajas, que seguidamente enumeramos:

a) Realizar de una manera económica, amplia y práctica la inseminación artificial o monta directa controlada, con sus consiguientes beneficios, ya que el mayor obstáculo que se presenta hasta ahora para la utilización del método es el largo período que comprende la estación sexual de la oveja, lo que resulta oneroso para el ganadero.

b) Obtener una uniformidad de las crías, ya que la época del parto se realiza en un período muy corto de tiempo, con la consiguiente revalorización comercial de los corderos.

²⁷GIBONNS, A. y CUETO, M. Manual de transferencia de embriones. Bariloche (Argentina), Ediciones INTA, 1995. Citado en: <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/reproduc/ct-290.pdf>. Pág. 10 – 17.

c) Aprovechamiento al máximo de la mano de obra y reducción de la misma, tanto en los programas de producción de carne, leche o pieles como en los cuidados a las crías, las cuales serán mejor vigiladas y las pérdidas menores.

d) Mejor utilización estacional de los pastos, ya que el ganado podrá desplazarse de una zona a otra (trashumancia).

e) Facilitar la alimentación de los corderos cuya madre muera por cualquier circunstancia, o de aquellos que procedan de un parto triple.

f) Disminuir los suplementos en las raciones de las ovejas gestantes al reducirse considerablemente la estación de partos.

g) Permitir la obtención de dos partos al año o tres partos en dos años

h) Disponer en un mismo período de tiempo de la totalidad del producto, ya que las condiciones en las cuales se desarrolla la cría ovina son típicas y necesariamente en masa, bien se trate de producción de carne, leche, lana o piel, permitiendo una selección de las técnicas en la industria.

i) Facilitar el transporte y conservación de los productos en aquellas zonas donde estos medios sean limitados.

j) Hacer factible una más ponderada selección de individuos destinados a la reproducción.

k) Obtener lotes experimentales en condiciones idénticas de medio.

3.2.7 Ultrasonografía. La ultrasonografía o también llamada ecografía es una técnica que permite la visualización de los órganos internos. Su aplicación en bovinos y equinos a partir de la década del ochenta ha sido uno de los pasos más importantes para el estudio y comprensión de los eventos normales que ocurre durante el ciclo estral y la gestación, a punto tal que es considerado por muchos investigadores como el avance más importante

en la biología reproductiva desde la utilización del radioinmunoensayo (RIA) para medir valores hormonales circulantes en el animal.

*** PRINCIPIOS BÁSICOS DE ULTRASONOGRAFIA.**

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia medidas en megahertz (MHz=1 millón de ondas de sonido por segundo) para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos. Las máquinas de ultrasonido están compuestas por el transductor y la consola. El transductor está integrado por una gran cantidad de pequeños cristales que vibran al ser estimulados por la corriente eléctrica proveniente de la consola, resultando en la emisión de ondas de sonido y el eco resultante será recibido por los cristales que transforma las vibraciones en corriente eléctrica, que irá a la consola para ser luego transformada en imágenes. La intensidad u frecuencia de las ondas son directamente proporcionales a la distancia y la consistencia de los tejidos. El color de las imágenes se traducirá en distintos tonos de gris desde el blanco al negro. Los líquidos (folículos, amnios) se ven en la pantalla de color negro debido a que no reflejan ondas y se llaman no ecogénicos. Los tejidos densos como los huesos reflejarán las ondas, se verán de color blanco y se los llamarán hiper ecogénicos. Las otras estructuras tendrán diferentes tonos de grises dependiendo de la densidad.

Las ondas que atraviesan los tejidos son muy delgadas (2mm), por lo tanto la imagen producida será equivalente a un corte histológico. Los límites entre dos tejidos adyacentes de diferente densidad se denominan interfaces. Diferencias muy pequeñas de densidad pueden resultar en una interface. Las interfaces nos permitirán delimitar los órganos en estudio y las distintas densidades nos permitirán evaluar los cambios normales o anormales de dichos órganos.

*** REQUERIMIENTOS PARA EL USO DE LA ECOGRAFÍA.**

La aplicación de esta técnica tiene escasos requerimientos, por cuanto es no invasiva e inocua. Sin embargo, para la adecuada interpretación de las imágenes, es necesario conocer las características anatómicas de la estructura bajo estudio. Asimismo, debido a que la imagen obtenida es en tiempo real, se hace necesario un buen método de

contención del animal en estudio, para evitar la formación de imágenes aberrantes. Esto último no presenta inconvenientes en las especies domésticas, pero puede ser una complicación en las especies silvestres, que son más sensibles al estrés de la manipulación y la contención. Sin embargo, la experiencia indica que no se producen resultados indeseados, cuando los animales se manipulan cuidadosamente²⁸.

3.2.8 Índices reproductivos en ovinos. Una producción eficiente de corderos, lana, y leche, dependerá de lograr una adecuada eficiencia reproductiva en las madres, entendida como su capacidad para producir al destete la mayor cantidad de crías y/o una lactancia aprovechable. Estos aspectos han llevado a la necesidad de conocer profundamente las características de comportamiento reproductivo para poder plantear estrategias de manejo y control reproductivo que logren dar la continuidad y eficiencia deseada dentro del mismo sistema de explotación²⁹ (Tabla 1).

²⁸BIDINOST, F.; GIBONNS, E. y CUETO, M. Ecografía para el diagnóstico de preñez en ovinos y caprinos. Bariloche (Argentina) Editorial INTA, 1999. Citado en www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/15-parraguez.pdf

²⁹GRAJALES L., Henry. Evaluación Reproductiva de la Hembra Caprina y Ovina. Memorias Seminario, Bogotá, (Colombia), 2007.

Cuadro 1. Características Reproductivas de las Ovejas y cabras.

CARACTERISTICA	OVINOS	CAPRINOS
Pubertad	6-9 meses	5-7 meses
Ciclo estral	+/- 17 días	+/- 21 días
Estro	0-2 días	0-2 días
Metaestro	2-5 días	2-7 días
Diestro	5-14 días	7-17 días
Proestro	14-17 días	17-21 días
Celo	24-36 horas	24-48 horas
Ovulación	Cerca del final del estro (24-27h. del inicio)	Entre 24-36 horas de iniciado el estro
Involución uterina	20-30 días	
Recuperación ovárica	7-15 días	
Días abiertos (óptimo)	68 días	
Intervalo entre partos	240 días	
Ovejas y cabras carne	210 - 240 días (óptimo)	
Ovejas lana	365 días (año ovino)	
Cabras leche (cruzas)	210 – 240 días (lactancias de 150 - 180 días)	
Cabras leche (especializadas)	300 – 360 días (lactancias de 240 a 300 días)	
Días Abiertos	60 – 210 (dependiendo objeto productivo)	
No partos / año	1.0 sistemas leche - 1.5 sistemas carne	
Número de ondas foliculares /ciclo	Rango: 2 – 5. Patrón predominante: 3	
Tamaño Folículo mayor	4-6 mm	
Primer servicio	40 - 60% del peso adulto del rebaño, dependiendo nivel tecnológico	
Gestación	+/- 150 días	

Fuente: Grajales et al., 2.006

INDICE DE PREÑEZ. La tasa de preñez es uno de los índices más utilizados para reflejar el comportamiento reproductivo del rebaño y mide la velocidad con que se preñan las ovejas, constituyéndose como el primer índice que refleja la eficacia del sistema de producción en forma global e integral. El índice de preñez se mide cada 17 días (un ciclo estral) y representa la proporción de ovejas que se preñan en un ciclo; la tasa de preñez anual se expresa como el promedio ponderado de los 21 ciclos que tiene un año (17 cada uno). La tasa de preñez es función de la Tasa de detección de celos y del índice de concepción. La tasa de detección de celos es la proporción de ovejas que se detectan en celo en un ciclo estral (17 días), mientras que la índice de concepción es la proporción de los servicios dados que originan preñeces.

$$\text{Tasa de preñez} = \frac{\text{Ovejas preñadas}}{\text{Ovejas servidas}} \times 100$$

ÍNDICE DE PROLIFICIDAD. La cantidad de corderos nacidos vivos por ovejas paridas, varía con la raza y línea, consanguinidad, condiciones climáticas, la edad del animal y los niveles hormonales, entre otros.

Existen diferencias marcadas entre razas en relación a la tasa ovulatoria (número de óvulos liberados en cada celo). En algunas razas las ovejas en promedio producen 3 óvulos por celo mientras otras, como la Merino, es de un solo óvulo por celo en condiciones normales de manejo y nutrición. También pueden señalarse variaciones genético-reproductivas entre líneas dentro una raza. La consanguinidad también influye, Se han observado reducciones en el número de corderos producidos por oveja, en rebaños con elevada consanguinidad, debido a descensos en la tasa de ovulación y una mayor mortalidad embrionaria. Otro factor condicionante de la prolificidad son las condiciones climáticas. En ovejas sometidas a elevadas temperaturas, se han observado importantes reducciones en los porcentajes de viabilidad de los embriones. También se producen incrementos significativos en la pérdida de óvulos por la exposición al frío, al viento y a la lluvia durante el período previo o inmediatamente posterior al apareamiento. Las ovejas expuestas a la lluvia e hipotermia antes y después del apareamiento, muestran disminución de la tasa ovulatoria por el estrés. En todos los casos, las pérdidas embrionarias se verifican principalmente entre los días 14 -15 de gestación. Al igual que para la fertilidad, la prolificidad del ganado ovino también varía con la edad de las ovejas. La cantidad de corderos nacidos vivos por oveja parida suele aumentar con la edad hasta los 5-6 años, para posteriormente descender al final de su vida útil.

$$\text{Índice de Prolificidad} = \frac{\text{Crías totales}}{\text{Número de partos totales}} \times 100$$

3.2.9. Condición Corporal. Es un procedimiento de evaluación del estado físico nutricional de los ovinos que nos sirve para:

- Conocer el estado corporal de los animales, y saber si hay o no un correcto manejo del lote.
- Obtener un promedio estimado que muestre el estado de un lote o de una rebaño, para tomar decisiones de manejo previo al servicio, próximo a la parición, durante la lactancia y al entrar el invierno.
- Experiencias nacionales e internacionales han demostrado la importancia de manejar la condición corporal (CC) al parto, como una herramienta para mejorar la productividad de la oveja de cría y corderos en sistemas productivos con diferente grado de intensificación.
- Para comparar el estado de una majada respecto a otras.
- Para medir el estado de los animales con un parámetro o escala comparativa aceptada por los compradores de hacienda.
- Para seguimiento del potencial productivo de la oveja de cría en su ciclo reproductivo.

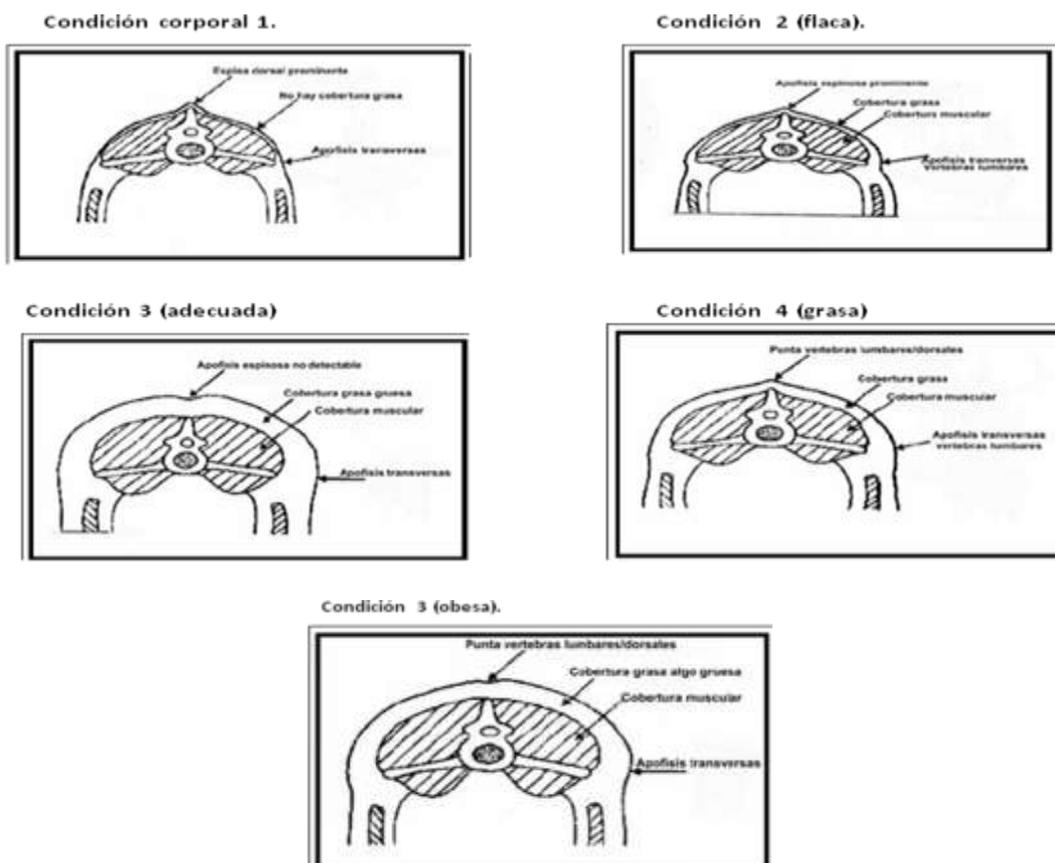
30

La condición corporal se mide utilizando una escala de uno a cinco grados, que clasifica los estados corporales según el grado de gordura. Los requerimientos alimenticios dependerán de la edad, sexo, estado fisiológico y nivel de producción de la oveja (Figura 3). En términos generales, estos requerimientos cambiarán a lo largo del año, según el estado fisiológico en que se encuentre el animal; dependiendo de esto se lograra hallar el grado de condición corporal que se aceptara como adecuado.

Para medir está es necesario que la posición del operador sea detrás del animal, se palpa el borde posterior de la última costilla, hasta llegar a la región lumbar. La técnica consiste en palpar con las dos manos la prominencia de las apófisis espinosas de las vértebras lumbares; la agudeza y grado de cobertura de grasa de las apófisis transversas de estas vértebras. Debe palparse también la profundidad de los músculos del lomo y la cobertura grasa de los mismos.

³⁰MANAZZA JORGE. Visión Rural 13(60).Grupo Sanidad Animal INTA Balcarce. 2006 [en línea] [consultado 05-15-10 13:30]. Disponible en Internet: www.produccion-animal.com.ar

Figura 3. Evaluación de la condición corporal en ovinos



Fuente: GRAJALES, H. Evaluación Reproductiva de la Hembra Caprina y Ovina

Debe asegurarse de poder palpar bien la zona lumbar (a la altura de los riñones), el pulgar hacia arriba: “cresta del espinazo” (apófisis espinosas) y los cuatro dedos por debajo: “aletas laterales” (apófisis transversa). Palpar bien la grasa y los músculos de la parte superior de la región lumbar (ojo de bife).³¹

3.2.9.1 Rangos de la condición corporal.

- **Espina dorsal prominente y afilada, sin cubierta de grasa.** Músculo gastado, protuberancia transversal salida. Ovejas delgadas, en mal estado pero ágiles. Esqueleto sin cobertura de grasa. Permanece en el rebaño.

³¹MARTÍNEZ ROJAS Leonel. Fortalecimiento del sistema producto caprinos. 2005 citado en: <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/cienciasdelacarne/criteriosparaclasificar.pdf>.

- **Espina dorsal prominente, pero suave.** Pequeña cubierta de grasa, músculo lleno, protuberancia transversal redondeada. Ovejas delgadas, pero fuerte, sano sin músculo. Sin cubierta de grasa sobre la espina, grupa o costillas, pero el esqueleto no se nota.
- **Espina dorsal redondeada, pero suave.** Músculo lleno, protuberancia transversal redondeada, pero suave. Pequeños depósitos de grasas sobre las costillas, hombros, espina y base de la cola. Se nota el hueso de la cadera.
- **Espina dorsal evidente solo como línea.** Cubierta de grasa considerable, pero firme, protuberancia no palpable, apariencia redondeada. No se nota el hueso de la cadera. Firme depósitos de grasas en el pecho y base de la cola.
- **No se nota la espina dorsal ni la protuberancia transversal.** Oveja muy gorda con exceso de grasa sobre los hombros, espina, grupa y costillas. Depósito de grasa excesivo en pecho, flanco y base de la cola, sin firmeza. Las ovejas parecen molestas y no se quieren mover³²

3.2.10 Nutrición en hembras ovinas. El periodo desde el destete hasta la cubrición de las ovejas es crucial si se desea alcanza una tasa elevadas de partos gemelares. No se debe permitir que la oveja engorde excesivamente, pero deben presentarse aumentos de peso diarios desde el destete hasta la cubrición. El incremento de la ganancia depende del peso deseado, pero debe ser un 60 a 70% del peso adulto calculado en la cubrición y un 80 a 90% del pretendido en el parto. Si la producción de pasto es inadecuada, las ovejas pueden mantenerse estabuladas y alimentadas con heno de alta calidad y, si es necesario una pequeña cantidad de grano. En la cubrición mientras ingieren leguminosas puede provocar una reducción del tamaño de los corderos, descendiendo la ingesta de ciertos alimentos. Después de la cubrición, las ovejas pueden mantenerse a pasto, permitiendo la conservación de otros alimentos para otros meses del año. Un buen pastoreo durante este periodo logra que las ovejas comiencen el periodo de alimentación de invierno en buenas condiciones. Cuando el pasto no está disponible, debe formularse una ración apropiada.

³²MANAZZA J. Condición corporal en ovinos, Balcarce, INTA 2006. Citado en: <http://ebookbrowse.com/72-condicion-corporal-en-ovinos-pdf-d22167840>

Durante las últimas seis a ocho semanas de gestación el crecimiento del feto es rápido. Este es un periodo crítico nutricionalmente, en especial para las ovejas que portan más de un feto. Comenzando seis a ocho semanas antes de los partos, el plano de nutrición debe aumentarse gradualmente y continuarse sin interrupción hasta después del parto. La cantidad ofrecida depende del estado corporal o de la capa grasa de las ovejas y de la calidad de forraje. Si las ovejas se encuentran en una condición corporal de regular a buena, generalmente es suficiente administrar 225 a 350gramos diariamente de un alimento concentrado. El contenido de pasto de la ración debe proporcionar todas las proteínas necesarias para las ovejas no lactantes. Si es necesario, las ovejas pueden calcificarse de acuerdo con la edad, la condición corporal y el número de fetos, y dividirse en grupos para ofrecerles un tratamiento diferencial.

3.2.11 Propilenglicol. El propilenglicol es un glucogénico [$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$] utilizado por vía oral en vacas lecheras de alta producción como fuente rápida de glucosa y energía en casos de cetosis, con el fin de incrementar el porcentaje molar de propionato ruminal durante el post-parto (Emery et al., 1967). Es producido comercialmente a partir del propileno y el carbonato. La cetosis, es el resultado de un déficit en el balance energético, es perjudicial para el crecimiento folicular y la actividad del cuerpo lúteo (Roche et al., 2000).³³

* **FUNCIONES**

El uso de propilenglicol proporciona a las vacas un precursor de la glucosa que puede ser utilizado para prevenir y tratar la cetosis y el síndrome de hígado graso. Se requiere una dosificación oral diaria con propilenglicol (400 ml/día).

Aumenta el nivel de azúcar en la sangre en vacas (profilaxis de la cetosis), mejora energética de alimento para todas las especies, aglutinante de polvo para pienso mineral, antiespumante para suplementación energética.

³³HIDALGO, O.; TAMARGO, M. C.; GÓMEZ, P. E.; FACAL, F. N. y DÍEZ, M. C. El propilenglicol mejora los resultados de la transferencia de embriones. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), España, 2005. Consultado en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/propilenglicol-mejora-resultados-transferencia-t1683/p0.htm>.

*** FORMA DE USO**

Como estrategia de apoyo que disminuya los efectos nocivos del balance energético negativo, cabe destacar la posibilidad de utilizar aditivos que ayuden a controlar la movilización de grasa, como es el propilénglicol, precursor de la neoglucogénesis a nivel hepático, lo que permite aportar energía y reducir el balance energético negativo. Sin embargo, el mecanismo que parece tener más importancia en el control de movilización de grasa está probablemente mediado por su capacidad de estimular la liberación de insulina, que tiene un efecto inhibitor de la movilización de grasa tejido adiposo. Este efecto se manifiesta en la reducción de los niveles de AGNE en sangre (Christiensen et al., 1997) y la reducción de los niveles de triglicéridos en el hígado (Studer et al., 1993). Sin embargo, la forma de administración del propilénglicol parece ser importante para desencadenar este efecto. Christiensen et al. (1997) compararon la administración del propilénglicol en una sola dosis (administración oral o en el concentrado administrado en una sola toma diaria) frente a la inclusión de la misma dosis en la mezcla Unifeed. La administración en la ración Unifeed tuvo un efecto pequeño, mientras que la administración en una sola dosis redujo considerablemente la movilización de grasa. También se utiliza en piensos semihúmedos para pequeños animales para reducir las pérdidas de humedad y mejorar la conservación y consistencia del alimento.³⁴

*** COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PROPILENGLICOL (PPG).**

Cuadro 2. Composición nutricional del propilenglicol (PPG) (Valores Energéticos Kcal/Kg)

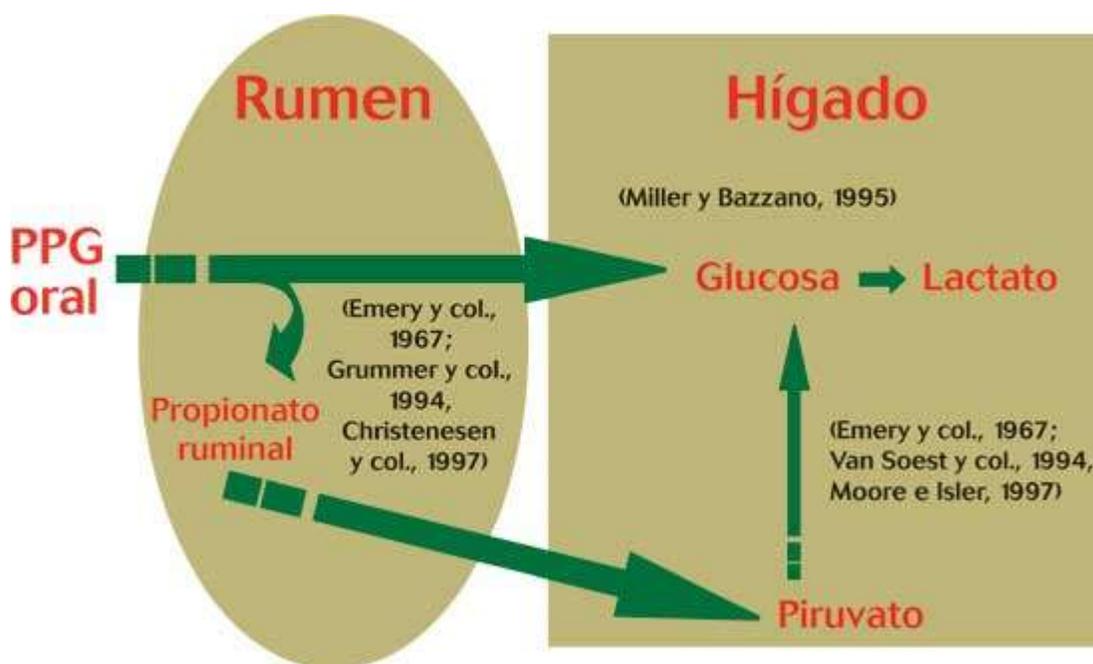
EB	AVES	PORCINO			CONEJOS	UFL (UF/Kg)	UFC (UF/Kg)
	EMAn	ED	EM	EN	ED	2,18	2,25
4800	4800	4800	4800	4000	4800		

Fuente: FEDNA 2003.

³⁴CALSAMIGLIA, S. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca preparto. Barcelona (España), 2.003. citado en: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Alimentacion/00CAP3.pdf>

3.2.11.1 Metabolismo del Propilenglicol en el rumen. Tras la administración oral, una porción de propilenglicol se metaboliza a propionato (Emery et al, 1967), pero la mayoría sale del rumen sin transformar para ser convertido en glucosa por el hígado, principalmente a través de la ruta del lactaldehído, con oxidación a lactato (Miller y Bazzano, 1995). El propionato es transportado al hígado a través del sistema portal, donde se transforma en piruvato y finalmente en glucosa vía oxalacetato (Emery et al., 1967) (Figura 4).

Figura 4. Metabolismo del propilenglicol en el rumen



Fuente: Emery y col., 1967

3.2.12 Interacción nutrición - reproducción. La relación entre nutrición y reproducción rumiantes es compleja y los resultados observados en la bibliografía son a menudo variables e inconsistentes. La condición corporal, el nivel de alimentación y el estado fisiológico (lactación, gestación) de las ovejas pueden influir nutricionalmente sobre la eficacia del sistema reproductivo. Se han realizado numerosos estudios sobre la influencia de la alimentación en la reproducción que señalan distintos factores que pueden influir en el animal a nivel del hipotálamo y la glándula pituitaria (secreción de GnRH, LH y FSH), el ovario (calidad de los ovocitos, producción de esteroides y concentraciones de IGF) y

sobre las consecuencias de estas señales endocrinas en el útero (desarrollo y calidad del embrión). Sin embargo, todavía no se conocen con exactitud todos los mecanismos endocrinos implicados³⁵.

3.2.12.1 Balance energético. El hombre y los animales dependen del aporte de energía en forma de alimento. Se encuentran en equilibrio energético cuando la ingesta (= absorción de energía) y la cesión de energía son aproximadamente iguales. A pesar de que la ingesta de alimento y la liberación de energía presentan variables fluctuaciones, en los individuos adultos sanos el peso corporal se mantiene constante, constituyendo así el mecanismo más fiable del equilibrio energético a largo plazo, que es sorprendentemente constante. El equilibrio energético por tanto se regula muy bien. las variables de este ciclo regulador fisiológico son la ingesta de energía por un lado y la liberación y almacenamiento por otro, en general el balance energético se regula inconscientemente mediante un mecanismo fisiológico. Puesto que en los individuos adultos solamente el 20% de la energía consumida en exceso se desprende en forma de calor, esta regulación se basa esencialmente en modificaciones de la ingesta. En los individuos adultos el balance energético se regula mediante la ingesta, que a largo plazo da resultados buenos.³⁶

3.2.12.2 Insulina. Es una hormona peptídica (peso molecular relativo de 6.000) está compuesta por dos cadenas conectadas entre sí mediante puentes disulfuro (cadena A: 21 aminoácidos, cadena B: 30 aminoácidos). La composición de aminoácidos de la molécula de insulina presenta clara diferencias entre especies. La molécula tiene una gran tendencia a la formación de agregados y a la reacción con Zn^{2+} o proteínas de carácter básico.

La insulina es secretada por las células β de los islotes de Langerhans pancreáticos, pequeña porciones de tejidos endocrino disperso entre el tejido exocrino del páncreas. La glucosa sanguínea elevada actúa como el principal estímulo para que las células β secreten insulina. La liberación de insulina también es estimulada por el glucagón, la

³⁵ JIMENO V. CASTRO T y REBOLLAR P. Op. Cit.

³⁶ ENGELHARDT, W. y BREVES, G. Fisiología Veterinaria. Segunda Edición, Madrid (España), Editorial Acribia, 2002. Pág. 433

hormona del crecimiento, el péptido gástrico inhibidor (GIP, también conocido como péptido liberador de insulina dependiente de glucosa) la adrenalina y por niveles altos de amino ácidos.

La insulina tiene importantes efectos sobre el metabolismo de los carbohidratos grasas y proteínas, con respecto al metabolismo de los carbohidratos, la insulina tiene dos acciones principales: incrementar la tasa de captación de la glucosa hacia el interior de las células del hígado, musculo y tejido adiposo y estimular la gluconeogénesis (polimerización de glucosa o glucógeno) en el metabolismo lipídico, la insulina estimula la lipogénesis en hígado y tejido adiposo. En el metabolismo proteico, estimula la captación de aminoácidos en el hígado y en los músculos y la incorporación de los mismos en las proteínas.

El déficit absoluto o relativo de insulina conduce a una producción y secreción de insulina disminuida, (es decir deficiencia absoluta de insulina) o receptores de insulina defectuosos (es decir, deficiencia relativa de insulina), cualquiera que sea la causa de deficiencia de insulina provoca hiperglucemia (niveles altos de glucosa en la sangre), glucosuria (vertido del exceso de glucosa en la orina, que se produce cuando los niveles de glucosa sanguíneas exceden el umbral renal para la glucosa) y una capacidad reducida para sintetizar lípidos y proteínas, que se degraden para obtener energía puesto que las células están deficientes de glucosa. Además, las partículas de grasas movilizadas no pueden ser metabolizadas rápidamente, acumulándose en la sangre como cuerpos cetónicos. Estos son liberados con la orina pero también pueden interferir con las funciones hepáticas. Estos desarreglos en el metabolismo de los carbohidratos lípidos y proteínas también producen un gran número de complicaciones en diversos órganos.

*** SECRECIÓN DE INSULINA EN LOS RUMIANTES.**

En los rumiantes los ácidos grasos volátiles propiónico, butírico y valérico tienen una gran importancia. Por eso al contrario que en los monogástricos, el control de la secreción de insulina se basa en el nivel de ácidos grasos de cadena corta en la sangre. Es interesante destacar que el acético no participa en la regulación de la concentración de la insulina. La

escasa concentración sanguínea y la reducida tolerancia a la glucosa de los rumiantes se comprende gracias a las particularidades de la regulación de la insulina.

La carencia de insulina provoca diabetes mellitus en todas las especies. Los trastornos pueden afectar a la biosíntesis de la insulina, su secreción, transporte o metabolismo, o una menor sensibilidad a la insulina en los tejidos. Los síntomas más frecuentes de la diabetes son: poliuria/polidipsia, pérdida de peso/polifagia, debilidad y reducción de la actividad, mayor tendencia a las infecciones.

La insulina regula principalmente el metabolismo de los hidratos de carbono. La función principal de la insulina es que la concentración de glucosa no supere un límite determinado. Esto se consigue mediante una mayor absorción de glucosa y amino ácidos en el hígado, musculatura y tejido adiposo, así como mediante una mayor producción de glucógeno, triglicéridos y proteínas.³⁷

3.2.12.3 Factor del crecimiento insulinoide (IGF). Los factores de crecimiento son secretados de forma paracrina o autocrina por varios tipos de células relacionados directamente con la regulación, proliferación y diferenciación celular, susceptibilidad alterada a la apoptosis y modificaciones en la morfología celular, aunque fueron inicialmente postulados como mediadores circulantes de las acciones de la hormona del crecimiento y como factores semejantes a la insulina.

El sistema IGF está compuesto por dos tipos de receptores, estructural y funcionalmente diferentes, dos ligandos (IGF-1 e IGF-2) y seis proteínas de unión al IGF (IGFBPs), proteasas responsables de la liberación de los factores de crecimiento, ya sea por división del precursor o por proteólisis de estas proteínas de unión. En las hembras no gestantes, los receptores para IGF-1 son detectados en las células de la granulosa del ovario, en el epitelio secretor del oviducto y de las glándulas endometriales del útero y la expresión *in vivo* se ha unido a marcadores de salud folicular y desarrollo de receptores para gonadotropinas, enzimas esteroidogénicas y marcadores de replicación celular. El IGF-2 actúa como un factor de crecimiento autocrino y paracrino, afectando la proliferación y la

³⁷Ibid.

diferenciación de los fibroblastos perivasculares de los grandes vasos sanguíneos y capilares de los pericitos. Los factores de crecimiento están relacionados con sistemas complejos que incluyen factores estructurales y funcionales, sus receptores y, en muchos casos, proteínas de unión o proteoglicanos. Las IGFBPs, por su parte, son proteínas transportadoras de alta afinidad, que se unen al IGF, prolongan su vida media y bloquean su acción, con habilidad para inhibir en el ovario los efectos sinérgicos de IGF-1 y FSH. De esta forma, controlan la bioutilización de los IGFs en acciones dependientes del tipo y del tamaño folicular, y son reguladas, a su vez, por el IGF-1 y por las gonadotropinas. En ovinos, la atresia de los folículos inferiores a un diámetro de 2 mm está asociada con el aumento en la actividad de la IGFBP, localizada dentro de las células foliculares y del *antrum*. Las gonadotropinas maximizan la utilización de IGF-1 o de IGF-2 por sus receptores, en el proceso de desarrollo folicular y durante la vida media del cuerpo lúteo, ya que incrementan el IGF e inhiben la producción de IGFBP. La elevación plasmática del IGF-1 está ampliamente asociada con el estradiol, y se torna importante no solamente para el desarrollo folicular, sino también para promover de forma directa la supervivencia del espermatozoide o del embrión precoz; o indirecta, por aumentar las secreciones del oviducto o del útero³⁸.

3.2.12.4 Leptina. Se sabe desde hace tiempo que de la cantidad de tejido adiposo que tiene un animal depende la regulación de la ingestión alimentaria y la actividad reproductiva, pero el medio por el cual los animales son capaces de estimar su propio contenido en lípidos corporales no se ha conocido hasta hace poco. La leptina, una hormona proteica de la familia de las citoquinas identificada en 1994, parece jugar un papel importante en la relación que existe entre la cantidad de reservas adiposas y la reproducción.

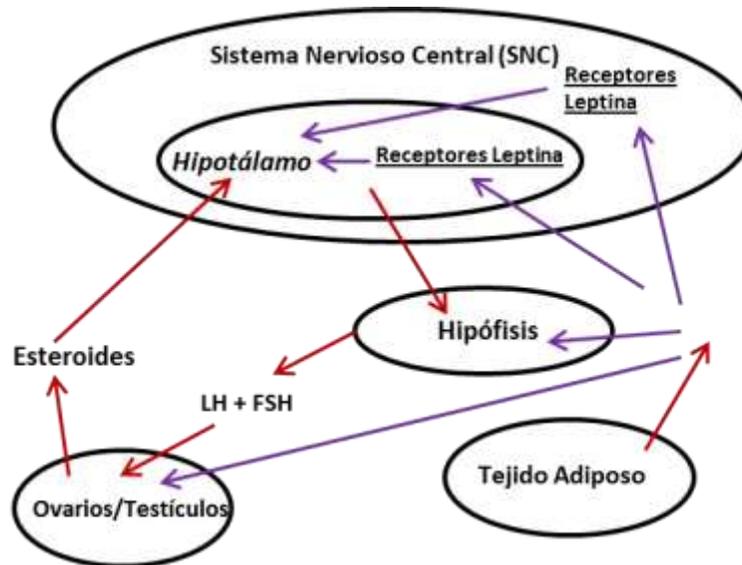
La leptina es sintetizada y secretada principalmente por el tejido adiposo e interviene simultáneamente sobre la regulación del apetito y sobre la restauración de la actividad sexual. En el caso de las ovejas, los receptores específicos para la leptina se encuentran en el hipotálamo, la hipófisis, las gónadas y la placenta (Chemineau et al., 1999). La

³⁸LENZ, S. M.; RAMIREZ, G. y URIBE, L. Papel del factor de crecimiento semejante a la insulina (IGF-1) en la regulación de la función ovárica. Manizales (Colombia) 2007. Citado en: http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Revista%206_13.pdf.

hipótesis actualmente aceptada consiste en que un aumento del *status* metabólico estimula al tejido adiposo a secretar leptina, la cual llega al sistema nervioso central, donde es transportada por el fluido cerebroespinal y afecta a los centros que controlan el apetito y la reproducción. En roedores han sido identificadas dos anomalías genéticas que afectan a la producción de leptina. Así, los ratones con un defecto en los genes que codifican la síntesis de leptina (gen *ob*) o de sus receptores (gen *db*) son extremadamente obesos y estériles. La inyección de leptina en ratones *ob/ob* (pero no en ratones *db/db*) restaura la actividad sexual, al mismo tiempo que disminuye la ingestión y las cantidades de lípidos corporales a niveles normales (Chehab et al., 1996). En las ovejas la leptina es sintetizada por los adipocitos (Dyer et al., 1997b, Chemineau et al., 1999), aunque la placenta y el epitelio gástrico también la producen (Masuzaki et al., 1997, Bado et al., 1998, Chemineau et al., 1999). La concentración plasmática de leptina está correlacionada positivamente con la proporción de lípidos corporales (Considine et al., 1996) y con el índice de masa corporal (Chemineau et al., 1999). (Figura 5)

En la actualidad no se conoce con precisión qué factores regulan la síntesis y liberación de la leptina. No obstante, en un trabajo llevado a cabo con ovejas por Bocquier *et al.* (1998), se comprobó que un nivel de alimentación alto frente a uno bajo (190% vs 22% de las necesidades energéticas de mantenimiento) modificaba positivamente la expresión del gen que codifica la síntesis de leptina en el tejido adiposo (un 44% más en los animales sobrealimentados). Algunos trabajos realizados con ratones y monos demuestran que el suministro de leptina reestablece la actividad sexual, con secreción pulsátil de LH y el aumento de FSH plasmática (Yu *et al.*, 1997, Cunningham *et al.*, 1999). En animales de interés zootécnico, hasta el momento, son muy pocos los resultados que relacionen cambios en la actividad reproductiva con modificaciones en las concentraciones de leptina. Henry *et al.* (1999) no observaron ningún efecto sobre la secreción pulsátil de LH por la inyección intracerebral de leptina en ovejas ovariectomizadas. Por el contrario, Blache *et al.* (2000) demostraron que cuando corderos adultos eran cambiados de un nivel de alimentación bajo a otro más elevado (suplementación con 800 g/d de altramuz) durante sólo 5 días, las concentraciones de leptina en el plasma y en el fluido cerebroespinal estuvieron correlacionadas y aumentaban en paralelo, con un aumento en la frecuencia de pulsos de LH.

Figura 5. Relaciones potenciales entre leptina y la actividad reproductiva en los mamíferos.



Fuente: JIMEO V. CASTRO T. Interacción Nutrición-Reproducción, 2.004

3.3 MARCO LEGAL.

LEY 84 DEL 27 DE DICIEMBRE DE 1989. “Por la cual se adopta el estatuto Nacional de protección de los animales”, en su Capítulo VI hace referencia a los Animales de experimentación. Capítulo VI: “Del Uso de Animales vivos en Experimentos e Investigación”.

RESOLUCIÓN 8430 DE 1993, DEL MINISTERIO DE SALUD DE COLOMBIA. “Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas, y administrativas para la investigación en salud”; Título V: “La investigación Biomédica con Animales”.

LEY 395 DE 1997 DEL CONGRESO DE LA REPÚBLICA, Por la cual se declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la erradicación de la Fiebre Aftosa en todo el territorio colombiano y se dictan otras medidas encaminadas a este fin.

RESOLUCIÓN ICA No. 889 DEL 10 DE ABRIL DE 2003. Por la cual se establecen requisitos sanitarios para las fincas que produzcan bovinos, ovinos, caprinos y bufalinos para sacrificio con destino a la exportación.

RESOLUCIÓN ICA No. 322 DEL 24 DE FEBRERO DE 2004. Por la cual se adiciona un párrafo a la resolución 889 de abril 10 de 2003 y se establecen requisitos sanitarios para las fincas que produzcan bovinos, ovinos, caprinos y bufalinos para sacrificio con destino a la exportación

3.4 MARCO CONCEPTUAL

ADITIVO: sustancia añadida intencionalmente a los alimentos para modificar sus propiedades y su aprovechamiento por parte del animal.

ESPERMATOZOIDE: Es una célula masculina altamente especializada; consta de dos partes: Cabeza y cola. La cabeza es plana y ovoide y en su mayor parte está constituida por un núcleo. El núcleo contiene los cromosomas, los cuales son los responsables de transmitir la información genética paterna.

ESTRO: La palabra estro proviene del griego y significa tábano, bramar, maravilla, locura. La palabra se utilizó para bautizar las familias de las moscas del ganado (*Oestridae*) que molestaban mucho a los rebaños de vacas (hasta provocar estampidas). Puesto que el comportamiento de las hembras presentaba síntomas de excitación similares, la expresión estro se aplicó a la fase del celo.

FECUNDACIÓN: Unión de gametos haploides masculino y femenino (espermatozoide y ovocito, respectivamente) y generación de un cigoto diploide; esto resulta en el origen de un nuevo individuo. La fecundación, a su vez, es la culminación de una serie de eventos regulados delicadamente que tiene como objeto poner a ambos gametos en contacto.

FOLÍCULO: Folículo ovárico inmaduro.

FOTOPERIODO: Duración del periodo luminoso en 24 horas.

HORMONA: La palabra hormona deriva del verbo griego *hormao* que significa activar o estimular, es decir, una hormona es una sustancia que pone en marcha los procesos metabólicos que de otro modo no funcionarían.

MEIOSIS: División celular durante la formación de las células germinales en la cual el número cromosómico se reduce en cada célula hija, la que recibe sólo un miembro de cada par cromosómico.

MITOSIS: División celular en la cual cada cromosoma se duplica y las células hijas tienen la misma cantidad de cromosomas que la célula madre.

OVOCITO: El ovocito está compuesto por la célula germinal propiamente dicha y se encuentra recubierto por estructuras acelulares y celulares. La cubierta celular que rodea al ovocito se conoce como zona pelúcida y es un complejo de tres (o más) glicoproteínas secretadas por el mismo ovocito. Por fuera de ella se localizan células derivadas de la granulosa del folículo ovárico. El conjunto de estas células se denomina cumulus oophorus y el mismo se encuentra bañado por una matriz secretada por sus células.

OVULACIÓN: Liberación del óvulo por parte del ovario.

ÓVULO: Célula reproductiva femenina de los animales superiores; tiene el número cromosómico reducido o n .

POLIESTRAL: Especie en la que las hembras tienen más de un ciclo estral al año.

PROPILENGLICOL: Es un hidrato de carbono $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}]$ utilizado como fuente rápida de glucosa y energía. Es producido comercialmente a partir del propileno y el carbonato.

SINCRONIZACIÓN: Proceso por el cual un grupo de animales se inducen a ovular en un periodo corto de tiempo.

4. METODOLÓGIA

4.1 LOCALIZACION

El estudio “EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN OVEJAS DE LA RAZA ROMNEY MARSH SUPLEMENTADAS CON PROPILENGLICOL Y SINCRONIZADAS MEDIANTE CIDR-SYNCH Y ESPONJA-eCG” se llevo a cabo en la finca La vega, que tiene una extensión total de 87 Hectáreas de las cuales 13 están dedicadas a la explotación ovina y las 74 restantes a la explotación de ganado bovino, ésta se ubica en la vereda Carabobo sector Rio Colorado del municipio de Concepción en el Departamento de Santander, (figura 6), esta región según la caracterización agroecológica de la Provincia De García Rovira descrita por Luna y col, 1995 se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar (a.s.n.m) de 3360m., temperatura promedio entre 6 y 12 °C, precipitaciones que varían entre los 2000 a 4000 mm/año y que está clasificada según el triángulo de Holdridge como Bosque muy Húmedo Montano (bmh-M)³⁹. La finca está dividida por los ríos denominados “Río Llanero y Río Colorado”, los cuales abastecen de agua tanto las explotaciones, como la unidad habitacional. La topografía en su mayoría está constituida por un relieve escarpado, con pendientes complejas que superan el 100%.

La vía de acceso, para llegar a esta explotación es la carretera que de Málaga conduce a la ciudad de Pamplona, haciendo el siguiente recorrido que inicia saliendo desde el municipio de Málaga, pasando por los municipios de Concepción y Cerrito, siguiendo la vía que comunica este pueblo con el municipio de Chitaga, se hace un desvío a mano derecha en el aparte denominado puerto nuevo, y se continua la ruta hasta encontrar una Y sitio denominado alto de las cruces donde se toma la vía hacia la izquierda hasta llegar a la escuela “San Francisco” en la vereda Tabeta donde se encuentra otro aparte o Y, continuándose por izquierda hasta encontrar la escuela de Nítaga, realizándose el desvío a la derecha y se continua el trayecto por dos kilómetros mas en donde está ubicada la

³⁹LUNA G., Luz Alba. Caracterización Biofísica y Socioeconómica de la Provincia de García Rovira, 1995, Pág. 18

finca conocida como “Mal Abrigo”. Este trayecto tiene una extensión aproximada de 55 Km. desde el punto de partida y una duración en carro de 2 horas y media.

Figura 6. Finca La Vega



Fuente: Autoras proyecto

4.2. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El desarrollo del proyecto tuvo una duración de seis meses, se inició en Abril de 2010 con la suplementación y sincronización estral y finalizó en el mes de septiembre del mismo año.

4.3 MATERIALES

4.3.1 Praderas e Instalaciones. El experimento se desarrolló bajo un sistema de producción extensivo, en el que las hembras se encontraban en continuo pastoreo, con praderas constituidas por gramíneas, raigrás (*Lolium multiflorum*), falsa poa (*Holcus lanatus*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) azul orchoro (*Dactylis glomerata*), oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), leguminosas, trébol blanco (*Trifolium repens*), oreja de ratón (*Dichondra repens*), chicoria (*Taraxacum officinalis*) (figura 7), los potreros estaban delimitados por cercas elaboradas con postes de madera, alambre de púa y cimientos de piedra.

Figura 7. Banco de forraje Kikuyo, Trébol Blanco, Azul Orchoro, Oloroso y Chicoria



Fuente: Autoras proyecto

Para el manejo de los animales se elaboró un corral con lona de fibra y tinales de madera con un área de 30 metros cuadrados, y para el proceso ecográfico las hembras fueron llevadas a una vivienda cercana al potrero ya que en este no había disponibilidad de energía eléctrica.

4.3.2 Equipos e Insumos. Los equipos e insumos que se emplearon para el desarrollo del proyecto fueron (Figura 8)

- **Equipos**
- Ecógrafo: marca Mindray modelo DP 3300 con transductor lineal endorectal de 7.5 MHz.
- Glucómetro y cintas reactivas marca MediSense Optium Xceed.
- kit de progesterona Accubind®

- Agujas y tubos vacutainer.
- Viales
- jeringas desechables.
- Al igual que utensilios de bioseguridad laboral para el manejo de las muestras y de los animales.
- Arnases.

Figura 8. Equipos e Insumos



Fuente: Autoras proyecto

- **Insumos**

- Medicamentos para la vermifugación suplementos vitamínicos y minerales (Bovex® y Calfosvit se®).

- Suplemento energético (propilenglicol).

- Hormonas para la sincronización del estro.

- * Gestar (GnRH) Laboratorios Over

- * Novormon (eCG) Laboratorios Callier

- * Cloprostenol (PGF2α) Laboratorios Callier

- * Estozoo (estrogenos) Laboratorios Zoo

- Dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (CIDR).

- * CRONIPRES®CO (160 mg de Progesterona Natural) Laboratorios Biogenesis-Bagó

- * Esponjas intravaginales (50 mg de acetato de medroxiprogesterona, Depoprovera)

4.3.3 Animales. Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron 36 hembras puras según estándares fenotípicos de la raza Romney Marsh aptas tanto sanitaria como reproductivamente, de similar condición corporal (2.5 y 3), peso 45 ± 5 Kg, edad (24–30 meses) y cuatro machos reproductores puros de la raza Romney Marsh para el servicio, con 24 a 36 meses de edad y aptos física, fisiológica y reproductivamente (figura 9).

Figura 9. Selección de machos y hembras para el ensayo



Fuente: Autoras proyecto

4.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN⁴⁰.

El tipo de investigación que se realizó fue de carácter experimental.

4.5. TRATAMIENTOS EVALUADOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se evaluaron seis tratamientos conforme se describen a continuación:

T0: Tratamiento testigo. Grupo que no recibió ningún procedimiento.

⁴⁰RUIZ, Luis J. Investigación experimental. Citado en: www.monografias.com/.../investigacion/investigacion.shtml

T1: Tratamiento uno. Grupo de hembras que recibieron la suplementación con propilenglicol durante 14 días y no fueron sincronizadas.

T2: Tratamiento dos. Suplemento con 100 ml. de propilenglicol durante 14 días, más el protocolo de sincronización Esponja intravaginal impregnadas con 50 mg. de acetato de medroxiprogesterona (MAP) por 7 días, más 0.5 ml de Benzoato de Estradiol el día 0; 1ml de PGF_{2α} el día seis y 300 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) al momento de ser retirada la esponja.

T3: Tratamiento tres. Suplementación con 100 ml. Propilenglicol durante 14 días, más el protocolo de sincronización Dispositivo Intravaginal Liberador de progesterona (CIDR) por 7 días más una dosis de 0.5 ml de Benzoato de Estradiol al momento de la inserción del dispositivo; 38 µg de PGF_{2α} al retirarse el dispositivo y el día 9 se aplicó 25 µg de GnRH.

T4: Tratamiento cuatro. Protocolo de sincronización Esponja intravaginal impregnadas con 50 mg. de acetato de medroxiprogesterona (MAP) por 7 días, más 0.5 ml de Benzoato de Estradiol el día 0; 1ml de PGF_{2α} el día seis y 300 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) al retirarse la esponja.

T5: Tratamiento cinco. Protocolo de sincronización Dispositivo Intravaginal Liberador de progesterona (CIDR) por 7 días más una dosis de 0.5 ml de Benzoato de Estradiol al momento de insertado el dispositivo; 38 µg de PGF_{2α} al retirarse el dispositivo y el día 9 se aplicó 25 µg de GnRH.

Cada unidad experimental estuvo conformada por dos animales, se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento para un total de treinta y seis animales (6 tratamientos con dos animales por unidad experimental, por tres repeticiones o bloques dispuestos en un diseño de bloques completos al azar) (Figura)

Figura 10. Diseño en Bloques Completos al Azar

T ₀ (40-13)*	T ₃ (14-30)	T ₄ (35-P12)	T ₂ (29-04)	T ₁ (41-43)	T ₅ (P39-31)	I
T ₄ (42-26)	T ₂ (27-44)	T ₀ (18-P09)	T ₅ (06-P01)	T ₃ (252-09)	T ₁ (254-36)	II
T ₂ (25-P20)	T ₅ (P06-24)	T ₃ (042-P07)	T ₁ (23-01)	T ₀ (10-15)	T ₄ (22-32)	III

Fuente: Autoras del Proyecto

*Número de la chapeta de la hembra seleccionada

4.6. VARIABLES EVALUADAS

4.6.1 Porcentaje de presentación de estro: Se determinó observando la manifestación del comportamiento de receptividad sexual de la hembra hacia el macho u otras hembras durante el día, y la presencia de aquellas hembras que fueron marcadas por la tinta del arnés que poseía el macho, en horas de la noche.

4.6.2 Porcentaje de preñez: Se valoró como el número de hembras diagnosticadas como gestantes mediante ecografía a los 45 y 60 días de realizada la monta, sobre el total de hembras montadas por 100.

4.6.3 Índice de prolificidad: esta variable se estimó teniendo en cuenta el número de crías nacidas totales, sobre el número de partos totales, por cien.

4.6.4 Comportamiento de los niveles de glicemia: Esta variable se valoró mediante muestras sanguíneas, que se determinaron con el Glucómetro, para estudiar la variación durante el día y las horas de los niveles de glicemia, en aquellas hembras que se suplementaron con PPG.

4.6.5. Comportamiento de los niveles de progesterona sérica: El nivel de progesterona fue medido a través de pruebas sanguíneas que se analizaron en el laboratorio, para observar la dinámica de dicha hormona durante los días, con respecto al efecto de la suplementación energética y los métodos de sincronización.

Por razones de costos los valores sanguíneos de azúcar y progesterona, se evaluaron solamente en un animal de cada tratamiento en los bloques II y III, para un total de doce animales evaluados (6 tratamientos x 2 repeticiones, x 1 animal = 12 animales) (Anexo A)

4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

MANEJO DE LOS ANIMALES. Después de seleccionar 36 hembras ovinas que cumplieran con las características fenotípicas de la raza Romney Marsh, condición corporal, edad, y estado fisiológico, se procedió a secar las ovejas que estaban lactando e identificarlas por medio de chapetas enumeradas, luego se realizó el control de parásitos internos y externos y la suplementación vitamínica, este proceso se efectuó 15 días antes de iniciar la aplicación de los tratamientos. (Figura 11)

La ejecución del proyecto inició con la asignación, al azar, de un tratamiento a cada hembra, según correspondía con la distribución del diseño experimental. Los 36 ejemplares objeto de la investigación permanecieron en un potrero de 3 hectáreas, sin la presencia de machos u otras ovejas, en un sistema de explotación extensiva, con praderas a base de gramíneas y leguminosas mejoradas como raigrás (*Lolium multiflorum*), falsa poa (*Holcus lanatus*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*) oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y nativos como oreja de ratón (*Dichondra repens*) y chicoria (*Taraxacum officinalis*), además se suplementaron con sal mineralizada cada tres días y disponibilidad de agua a voluntad proveniente de los ríos que abastecen la explotación.

Figura 11. Manejo y Selección de las Hembras



Fuente: Autoras del Proyecto

MANEJO DEL GRUPO TESTIGO (T₀). Este grupo de hembras se sometió a una observación rigurosa realizada tres veces al día, durante el periodo de suplementación y sincronización de las hembras de los demás tratamientos, de tal manera que permitió identificar el comportamiento de su ciclo estral; a partir del día doce se llevo el macho el cual portaba un arnés de monta que permitió identificar el posible servicio, este permaneció con ellas durante dos ciclos reproductivos.

SUPLEMENTACIÓN CON PROPILENGLICOL. Las dieciocho hembras seleccionadas en los tratamientos uno, dos y tres (T₁, T₂, T₃) iniciaron el periodo de adaptación al suplemento energético, cinco días antes con una dosis de 50 ml aumentándose día a día hasta cumplir con la dosis requerida al iniciar el proceso de sincronización (día 0), luego se continuó suplementando con 100ml vía oral de propilenglicol (Figura 12), suministrados a las 7a.m, y durante 9 días, para un total de 14 días, correspondientes a los días previos y durante la sincronización; este aditivo por ser una sustancia líquida, se envasó en una jeringa milimetrada, facilitando el manejo, suministro y consumo del producto.

Figura 12. Suministro de Propilenglicol.



Fuente: Autoras del Proyecto

SEGUIMIENTO DE LOS NIVELES DE GLICEMIA. Se seleccionaron al azar doce ovejas, dos de cada tratamiento en los bloques II y III del Diseño Experimental, las cuales se sujetaron y derribaron, luego se procedió a ligar la mano para que se visualizara la vena safena y así obtener por medio de la punción una pequeña muestra de sangre, esta muestra se depositó en la cinta reactiva previamente insertada en el glucómetro MediSense Optimun Xceed® para su posterior lectura. Se tomaron cuatro muestras a intervalos por día así, 7a.m, antes del suministro de Propilenglicol y luego a las 7:30a.m, 8:30a.m y 9:30a.m, durante los días 0, 3, 7, 11; el día cero hacía referencia al inicio de los procesos de suplementación y sincronización, muestreándose para conocer los niveles de glicemia normales que tenían (figura 13 y 14).

Figura 13. Días de Colecta de muestra Sanguínea durante la Sincronización.



Fuente: Autoras del Proyecto

Figura 14. Colecta Sanguínea para prueba de Glicemia



Fuente: Autoras del Proyecto

SEGUIMIENTO DE LOS NIVELES DE PROGESTERONA SERICA. Se seleccionaron aleatoriamente doce ovejas en total, dos por tratamiento, a las que se les colectó por medio de punción de la vena safena (Figura 15), en horas de la mañana la muestra sanguínea, estas muestras se centrifugaron a 2500 rpm por 15 minutos para separar el suero que se almaceno en viales y se mantuvieron en congelación a -20°C hasta cuando se realizó la cuantificación en el laboratorio CINTROP (Centro de Investigación de Enfermedades Tropicales de la UIS, Guatiguará Piedecuesta) de los niveles de progesterona por la técnica de radioinmunoanálisis en fase sólida, para lo cual se utilizó el kits Coat-Accubind® de la Diagnostics Products Corporation, con una sensibilidad de 0.02 nanogramos/mililitro (ng/ml) y una reactividad cruzada muy baja con otros componentes presentes en la muestra. El muestreo se realizó los días 0, 3, 7 y 11 de cada tratamiento (figura16).

Figura 15. Colecta Sanguínea para prueba de Progesterona.



Fuente: Autoras del Proyecto

Figura 16. Muestras sanguíneas para análisis de progesterona.



Fuente: Autoras del Proyecto

SINCRONIZACIÓN DEL CICLO ESTRAL. El proceso de sincronización se llevo a cabo simultáneamente en los tratamientos dos, tres cuatro y cinco (**T2, T3, T4, T5**) siguiendo el protocolo según correspondía, así:

- ✓ **Esponja-eCG:** se inició con la elaboración de las esponjas de manera artesanal días antes, para esto se utilizó espuma de alta densidad y color rosado que se corto formando un cilindro de tres centímetros de diámetro y cuatro centímetros de altura, sujetado en el centro con una pita de hilaza, luego se introdujeron en un recipiente con agua hirviendo por diez minutos, se dejaron secar y se impregnaron de 50 mg de Acetato de

Medroxiprogesterona (MPA), nuevamente se dejaron secar por cinco días, para introducirlas en una bolsa esterilizada donde se espolvoreo antibiótico quedando lista para aplicarse vía intravaginal. El día de la inserción de la esponja primero se hizo limpieza a la vulva con solución yodada secándose después con papel absorbente, y desinfección del aplicador con una solución de Amonio Cuaternario (Biofac®) cada vez que se aplicaba un dispositivo, a continuación se colocó la esponja impregnada de crema antibacterial y antimicótica (Cutamycon®) dentro del aplicador (Figura 17); luego se introdujo el aplicador en la vulva de la hembra con la punta hacia arriba empujándolo suavemente hacia adelante, hasta llegar al cérvix en donde se depositó la esponja con la cola de extracción hacia afuera. El día cero además de insertada (Figura 18) la esponja se aplicó 0,5 ml de benzoato de Estradiol vía intramuscular (Estrozoo® IM), el día seis se aplicó 1 ml IM de Prostaglandina (Cloprostenol®), el día siete se retiró la esponja y se inyectó 300 UI de eCG IM (Novormon®), culminando así el protocolo para iniciar el proceso de monta a las 48 horas. (figura 19)

Figura 17. Inserción de la Esponja en el aplicador.



Fuente: Autoras del Proyecto

Figura 18 . Sincronización con Esponja-eCG.



Fuente: Autoras del Proyecto

Figura 19 . Protocolo de Sincronización Esponja-eCG.

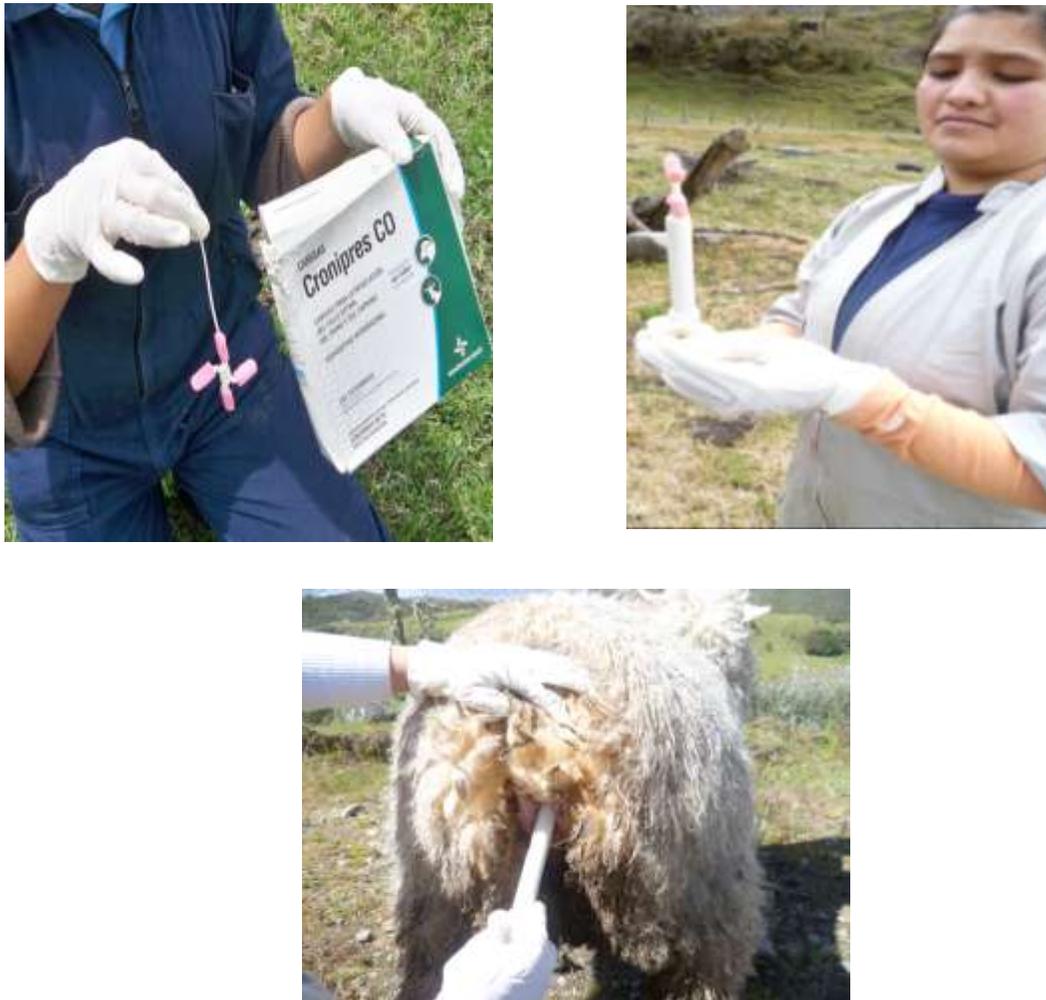


Fuente: Autoras del Proyecto

✓ **CIDR-Synch:** este protocolo comenzó el día cero con la inserción intravaginal del Dispositivo Liberador de Progesterona (CIDR) para ovinos denominado comercialmente como CRONIPRES®,(Figura 20) que contenía 160 mg de progesterona natural, de igual manera este día se aplicó 0,5 ml de Benzoato de Estradiol (Estrozoo®) vía intramuscular, para la manipulación de los dispositivos intravaginales (CIDR) se utilizaron guantes, y el equipo de aplicación previamente desinfectado, sujetándose los animales apropiadamente para facilitar el manejo, se hizo limpieza de la vulva con una solución yodada, secándose con papel absorbente, luego se introdujo el dispositivo untado de crema antibacterial y antimicótica (Cutamycon®) dentro del aplicador con la cola de extracción hacia el interior, para insertarlo en la vagina previamente lubricada, hasta el fondo del saco vaginal, una

vez comprobado el correcto anclaje del Dispositivo se retiró el aplicador, el día siete se quito el dispositivo de la vagina tirando de la cola de extracción y se aplicó 38 µg IM de prostaglandina (Cloprostenol®), y el día 9 se inyectó 25 µg de GnRH (Gestar®), para realizarse el proceso de monta a partir del día 10. (Figura 21)

Figura 20. Sincronización con CIDR



Fuente: Autoras del Proyecto

Figura 21. Protocolo de sincronización CIDR-synch



Fuente: Autoras del Proyecto

SERVICIO O MONTA. Este proceso se manejó bajo el sistema de monta natural controlada, empleando cuatro machos puros de la raza Romney Marsh, estos permanecieron en un potrero aislado tanto de las hembras objeto del trabajo como de las demás hembras del aprisco, los cuales se sometieron a un examen reproductivo y sanitario, evaluándose el aparato reproductor externo comprendido por los testículos, donde se tuvo en cuenta parámetros como tamaño, forma, consistencia y simetría; circunferencia escrotal, cordón espermático y pene, el cual se exteriorizó para examinarlo en toda su extensión y descartar lesiones, cicatrices o inflamaciones que impidieran el uso reproductivo. Al momento del servicio, (es decir los días 9 y 10 para los protocolos de sincronización y el día 11 para el tratamiento testigo y tratamiento uno (T₁)), cada macho permaneció con el lote de hembras durante 8 horas aproximadamente, haciendo detección de celos y servicios, para tal efecto y control de la monta cada reproductor portaba un arnés con tinta de diferente color (Figura 22); a las hembras en celo se les permitió tres saltos efectivos y después de comprobado se retiraban del lote para que el macho continuara con la detección de celo en las demás hembras del grupo. Después de la época de apareamiento programada con la sincronización del estro, el macho permaneció con las hembras por un ciclo reproductivo más, con el fin de que detectara nuevos celos y sirviera aquellas hembras que no respondieron inicialmente a los tratamientos, pero que con la aplicación de estos reactivaron la ciclicidad estral, realizándose la observación de este evento a partir del día 15 y hasta el día 18 luego del primer servicio para corroborar la presencia de nuevos celos tanto de las hembras ya servidas como de las que aún no presentaban los signos de estro.

Figura 22. Arnés de Monta y Servicio del Macho.



Fuente: Autoras del Proyecto

CONFIRMACIÓN DE PREÑEZ. La confirmación de preñez se realizó mediante ecografía a los 45 y 60 días después de la monta, con el fin de definir el porcentaje de preñez por cada tratamiento, el diagnóstico se realizó con un ecógrafo de marca mindray modelo DP 3300 con transductor lineal endorectal de 7.5 MHz, y el segundo se hizo utilizando dos métodos, por ecografía y por doppler. De igual manera se esperó que las ovejas parieran para determinar el índice de prolificidad y corroborar el porcentaje de preñez (figura 23)

Figura 23. Toma de Ecografía para Confirmación de preñez



Fuente: Autoras del Proyecto

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el análisis de los datos se utilizaron técnicas de estadística analítica, para observar los perfiles individuales de los niveles glicemia y progesterona, índices reproductivos (porcentaje de presentación de estros, porcentaje de preñez e índice de prolificidad); igualmente se aplicó el Análisis de varianza, en los casos en que se encontraron diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0,05 ($P < 0.05$). El análisis se efectuó por medio del Software Paquete de Diseños Experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía (FAUNAL) Versión 2,5.

5.1. PORCENTAJE DE PRESENTACIÓN DE ESTRO.

Este porcentaje se evaluó para observar el tiempo de presentación del estro en cada uno de los tratamientos con el fin de establecer cual mostraba una mejor eficacia en la inducción del estro y la homogeneidad de los mismos. Del total de las hembras (36) utilizadas en el experimento, 27 de ellas manifestaron estro con un porcentaje del 75% (Gráfica 24), denotándose que el porcentaje de presentación de estros de los tratamientos **T2**, **T3** y **T5**, fue del 100%, mientras que **T4**, **T1** y **T0** fueron de 83,3 %, 50 % y 16.6 % (Cuadro 3) respectivamente, con una diferencia mínima significativa (DMS) de 0,9964 y coeficiente de variación (C.V.) de 36,5% (Cuadro 5), ya que los datos del porcentaje de preñez fueron homogéneos, siendo más representativos ($P < 0,05$) en **T3**, **T2** y **T5**, tratamientos que son diferentes del **T0**, con un nivel altamente significativo, siendo estos superiores (Cuadro 6); es de gran relevancia anotar que **T2**, **T3** y **T5** obtuvieron el mayor número de hembras en estro, resaltándose que los tratamientos con EIV (Esponja intravaginal) tuvieron mayor homogeneidad entre el tiempo de presentación (48 y 60 horas) post retirados los dispositivos, mientras que los tratamientos con el CIDR (Dispositivo Intravaginal Liberador de Progesterona) fueron más dispersos entre 24, 36 y 48 horas, sin embargo los tratamientos sincronizados con CIDR (**T3** y **T5**), obtuvieron mejor porcentaje de presentación del estro (100%), con respecto a los tratamientos con EIV (**T2** y **T4**) con un porcentaje 100% y 83,3% para cada uno, demostrando la efectividad

en la eficiencia de presentación de estro del 95,8% en las ovejas sincronizadas con los diferentes protocolos utilizados en el ensayo.

Cuadro 3 . Presentación de Estro por Tratamientos.

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	TOTAL
24 Horas				3		2	5
36 Horas				2		3	5
48 Horas			4	1	3	1	9
60 Horas			2		2		4
****	1	3					4
HEMBRAS/TRATAMIENTO	6	6	6	6	6	6	36
TOTAL HEMBRAS ESTRO	1	3	6	6	5	6	27
% ESTRO/ TRATAMIENTO	16,6	50	100	100	83,3	100	75
% ESTRO HEMBRAS SINCRONIZADAS	-----	-----	25	25	20,8	25	95,8
RELACIÓN TTO VS TOTAL HEMBRAS EN ESTRO	3,77	11,11	22,22	22,22	18,25	22,22	100

Fuente: Autoras proyecto

**** Difícil detección.

Cuadro 4. Presentación de Estro por Tratamientos y Bloques

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ Tratamiento	PROMEDIO
	I	II	III		
T0	1	0	0	1	0,333
T1	1	2	0	3	1,00
T2	2	2	2	6	2,00
T3	2	2	2	6	2,00
T4	2	1	2	5	1,66
T5	2	2	2	6	2,00
Σ Bloques	10	9	8	27	1,498

Fuente: Autoras del Proyecto

Cuadro 5 . Análisis de Varianza para Presentación de Estro por Tratamientos

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F	P>F
TRATAMIENTO	5	7,166	1,43	4,77	0,017**
BLOQUE	2	0,333	0,166	0,55	0,595 N.S
ERROR	10	3,000	0,30		
TOTAL	17	10,500			
D.M.S	0,9964				
C.V.	36,5%				

Fuente: Autoras proyecto
 **Altamente Significativa
 N.S: No Significativa

Cuadro 6. Comparación de medias para la Presentación de Estro.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	MEDIA
T3	PPG+CIDR	2,0 a*
T2	PPG+EIV	2,0 a
T5	CIDR	2,0 a
T4	EIV	1,667 ab
T1	PPG	1,000 ab
T0	Testigo	0,333 b

Fuente: Autoras proyecto
 *Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente a Nivel de Significancia 0,05

Figura 24. Porcentaje de Presentación de Estro en cada Tratamiento.



N.P.E: Hembras que No Presentaron Estro

Fuente: Autoras proyecto

Resultados similares fueron encontrados por Ortega A. J, (2006) comparando la sincronización de estros mediante CIDR y EIV con 65 mg de Acetato de Medroxi-progesterona (MAP) en 40 ovejas de pelo en cada tratamiento y sincronizadas durante 14 días (Tratamiento largo), evidenciando que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos para el porcentaje de presentación del estro con valores del 92,5% y el 87,5%, para CIDR y EIV respectivamente, lo que difiere de este trabajo es la utilización de 50 mg de MAP en la EIV y con un tratamiento corto de sincronización (7 días), mostrando que los efectos de los diferentes medicamentos, no fueron representativos, debido a que dosis superiores a 45 mg de MAP son utilizadas para hembras en cualquier época y etapa reproductiva. Godfrey *et al* (1999) encontró un efecto diferente al presentado en este trabajo, utilizando ovejas sincronizadas con CIDR y EIV, con dos inyecciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a un intervalo de 10 días, mostrando 100% y 94% de respuesta al celo respectivamente; el autor se baso en Evans G, (1990), quien reporta que para sincronizar es necesario aplicar dos inyecciones con un intervalo de 10 a 14 días en ovejas, después de la segunda inyección cuando las ovejas se encuentran a la mitad o al final de la fase luteal del ciclo estral, el cuerpo lúteo se puede destruir administrando $\text{PGF}_{2\alpha}$ haciendo que la hipófisis inicie la liberación de gonadotropinas que estimulan el crecimiento folicular y el estro se presenta a los 2 o 3 días.

Por otra parte las hembras tratadas con EIV y eCG manifestaron estro en intervalos menores, ya que esta hormona provoca un aumento en la concentración de Estrógenos induciendo el apareamiento precoz del estro y del pico preovulatorio de LH y FSH; en tanto que el tratamiento testigo, expresaron estro sin recibir ningún componente hormonal, comportamiento que probablemente obedece al efecto macho, el cual actúa mediante un mecanismo de estimulación del eje hipotálamo-hipofisiario, a través de feromonas que secreta el macho en las glándulas sebáceas, y que las percibe la hembra como aromas, estimulando el sistema nervioso de la oveja, produciendo un aumento en la actividad del hipotálamo para estimular la liberación de GnRH y a su vez la frecuencia de pulsos de LH (Martín *et al*, 1985; Traldi,1994). Mientras que las hembras del T1, que fueron suplementadas con propilenglicol, y que se efectuó similar comportamiento, se atribuye posiblemente a la interacción nutrición-reproducción, ya que una rápida mejora en la suplementación energética o proteica durante el periodo inmediatamente anterior a la

cubrición, está asociada a un incremento de los porcentajes de celo, tasa de ovulación y porcentaje de partos múltiples (Robinson, 1990, O'Callaghan y Boland, 1999).

5.2. PORCENTAJE DE PREÑEZ

La tasa de preñez es uno de los índices más utilizados para reflejar el comportamiento reproductivo del rebaño y mide la velocidad con que se preñan las ovejas, calculándose cada 17 días (un ciclo estral) y está representada por la proporción de ovejas que se preñan en un ciclo. (Figura 25) La tasa de preñez total obtenida en el presente trabajo fue del 58,33%, con respecto a las 36 ovejas seleccionadas, observándose la mayor tasa de preñez al segundo servicio con un porcentaje del 57,14%, y de 70,83% para aquellas hembras sincronizadas (24 hembras); donde **T3** represento un 83,3% (Cuadro 7) seguido de los tratamientos **T2**, **T4** y **T5**, con un C.V del 60%, debido a dispersión de los datos obtenidos para este índice, presentando un D.M.S. de 16,66 (Cuadro 9), siendo superior **T3** ($P < 0.05$) de **T0** a un nivel significativo (Cuadro 10). En experimentos similares, Domenech Francisco (2.009) reportó tasas de preñez de 69,15% en ovejas sincronizadas con EIV y MPA (Acetato de Medroxiprogesterona), mientras que para los CIDR más GnRH Ortega J (2.008), obtuvo índices de preñez de 76,4%.

Cuadro 7. Porcentajes Hembras Preñadas en cada Tratamiento

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	TOTAL
HEMBRAS TRATADAS	6	6	6	6	6	6	36
1^{er} SERVICIO	0	1	0	0	0	0	1
% 1^{er} SERVICIO	-----	2,7	-----	-----	-----	-----	2,7
2^{do} SERVICIO	1	2	4	5	4	4	20
% 2^{do} SERVICIO	2,85	5,71	11,42	14,28	11,42	11,42	57,14
% HEMBRAS PREÑADAS POR TTO	16,6	50	66,6	83,3	66,6	66,6	58,33
% PREÑEZ HEMBRAS SINCRONIZADAS	-----	-----	16,66	20,83	16,66	16,66	70,83

Fuente: Autoras del Proyecto.

Cuadro 8. Porcentajes de Preñez por Tratamientos y Bloques.

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ Tratamiento	PROMEDIO
	I	II	III		
T0	50	0	0	50	16,66
T1	100	0	50	150	50
T2	50	50	100	200	66,66
T3	100	100	50	250	83,33
T4	50	50	100	200	66,66
T5	50	100	50	200	66,66
Σ Bloques	400	300	350	1050	58,32

Fuente: Autoras del Proyecto

Cuadro 9. Análisis de Varianza por Tratamientos para el Índice de Preñez

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P>F
TRATAMIENTO	5	833,32	416,66	1,26	0,035*
BLOQUE	2	7916,65	1583,33	0,33	0,725N.S
ERROR	10	12500,03	12500		
TOTAL	17	21250			
D.M.S				16,66	
C.V				60%	

Fuente: Autoras proyecto

*S: Significativa

N.S: No Significativa

Cuadro 10. Comparación de medias para índice de preñez

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	MEDIAS
T3	PPG+CIDR	83,33 a*
T2	PPG+EIV	66,66 b
T5	CIDR	66,66 b
T4	EIV	66,66 b
T1	PPG	50,00 b
T0	Testigo	16,66 c

Fuente: Autoras proyecto

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente a Nivel de Significancia 0,05

Figura 25. Porcentaje de Hembras Preñadas por Tratamiento con respecto a las 21 ovejas preñadas



Fuente: Autoras proyecto

Un objetivo de los programas de sincronización es tratar de preñar el mayor número de animales al primer servicio, pero también se debe tomar en cuenta que los mismos programas manejados adecuadamente, regularizan la presentación de celos subsecuentes que se deben aprovechar como una segunda oportunidad (Flores Paola, 2.005), esta consecuencia, es debido a que, durante la sincronización del celo, las hembras se encontraban en diferentes fases del ciclo estral y con baja condición corporal en el momento en que se aplicaron los dispositivos liberadores de progesterona (fuente exógena de progesterona), esto conduce a una variación en la secreción endógena de progesterona, y la combinación de progesterona endógena y exógena dan lugar a la alteración de la dinámica folicular evidenciando así una variación entre ovejas en el tiempo de aparición del estro tras la retirada del dispositivo, y una variación de los pulsos de secreción de LH. Esto significa que cualquier falta de sincronía entre estro y ovulación limitaría severamente la fertilidad (Leyva V. y col, 1.998); además la influencia de la nutrición sobre la actividad sexual y fertilidad depende de la condición corporal de los animales, numerosos estudios muestran que una mejora en la condición corporal en el momento de la cubrición produce un aumento en la fertilidad (Gunn *et al*, 1.991; Molina, 1.993), sin embargo se ha podido comprobar que existe un peso vivo y una condición corporal determinada por encima de las cuales las mejoras en la nutrición no se traducen en aumento de la fertilidad (Paramio y Folch, 1985; Thomson y Bahhady, 1988)

Los resultados para el índice de preñez de los tratamientos **T2** y **T3** se pueden atribuir a que la utilización de dispositivos liberadores de progesterona y estrógenos sintéticos logran atresiar los folículos de la onda en curso, obligando a la regresión del cuerpo lúteo en formación y permitiendo el desarrollo de un folículo dominante listo para ovular cuando se retire la fuente de progesterona exógena, esto unido a la aplicación de PGF2 α al momento de retirar el dispositivo, que provoque la lisis del cuerpo lúteo, al tiempo que la suplementación energética con propilenglicol disminuya el bloqueo del desbalance energético por acción de la leptina, haciendo necesaria la utilización de gonadotropinas (eCG o GnRH) al final del protocolo para que se reactive la ciclicidad y formación de folículos en la hembra anéstrica (Jairo Serrano, 2009), y la falta de preñez a primer servicio posiblemente está asociada a un efecto negativo de las hormonas exógenas sobre la fertilidad, puesto que la progesterona puede producir una disminución en el transporte de los espermatozoides a través del tracto reproductivo de las hembras, disminuyendo el índice de preñez (Hawk *et al*, 1973).

La respuesta obtenida por las hembras del **T1**, revela que la suplementación energética es importante para que los animales tengan una óptima función reproductiva, debido a que su deficiencia retrasa el inicio de la pubertad, alteran el ciclo estral (disminuyendo el porcentaje de ovulación) y modifican la secreción de GnRH, Progesterona y Estrógenos, incidiendo negativamente sobre la fertilidad (Nieto R. 2009). López *Et al* (2007) administraron una solución neoglucogénica a ovejas Corriedale en anestro con C.C de 2.9 ± 0.3 , evaluando el reclutamiento folicular y concluyeron que esta suplementación aumentó el número de folículos de 2 mm y el diámetro máximo del folículo preovulatorio; de la misma manera, Pevsner, D.A., *et al* en 2005 suministraron 100 ml de una Solución Gluconeogénica, (70% glicerol, 20% propilenglicol y 10% agua) a ovejas corriedale, encontrando que la tasa de ovulación inmediata a la bioestimulación, fue mayor ($p < 0,01$) en ovejas que desarrollaron cuerpos lúteos de vida normal.

5.3 INDICE DE PROLIFICIDAD

La prolificidad puede ser definida como el porcentaje de corderos nacidos a término, de hembras expuestas a los carneros; en el presente trabajo el índice de prolificidad fue de 109,5 %; donde **T4** y **T5** reportaron el índice mas alto (125%) con respecto a los demás tratamientos, ya que se presentó un parto de mellizos en cada tratamiento, representando

el 21,73 % del total de corderos nacidos (Cuadro 11, Figura 26). El mayor porcentaje de corderos nacidos lo obtuvieron **T3, T4, T5** con 21.73%, mientras que en **T1** fue de 13% y **T0** de 4,34% con C.V. de 39% y D.M.S. de 0,9196 (Cuadro 13). En donde **T3, T4, T5 y T2** fueron superiores a **T0** un nivel significativo ($P < 0,05$) (Cuadro 14)

Cuadro 11. Número de Corderos Nacidos por Tratamiento.

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	TOTAL
Corderos nacidos	1	3	4	5	5	5	23
Porcentaje de Corderos Nacidos por TTOS (%)	4,34	13,04	17,39	21,73	21,73	21,73	100
Ovejas Paridas	1	3	4	5	4	4	21
Porcentaje de Hembras Paridas por TTOS	4,76	14,28	19,04	23,8	19,04	19,04	100
Índice de prolificidad (%)	100	100	100	100	125	125	109,5

Fuente: Autoras del Proyecto.

Cuadro 12. Índice de Prolificidad por Tratamientos y Bloques.

TRATAMIENTO	BLOQUES			Σ Tratamiento	PROMEDIO
	I	II	III		
T0	1	0	0	1	0,33
T1	1	1	1	3	1,00
T2	2	1	1	4	1,33
T3	2	2	1	5	1,66
T4	1	2	2	5	1,66
T5	2	2	1	5	1,66
Σ Bloques	9	8	6	23	1,273

Fuente: Autoras del Proyecto.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el índice de Prolificidad.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P>F
TRATAMIENTO	5	4,277	0,855	3,3478	0,049*
BLOQUE	2	0,777	0,388	1,5217	0,265 N.S
ERROR	10	2,555	0,255		
TOTAL	17	7,611			
D.M.S.	0,9196				
C.V.	39%				

Fuente: Autoras del Proyecto.

* Significativa

N.S: No Significativa

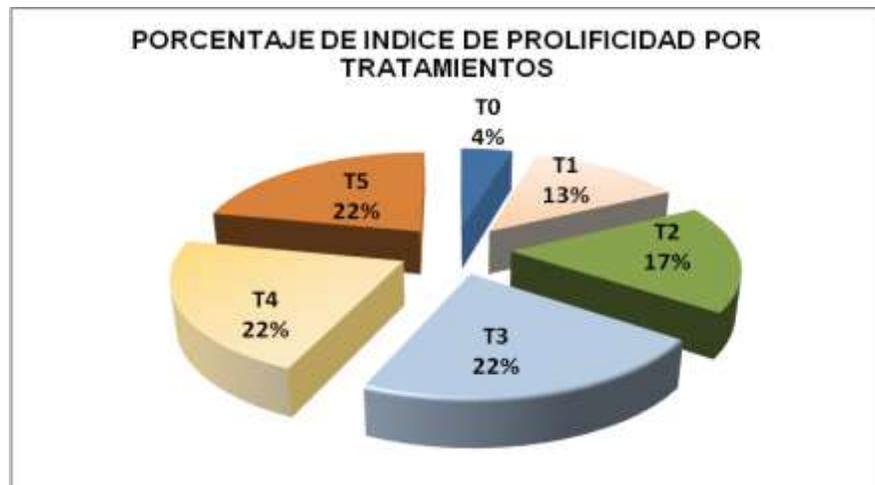
Cuadro 14. Comparación de Medias para Índice de Prolificidad.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	MEDIAS
T3	PPG+CIDR	1,6667 a *
T4	EIV	1,6667 a
T5	CIDR	1,6667 a
T2	PPG+EIV	1,6667 a
T1	PPG	1,000 ab
T0	Testigo	0,333 b

Fuente: Autoras proyecto

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente a Nivel de Significancia 0,05

Figura 26. Porcentaje Prolificidad por Tratamiento.



Fuente: Autoras proyecto

Miguel Raso *et al.* 2004, encontraron índices de prolificidad para tratamientos de sincronización cortos (6 días) con dispositivos intravaginales de 140%. Mientras que Navarro L. *et al.* (1986) hallaron tasas de prolificidad de 113% en época de servicio enero-junio (época de verano), la cual fue significativamente diferente ($P < 0,05$) de los valores observados para los lapsos junio-noviembre (136%) y noviembre-abril (138%). Por otra parte Barioglio C. y Rubiales S. (2003), estudiaron el efecto de la sincronización y suplementación energética en 80 ovejas de la raza Corridale, sobre los índices reproductivos, entre ellos la prolificidad, logrando porcentajes superiores a 150 para las ovejas que fueron suplementadas, concluyendo que la aplicación de protocolos de sincronización junto con suplementación energética, provocan la reiniciación del ciclo de las ovejas y aumentan los porcentajes de pariciones; estos resultados son acordes con lo mencionado por Prache y Bechet (1990) quienes afirman que la suplementación energética ha demostrado tener efecto en relación al aumento de la tasa de concepción de las ovejas, del peso al nacimiento de los corderos, mejora de las características de la canal y crecimiento y calidad de la lana.

5.4. COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE GLICEMIA.

Es conocida la estrecha relación existente entre la nutrición y la reproducción, elevados niveles de alimentación al momento del servicio en las ovejas produce un efecto positivo en la fertilidad y prolificidad (Lindsay *et al.*, 1.991). Evidencias experimentales indican que la glucosa estaría involucrada en el efecto del *flushing* sobre la foliculogénesis en las ovejas (Muñoz-Gutiérrez *et al.*, 2.002; Viñoles *et al.*, 2.005). En este estudio, se evaluaron los niveles de glicemia en 12 ovejas de la raza Romney Marsh con baja condición corporal (C.C.= 2.5-3.0) en los días 0, 3, 7 y 11, durante el proceso de sincronización y se colectaron cuatro muestras sanguíneas por día (7a.m.; 7:30a.m.; 8:30a.m.; 9:30a.m) para observar el comportamiento de dichos niveles después del suministro de Propilenglicol, como suplemento energético en los tratamientos (**T1**, **T2**, **T3**), encontrándose que durante los días valorados, los resultados de glicemia fueron similares entre días, con un rango máximo y mínimo de 71,75 y 34 miligramos/decilitro (mg/dl) (Anexo A); y dentro de las horas de toma de muestra variaban, presentándose el pico máximo a las 8:30a.m, es decir, hora y media post suplementación, y un leve descenso una hora después (9:30a.m.) (Figuras 27, 28, 29 y 30), mostrando una diferencia mínima significativa (DMS)

de 3,121, sin diferencia estadística entre tratamientos y bloques, con un C.V. del 9,83% (Cuadro 16); mientras que para los grupos que no fueron suplementados (T0, T4, T5) los valores estuvieron entre los rangos de los tratados a través de los días y las horas, pero fueron constantes sin mostrar un ascenso de estos valores.

Cuadro 15. Niveles Promedios por Horas y Días de Glicemia en Tratamientos y Bloques.

TRATAMIENTO	BLOQUES		Σ Tratamiento	PROMEDIO
	I	II		
T0	48	45,81	93,81	46,90
T1	41,43	45,5	86,93	43,46
T2	42,25	43,25	85,5	42,75
T3	43,25	43,30	86,5	43,25
T4	46,81	40,18	86,99	43,49
T5	44,12	56	60,12	30,06
Σ Bloques	268,86	274,04	542,9	34,40

Fuente: Autoras proyecto

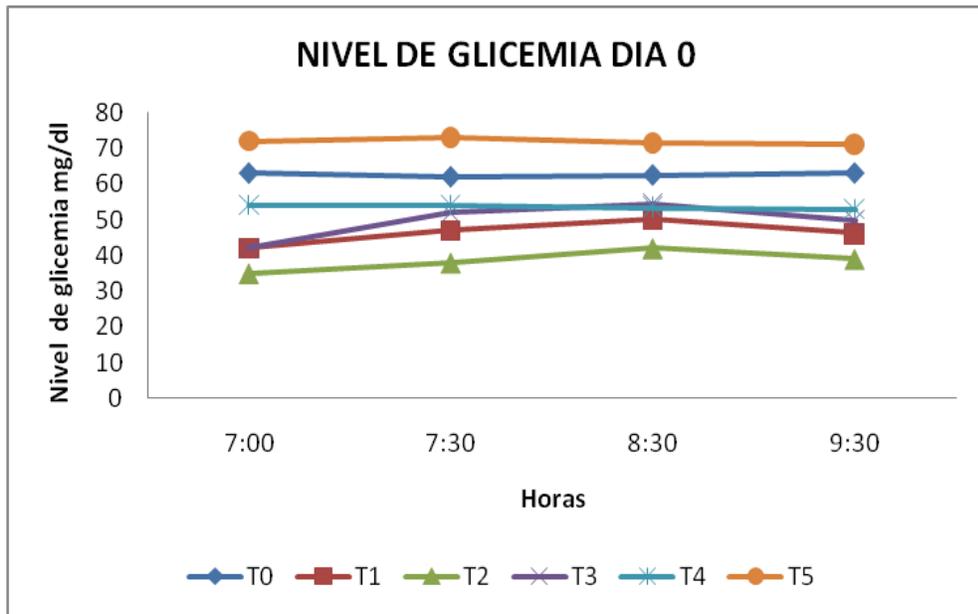
Cuadro 16. Análisis de varianza para los Niveles Promedios por Horas y Días de Glicemia en Tratamientos y Bloques.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P>F
TRATAMIENTO	5	83,416	16,683	0,856	0,566 N.S
BLOQUE	1	10,082	10,082	0,5175	0,508
ERROR	5	97,417	19,483		
TOTAL	11	190,916			
D.M.S.	3,121				
C.V. %	9,83				

Fuente: Autoras del Proyecto.

N.S: No Significativa

Figura 27. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 0)



Fuente: Autoras proyecto

Figura 28. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 3).

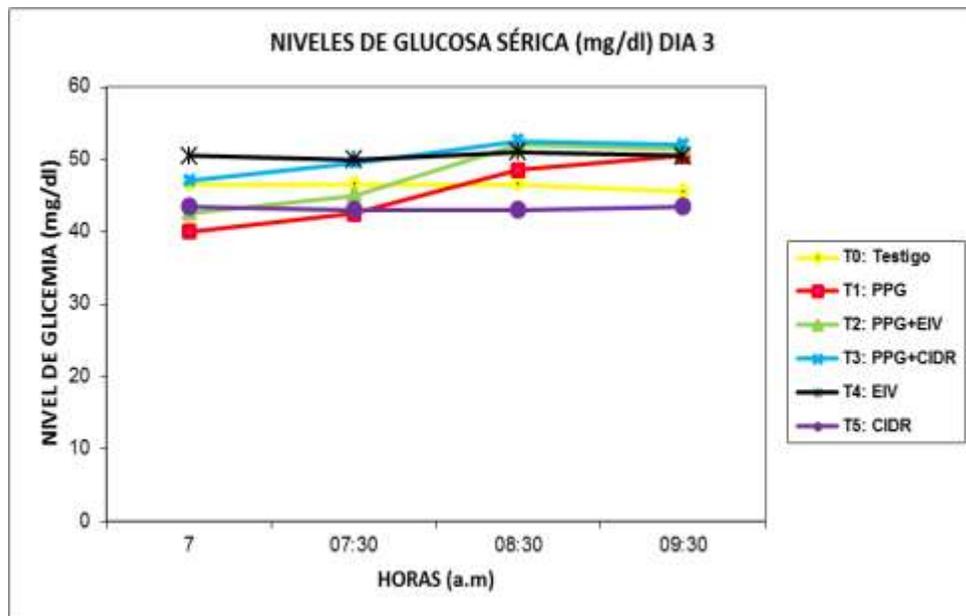
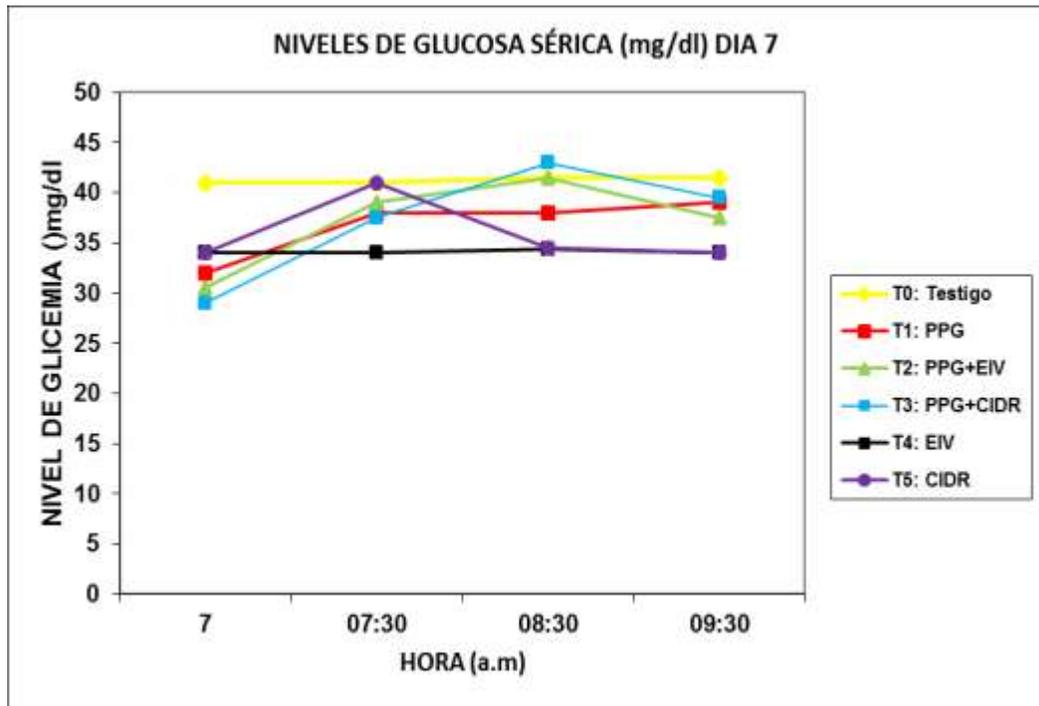
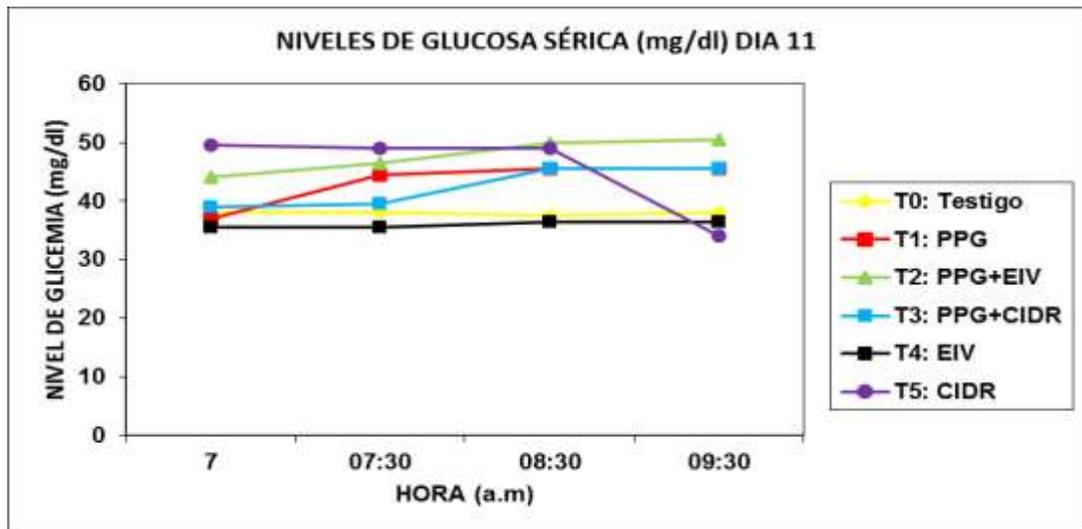


Figura 29. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 7)



Fuente: Autoras proyecto

Figura 30. Concentraciones de glicemia en cada tratamiento (día 11).



Fuente: Autoras proyecto

Lo observado en el estudio demuestra que el suplemento energético, incrementó los niveles de glicemia, con un metabolismo acelerado según los valores analizados en cada

toma de muestra, resultados semejantes, a los reportados por López- Mazz *et al*, 2.004 quienes administraron 125 ml cada seis horas por 24 horas de una solución neoglucogénica (glicerol 70%, propilenglicol 20%, agua 10%) a ovejas en anestro, aumentaron la glicemia ($P < 0,01$) seis horas post suministrada. Los niveles de glicemia obtenidos coinciden con los indicados por López Méndez *et al*, 2.000 para los pequeños rumiantes, oscilando entre 40–80 mg/dl; la rápida degradación del suplemento energético encaja con lo explicado por Maynard 1.979, sobre el metabolismo de los glúcidos, los cuales se transforman en el rumen en Ácidos Grasos Volátiles (AGV) principalmente propiónico, acético y butírico, que son las fuentes de energía corporal. Por otra parte al administrarse una porción de propilenglicol vía oral, este se metaboliza a propionato (Emery *et al* 2.007) pero la mayoría sale del rumen sin transformarse, para ser convertido en glucosa por el hígado, a través de la ruta del lactaldehído, el cual es oxidado a lactato y posteriormente convertido en propionato, finalmente este AGV a glucosa, proceso denominado gluconeogénesis (Maynard 1.979). Al catabolizarse el PPG a glucosa, en las ovejas objeto del experimento, posiblemente una porción fue utilizada en la reactivación de los procesos reproductivos, suprimiendo el bloqueo ejercido por la presencia de la cría y el balance energético negativo (BEN). Por otra parte la disminución en las reservas corporales disminuye el estímulo producido por la leptina, hormona secretada por el tejido adiposo, en la producción de GnRH a nivel del hipotálamo; Delavaud *et al* (2.000) menciona que existe una correlación entre el tejido graso acumulado y la condición corporal de los ovinos, con los niveles de leptina en plasma, por lo tanto, alteraciones en la reserva de grasa corporal pueden modificar la respuesta reproductiva en los animales. El incremento de energía en la dieta, aumenta los niveles circulantes de glicemia e insulina, hormona que actúa a nivel ovárico por medio del factor de crecimiento insulinoide uno (IGF-1) en la reactivación de la secreción de hormonas gonadales como la progesterona y estrógenos en las células de la teca, hormonas esteroideas, que en época de anestro no alcanzan niveles basales suficientes para desencadenar una efectiva respuesta ovulatoria. Cronje y Weites, 1990, citados por Barioglio C. y Rubiales S. (2003), afirman que la glucosa es el principal nutriente limitante en rumiantes alimentados con pastura natural, para el crecimiento, pubertad, concepción, preñez y lactancia.

5.5. COMPORTAMIENTO DE LOS NIVELES DE PROGESTERONASÉRICA

La influencia de la nutrición en la función ovárica es mediada por cambios en niveles de hormonas metabólicas y de la superfamilia de factores de crecimiento, pero su importancia y rutas de acción necesitan ser dilucidadas. Los tratamientos **T0** y **T1**, en los cuales no se aplicó ningún protocolo de sincronización del estro, denotaron valores máximos de 0.89 y 1,9 nanogramos/ mililitro (ng/ml) respectivamente en los niveles de progesterona, observándose un aumento leve en la concentración sanguínea de dicha hormona en las hembras que fueron suplementadas con propilenglicol, versus el grupo testigo. Las concentraciones de progesterona sérica en los tratamientos donde se suministró propilenglicol y se realizó la inducción del estro con dispositivos intravaginales (**T2** y **T3**), tuvieron concentraciones superiores en comparación con los tratamientos no suplementados y sincronizados (**T4** y **T5**). Se observa en la Figura 31 que el día 7 durante el proceso de sincronización se obtuvieron los mayores niveles de progesterona siendo más relevantes en **T3** y **T5** con valores de 6,7-6,0 ng/ml respectivamente; encontrándose diferencia significativa entre tratamientos de 0,027 ($P < 0,05$), con una D.M.S de 1,879 y C.V. de 39,83%, (Cuadro 18 y Figura 31). El **T5** es diferente del **T0**, con un nivel significativo, siendo el primero superior a los demás tratamientos (Cuadro 19)

Cuadro 17. Niveles Promedios por Días en Concentraciones de Progesterona (ng/ml) por Tratamientos y Bloques.

TRATAMIENTO	BLOQUES		Σ Tratamiento	PROMEDIO
	I	II		
T0	0,45	0,70	1,15	0,575
T1	1,09	0,97	2,87	1,435
T2	1,92	3,07	4,99	2,495
T3	3,65	3,76	7,41	3,705
T4	2,93	2,96	5,89	2,945
T5	3,33	4,01	7,43	3,715
Σ Bloques	13,33	15,47	28,8	2,478

Fuente: Autoras proyecto

Cuadro 18. Análisis de Varianza para la Concentración de Progesterona (ng/ml) por Días.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	18,66	3,733	7,00	0,027 *
BLOQUES	1	0,333	0,333	0,625	0,531 N.S.
ERROR	5	2,666	0,533		
TOTAL	11	21,666			
D.M.S.	1,879				
C.V. %	39,83				

Fuente: Autoras proyecto

* Significativa

N.S: No significativa.

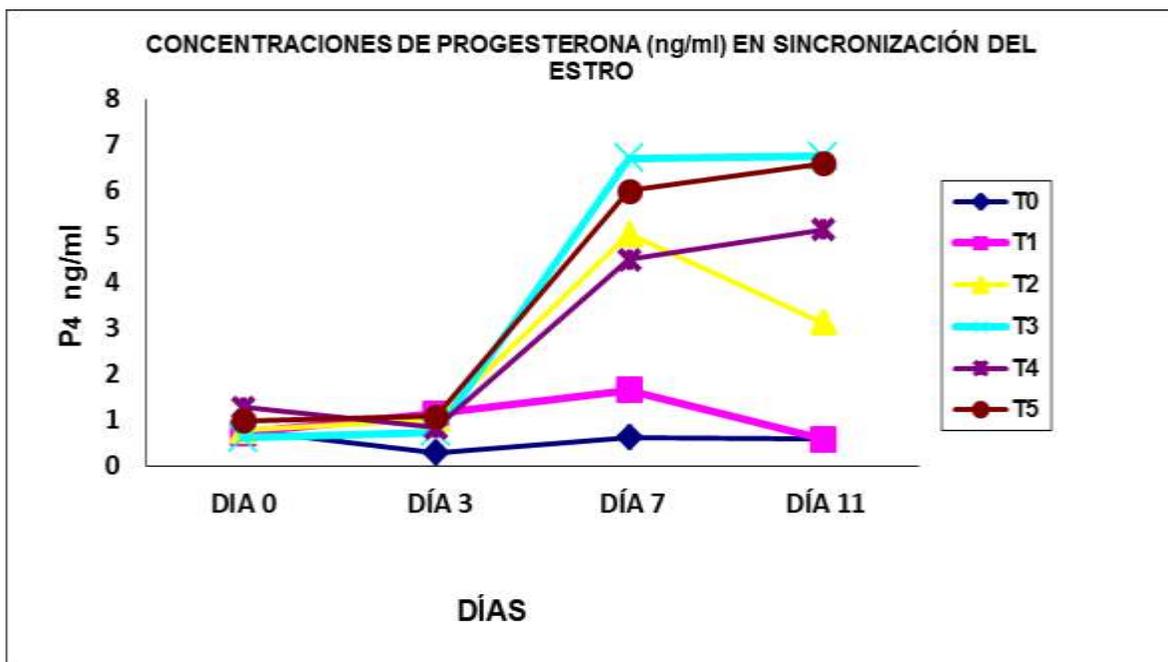
Cuadro 19. Comparación de Medias para Concentración de Progesterona (ng/ml) por Días.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	MEDIAS
T5	CIDR	3,5 a
T3	PPG+CIDR	3,0 ab
T4	EIV	2,0 ab
T2	PPG+EIV	2,0 ab
T1	PPG	0,5 ab
T0	Testigo	0,0 b

Fuente: Autoras proyecto

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente a Nivel de Significancia 0,05

Figura 31 .Concentración de Progesterona (ng/ml) en cada Tratamiento.



Fuente: Autoras proyecto

El suministro de 100 ml orales de propilenglicol en la dieta de las hembras ovinas en anestro, aumento levemente los niveles de progesterona en suero ($p < 0.05$), como se puede constatar en los resultados obtenidos en **T1** comparados con **T0**; Hidalgo *et al* (2002) encontraron que al suministrar 250 ml de propilenglicol a hembras selectas de la raza Holstein y condición corporal de 3-3,5, se elevaron los niveles de progesterona séricos, logrando una mayor proporción de receptoras para la transferencia de embriones; esto indica probablemente que al catabolizarse el PPG en el rumen se produce igualmente ácido acético, que es el precursor del colesterol molécula de la cual se deriva las hormonas esteroideas a la que pertenece la progesterona (Cole y Cupps, 1971), y al incrementar las concentraciones de colesterol en la circulación origina una mayor síntesis de progesterona en las células lúteas, asociándola a un aumento en la tasa de concepción (Matos *et al*, 2.000; Robinson *et al*, 2.002); por otra parte en el estudio realizado por Hidalgo y *col*, se encontró que el suministro de este aditivo actuó a través de la modificación de las concentraciones de factor del crecimiento insulinoide (IGF-I) y de la insulina, con repercusiones en la actividad ovárica; ya que en los mamíferos, el IGF-1 estimula la proliferación y esteroidogénesis en las células ováricas, actuando en el ovario como un mecanismo de amplificación local para la acción de las gonadotropinas, lo que

facilita el desarrollo folicular; en la célula de la granulosa, especialmente para el desarrollo del cuerpo lúteo inicial, el IGF-1 es un potente estimulante en la liberación de progesterona (Lenz M. y *col*, 2.007). De los resultados obtenidos se puede inferir que existe un efecto del PPG sobre las concentraciones de glicemia y progesterona sérica.

5.6 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para evaluar los tratamientos desde el punto de vista de la eficiencia en el uso del capital se presenta el análisis marginal para seleccionar el tratamiento óptimo; se toma el tratamiento más alto en beneficios netos que ofrezca una rentabilidad marginal a la inversión no necesariamente la mayor, sino que sea al menos, igual al costo de oportunidad del capital de operación.

En el Cuadro 20 se observa el beneficio neto parcial por tratamiento, encontrándose que el **T5** superó a los demás, con costo de producción inferior a los tratamientos **T2**, **T3** y **T4**, que fueron en su orden los de mayor costo, por otra parte el tratamiento Testigo (**T0**) a pesar de ser el de menor costo variable presentó un beneficio neto parcial negativo, colocándolo en desventaja económica frente a los otros tratamientos.

Al detallarse el Cuadro 21 se observa que el **T4** ofreció el mejor retorno marginal con 101% seguido de **T5**, **T4** y **T3**, con 100, 98,8 y 7,31% respectivamente, es decir que la aplicabilidad e inversión de estas tecnologías a nivel de Páramo favorecen económicamente al productor y representan una alta rentabilidad para este tipo de explotación, haciendo atractiva la inversión.

Cuadro 20. Presupuesto de inversión de Tratamientos de Sincronización y suplementación (En Pesos).

DETALLE	TRATAMIENTOS					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
COSTOS MONETARIOS VARIABLES						
1. Suplementación	-----	73.794	73.794	73.794	-----	-----
2. Sincronización CIDR	-----	-----	-----	90.846	-----	90.846
3. Sincronización Esponja	-----	-----	97.098	-----	97.098	-----
4. Mantenimiento	43.353	43.353	43.353	43.353	43.353	43.353
5. TOTAL COSTOS VARIABLES	43.353	117.147	214.245	207.993	140.451	134.199
COSTOS DE OPORTUNIDAD VARIABLES						
6. Mano de obra*	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
7. TOTAL COSTOS VARIABLES (5+6)	118.353	192.147	289.245	282.993	215.451	209.199
8. Beneficio Bruto en campo (corderos de 30 Kg)	(1)** 90.000	(3) 270.000	(4) 360.000	(5) 450.000	(5) 450.000	(5) 450.000
9. Beneficio Neto Parcial (8-7)	-71.647	77.853	70.755	167.007	234.549	240.801

Fuente: Autoras proyecto

*Costo Mano de obra para 30 días (\$ 450.000)

**Número de corderos nacidos por tratamiento.

Para el análisis de costos se tomó la mitad del valor comercial de los dispositivos liberadores de progesterona (CIDR), ya que tienen doble uso y el costo de los implementos utilizados en el estudio para cada tratamiento.

Cuadro 21. Análisis de Marginal de Tratamientos de Sincronización y Suplementación (En Pesos).

TRATAMIENTO¹	BENEFICIO NETO PARCIAL²	COSTO VARIABLE³	INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO⁴	INCREMENTO MARGINAL EN COSTO VARIABLE⁵	TASA DE RETORNO MARGINAL (4/5×100) (%)
T5= CIDR	240.801	209.199	6.252	6.252	100
T4= ESPONJA	234.549	215.451	67.542	66.842	101
T3= PPG + CIDR	167.007	282.293	89.154	90.146	98,8
T2= PPG + ESPONJA	77.853	192.147	7.098	97.098	7,31
T1= PPG	70.755	289.245	-	-	-
T0	-71.647	118.353	-	-	-

Fuente: Autoras del Proyecto.

6. CONCLUSIONES

* La inclusión de un suplemento energético, como el Propilenglicol aunado a sistemas de sincronización del ciclo estral, son prácticas de manejo e interés zootécnico factibles de aplicar, que rompen el anestro nutricional causado por la baja disponibilidad de forraje, composición de la dieta (relación energía : proteína) y lactancia , logrando aumentar los porcentajes de preñez, pariciones y prolificidad de las hembras, de manera que se pueda implementar planes de reproducción y mejoramiento genético en la raza Romney Marsh.

* La suplementación energética con Propilenglicol en ovejas anéstricas y con baja condición corporal, influyó sobre el comportamiento de los niveles de glicemia, los cuales actuaron a nivel ovárico, reactivando las sustancias hormonales que desencadenan la ciclicidad reproductiva y por ende la aparición del estro, de manera que al implementar tecnologías de reproducción asistida como la sincronización estral acordes al estado fisiológico, nutricional y reproductivo de las hembras, se puede obtener respuestas favorables en la eficiencia reproductiva, logrando así mayores porcentajes de preñez con menor número de servicios por concepción, lo que se traducirá en ganancias económicas para la explotación y el productor.

* Las concentraciones de progesterona de las ovejas tratadas, se vieron afectadas positivamente con el suministro de Propilenglicol en la dieta y el respectivo protocolo de inducción del estro, aumentando los niveles de la hormona en el suero sanguíneo, siendo más representativos en los tratamientos de sincronización con CIDR, efectos que repercutieron en la actividad reproductiva de las hembras, estimulando el eje hipotálamo-hipófisis-ovario para la presentación del estro y consecuentemente la reactivación de la ciclicidad reproductiva, con el fin de obtener una preñez efectiva.

* Al realizar la evaluación del impacto técnico-económico de la investigación, se deduce que desde el punto de vista costo-beneficio, el tratamiento cuatro (T4) reportó la máxima tasa de retorno marginal de 101%, seguida de T5 y T3, con 100 y 98,8% respectivamente, concluyendo que una inversión en suplementación energética y procesos de

sincronización del estro se verá reflejada en el aumento del inventario poblacional, mayor producción anual de carne-lana por unidad de área y en consecuencia la rentabilidad y sostenibilidad de las explotaciones ovinas a nivel de Páramo.

* A largo plazo, el nivel de alimentación determina el peso vivo y la condición corporal de los ovinos, mientras que a corto plazo una mejora del nivel nutricional por un aumento del consumo o de la calidad de los suplementos alimenticios suministrados en el periodo de la cubrición “flushing”, está relacionada con un aumento en la entrada de nutrientes a nivel celular que estimula la secreción de hormonas gonadotrópicas o bien actúa directamente sobre el ovario aumentando la producción de progesterona.

7. RECOMENDACIONES

* En el desarrollo de la cadena ovina, es indispensable el trabajo mancomunado entre estudiantes, profesionales, agremiaciones de productores y empresas del sector agropecuario, de manera que este acercamiento promueva proyectos investigativos que conlleven a la resolución de los problemas productivos y que a su vez fortalezcan estas explotaciones, las cuales tienen un alto potencial genético, ya que en el páramo de Concepción los ovinos Romney Marsh son considerados, un núcleo genético del país; por tanto es deber de los entes comprometidos con el sector, la generación y transferencia de tecnología, cuya finalidad sea la consolidación y desarrollo de la industria ovina de forma productiva, rentable y sostenible.

* El propilenglicol es un suplemento o aditivo utilizado para mejorar el contenido de energía en la dieta, pero es necesario advertir que su inadecuado empleo puede ocasionar intoxicaciones y disminución en la ingesta de alimento por parte del animal, por lo cual se recomienda el suministro no superior a 100 ml diarios, por un periodo máximo de 10 días para aquellas hembras con alteraciones en el ciclo reproductivo (anestro nutricional).

* La deficiencia de nutrientes en la dieta es un problema al cual se le debe dar la mayor importancia si se quiere tener una empresa ganadera con un margen de productividad en ascenso, por ello es necesario la suplementación balanceada tanto proteica, energética y mineral, haciendo uso de los recursos vegetales de la zona, de manera que los animales tengan un óptimo desarrollo reproductivo y productivo, lo cual debe estar aunado a la implementación de buenas prácticas de manejo, que se adapten a los sistemas de explotación a nivel de páramo, sin alterar la dinámica de este ecosistema.

PLAN REPRODUCTIVO OVINO.

1. Selección de ovejas (según características raciales, parámetros productivos y reproductivos).

Peso al nacer, destete y a los 8 meses 60% del peso adulto (48 kg) dependiendo del peso adulto del rebaño y del nivel tecnológico de la finca.

- Días abiertos: 70 a 90 días
- Intervalo entre partos: 240 días.
- Seleccionar hembras provenientes de partos gemelares o trillizos.
- Edad de descarte
- Condición corporal al parto de 4 a 4.5
- Condición corporal al destete mínimo 3.0
- Condición corporal al momento del servicio 3.5

2. Tratamiento sanitario.

- Vermifugación (Ibuprofenol, albendazol, febendazol) cada 3 meses, para realizar un control de fasciola hepática principal problema de la baja productividad.
- Control de parásitos externos.
- Vitaminización (calcio, fósforo, selenio y vitaminas del complejo B)
- Control de Neumoenteritis en corderos (Peste Boba) dosis única al nacimiento y Queratoconjuntivitis (ojos llorosos)
- Vacunas: carbón a partir de los 3 meses repetir cada año.

1. Selección de los reproductores (según características raciales, parámetros reproductivos, productivos, sanitarios) para el servicio.

- Circunferencia escrotal no menor de 30-32 cm de diámetro en animal adulto
- No mayor de 5 años.
- Seleccionar reproductores que proveniente de partos gemelares o trillizos.

4. Suplementación energética, (10 días antes de la sincronización del estro o del periodo de monta), aporte de fibra.

5. Sincronización del estro, con protocolos acordes al estado reproductivo y nutricional de la hembra.

6. Manejo de registros (reproductivo, nacimientos, sanitario, productivo, inventario ganadero, contable)

- 7.** Establecer un plan de Acoplamiento para las hembras y machos reproductores, que ayuden a la conservación de la raza evitando problemas de consanguinidad. Haciendo una rotación de los reproductores máximo cada dos años.
- 8.** Manejo de la hembra en lactancia (destete, o secado de la hembra, manejo nutricional, esquila)
- 9.** Destete semiprecoz (a los dos meses)
- 10.** Instalaciones (un corral a donde el rebaño llegue todas las noches, para recibir suplementación, recoger la ovinaza, hacer inventario y prácticas de manejo)
- 11.** Manejo de praderas: donde se organice la rotación de potreros según la capacidad de carga de la finca, y se manejen los animales por estados fisiológicos (lactantes, gestantes, reproductores, ceba), realizar fertilización de praderas, haciendo uso de la ovinaza o cualquier otro tipo de fertilizante.
- 12.** Manejo según norma esquila (cada 4 – 6 meses). Esquilar antes de iniciar el periodo de montas o servicios. Donde se evalúe condición corporal, calidad de la lana, función reproductiva.
- 13.** Manejo de la buena practicas pecuarias (BPP).

BIBLIOGRAFÍA.

BAROGLIO C. y RUBIALES S. Sincronización de Celos y Suplementación Energética en Ovejas [online]. Universidad Nacional de Córdoba, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina, 2003. Google [citado 6 agosto de 2010]. Disponible en http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/06_10_12_164_03.pdf

BÓ A Gabriel. Módulo Actualización en Fisiología de Reproducción de la Hembra. Instituto de Reproducción Animal de Córdoba, [s.l.], [s.n.]. Especialización en Reproducción Bovina 2004.

----- . Módulo Sincronización de Celos e Inseminación Artificial. Instituto de Reproducción Animal de Córdoba, [s.l.], [s.n.]. Especialización en Reproducción Bovina 2005.

BROGLIATTI G.M. Transvaginal ultrasound guided oocyte collection in prepubertal calves. Theriogenology. 1996, p. 1163-1176.

BURATOVICH. F., VILLA, M. D. y RASO, M. Evaluación de 3 tratamientos de sincronización de celos en ovejas: su efecto sobre parámetros reproductivos y productivos [online]. INTA EEA, Esquel, [s.l.], [s.n.]. Google [citado 12 agosto de 2010]., Disponible en <http://www.aapa.org.ar/congresos/2005/RfPdf/RF12.pdf>.

BUXADÉ CARLOS. Zootecnia Bases de Producción Animal, Tomo VIII, Producción Ovina. Editorial Mundiprensa, 1.996. 381 p.

COLE H.H. CUPPS P. T. Reproducción de los Animales Domésticos. Editorial Acribia, 1972. p. 409.

CUETO, M. Ecografía para el diagnóstico de preñez en ovinos y caprinos. Editorial INTA, 1999. p. 6-12.

DEVINCENZI, J., ALGORTA, M; GARCÍA PINTOS, H; CAORSI, C.A, GATICA, R.; J.E. CORREA. Utilización de un dispositivo intravaginal con progesterona: efectos sobre la sincronización de celo y respuesta superovulatoria en ovejas Corriedale en Uruguay [online]. 2005, Universidad Austral de Chile [s.l.], [s.n.].Google [citado 9 septiembre de 2010]. Disponible en www.produccion-animal.com.ar

ECHEVERRIA M. Pedro. Manual de Análisis Socio Económico de Resultados de Ajuste de Tecnología. Publicación del ICA, Medellín, Colombia 1986. p. 70-75

GILBONS A.E., CUETO M.I. Transferencia de Embriones en Ovinos y Caprinos. Editorial INTA, 1.995. p. 10 – 17.

GISPERT CARLOS. Manual de Merkc de Veterinaria. Editorial Océano, 2000. p. 1752.

GRAJALES, H. Evaluación Reproductiva de la Hembra Caprina y Ovina. 2.006, [s.l.], [s.n.].

------. Sistema de Gestión Tecnológica en los Sistemas de Producción Ovina y Caprina (SIGETEC). 2008, [s.l.], [s.n.].

HIDALGO, O. C. *et al.* El propilenglicol mejora los resultados de la transferencia de embriones. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), España [online]. [s.l.], [s.n.]. Google, Disponible en <http://www.engormix.com/MAGanaderia-carne/genetica/articulos/propilenglicol-mejora-resultados-transferencia-t1683/p0.htm>.

JIMEO V. CASTRO T. Interacción Nutrición-Reproducción [online]. [s.l.], Editorial Fedna, 2.004. Google, Disponible en

<http://www.ovinoscaprinos.com.ar/MANEJO/Interaccion%20NutricionReproduccion%20en%20Ovinos%20de%20Leche.pdf> . p. 17-19.

MARTINEZ, T. J. *et al.* Comportamiento reproductivo de ovejas F1 (DAMARA X MERINO) sincronizadas con CIDR y dos tiempos de aplicación de GNRH. *Universidad y Ciencia*, vol 34, 003, 2008 , Google, Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/154/15424301.pdf>

NIETO AQUINO, Rafael. Grasa de sobrepeso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal y su respuesta en el estro sincronizado, perfil endocrino, porcentaje de gestación y prolificidad. Tesis de Maestría. Texcoco: Colegio de Postgraduados, 2.009. 82 p.

RAMOS D., José, GAVIRIA S. María T. Reproducción I, Fisiología de la reproducción. Editorial Océano, 1.973. p. 16- 18, 137-140.

RASO, Miguel. Et al. Comparación de Cuatro tratamientos de sincronización de celo en ovinos, *Carpeta Técnica, Ganadería* N° 9, Abril 2004. EEA INTA Esquel Google, Disponible en <http://www.inta.gov.ar/esquel/info/documentos/animal/ovinos09.htm>

VIÑALES G. Carolina. Effect of Nutrition on Follicle Development and Ovulation Rate in the Ewe [online]. [s.l.], Swedish University of Agricultural Sciences, 2003. Google [citado 12 enero de 2011]. Disponible en http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00000410/01/Carolina_Vi%C3%B1ales_Gil_-_Veterinaria_165_.pdf

WARWICK E.J. LEGATES J.E. Cría y Mejora del Ganado. Tercera edición, Editorial Mc Graw Hill, México, 1988. p. 66-69.

ANEXO A.

**DISTRIBUCIÓN DE LAS HEMBRAS DENTRO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA
LA TOMA DE MUESTRA DE LOS NIVELES DE GLICEMIA Y PORGESTERONA**

T₄ (42)* 7	T₂ (27) 8	T₀ (15) 9	T₅ (24) 10	T₃ (P07) 11	T₁ (36) 12	II
--	---------------------------------------	---------------------------------------	--	---	--	-----------

T₂ (25) 6	T₅ (P06) 5	T₃ (09) 4	T₁ (01) 3	T₀ (18) 2	T₄ (22) 1	III
---------------------------------------	--	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	------------

Fuente: Autoras del Proyecto

*Número de la chapeta de la hembra seleccionada

ANEXO B.
VALORES PROMEDIOS POR HORAS Y DÍAS EN LOS NIVELES DE GLICEMIA
(mg/dl) POR TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	HEMBRA	HORA	PROMEDIO	TRATAMIENTO	HEMBRA	HORA	PROMEDIO
T0	18	7:00	48,00	T3	P07	7:00	42,50
		7:30	47,50			7:30	48,00
		8:30	48,25			8:30	47,50
		9:30	48,00			9:30	47,25
PROMEDIO			48,00	PROMEDIO			46,30
T0	15	7:00	46,00	T3	09	7:00	35,75
		7:30	45,75			7:30	40,75
		8:30	45,75			8:30	50,25
		9:30	45,75			9:30	46,25
PROMEDIO			45,81	PROMEDIO			43,25
T1	36	7:00	38,00	T4	42	7:00	46,50
		7:30	41,00			7:30	46,25
		8:30	43,50			8:30	47,50
		9:30	43,25			9:30	47,00
PROMEDIO			41,43	PROMEDIO			46,81
T1	01	7:00	38,25	T4	22	7:00	40,25
		7:30	47,00			7:30	40,50
		8:30	49,75			8:30	40,00
		9:30	47,25			9:30	40,00
PROMEDIO			45,50	PROMEDIO			40,18
T2	25	7:00	37,50	T5	P06	7:00	43,75
		7:30	42,25			7:30	44,50
		8:30	47,25			8:30	44,00
		9:30	46,00			9:30	44,25
PROMEDIO			43,25	PROMEDIO			44,12
T2	27	7:00	38,50	T5	24	7:00	55,75
		7:30	42,00			7:30	58,25
		8:30	45,25			8:30	55,00
		9:30	43,25			9:30	55,00
PROMEDIO			42,25	PROMEDIO			56,00

Fuente: Autoras del Proyecto

ANEXO C
CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA SERICA (ng/ml).

TRATAMIENTO	HEMBRA	DIA	VALOR (ng/ml)	TRATAMIENTO	HEMBRA	DIA	VALOR (ng/ml)
T0	18	0	0,73	T3	P07	0	0,70
		3	0,30			3	0,78
		7	0,38			7	5,90
		11	0,40			11	7,20
PROMEDIO			0,45	PROMEDIO			3,64
T0	15	0	0,85	T3	09	0	0,54
		3	0,28			3	0,69
		7	0,89			7	7,50
		11	0,79			11	6,30
PROMEDIO			0,70	PROMEDIO			3,75
T1	36	0	0,61	T4	42	0	1,27
		3	1,20			3	0,84
		7	1,90			7	4,70
		11	0,65			11	4,90
PROMEDIO			1,09	PROMEDIO			2,92
T1	01	0	0,85	T4	22	0	1,30
		3	1,10			3	0,83
		7	1,40			7	4,30
		11	0,54			11	5,40
PROMEDIO			0,97	PROMEDIO			2,95
T2	25	0	0,60	T5	P06	0	1,00
		3	1,40			3	1,20
		7	5,20			7	5,20
		11	0,46			11	5,90
PROMEDIO			1,91	PROMEDIO			3,32
T2	27	0	0,97	T5	24	0	0,98
		3	0,63			3	0,98
		7	4,90			7	6,80
		11	5,80			11	7,30
PROMEDIO			3,07	PROMEDIO			4,01

Fuente: Autoras del Proyecto

ANEXO D
Resultados Pruebas de Laboratorio

CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA (ng/ml) EN OVEJAS DE LA RAZA ROMNEY MARSH

MUESTRA	CONCENTRACION	MUESTRA	CONCENTRACION	MUESTRA	CONCENTRACION
1	0,55	34	1,9	67	0,32
2	0,63	35	5,9	68	0,36
3	0,38	36	4,7	69	6,3 (53)
4	0,72	37	1,4	70	0,7 (20)
5	0,85	38	0,46	71	0,79 (23)
6	0,61	39	4,3	72	6,1 (35)
7	0,54	40	7,5	73	0,60 (48)
8	0,70	41	6,8	74	5,9 (58)
9	0,60	42	7,2	75	0,96 (11)
10	0,97	43	6,7	76	0,69 (24)
11	1,3	44	0,69	77	0,38 (29)
12	1,27	45	6,9	78	0,81 (7)
13	1,0	46	0,65	79	0,37 (3)
14	0,98	47	5,6	80	4,8 (36)
15	0,85	48	0,60	81	6,9 (45)
16	0,73	49	0,54	82	0,32 (67)
17	1,2	50	4,5	83	
18	1,4	51	5,9	84	
19	0,63	52	6,3	85	
20	0,59	53	6,9	86	
21	0,78	54	5,0	87	
22	0,77	55	5,9	88	
23	0,84	56	5,9	89	
24	0,69	57	4,5	90	
25	0,98	58	5,7	91	
26	0,35	59	5,1	92	
27	0,12	60	4,9	93	
28	0,36	61	7,4	94	
29	0,38	62	7,1	95	
30	0,25	63	0,47	96	
31	0,29	64	0,33		
32	5,2	65	0,30		
33	4,9	66	0,27		

Fuente: Autoras del Proyecto

De la 83 a 96 corresponden a las sustancias A B C D E F G, como se muestra en la placa de 96 pozos.

PLACA DE 96 POZOS. KIT kits Coat-Accubind®

A	1	9	17	25	33	41	49	57	65	48	45
B	2	10	18	26	34	42	50	58	66	58	A
C	3	11	19	27	35	43	51	59	67	11	B
D	4	12	20	28	36	44	52	60	68	24	C
E	5	13	21	29	37	45	53	61	53	29	D
F	6	14	22	30	38	46	54	62	20	7	E
G	7	15	23	31	39	47	55	63	23	3	F
67	8	16	24	32	40	48	56	64	35	36	G

Fuente: Autoras del Proyecto