



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.
MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA
Y PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“RESPUESTA REPRODUCTIVA AL SINCRONIZAR Y
APLICAR SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA Y
GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA EN OVEJAS”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN MEDICINA VETERINARIA Y PRODUCCIÓN ANIMAL
PRESENTA

MVZ JESÚS JACOBO ORTÍZ DE LA CRUZ.

DIRECTOR:
DR MAXIMINO MÉNDEZ MENDOZA

ASESORES:
DR NÉSTOR MÉNDEZ PALACIOS
MC FELÍCITAS VÁZQUEZ FLORES

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Al momento de redactar estas líneas, espero no dejar fuera a nadie que me haya apoyado física, moral e intelectualmente a la realización de este trabajo de investigación, espero y no se molesten por ello; talvez para muchos podrá parecer sencillo, pero para mí, ha sido un sueño realizado. Y quisiera nombrar a todos, pero se podrían escribir otras tesis en nombrar a cada uno de ustedes.

A DIOS: primero que nada, por darme la gracia y la fortuna de poder estar aquí, vivo y redactando estas líneas,

A MIS PADRES: M.V.Z EPA. JACOBO ORTIZ HERNANDEZ Y PROF. Y M.V.Z. SOCORRO VIOLETA DE LA CRUZ JUAREZ: A ustedes padres no me alcanzan en estos momentos líneas para agradecerles lo que han hecho de mí y por mí. Atesoro y valoro cada palabra que me han dado para seguir estudiando y superándome en la vida.

A MI HERMANA ROXANA ORTIZ DE LA CRUZ: Gracias por haber estado en esos momentos en que eh necesitado de tu apoyo y comprensión; asi mismo a mi cuñado JOSE ANTONIO y a ti por procrear a mis sobrinos VIOLETA SILVANA Y MIGUEL ANTONIO ROMERO ORTIZ a quienes quiero como si fueran mis hijos.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA BUAP: En cuyas Aulas me he forjado en esta noble misión, y a la cual quien quiero como si fuera mi casa.

Así también a mis asesores, el MVZ.DR. MAXIMINO MENDEZ MENDOZA. A quien le debo el apoyo incondicional para La realización de este trabajo y también la búsqueda de apoyos para la realización del mismo.

A la M.V.Z. M.C. FELICITAS VAZQUEZ FLORES por el apoyo y la calma para ayudarme a realizar este trabajo así también al M.V.Z. DR. NESTOR MENDEZ PALACIOS. Por la misma paciencia al realizar y expresar el trabajo realizado. A los diferentes autores que se citan en la literatura consultada ya que gracias a ellos podemos concluir que este trabajo puede ser de gran utilidad a la sociedad y a los ganaderos de todo el mundo.

Y para no dejar fuera a nadie, a mis abuelos, de los cuales tres me miran en la eternidad y nos esperan, a mis tíos, primos y amigos les agradezco la paciencia para tratarme y aguantarme en los momentos que hemos pasado en la vida, buenos, malos y peores, esperando seguir contando con ustedes con su amistad y cariño.

Su seguro servidor que saben ustedes que pueden contar con su amigo JESUS JACOBO ORTIZ DE LA CRUZ.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS DE LA OVEJA DE PELO	3
2.2. ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA.....	3
2.3. CICLO ESTRAL.....	4
2.3.1. FASES DEL CICLO ESTRAL	4
2.3.1.1. PROESTRO	4
2.3.1.2. ESTRO	5
2.3.1.3. METAESTRO	5
2.3.1.4. DIESTRO	6
2.3.2. HORMONAS DEL CICLO ESTRAL	6
2.3.2.1. HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINA (GnRH).....	7
2.3.2.2. HORMONA LUTEINIZANTE	7
2.3.2.3. HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE	8
2.3.2.4. PROGESTERONA (P4)	8
2.3.2.5. ESTRADIOL (E2)	8
2.3.2.6. PROSTAGLANDINAS	9
2.4. DINAMICA FOLICULAR	9
2.5. MANEJO REPRODUCTIVO DE LA OVEJA	9
2.6.1. METODOS FARMACOLOGICOS PARA INDUCCION DEL ESTRO	10
2.6.1.1. PROGESTÁGENOS	10
2.7. SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (bST)	11
2.8. GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (ECG)	11
2.9. SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN LA REPRODUCCIÓN	12
2.9.1. SUBPRODUCTOS DE HORTALIZAS	13
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. OBJETIVOS	15
5. HIPÓTESIS	15
6. MATERIAL Y MÉTODOS	
6.1. LOCALIZACION DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	16
6.2. ANIMALES EN ESTUDIO	16
6.2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.....	16
6.3. VARIABLES A EVALUAR	17
7. RESULTADOS	
7.1. PORCENTAJE DE BORREGAS QUE PRESENTARON CELO	19
7.2. INICIO DE CELO DESPUÉS DE RETIRO DE ESPONJA	19
7.3. PORCENTAJE DE HEMBRAS QUE RETORNARON AL ESTRO (17 A 20 DÍAS,	

POST SERVICIO)	19
7.4.FERTILIDAD	20
7.5. TIPO DE PARTO	20
7.6. PROLIFICIDAD	21
7.8. SEXO DE LA CRÍA Y PESO AL NACIMIENTO	22
8. DISCUSIÓN	
8.1 INICIO DEL CELO.....	23
8.2 PORCENTAJE DE HEMBRAS QUE RETORNARON AL ESTRO (17 a 20 días, post servicio)	24
8.3 FERTILIDAD	24
8.4 DÍAS DE GESTACIÓN.....	24
8.5 PROLIFICIDAD	25
8.6 SEXO DE LA CRÍA Y PESO AL NACIMIENTO.....	25
9. CONCLUSIÓN	26
10. RECOMENDACIONES	26
11. LITERATURA CITADA	27
12. ANEXOS	
12.1. COMPOSICIÓN APROXIMADA DE LA DIETA DE HORTALIZAS	33
12.2. ANÁLISIS ECONÓMICO	34

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURAS:

1. DINÁMICA FOLICULAR DURANTE EL CICLO ESTRAL DE LA OVEJA	10
2. NÚMERO DE CRÍAS PARIDAS EN RELACIÓN CON LA DIETA	22

CUADROS:

1. Grupos, tratamientos y tipo de alimentación recibida.....	17
2. Horas del iniciado el celo después del retiro de la esponja.....	19
3. Porcentaje de fertilidad	20
4. Partos simples y dobles por grupo	20
5. Prolificidad de las ovejas alimentadas de forma tradicional y con subproductos de hortalizas, tratadas con bst y ecg.....	21
6. Sexo de la cría y peso al nacimiento	22

ABREVIATURAS

bST.	Somatotropina Recombinante Bovina
°C	Grados Centígrados
CIDR	Dispositivo intravaginal con progesterona
DT	Alimentación tradicional (Rastrojo de maíz, alfalfa henificada y molida y avena Henificada).
DIAGES	Días de Gestación
eCG.	Gonadotropina Coriónica Equina
FGA.	Acetato de Fluorogestona
FSH	Hormona Folículo Estimulante
GnRH	Hormona Liberadora de Gonadotropina
IGF-I	Somatomedina 1
IM	Intramuscular
Kg	Kilogramos
LH	Hormona Luteinizante
m/n	Moneda Nacional
Mg	Miligramos
mL	Mililitros
msnm	Metros sobre el nivel del Mar
N	Norte
NUMCOR	Número de Corderos
n	Número
O	Oeste
P	Probabilidad
P ₄	Progesterona
PESNAC	Peso Nacimiento
PGF ₂ α	Prostaglandina F ₂ alfa
SH	Alimentación Subproductos de Hortalizas
UI.	Unidades Internacionales

RESUMEN.

La hormona del crecimiento bovina (bST) incrementa las concentraciones séricas del factor de crecimiento parecido a la insulina tipo I (IGF-I) y de insulina. Estas hormonas favorecen el desarrollo folicular, la fertilización y la sobrevivencia embrionaria. La administración de eCG al momento de retirar el progestágeno aumenta la tasa de ovulación y la respuesta estral. En este estudio se probó si la administración de bST 5 días antes de retirar el progestágeno y eCG al retirar el tratamiento mejora la respuesta estral, la fertilidad y prolificidad en ovejas, cuando son alimentadas con subproductos de hortalizas. Se utilizaron 150 ovejas de pelo de segundo y tercer parto. A todas las ovejas se les insertó una esponja intravaginal impregnada con 40 mg de FGA durante 12 días. Cinco días antes del retiro del progestágeno, las ovejas fueron asignadas al azar a seis tratamientos: Grupo I (n=25) Control Alimentación tradicional; Grupo II (n=25) Control Alimentación subproductos de Hortalizas; Grupo III (n=25) Alimentación tradicional recibieron 125 mg de bST vía SC cinco días antes de retirar la esponja; Grupo IV (n=25) Alimentación subproductos de Hortalizas recibieron 125 mg de bST vía SC cinco días antes de retirar la esponja; Grupo V (25) Alimentación tradicional recibieron 300 UI de eCG vía SC al momento de retirar la esponja y Grupo VI (n=25) Alimentación subproductos de Hortalizas recibieron 300 UI de eCG vía SC al momento de retirar la esponja. Se comparó la proporción de ovejas que presentaron estro, el porcentaje de concepción y la proporción de ovejas con parto múltiple. La respuesta estral fue similar ($P>0.05$) entre los grupos. El porcentaje de concepción fue mayor ($P<0.05$) en los grupos bST dieta acostumbrada (80 % vs 84 %) bST con hortalizas respectivamente, que en el testigo (60% vs 28%) dieta acostumbrada y subproductos de hortaliza respectivamente ($p<0.05$), en relación a con los grupos eCG fue de (64 %) dieta acostumbrada y (72%) con subproductos de hortalizas ($P<0.05$). La proporción de ovejas con parto múltiple fue mayor en los grupos alimentados con subproductos de hortalizas sobresaliendo los tratados con bST y eCG (1.6 vs 1.7 corderos por parto) respectivamente ($P<0.05$). El uso del Acetato de Fluorogestona para la sincronización es efectiva en la presentación de signos de estro. Sin embargo, la adición de la Somatotropina recombinante bovina y/o la gonadotropina coriónica equina potencializan este efecto con el aumento de la fertilidad y prolificidad debido a mayor presencia de folículos viables y por ende más producción de ovocitos. La administración de la Somatotropina recombinante bovina mejora sustancialmente la fertilidad, mientras que la gonadotropina coriónica equina incrementa la prolificidad.

Palabras Clave: bST, eCG, Ovejas, Fertilidad, prolificidad.

REPRODUCTIVE RESPONSE TO APPLY SYNCHRONIZE AND RECOMBINANT BOVINE SOMATOTROPIN AND EQUINE CHORIONIC GONADOTROPIN IN SHEEP.

ABSTRACT

The bovine growth hormone (bST) increases serum-like growth factor type I insulin (IGF-I) and insulin. These hormones promote follicle development, fertilization and embryo survival. The administration of eCG when picking progestin increases the rate of ovulation and estrous response. This study tested whether administering bST five days before removing the progestin and eCG to withdraw treatment improves response estrous, fertility and litter size in sheep when fed with vegetable products. 150 sheep hair second and third birth were used. All the sheep were inserted an intravaginal sponge impregnated with 40 mg of FGA during 12 days. Five days before the withdrawal of progestogen sheep were randomly assigned to six treatments: Group I (n = 25) Traditional Food Control; Group II (n = 25) Control Vegetable products; Group III (n = 25) received 125 mg Traditional Food bST via SC five days before removing the sponge; Group IV (n = 25) Vegetable products received 125 mg of bST via SC five days before removing the sponge; Group V (25) Traditional Food received 300 IU of eCG via SC when picking sponge and Group VI (n = 25) Vegetable products received 300 IU eCG via SC when picking the sponge. The proportion of ewes in estrus, conception rate and the proportion of ewes with multiple births compared. The estrus response was similar ($P > 0.05$) between groups. The conception rate was higher ($P < 0.05$) in the usual diet bST group (80% vs 84%) bST with vegetables respectively, than in the control (60% vs 28%) and by customary diet of vegetables respectively ($p < 0.05$) in relation to the groups was eCG (64%) and usual diet (72%) with vegetable products ($P < 0.05$). The proportion of ewes with multiple births was higher in fed vegetable products excelling those treated with bST and eCG (1.6 vs 1.7 lambs per birth), respectively ($P < 0.05$) groups. Use of fluorogestone acetate for synchronization is effective in presenting signs of estrus. However, the addition of recombinant bovine somatotropin and / or equine chorionic gonadotropin potentiate this effect with increased fertility and litter due to increased presence of viable follicles and therefore more oocyte production. The administration of recombinant bovine somatotropin substantially improves fertility, while equine chorionic gonadotropin increased prolificacy.

Keywords: bST, eCG, Sheep, Fertility, Prolificacy.

1. INTRODUCCIÓN

En México existen diversos sistemas de producción de ovinos, los cuales van desde los sistemas extensivos, basados en el pastoreo con un mínimo de uso de suplementos, donde no se lleva ningún tipo de control zootécnico, hasta sistemas intensivos, donde los borregos son engordados con dietas basadas en granos (Mendoza *et al.*, 2007). De acuerdo a SAGARPA (2012) se cuenta con 8, 219,386 de ovinos a nivel nacional, el estado de Puebla cuenta con 636 231 cabezas y le ubica en el sexto lugar a nivel nacional, los ovinos del estado de Puebla son comercializados en su mayoría en forma de barbacoa dentro del mismo estado o en Veracruz (SAGARPA 2012).

La demanda de ovinos para consumo nacional se ha incrementado, por lo que se genera la necesidad de obtener corderos fuera de la estación reproductiva de la oveja para ello se han desarrollado métodos de controlar el estro de la especie (Partida, 2007). Los primeros estudios realizados en ovejas Pelibuey mencionan que cuando alcanzan la edad y peso de apareamiento manifiestan estro en cualquier época del año, dando por esta razón una ventaja sobre los ovinos de lana, que solo presentan estro durante una época del año. Sin embargo, estudios recientes demuestran que existen variaciones de edad y peso al inicio de la pubertad y que la actividad reproductiva disminuye o se detiene cuando el fotoperiodo aumenta, ocasionando pérdidas económicas por baja eficiencia reproductiva (Valencia *et al.*, 2006). Así pues, la sincronización del estro en ovino se puede realizar con esponjas intravaginales impregnadas con progesterona natural o análogos sintéticos de la progesterona, como son el Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) o el Acetato de Fluorogestona (FGA). Numerosos estudios han comprobado la efectividad de las esponjas impregnadas con MAP o FGA para la inducción y sincronización de estro en ovejas. Existen otros métodos menos utilizados pero que presentan la misma eficiencia en la sincronización de estros y que ayudan a mejorar la fertilidad y la prolificidad, la aplicación de la Gonadotropina Coriónica equina (eCG) y la Somatotropina Recombinante Bovina (bST) que han demostrado mejorar estos

parámetros. La función de la eCG es estimular el desarrollo folicular y la bST es ayudar al desarrollo del embrión en sus etapas más críticas para mejorar la fertilidad y la prolificidad (Valencia *et al.*, 2006).

Por otra parte se debe de considerar el crecimiento explosivo que ha tenido la industria alimenticia a partir de mediados de la década de los 80 calculado en un 15% anual (Mendoza, 2007). Lo que ha planteado un serio problema en países altamente industrializados, en lo que se refiere a los subproductos que de ella derivan. Así, actualmente los subproductos de la industria de los alimentos, constituyen recursos de muy bajo costo (Mendoza, 2007). La alimentación es un punto fundamental con una mayor incidencia sobre el costo de producción de las ovejas. La suplementación estratégica tiene a su vez una gravitación fundamental, en donde ésta alimentación definirá la producción de ovocitos viables.

El presente estudio tiene como finalidad evaluar la respuesta reproductiva al aplicar acetato de Fluorogestona más la administración de Somatotropina recombinante bovina (BST) o gonadotropina coriónica equina (eCG) en ovejas, así como valorar la fertilidad y la prolificidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA OVEJA DE PELO

Las ovejas (*Ovis aries*) de pelo se encuentran en los climas cálidos, tropicales y subtropicales de México, donde se explotan bajo sistemas tradicionales de traspatio con escasa adopción de tecnología y con alimentación basada en la utilización de pastos nativos e introducidos, así como alimentación alterna como subproductos de hortalizas (Macedo *et al.*, 2005).

En los últimos años han tenido una creciente popularidad en otros climas, debido a su poca estacionalidad reproductiva, alta prolificidad, baja mortalidad, rusticidad y con un alto grado de resistencia a enfermedades así como a parásitos (González *et al.*, 2002). Debido a estas características y mediante diversos estudios realizados, se han comprendido los factores que controlan su reproducción, particularmente los mecanismos de control hormonal que regulan el ciclo estral, el anestro estacional, anestro post parto y reconocimiento materno de la preñez (Macedo *et al.*, 2005).

2.2 ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA

La estacionalidad es uno de los rasgos más importantes en la reproducción de muchos mamíferos, el cual es un proceso de adaptación fisiológica, para que los nacimientos se presenten en primavera cuando las condiciones ambientales y nutricionales son favorables para garantizar la sobrevivencia de la progenie (Goodman, 1994). La oveja de pelo es poliéstrica estacional, tiene una serie de eventos fisiológicos a través del año, donde presenta una época reproductiva, caracterizada por una sucesión de ciclos estrales con una duración de 17 ± 2 días en promedio, en ausencia de apareamientos fértiles, las ovejas ciclan 6 a 9 veces, alterándose con una época de anestro, en el cual existe una ausencia de ovulación (Gallegos, 1999). La mayor parte de los ciclos norte ocurren durante el otoño y el inicio del invierno. En climas templados, la estación reproductiva es más larga y las ovejas tienden a acercarse a un patrón no estacional (Mc Donald, 1991).

2.3 CICLO ESTRAL

Las ovejas de pelo se clasifican como poliéstricas estacionales, debido a que su actividad reproductiva ocurre en la época del año en la que los días son más cortos en comparación a las noches, lo cual sucede en la estación de otoño e invierno (Molina, 2010). En este periodo de actividad reproductiva la hembra presenta lapsos de actividad cíclica ovulatoria con una duración media de 17 ± 2 días y se divide en 2 fases, una folicular y una lútea. La primera corresponde al proestro y al estro, mientras que la segunda al metaestro y al diestro, estos periodos ocurren de manera cíclica y estacional (Mc Donald, 1991).

En el caso particular de la oveja existe un periodo denominado anestro estacional, caracterizado por una falta de expresión de signos de la receptibilidad sexual y cambios en la dinámica del crecimiento folicular, donde los folículos no llegan a ovular, iniciando a finales de invierno o inicios de la primavera (Noel *et al.*, 1993).

2.3.1 FASES DEL CICLO ESTRAL

El ciclo estral puede ser dividido en fase folicular que comprende el proestro, estro y una fase lútea que abarca el metaestro y diestro (Bulbarela, 2007).

2.3.1.1 PROESTRO

Es previo al celo, este corto periodo se caracteriza por un comportamiento de inquietud de la oveja, La duración es de dos a tres días y se caracteriza por el crecimiento folicular rápido y secreción de estrógenos, bajo la estimulación de gonadotropinas hipofisiarias (Hafez, 2002). Los signos externos que podemos observar son: presencia de vulva inflamada y rojiza con descargas de moco, siendo estos signos más manifiestos en la hembra adulta que en las primas (Hafez, 2002).

Los estrógenos son producidos por las células que forman la pared del folículo en desarrollo las capas más externas se denominan células de la teca, mientras que las capas más internas se llaman células de la granulosa. Ambos tipos celulares cooperan durante el desarrollo del folículo en la producción de estrógenos;

las células de la teca son estimuladas por la Hormona Luteinizante (LH) para producir andrógenos por las células de la granulosa tras haber sido estas estimuladas por la hormona folículo estimulante (FSH) (Mazzucchelli *et al.*, 2000).

2.3.1.2 ESTRO

Es el periodo durante el cual la hembra manifiesta un comportamiento de actividad sexual, es el único tiempo de recepción del macho, las manifestaciones son influenciadas por las altas concentraciones de estrógenos circulantes en el torrente sanguíneo, estas manifestaciones son: enrojecimiento de la vulva y vagina con descarga de moco, inquietud, elevación constante de la cola, mayor acercamiento con el macho, micción continua (Mc Donald, 1991). Cabe señalar que en la oveja las manifestaciones de estro son menos marcadas que en otras especies, para poder detectar se puede utilizar machos celadores o marcadores (vasectomizados o con mandil) el único signo seguro del estro es si la hembra acepta y esta quieta cuando la monta el macho, el macho detecta a la hembra en estro por el olor tan característico de la secreción vaginal o feromonas (Hafez, 2002).

El estro dura en promedio 26 horas, pero puede variar de 20 a 36 horas durante la estación reproductiva: la ovulación espontánea ocurre hacia el final del estro. La tasa de ovulación aumenta con la edad y alcanza su máximo entre los 3 y 6 años, y de ahí empieza a declinar de forma gradual (Galina y Valencia, 2008).

La duración del estro está influenciada por el fotoperiodo, la edad de la oveja, y por la presencia de los machos dentro del rebaño. La duración más corta del estro es de 3 a 6 horas al principio y al final de la estación reproductiva (Hafez, 2002).

2.3.1.3 METAESTRO

Es la etapa subsecuente a la ovulación, dura dos días en las ovejas, durante este tiempo se organiza e inicia su función el cuerpo lúteo. El aumento en la producción de progesterona comienza rápidamente, así como el desarrollo del cuerpo lúteo (Mc. Donald, 1991). El cuerpo lúteo tiene como función producir la progesterona, hormona que prepara al útero para recibir al ovulo fecundado o al embrión. Después de 6 días la progesterona alcanza las concentraciones más altas

en la sangre, permaneciendo así hasta la gestación, al estar en las concentraciones más altas, hay inhibición de la secreción de FSH, lo cual permite que haya una mayor maduración de folículos (Hafez, 2002). Si no hay gestación, transcurridos 11-12 días en la oveja, el cuerpo lúteo disminuye su tamaño, formándose el cuerpo albicans y comienza a descender la secreción de progesterona. La inhibición del cuerpo lúteo se debe a la presencia de la sustancia luteolítica conocida como prostaglandina F₂α (PGF₂α) que se produce en el útero entre el día 14 o 15 del ciclo estral después de la prolongada exposición a la progesterona (Hafez, 2002). Al inhibirse o al llevarse a cabo la regresión del cuerpo lúteo, baja la secreción de progesterona y se da origen a una nueva secreción de FSH, por ende una nueva onda de crecimiento folicular y el inicio de un nuevo ciclo estral (Uscanga, 1990).

2.3.1.4 DIESTRO

Se le llama diestro al periodo del cuerpo lúteo que en los ovinos se torna funcional, tanto en la gestación como en ciclo normal. En este lapso de tiempo se incrementa las concentraciones de progesterona que entra a la circulación general y afecta el desarrollo de la glándula mamaria y el crecimiento del endometrio (Hafez, 2002).

La fase lútea dura de 12 a 14 días y es la fase dominante del ciclo estral de la oveja. Con la presencia de embriones viables en el útero, provee señales lúteo trópicas después del día 13 del diestro, si se presenta la preñez, esta etapa persiste a lo largo de la gestación; si no hay preñez, hay una involución gradual del cuerpo lúteo y la glándula pituitaria produce FSH y se repite una vez más el ciclo (Mc. Donald, 1991).

2.3.2 HORMONAS DEL CICLO ESTRAL

El control del ciclo estral de la oveja es resultado de la interacción del Hipotálamo, hipófisis, ovario y útero, estos se encuentran comunicados a través de las hormonas: hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), hormona luteinizante (LH), hormona folículo estimulante (FSH), estradiol (E₂), progesterona (P₄) liberadas en el ovario y la prostaglandina F₂α (PGF₂α) liberada por el útero (Molina 2010).

2.3.2.1 HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINA (GnRH)

Es un decapeptido (10 aminoácidos), con un peso molecular de 1183 k Da (Hafez 2002), tiene funciones endocrinas y neuromoduladoras. La GnRH se encuentra localizada dentro y fuera del sistema nervioso, principalmente por el hipotálamo (Whitlock, K., 2005). La GnRH es secretada en el hipotálamo por las células del área pre-óptica y área ventromedial, donde es transportada a la eminencia media, para ser liberada al sistema porta-hipotálamo-hipofisiario a través del cual llega a la adenohipófisis y causa la liberación de LH y FSH (Prieto *et al.*, 2002).

La secreción de GnRH es de forma pulsátil, la frecuencia y la amplitud de sus pulsos varía dependiendo en la fase del ciclo estral en la que se encuentre la hembra. La GnRH tiene como función el estimular a la LH, un gran pico de GnRH se secreta previo a pico preovulatorio de LH el cual es responsable de la ruptura de la pared folicular y la ovulación (Evans *et al.*, 1994).

El mecanismo regulador en la secreción de GnRH dentro del ciclo estral es mediado por la secreción de hormonas que se producen en el ovario, como el estradiol y progesterona, las cuales actúan estimulando de forma positiva y negativa, inhibiendo la secreción de gonadotropinas (Arroyo *et al.*, 2007).

2.3.2.2 HORMONA LUTEINIZANTE

La LH es una glicoproteína, conformada por dos subunidades una α y otra β y es secretada por la adenohipófisis, con una vida media de 30 minutos (Mc. Donald 1991). Su patrón de secreción es mediado por la progesterona y el estradiol mediante mecanismos de retroalimentación positiva o negativa sobre el hipotálamo (Goodman, 1994). La LH actúa sobre el folículo ovárico estimulando su desarrollo y maduración, la frecuencia de sus pulsos se incrementan debido al aumento del estradiol producido en el ovario, formando un pico preovulatorio, esta oleada preovulatoria de LH causa la ruptura de la pared folicular y la ovulación (Hafez 2002).

2.3.2.3 HORMONA FOLÍCULO ESTIMULANTE

La FSH es una hormona glicoproteína, secretada por la hipófisis anterior, tiene una vida media de 2 a 4 horas, su estructura consta de 2 sub unidades una α y una β ; actúa directamente sobre las células de la granulosa del folículo y en la producción del estradiol, necesarios para el crecimiento y desarrollo del folículo (Mc. Donald 1991). Su secreción se incrementa durante el crecimiento de los folículos y en cada oleada folicular del ciclo estral. La FSH estimula en las células de la granulosa la secreción de inhibina, activina y folistatina las cuales actúan como señal química para la regulación de FSH retroalimentando de forma negativa sobre la hipófisis anterior (Espinoza, 2007).

2.3.2.4 PROGESTERONA (P₄)

La progesterona es un esteroide de 21 carbonos: la 17 α hidroxiprogesterona, es liberada junto con los estrógenos ováricos, antes de la luteinización del folículo. Es secretada por las células del cuerpo lúteo, por la placenta y Las glándulas adrenales, prepara al endometrio para la implantación y mantenimiento de la gestación incrementando la actividad de las glándulas uterinas al inhibir la mortalidad del miometrio (Hafez 2002). Durante la fase lútea las crecientes concentraciones de progesterona secretadas por el cuerpo lúteo son capaces de bloquear el pico de GnRH y el de la LH modulando la frecuencia de pulsos de GnRH y subsecuentemente de LH, por medio de un sistema de acción central sensible y específico que involucra sus propios receptores a nivel neural (Goodman 1994).

2.3.2.5 ESTRADIOL (E₂)

Los estrógenos actúan en el sistema nervioso central para inducir el comportamiento de estro en la hembra, en el caso de las ovejas y vacas, se requieren pequeñas cantidades de progestágenos con estrógenos para inducir el estro, el folículo ovárico es el principal productor de estrógenos (Hafez 2002).

Durante el verano los ovarios de las ovejas se encuentran en fase de anestro, desarrollan folículos y secretan estradiol cuando son estimulados con la hormona Luteinizante (Hafez, 2002). La frecuencia de las descargas de LH dependen de la respuesta al efecto de retroalimentación negativa del estradiol; la respuesta es baja

durante la estación reproductiva, aumenta duramente la transmisión al anestro y persiste en cantidades elevadas hasta el comienzo de la siguiente estación reproductiva, cuando disminuye de nuevo (Hafez 2002).

2.3.2.6 PROSTAGLANDINAS

Fue descubierta en la década de los 30 por Von Euler, en el semen de humano y de las vesículas seminales del borrego, la cual causaba contracción de músculo liso y cambio en la presión sanguínea, se le denominó prostaglandina porque se creía que se secretaba en la próstata (Hafez, 2002).

Las prostaglandinas $F2\alpha$ Y E_2 se derivan del ácido araquidónico. La $PGF2\alpha$ es el agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea del ciclo estral en ausencia de fertilización; también es un agente vasoconstrictor el cual puede finalizar la gestación temprana; Las prostaglandinas regulan la concentración del músculo liso en los apartados gastrointestinales y reproductivo, la erección, eyaculación, el transporte de espermatozoides, la ovulación, formación del cuerpo lúteo, el parto y la eyección de la leche (Hafez, 2002).

2.4 DINAMICA FOLICULAR

El estudio de la dinámica folicular ha permitido un mejor manejo sobre la actividad reproductiva de la oveja, estableciendo nuevos programas de sincronización de estros, aplicando el modelo de la oleada folicular (figura 1). A través de alimentaciones estratégicas con dietas altas en proteína y energía, en donde se ha observado que el estado metabólico influye de manera directa sobre el crecimiento folicular y que con ovejas de condición corporal de 4 (en escala de 1-5) presentan 3 oleadas foliculares comparado con ovejas de baja condición (Viñoles *et al.*, 2005).

2.5 MANEJO REPRODUCTIVO DE LA OVEJA

El conocimiento de la actividad endocrina y la determinación de las concentraciones plasmáticas de las hormonas que regulan el ciclo estral de la oveja, ha permitido usar metodologías capaces de manipular este ciclo: mediante métodos naturales o con aplicación de hormonas exógenas.

La inducción al estro ofrece las siguientes ventajas:

- Facilita la detección de estro.
- Mejora la reproducción del rebaño.
- Permite planear la época de partos.
- Logra tener 3 partos en 2 años.

Facilita el destete, engorda y comercialización de lotes uniformes de animales



Figura 1. Dinámica folicular durante el ciclo estral de la oveja (Arroyo, 2006)

2.6.1 MÉTODOS FARMACOLÓGICOS PARA INDUCCIÓN DEL ESTRO

Los métodos farmacológicos se pueden dividir en dos tipos, en base a diferentes principios fisiológicos, el primero es la administración de progestágenos sintéticos, para estimular la acción del cuerpo lúteo natural, el segundo es la administración de PGF2 α encargada de destruir el cuerpo lúteo, con lo que se reinicia la actividad ovárica (Valencia, 2006).

2.6.1.1 PROGESTÁGENOS.

Los progestágenos son sustancias con acción similar a la progesterona, simulan la vida funcional de un Cuerpo Lúteo (Mcmillan, 1996). La función de la progesterona es inhibir los eventos en el eje neuroendocrino, alterando el sistema reproductivo. Una concentración mayor a 1 ng/ml de progesterona en circulación sanguínea inhibe la secreción pulsátil de GnRH y LH. Una deficiencia de progesterona durante la fase lútea propicia un incremento en la frecuencia de pulsos de GnRH y LH permitiendo un prolongado crecimiento del folículo dominante,

formando folículos persistentes, evitando la ovulación y comprometiendo el estado óptimo del folículo para su fertilización (Molina, 2010).

2.7 SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (bST)

La Somatotropina Recombinante Bovina (bST), es una hormona de origen peptídico, que en forma natural es producida por la hipófisis anterior, se conoce que está mediada por los factores de crecimiento parecidos a la insulina, denominados somatomedinas (IGF-1 e IGF-2), que son producidos en mayor grado en el hígado y en menor cantidad en mamas y gónadas (Bauman, 1999).

Los factores de crecimiento son directamente relacionados con la proliferación y diferenciación de las células de la granulosa, estimulando la morfogénesis, crecimiento celular, diferenciación y mantenimiento de la homeostasis (Aguirre, 2005). En ovejas y en cabras, la inyección de bST aumenta las concentraciones séricas de IGF-I y la producción de leche, similar a lo observado en vacas (Baldi, 1999; Carrillo *et al.*, 2006; Montero *et al.*, 2011). La eficiencia reproductiva en las ovejas tratadas con inyecciones repetidas de bST con fines productivos, es similar a la de ovejas no tratadas (Brozos *et al.*, 1999).

La prolificidad en los pequeños rumiantes está determinada por el número de folículos que ovulan, la tasa de fertilización y la sobrevivencia embrionaria. La tasa de ovulación puede incrementarse por un aumento del número de folículos dependientes de gonadotropinas (Scaramuzzi *et al.*, 1993). Así, en ovejas, la sobrealimentación energética (flushing) incrementó la tasa de ovulación mediante el aumento de folículos sensibles a la FSH (Scaramuzzi *et al.*, 2006). En las ovejas tratadas con bST, aunque esta hormona favorece el desarrollo folicular, no aumenta la tasa de ovulación (Davis *et al.*, 1990; Scaramuzzi *et al.*, 1993; Joyce *et al.*, 1998).

2.8 GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (ECG)

La gonadotropina coriónica equina (eCG), originalmente denominada gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG), se produce en las copas endometriales de las yeguas preñadas y pertenece a la familia de hormonas glicoproteicas junto con la LH y FSH. Esta hormona ha sido ampliamente estudiada y se ha visto que a diferencia de los équidos, la eCG administrada en otras especies

tiene una actividad tipo LH y FSH y como consecuencia tiene una gran afinidad por ambos tipos de receptores en los ovarios. La eCG tiene un efecto de larga duración sobre los receptores de las células de la granulosa y de la teca lo que estimula la secreción de estradiol y progesterona. Por ello, esta hormona se ha convertido en una sustancia de gran utilidad en programas reproductivos (Martínez *et al.*, 2007).

2.9 SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN LA REPRODUCCIÓN

La alimentación animal con algún suplemento rico en nutrientes, requeridos en periodos críticos para mejorar el crecimiento, desarrollo, producción o reproducción se le ha llamado suplementación estratégica. Los mecanismos mediante los cuales la nutrición afecta los procesos reproductivos no están bien determinados en su totalidad, pero se estima que son mediados por cambios en las concentraciones de hormonas metabólicas (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Las concentraciones séricas de insulina se considera una de las principales señales del estado metabólico del animal, que puede alterar la frecuencia y concentración de LH, además de mejorar la respuesta ovárica al interactuar con glucosa y leptina (Viñoles *et al.*, 2005) El mecanismo por el cual suplementación a corto plazo nutricional afecta el desarrollo del folículo no implica un aumento en las concentraciones de FSH, pero puede provocar respuestas a las crecientes concentraciones de glucosa, insulina y leptina, que actúan directamente en el nivel de ovario. Este efecto es agudo, dado que las concentraciones de las tres sustancias disminuyen después de alcanzar los valores pico en el tercer día de la suplementación. El estado de desarrollo del folículo en el momento de la concentración máxima de hormonas metabólicas puede ser uno de los factores que determinan si aumenta la tasa de ovulación o no (Viñoles *et al.*, 2005).

La suplementación de corto plazo con grano de maíz y soya en los días 9 a 14 del ciclo estral, prolongó la vida útil del folículo y por lo tanto disminuyó el número de ondas foliculares. Este efecto fue no asociado con cambios en las concentraciones de FSH, pero se correlacionó con un incremento en las concentraciones circulantes de glucosa, insulina y leptina. Sin embargo la suplementación a corto plazo no afectó la tasa de ovulación (Viñoles *et al.*, 2005).

2.9.1 SUBPRODUCTOS DE HORTALIZAS.

Existe la necesidad de revalorizar los recursos existentes en cada zona con el fin de solventar la grave situación de la ganadería, así como permitir su desarrollo sostenible y equilibrado a largo plazo en la producción de ovejas. La gran cantidad de subproductos de hortalizas que se generan en las centrales de abasto y mercados, hace que su eliminación sea un proceso muy costoso, además de provocar contaminación ambiental, así que es necesario plantear la utilización de dichos residuos en la ganadería (Lozada *et al.*, 1992).

3. JUSTIFICACIÓN

En la última década, la producción de carne de ovino se ha incrementado y aun no se ha logrado satisfacer la creciente demanda nacional, solo se cubre el 56.52% de esta sin embargo existe una baja eficiencia productiva, ya que la producción promedio por oveja por año es de 0.56 corderos, diversos factores tales como la escasa adopción de la tecnología en el manejo reproductivo, no ha permitido el desarrollo de la ovinocultura en México, así también existe un elevado nivel de dependencia de la importación de materias primas (granos) para la alimentación animal, como es el caso del maíz, soya, etc., lo cual genera incrementos cercanos al 30% de costos de producción en la alimentación del ovino. Existe también la necesidad de revalorizar los recursos existentes en cada zona con el fin de solventar la grave situación de la ganadería, así como permitir su desarrollo sostenible y equilibrado a largo plazo, para la producción de ovejas del medio rural. Por otra parte la gran cantidad de subproductos de hortalizas que se generan en las centrales de abasto y mercados, hace que su eliminación sea un proceso muy costoso y podría provocar contaminación ambiental, así que es necesario plantear la utilización de dichos residuos, se ha de considerar que la utilización de estos residuos generaría un amplio abanico de alimentación en el sector ganadero.

El sector ovino se ha caracterizado por la necesidad de incrementar la competitividad de las explotaciones mediante la sincronización de estros y la suplementación estratégica, Por lo que la implementación de las prácticas básicas de manejo reproductivo para incrementar la producción de corderos y una suplementación estratégica basada en el uso de subproductos de hortalizas optimizaría la producción de ovinos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta reproductiva en ovejas al sincronizar y aplicarles somatotropina recombinante bovina o gonadotropina coriónica equina.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la fertilidad y prolificidad entre los diferentes grupos de ovejas
- Estimar la respuesta reproductiva dentro de las dietas utilizadas
- Evaluar el número de crías de las ovejas sincronizadas con bST o eCG

5. HIPÓTESIS

La respuesta reproductiva al sincronizar y aplicar somatotropina recombinante bovina o gonadotropina coriónica equina es diferente a los obtenidos en ovejas solo sincronizadas.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1.- LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El estudio se llevó a cabo en Tecamachalco, Puebla, que se localiza al sureste del estado de Puebla, a 56,7 kilómetros de la capital de la entidad, se ubica en los paralelos 18° 52' 57" latitud norte y a 97° 43' 49" latitud oeste, su altitud media sobre el nivel del mar es de 2.055 metros. Se aprecia una temperatura media anual de 18° C, con una mínima de 15° C, y máxima de 21° C. La diferencia entre el mes más frío y el mes más cálido en cuanto a la temperatura media no excede de 6° C. El régimen de precipitaciones pluviales se caracteriza por una caída de agua de 700 mm anuales (INEGI 2010).

6.2.- ANIMALES EN ESTUDIO

Se utilizaron 150 ovejas de pelo de segundo y tercer parto. Aleatoriamente se asignaron al azar 25 ovejas a cada grupo de tratamiento. Clínicamente sanas. Con un promedio de peso vivo de 40 kg así como un promedio de 2.5 años de edad, condición corporal promedio de 2.4 alimentadas con un flushing 10 antes de la época reproductiva. Se dio una dieta a base de rastrojos que contenía alfalfa henificada, zacate de maíz molido, avena henificada comparada con ovejas alimentadas a base de subproductos de hortalizas. A todas las ovejas se les insertó una esponja intravaginal impregnada con 45 mg de FGA durante 12 días. Cinco días antes del retiro del progestágeno, las ovejas fueron asignadas al azar a seis tratamientos, como se observa en el cuadro 1.

6.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño de bloques al azar donde se empleó la alimentación como bloque y el tratamiento hormonal como factor de evaluación. También se llevó a cabo la prueba de correlación de Pearson y análisis de varianza y comparaciones múltiples para detectar diferencias entre los grupos. Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico The R for Statistical Computer V 3.1.1.

- Los grupos I y II no recibieron tratamiento hormonal aparte de la sincronización mediante las esponjas.
- Los grupos III y IV recibieron 125 mg de bST vía SC cinco días antes de retirar las esponjas impregnadas con FGA.
- Los grupos V y VI recibieron 300 UI de eCG vía SC al momento de retirar las esponjas impregnadas con FGA.

Cuadro 1. GRUPOS, TRATAMIENTOS Y TIPO DE ALIMENTACIÓN RECIBIDA

TRATAMIENTO	ALIMENTACIÓN	HORMONAS
I	Alimentación tradicional (AT)	Ninguna
II	Subproductos de Hortalizas (SH)	
III	Alimentación tradicional	125 mg de bST vía SC
IV	Subproductos de Hortalizas	
V	Alimentación tradicional	300 UI de eCG vía IM
VI	Subproductos de Hortalizas	

AT= Alimentación tradicional (Rastrojo de maíz, alfalfa henificada molida y avena henificada).

SH= Alimentación subproductos de hortalizas.

6.3. VARIABLES A EVALUAR

Se comparó la proporción de ovejas que presentaron estro, se observaron estros durante cinco días o hasta que todas las ovejas presentaron signos de celo, se dio monta natural, registrándose los datos correspondientes para medir la fertilidad y prolificidad en cada tratamiento, el porcentaje de concepción y la proporción de ovejas con parto múltiple. Para identificar los retornos a estro, se utilizó un macho celador.

1. Porcentaje de borregas que presentaron celo
2. Inicio de celo después de retiro de esponja
3. Duración del celo
4. Porcentaje de hembras que retornaron al estro (17-20 días, post-servicio).
5. Días de gestación
6. Fertilidad: Número de ovejas Inseminadas/Número de ovejas paridas
7. prolificidad: Numero de corderos nacidos por oveja
8. Sexo y peso de los corderos al nacimiento

7. RESULTADOS

7.1 PORCENTAJE DE BORREGAS QUE PRESENTARON CELO

En la evaluación de los estros no se encontraron diferencias significativas, ya que el 100% de animales presentaron celo en todos los grupos (bST, eCG y testigo), lo que demuestra la eficacia del progestágeno (FGA-Esponja intravaginal) para sincronizar el ciclo estral de la oveja.

7.2 INICIO DE CELO DESPUÉS DE RETIRO DE ESPONJA

Se considera inicio de celo el momento en que la oveja se deja montar por primera vez por el macho u otra hembra cuando existe conducta homosexual, después de retirada la esponja. Teniendo una media general de 46.54 horas de inicio de celo, en el cuadro 2 se presenta la información del inicio del celo (promedio en horas).

Cuadro 2. HORAS DEL INICIADO EL CELO DESPUÉS DEL RETIRO DE LA ESPONJA

Tratamiento	Inicio de celo (horas)
I	65.16
II	34.08
III	71.92
IV	29.28
V	45.2
VI	33.6

La duración promedio del celo en todos los grupos fue de 18 horas.

7.3 PORCENTAJE DE HEMBRAS QUE RETORNARON AL ESTRO (17 A 20 DÍAS, POST-SERVICIO)

En relación al porcentaje de ovejas que retornaron al estro, no se observaron signos de celo en el periodo post-servicio (17 a 20 días). Para la detección de estros, se utilizó un macho celador dos veces al día (mañana y tarde).

7.4 FERTILIDAD

El promedio general del porcentaje de gestación fue de 64.67%, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En el cuadro 3 se muestra el porcentaje de gestación para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 3. PORCENTAJE DE FERTILIDAD

Tratamiento	% de fertilidad
I	60
II	28
III	80*
IV	84*
V	64
VI	72*

*DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS COMPARADAS CON EL TRATAMIENTO II

La duración de la gestación fue de 150 ± 2 días en todos los tratamientos.

7.5 TIPO DE PARTO

En el cuadro 4 se observa el tipo de parto, el tratamiento V fue el que tuvo el mayor número de partos dobles (70.59%), seguido del tratamiento IV con 57.14%, en seguida el tratamiento VI con 55.56% de partos dobles, así como 35% para el tratamiento III y 20% para el tratamiento I, en el tratamiento II solo hubo partos simples. El tratamiento I tuvo 80% de partos simples y el tratamiento V tuvo el menor número de partos simples 29.41%.

Cuadro 4. PARTOS SIMPLES Y DOBLES POR GRUPO.

TRATAMIENTO	SIMPLE (%)	DOBLE (%)
I	80	20
II	100	0
III	65	35
IV	42.9	57.1
V	29.4	70.6
VI	44.4	55.6

7.6 PROLIFICIDAD

El total de crías fue de 140, el 39.5% fueron partos dobles y el 60.5% partos simples, el tratamiento V fue el más prolífico con 1.7 corderos por hembra, parieron 21 hembras de las cuales 12 tuvieron partos dobles y 9 partos simples, seguido del tratamiento IV con 1.6 corderos por hembra, de los 18 partos, 10 fueron dobles y 8 simples. Al realizar los análisis estadísticos, encontramos diferencias significativas entre los tratamientos testigo (I y II) y el tratamiento con eCG alimentadas con rastrojo (V). Los datos completos se presentan en el cuadro 5.

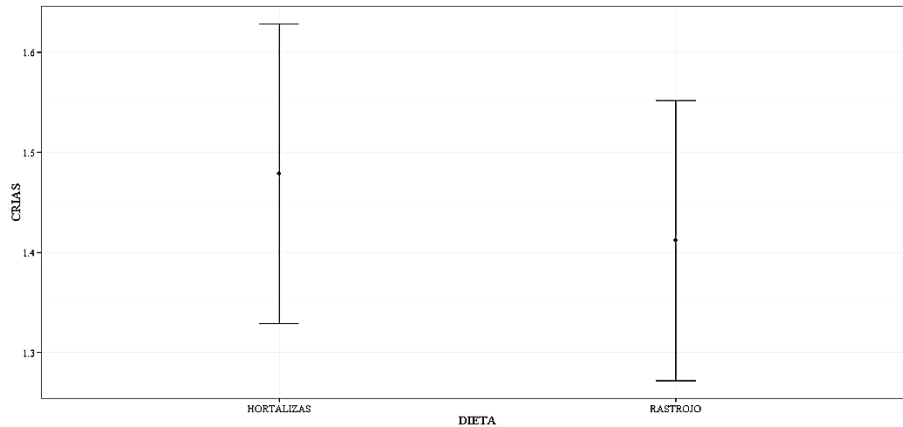
Cuadro 5. prolificidad de las ovejas alimentadas de forma tradicional y con subproductos de hortalizas, tratadas con bst y ecg.

Tratamiento	prolificidad
I	1.2 ^A
II	1 ^B
III	1.4
IV	1.6
V	1.7 ^{AB}
VI	1.5

^{A, B} p<0.05

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dietas (hortalizas y rastrojo), en las ovejas a las que se les alimentó con hortalizas el número de corderos paridos fue mayor en comparación con las que se alimentaron con rastrojo (Figura 2).

Figura 2. Número de crías paridas en relación con la dieta.



7.7 SEXO DE LA CRÍA Y PESO AL NACIMIENTO

El total de hembras y machos nacidos con el promedio de pesos de los corderos nacidos por tratamiento, se presentan en el cuadro 6. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, a las que se les alimento con hortalizas, los corderos nacidos tuvieron un mayor peso (kg) en comparación con las que recibieron rastrojo.

Cuadro 6. Sexo de la cría y peso al nacimiento.

TRATAMIENTO	SEXO		PESO kg	
	H	M	H	M
I ^A	13	5	3.11	3.28
II	3	4	4.06	3.75
III ^B	13	15	2.93	3.57
IV	15	17	3.47	3.22
V ^{A, B}	16	11	2.73	2.46
VI	11	18	3.27	3.47

H: HEMBRAS, M: MACHOS
 I, III Y V (ALIMENTADAS CON HORTALIZAS)
 II, IV Y VI (ALIMENTADAS CON RASTROJO)
^{A, B} P<0.05

8. DISCUSIÓN

La sincronización del estro con esponjas impregnadas con acetato de Fluorogestona (FGA) logró que el 100% de las hembras presentaran signos de celo. Driancourt *et al.*, 1991 y Noel *et al.*, 1993, emplearon gonadotropina coriónica equina (eCG) en ovinos, observando un incremento en la cantidad de folículos y la tasa de crecimiento de los folículos comparada con la tasa de crecimiento folicular durante el ciclo normal, lo que confirma que al aplicar eCG, habrá mayor cantidad de folículos y mayor concentración de estrógenos circulantes en la hembra, lo que hará que las hembras presenten signos de celo. Sosa *et al.*, 2014 reportaron 98.3% y 96.7% de presentación de estros en ovejas sincronizadas con dispositivo intravaginal con progesterona (CIDR), mas bST y eCG respectivamente, lo que indica que la utilización de FGA en cuanto a la presentación de celos es más efectiva que la utilización de P₄. Es importante señalar que además de la sincronización, también se utilizó un flushing a base de un concentrado comercial con el 14% de proteína cruda durante 10 días antes de iniciada la sincronización, lo cual favorece a la presentación del celo. Camacho *et al.*, 2010 obtuvieron una prolificidad de 1.3 en ovejas primaras inducidas al estro utilizando nutrición focalizada (400 g de concentrado comercial/animal/día) 5 días antes de retirar la esponja intravaginal. Cabe mencionar que la utilización de subproductos de hortalizas, constituyen una opción económica de transformación de alimentos considerados como desechos (Lozada *et al.*, 1992).

8.1 INICIO DEL CELO

Hernández *et al.*, 2010 y Quiroz *et al.*, 2012, reportaron 48 horas en promedio en el inicio de celo con tratamientos semejantes, en este trabajo se tuvo un promedio general de 46.54 horas, similar a lo reportado, lo que indica la efectividad de los tratamientos en cuanto a la sincronización de los celos. Sin embargo, Lozano *et al.*, 2012 reportaron 32 y 32.5 horas de aparición del celo con la utilización de CIDR (P₄) más bST y eCG. El promedio de la duración del celo observado en este trabajo fue de 18 horas, Hernández *et al.*, 2010 y Quiroz *et al.*, 2012, reportaron resultados similares.

8.2 PORCENTAJE DE HEMBRAS QUE RETORNARON AL ESTRO (17 a 20 días, post servicio).

No se observaron signos de celo y para verificarlos se utilizó un semental celador dos veces al día (mañana y tarde) entre el día 17 al 20 después del servicio. Esto concuerda con lo reportado por Hernández *et al.*, 2010, Méndez *et al.*, 2010 y Quiroz *et al.*, 2012. Cabe señalar que de las ovejas que no retornaron al estro, no todas estaban gestantes.

8.3 FERTILIDAD

El porcentaje promedio de gestación fue del 65% en todo el experimento. Los tratamientos con bST; III (80 %) y IV (84 %), fueron los que presentaron la mayor fertilidad, del mismo modo Lozano *et al.*, 2012, reportan que la sincronización con bST presenta el mayor porcentaje de fertilidad. Lo que permite inferir que la bST mejora la fertilidad en ovejas tratadas cinco días antes del retiro de la esponja (Carrillo *et al.*, 2006). Hernández *et al.*, 2012, obtuvieron el 64.67% de fertilidad para todo el experimento y Quiroz, *et al.*, 2012 reportaron una fertilidad del 60% y Camacho *et al.*, 2010, obtuvieron 48%, estos autores señalan que existen factores que afectan la fertilidad (Hernández, 2010), como son la estación del año, el estado nutricional, la edad del animal, el estrés, la calidad del ovocito, la presencia de folículos persistentes que hacen que haya ovocitos envejecidos y todo ello resulta en una fertilidad baja. En este trabajo, la sincronización del estro, la selección de las hembras para el experimento, el manejo adecuado y el flushing cubren la mayoría de estos factores adversos por lo que consideramos como muy buena la obtención del 64.67% de fertilidad total.

8.4 DÍAS DE GESTACIÓN

La duración de la gestación en promedio fue de 150 ± 2 días en todos los tratamientos. Quiroz *et al.*, 2012 mencionan que la gestación de sus grupos experimentales fue de 150 días en promedio, coincidiendo lo encontrado con los seis grupos del presente experimento.

8.5 PROLIFICIDAD

La prolificidad depende de la eficiencia en el manejo nutricional y sanitario, la estación del año, la edad, la raza, la eficiencia reproductiva del rebaño y la muerte embrionaria (Bulbarela, 2007). Por otro lado, la prolificidad en los pequeños ruminantes está determinada por el número de folículos que ovulan, la tasa de fertilización y la sobrevivencia embrionaria (Scaramuzzi *et al.*, 1993). La bST, favorece el desarrollo folicular, pero no aumenta la tasa de ovulación (Davis *et al.*, 1990; Scaramuzzi *et al.*, 1993; Joyce *et al.*, 1998). El tratamiento con bST, 5 días antes de retirar la esponja con FGA aumenta la prolificidad en ovejas (1.64% vs 1.25%).

Las concentraciones altas de bST, IGF-I e insulina favorecen el porcentaje de fertilización y la sobrevivencia embrionaria y esto se refleja en un aumento de la prolificidad, en este trabajo se obtuvo 1.4 de prolificidad promedio para todos los tratamientos, siendo los tratamientos con bST y eCG los de mayor prolificidad con 1.5 y 1.6 respectivamente, en estos dos tratamientos fue en donde se presentaron la mayor cantidad de partos múltiples, la prolificidad para los controles fue de 1.1, similar a lo reportado por Carrillo *et al.*, 2006 (1.6 de prolificidad para bST y 1.3 grupo control).

8.6 SEXO DE LA CRÍA Y PESO AL NACIMIENTO

En cuanto al sexo de las crías no hubo diferencias, ni relación con los tratamientos, además de no existir información en la literatura en la que la bST o la eCG tuvieran un efecto sobre esta variable. En relación al peso de los corderos nacidos por hembra parida, en promedio a las hembras a las que se administró bST tuvieron corderos con 3.95 kg de promedio, aunque se ha demostrado que en ovejas a las que se les ha administrado bST aumentan las concentraciones séricas de IGF-1 y de la producción de leche, por lo que se esperaba mayor peso de los corderos (Baldi, 1999; Carrillo *et al.*, 2006; Méndez *et al.*, 2010; Montero *et al.*, 2011).

9. CONCLUSIONES

El uso del Acetato de Fluorogestona para la sincronización es efectiva en la presentación de signos de estro. Sin embargo, la adición de la Somatotropina recombinante bovina y/o la gonadotropina coriónica equina potencializan este efecto con el aumento de la fertilidad y prolificidad debido a mayor presencia de folículos viables y por ende más producción de ovocitos. La administración de la Somatotropina recombinante bovina mejora sustancialmente la fertilidad, mientras que la gonadotropina coriónica equina incrementa la prolificidad.

El uso alternativo de alimentación a base de subproductos de hortalizas ayuda a producir corderos más pesados debido probablemente a que presenta un índice mayor de nutrientes que el rastrojo.

10.RECOMENDACIONES

El uso de hormonas para la sincronización de estros es un manejo efectivo para producir más corderos en menor tiempo. La Somatotropina recombinante bovina ha comprobado ser más efectiva en cuanto a la fertilidad, pero la gonadotropina coriónica equina mejora la prolificidad, por lo que se recomendaría realizar un segundo estudio, en el cual se utilice la combinación de bST y eCG.

En el caso de la alimentación a base de subproductos de hortalizas es recomendable determinar el contenido nutricional, además de establecer un esquema constante de alimentación con estos subproductos para mejorar el peso de los corderos al nacimiento y la condición corporal de las hembras.

11. LITERATURA CITADA

- Aguirre, H.Y. 2005. Efecto de la Somatotropina recombinante bovina (bST) sobre la prolificidad de ovejas Pelibuey sincronizadas. Tesis de Licenciatura. UAN, Compostela, Nayarit.
- Arroyo, L.J. Gallegos- Sánchez, J Villa G.A., Barruecos, J.M. Perera, G, Valencia J. 2007. Reproductive Activity Of Pelibuey And Suffolk Ewes At 19° North Latitude. *Animal Reproduction Science* 102: 24-30.
- Baldi, A. 1999. Manipulation of milk production and quality by use of somatotropin in dairy ruminants other than cow. *Dom. Anim. Endocrinol.* 17: 131-137.
- Baquero, C., Bermúdez, A.S. 1998. Los Residuos Vegetales De La Industria De Jugos De Maracuyá Como Fuente De Fibra Dietética. En: Lajolo, F.M. Meneses, W. Fibra Dietética. *Temas En Tecnología De Alimentos* Ed. Cyted-Ipn, Mexico, Df Pp.207-214
- Bauman DE. 1999. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. *Domestic Animal Endocrinology*; 17:101-116.
- Brozos, C. N, Ph. Saratsis, C. Boscós, S. C. Kyriakis, and C. Alexopoulos. 1999. The effect of bovine somatotropin (bST) administration on reproduction, progesterone concentration during lactation and LH secretion during estrus, in dairy ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 56: 177–187.
- Bulbarela G F., 2007. Efecto de la Suplementación de L-Arginina y Aceite de Pescado en el Comportamiento Reproductivo de Ovejas de Pelo. Tesis de Maestría. COLPOS, Montecillo Texcoco, México.
- Camacho, J.C., Mendoza, G., Villarreal, O.A., Hernández, J.E., Franco, F.J., Carreón, L. y Reyes, G. 2010. Inducción y sincronización del estro en ovejas Pelibuey primíparas mediante nutrición estratégica y hormonas exógenas. XXXV Congreso Nacional de la sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Valladolid, España. 26 a 29 de septiembre. pp 365 a 369.
- Carrillo F, Hernández-Cerón J, Orozco V, Hernández JA, Gutiérrez CG. 2006. A single dose of bovine somatotropin 5 days before the end of progestin-based estrous synchronization increases prolificity in sheep. *Animal Reproduction Science*; 2, 1324-1330.

- Cheng. Z., Robinson S.R., Pushpakumara, P.G.A, Mansbridge R.J., Whates D.C. 2001. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids on uterine prostaglandin synthesis in cow. *J Endocrinol*; 171:463-473.
- Davis, S. R., J. F. Smith, and P. D. Gluckman. 1990. Effects of growth hormone injections on ovulation rate in ewes. *Reprod. Fertil. Develop.* 2: 173-178.
- Driancourt M.A, WW Thatcher, M Terqui. 1991. Dynamics of ovarian follicular development in cattle during the estrous cycle, early pregnancy and in response to PMSG. *Dom Anim Endoc* 8, 209-221.
- Espinoza, J.L., Ortega, P.R., Palacios, E.A., Valencia, M.J. y Aréchiga. F.C.F. 2007. Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos: una revisión. *Interciencia*. Vol. 32. No. 2. 93-99.
- Evans N.P., Dahl GE, Glover BH. And Karsch FJ. 1994. Central Regulation Of Pulsatile Gonadotropin-Releasing Hormone (Gnrh) Secretion By Estradiol During The Period Leading Up To The Preovulatory Gnrh Surge In The Ewe. *Endocrinology* 134: 1806-1811.
- Galina C. y Valencia J. 2008. *Reproduccion de Animales Domesticos*. Limusa, 3^{era} Edición Isbn-13:968-978-18- 7132-1.Pp. 457-480.
- González G. R., Torres H. G, Castillo A.M., 2002 Crecimiento De Corderos Black Belly Entre Nacimiento Y El Peso Final En El Trópico Húmedo De México. *Vet. Mex.*33: 443-453.
- Goodman R. L. 1994. Neuroendocrine Control of the Ovine Estrous Cycle. In: *The Physiology of Reproduction* (Editors: E Knobil and Jd Neill) 2nd Edition. Raven Press, New York. Pp. 660-693.
- Hafez, E.S.E Hafez B. 2002. *Reproduccion E Inseminación Artificial En Animales*. Séptima Edición. Mc. Graw Hill. México.
- Hernández Cerón J. y Oscar Armando Rodríguez Castañeda. 2010. La Somatotropina bovina recombinante: una herramienta para incrementar la Fertilidad y prolificidad en rumiantes. *Vet. Mex.* V N y pp
- Hernández Olivos José Luis. 2010. Fertilidad en ovejas de pelo, sincronizadas con Acetato de Medroxiprogesterona y gonadotropina coriónica equina. Tesis Veracruz, México.

- Hernández-Cerón Joel, Gutiérrez Aguilar C. Guillermo, 2012. la Somatotropina recombinante bovina y la reproducción en bovinos, ovinos y caprinos artículo en *Agrociencia* 47: 35-45.
- Herrera-Camacho, J., Aké-López, R., Ku-Vera, J., Williams, G.L., Quintal, F.J. 2008. Respuesta ovulatoria, estado de desarrollo y calidad de embriones de ovejas Pelibuey superovuladas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados. *Téc Pecu Mex* 2008; 46(2):107-117.
- Herrera-Corredor, A., Salazar, O.J., Morales T.G., Pro M.A., Gallegos, S.J. 2010. Efecto del aceite de soya en la dieta y la condición corporal sobre la población folicular y tasa ovulatoria de ovejas Pelibuey en dos épocas reproductivas. *Universidad y Ciencia, Trópico húmedo*, 26(2):205-210. Pp 205-210.
- Joyce, I. M., M. Khalid, and W. Haresign. 1998. Growth hormone priming as an adjunct treatment in superovulatory protocols in the ewe alters follicle development but has no effect on ovulation rate. *Theriogenology* 50: 873-884.
- Lozada H, Cortés J, Grande D y Hernández G, 1992 La producción animal en Iztapalapa. *Revista Iztapalapa*. No. 25. UAM- I, México.
- Lozano-González J.F, Uribe-Velásquez L.F Henry Osorio J. 2012 Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (*Ovisaries*) ARTÍCULO DE REVISIÓN *Universidad de Caldas Veterinaria y Zootecnia*. 2012; 6(2): 134-147
- Lucy Mc. Boybck. Koenigsfeldt At.Okamura Ck 1998. Expression Of Somatotropin Receptor Messenger Ribonucleica Cid In Bovine Tissues. *Journal Of Dairy Science*. 81:1889-1895.
- Lucy Mc. Savido Jd. Bnadiga L. De La Sota RI. Thatcher Vw 1992. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics In Cattle. *Journals of Animal Science*; 70: 3615-3626.
- Macedo R. Alvarado A.2005 Efecto De La Época De Monta Sobre La Productividad De Ovejas Pelibuey Bajo Dos Sistemas De Alimentación en Colima, México. *Archivo. Zootécnico*. 54:51-62.
- Martínez, T.J., Izaguirre, FF, Sanchez, O.L., Garcia, C.C., Martínez, P.G., Torres, H.G. 2007. Comportamiento reproductivo de ovejas barbados barriga negra

- sincronizadas con MPA y diferentes tiempos de aplicación de eCG durante la época de baja fertilidad. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, N° 1, 47 – 52.
- Mazzucheli, C, and brambilla, R. 2000, Res-related and MARK sig-malling in neural plasticity and memory formation Cell.Mor.Life sci,57,604-611.
 - Mc Donald L E., 1991. Endocrinología Veterinaria Y Reproducción.(4ª Ed.). Ed. interamericana. México D.F. P.379-387, 416-430.
 - Mcmillan, K.L. and Burke C.R (1996) Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. Animal Reproduction Science 42:307.
 - Méndez Palacios Netzi, Hernández Cerón Joel, Méndez Palacios Néstor, Vázquez Flores Felicitas, Huerta Crispín Rubén, Villa Mancera Abel, Córdova Izquierdo Alejandro y Méndez Mendoza Maximino, 2010. La inyección de bST cinco días antes de retirar la esponja de FGA y eCG al momento de retirarla incrementa la fertilidad y prolificidad en ovejas Pelibuey, FMVZ. BUAP.
 - Mendoza M.G.D; Plata P.F.X; Ramírez M.M; Mejía D.M.A, Lee R.H y Bárcena G.R. 2007. Evaluación de Alimentos Integrales para el Engorde Intensivo de Ovinos. Rc V.17 N.1 pp. Maracaibo Venezuela.
 - Molina M.P. 2010. Influencia De La Nutrición En Los Programas De Sincronización De Estros, Superovulacion Y Transferencia Embrionaria En Ovejas, Tesis De Doctorado. Colpos Montecillo, Texcoco, Edo. Mex.
 - Montero-Pardo, A. J. Hernández-Cerón, S. Rojas-Maya, J. Valencia, A. Rodríguez-Cortez, and C. G. Gutiérrez CG. 2011. Increased cleavage and blastocyst rate in ewes treated with bovine somatotropin 5 days before the end of progestin-based estrous synchronization. Anim. Reprod. Sci. 125: 69– 73.
 - Noel B. Jl., Bister and R Paquay. 1993. Ovarian Follicular Dynamics In Suffolk Ewes At Different Periods Of The Year. J Reprod. Fert. 99: 695-700.
 - Partida 2007. Antecedentes, Desarrollo y Perspectivas del Borrego Pelibuey en México. Acontecer Ovino-Caprino, Vol. VIII. No. 37. Pp.4-12.
 - Partida de la Peña José Armando, Diego Braña Varela, Héctor Jiménez Severiano, Francisco G. Ríos Rincón, Germán Buendía Rodríguez 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Qro. Libro Técnico No. 5

- Prieto G.B. y Velázquez P.M., 2002. Fisiología De La Reproducción: Hormona Liberadora De Gonadotropinas. Rev. Fac. Med, UNAM. Vol. 45. No.6. P. 252-257.
- Quiróz Ruiz Carlos, Camacho Ronquillo Julio Cesar, Hernández Hernández Jorge. 2012 Tesis Nutrición estratégica o glukogen en la respuesta reproductiva de ovejas Pelibuey sincronizadas al estro. BUAP.
- SAGARPA. 2012. Crece ovino cultura en México; busca incursionar en nuevos mercados. Comunicado de prensa de la Secretaria de Agricultura Ganadería desarrollo Rural Pesca y Alimentación 073.
- Scaramuzzi, R.J., Campbell, B.K., Downing, J.A. Kendall, N.R., Khalid, M., Muñoz-Gutierrez, M., and Somchit, A. 2006. A review of effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogénesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.*46: 339-354.
- Scaramuzzi, R. J., N. R. Adams, D. T. Baird, B. K. Campbell, J. A. Downing, J. K. Findlay, K. M. Henderson, G. B. Martin, K. P. McNatty, and A. S. McNeilly. 1993. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reprod. Fertil. Dev.* 5: 459-478.
- Sosa-Pérez, G, Pérez-Hernández, P, Vaquera-Huerta, H, Salazar-Ortiz, J, Sánchez-del-Real, C, Cadena-Villegas, S.1 y Gallegos-Sánchez, J. 2014. Somatotropina bovina recombinante en sincronización de estros y prolificidad de ovejas pelibuey. *Arch. Zootec.* 63 (241): 219-222.
- C. De Blas, G.G. Mateos Y P.G^a. Rebollar (Eds.). 2003. Tablas Fedna De Composición Y Valor Nutritivo De Alimentos Para La Formulación De Piensos Compuestos (2^a Ed.)Fundación Española Para El Desarrollo De La Nutrición Animal. Madrid, España. 423 Pp.
- Uscanga L.G., 1990.Ginecología Y Obstetricia Veterinaria. Departamento De Reproducción Animal. Facultad De Medicina Veterinaria Zootecnia. Univercidad Veracruzana, Veracruz, México.

- Valencia J., Porras A., Mejia O. Berruecos Jm., Trujillo. 2006. Actividad Reproductiva De La Oveja Pelibuey Durante La Época Del Anestro: Influencia De La Presencia Del Macho. Revista Científica Vol. Xvi, N° 2 Paginas.136-141.
- Viñoles, C., Forsberg, M., Martin, G.B., Cajarville, C., Repetto, J. and Meikle, A. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition effects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction* 129: 299-303.
- Whitlock K. 2005. Origin And Development Of GnRH Neurons. *Trends Endocrinol. Metab*; 16 (4): 145-151.

12.ANEXOS

ANEXO 1. Composición aproximada de la dieta de hortalizas.

INGREDIENTE	Agua	Fibra	Carbohidratos	Proteínas	Lípidos	k	NA	P	Ca	FE	Tiamina
ZANAHORIA	93,9 %		3,5 %	1,0 %	0,11 %	290 mg	3 mg	27 mg	11 mg	0,6 mg	0,06 mg
NOPAL VERDURA	92.5 %		5.60 g	0.17 g					93.00 g	1.60mg	
COL	91.2%		4.1g	1.3 g	.02%	68.5 µg		262 mg	45.6 mg	0.412 mg	1 mg
BRÓCOLI	92%	1%	3%	2, 2%	0, 2%		20 mg	300 mg	20 mg		
PIMIENTOS	94%	1,2%	3, 7%		0, 2%		0, 5 mg		12 mg	0, 5 mg	0, 05 mg
BERENJENA	93%	2, 8%)	4, 4%	1, 2%	0, 2%		8 mg	218 mg	11 mg	1 mg	0, 04 mg
JENGIBRE	72%	8,35%	67.14 g	9.68 g			27 mg	2080 mg	168 mg	55.00 mg	0.058 mg

Tablas Fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.)

C. De Blas, G.G. Mateos y P.G^a. Rebollar (Eds.) 2003.

Anexo 2. Análisis económico.

Se obtuvo una estimación de los costos de producción el cual arroja una diferencia en cuanto a la alimentación entre los grupos alimentaos con rastrojos y los alimentados con subproductos de hortalizas de \$13.22 pesos m/n. y cada tratamiento de los grupos de rastrojos se calculó un costo de \$ 4,360.00 pesos m/n. y los grupos de subproductos de hortalizas se calculó un costo de \$1,220.00 pesos m/n.

En el siguiente cuadro se describe el costo para producir un cordero al momento del destete, así también la diferencia entre los costos de las dietas según cada tratamiento.

TRATAMIENTO	COSTO PRODUCCION CORDERO	PRECIO VENTA	BENEFICIO
I	\$241.38	\$500.00	\$258.62
II	\$71.04	\$500.00	\$328.96
III	\$164.48	\$500.00	\$335.52
IV	\$39.19	\$500.00	\$460.81
V	\$161.50	\$500.00	\$338.50
VI	\$43.32	\$500.00	\$456.68