

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis previa a la obtención del Título de

Médico Veterinario Zootecnista

TITULO:

“EVALUACIÓN DE PROSTAGLANDINA NATURAL (DINOPROST) Y PROSTAGLANDINA SINTÉTICA (CLOPROSTENOL) EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ CON PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN (CIDR) A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN CANTÓN NABÓN- PROVINCIA DEL AZUAY”.

AUTORES:

Cabrera Quito José Esteban

Jiménez Romero Christian Alberto

DIRECTOR:

Dr. Patricio Garnica M.

CUENCA – ECUADOR

2012

TEMA

“EVALUACIÓN DE PROSTAGLANDINA NATURAL (DINOPROST) Y PROSTAGLANDINA SINTÉTICA (CLOPROSTENOL) EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ CON PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN (CIDR) A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN CANTÓN NABÓN-PROVINCIA DEL AZUAY”

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL PROFESOR

El tema de tesis **“EVALUACIÓN DE PROSTAGLANDINA NATURAL (DINOPROST) Y PROSTAGLANDINA SINTÉTICA (CLOPROSTENOL) EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ CON PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN (CIDR) A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN CANTÓN NABÓN-PROVINCIA DEL AZUAY”**, ha sido revisado en la fase de campo como también en el documento final con absoluta claridad, por cuanto doy confiabilidad de los resultados obtenidos.



.....
Dr. Patricio Garnica M.
DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente trabajo de tesis titulado **“EVALUACIÓN DE PROSTAGLANDINA NATURAL (DINOPROST) Y PROSTAGLANDINA SINTÉTICA (CLOPROSTENOL) EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ CON PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN (CIDR) A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN CANTÓN NABÓN-PROVINCIA DEL AZUAY”**, fue realizado con la debida responsabilidad del caso y autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos, por lo tanto son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, Junio 19 del 2012



.....
José Cabrera Q.



.....
Christian Jiménez R.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal de la Universidad Politécnica Salesiana que contribuyo hacia nuestra formación.

Al Dr. Patricio Garnica, gracias por ser una persona extraordinaria y formarnos como profesionales, trasmitiéndonos su conocimiento y por servir de tutor en nuestro trabajo de tesis.

A todos aquellos profesores que con su valiosa enseñanza, consejos y su incondicional soporte logramos nuestras metas.

Al Dr. Francisco Larriva colaborados de nuestra tesis gracias por su amistad sincera, por su enseñanza, esmero y apoyo incondicional que me brindo, para formarme como persona y profesional.

Quiero manifestar mi agradecimiento al Ing. Juan Diego Peñaherrera que nos facilito su Hacienda, extendiéndonos la mano y confianza en trabajar con sus animales para llevar a cabo nuestro trabajo de tesis investigativa.

Cabrera Quito José Esteban

A la Universidad Politécnica Salesiana por haberme dado la oportunidad de cultivar mis conocimientos y darme las herramientas necesarias al haber culminado la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

Al Director de Tesis, Dr. Patricio Garnica, por compartirme sus conocimientos, gracias por la amistad, y el apoyo en la realización de esta investigación.

Al Dr. Francisco Larriva Gonzáles, por ser parte de este trabajo de investigación, por su apoyo incondicional, que me brindo durante la realización del trabajo investigación.

Al propietario de la Hacienda Ing. Juan Diego Peñaherrera donde se llevó a cabo este trabajo, por las facilidades otorgadas.

A mis Catedráticos: Que con su extensa experiencia y gran aptitud de servicio formaron en mí un profesional de valores y ética.

A todos mis Compañeros les agradezco por compartirme su amistad, consejos y a todos los profesores que me impartieron clases gracias por la enseñanza, amistad y apoyo.

Jiménez Romero Christian Alberto

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a DIOS por haberme dado la vida, inteligencia, capacidad y la fuerza de voluntad para lograr finalizar mi carrera.

A mis Padres Dr. Francisco Cabrera y Sra. Cecilia Quito por su apoyo incondicional, por estar conmigo siempre en los momentos más bonitos y difíciles de mi vida, que con mucho esfuerzo y sacrificio me ayudaron a logro alcanzar uno de mis objetivos en la vida, la de ser un profesional.

A mi Novia Verónica Barros y a mi Hija Melanie Cabrera Barros por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mis Hermanos, mi compañero de tesis, por todo el apoyo, que me han brindado siempre en el trayecto de mi vida.

Cabrera Quito José Esteban

A Dios porque me dio la oportunidad de estar en este mundo.

A mis Padres, Alberto Jiménez, Fanny Romero por haberme dado la vida, cariño, amor, por el apoyo incondicional, por tenerme fe y confianza. Gracias por la educación que me dieron como padres, a su esfuerzo y sufrimientos que han pasado para que yo llegara a culminar mi meta.

A mis Hermanos, por el apoyo moral y físico que me han brindado, y ser de ellos el ejemplo de que se puede lograr ser alguien en la vida.

A mis grandes Amigos, con quienes compartí momentos de alegría y logros, gracias por compartirme su amistad, su apoyo moral y sus consejos.

Jiménez Romero Christian Alberto

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
A.	TEMA.....	1
B.	INTRODUCCIÓN.....	2
C.	JUSTIFICACIÓN	4
D.	OBJETIVOS.....	5
	Objetivo General.....	5
	Objetivo Especifico.....	5
II.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	CICLO ESTRAL DEL BOVINO	6
2.2.	ACTIVIDAD OVÁRICA DURANTE LA GESTACIÓN	8
2.2.1.	Post Parto.....	10
2.3.	FASES DEL CICLO ESTRAL.....	11
2.4.	FASE FOLICULAR O DE REGRESIÓN LÚTEA (PROESTRO)	15
2.5.	FASE PERIOVULATORIA (ESTRO Y METAESTRO)	15
2.6.	FASE LUTEAL (DIESTRO)	16
2.6.1.	Mecanismo luteolítico	17
2.6.1.	Control de la actividad luteal	19
2.7.	DINÁMICA FOLICULAR	20
2.8.	ONDA FOLICULAR.....	21
2.9.	ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL.....	22
2.10.	CONTROL NEUROENDÓCRINO DEL CICLO ESTRAL.....	23
2.10.1.	Hipotálamo.....	23
2.10.2.	Hipófisis.....	24
2.10.3.	Ovarios	24
2.10.4.	Útero	25
2.11.	CIDR.....	25
2.11.1.	Posibilidades de CIDR.....	26
2.11.2.	Vacas anovulatorias con anestro puerperal prolongado.....	26
2.11.3.	Tratamiento de la Mortalidad Embrionaria precoz	26
2.11.4.	Experiencia en la inducción y sincronización del celo en Novillas	27

2.12.	PROSTANOIDES	27
2.12.1.	Prostaglandinas.....	27
2.12.2.	Farmacología: Prostanoides.....	28
2.12.3.	Biosíntesis de las prostaglandinas.....	30
2.12.4.	Farmacodinamia	30
2.12.5.	Mecanismo de acción	30
2.13.	LUTALYSE (Dinoprost, trometamina)	31
2.13.1.	Descripción.....	31
2.13.2.	Acción.....	32
2.13.3.	Indicaciones	32
2.13.4.	Contraindicaciones y advertencias	32
2.13.5.	Restricciones de uso.....	33
2.14.	CLOPROSTENOL.....	33
2.14.1.	Descripción.....	33
2.14.2.	Acción.....	33
2.14.3.	Indicaciones	33
2.14.4.	Contraindicaciones y advertencias	34
2.14.5.	Dosificación	34
2.14.6.	Restricciones de uso.....	34
III.	HIPÓTESIS.....	35
3.1.	Hipótesis nula.....	35
3.2.	Hipótesis alternativa	35
3.3.	Operacionalización de Variables.....	36
3.3.1.	Variable Independiente	36
3.3.2.	Variable Dependiente	36
IV.	POBLACIÓN Y MUESTRA	37
4.1.	Esquema del experimento	37
V.	MARCO METODOLÓGICO	39
5.1.	Diseño Experimental	39
5.2.	Delimitación	39
–	Temporal.....	39

–	Espacial.....	39
–	Académica.....	40
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	41
6.1.	MÉTODOS.....	41
6.1.1.	Método:	41
6.1.2.	Proceso:.....	41
6.1.3.	Técnica:	41
6.2.	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO	42
6.2.1.	Identificación de los animales a tratar.....	42
6.2.2.	Aplicación de los tratamientos en los grupos a valorar.....	42
6.2.3.	Inseminación de los animales tratados.....	42
6.2.4.	Chequeo ginecológico.....	43
6.2.5.	Toma de datos.....	43
6.3.	EQUIPOS Y MATERIALES	43
6.3.1.	De oficina	43
6.3.2.	De campo	44
6.4.	MARCO LOGÍSTICO.....	45
6.5.	RECURSOS HUMANOS:	46
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
7.1.	RESULTADOS	47
7.2.	ANÁLISIS DE LA VARIABLE PREÑEZ.....	50
7.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE TRATAMIENTOS.....	53
7.3.1.	El Costo total de la investigación	54
7.3.2.	El costo unitario de la unidad experimental por tratamiento	55
7.4.	COMPARACIÓN DE INDICADORES	55
7.5.	INTERPRETACIÓN DE INDICADORES ECONOMICOS.....	56
7.5.1.	El Valor Neto de los tratamientos.....	56
7.5.2.	Análisis de la Relación Beneficio/Costo.	57
7.5.3.	El análisis de la relación Costo/Beneficio.....	58
VIII.	CONCLUSIONES.....	60
IX.	RECOMENDACIONES.....	61

X.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
XI.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. VARIABLE INDEPENDIENTE (PGF2 α (NATURAL DINOPROST, SINTÉTICA CLOPROSTENOL).....	36
CUADRO 2. VARIABLE DEPENDIENTE (PREÑEZ.).....	36
CUADRO 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	37
CUADRO 4. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES POR CADA TRATAMIENTO.....	38
CUADRO 5. COSTOS	45
CUADRO 6. PORCENTAJES DE PREÑEZ EN VACAS, PARA UN DCA DE 2 TRATAMIENTOS CON 6 REPETICIONES (DATOS ORIGINALES, CON 5 VACAS POR REPETICIÓN).	48
CUADRO 7. PORCENTAJES DE PREÑEZ POR TRATAMIENTO EN VACAS, CON DATOS TRANSFORMADOS A ARCOSENO DE LA RAÍZ(p), PARA UN DCA, DE 2 TRATAMIENTOS CON 6 REPETICIONES (5 VACAS POR REPETICIÓN).....	50
CUADRO 7.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE PARA EL FACTOR DE PORCENTAJE DE PREÑEZ CON DATOS TRASFORMADOS (ARCOSENO DE LA RAÍZ (p))..	51
CUADRO 8. COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE TRATAMIENTOS.	53
CUADRO 9. COSTO UNITARIO DE TRATAMIENTOS	54
CUADRO 10. INDICADORES ECONÓMICOS POR TRATAMIENTO (VALORES EN USD).	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dinámica folicular y lútea durante los primeros 74 días de gestación de una vaca.	9
Figura 2: El ciclo estral de la vaca lechera	12
Figura 3: Fases del ciclo estral del bovino	13
Figura 4: Características internas y externas del ciclo estral bovino	13
Figura 5: Manifestaciones externas del ciclo estral	14
Figura 6: Interrelaciones hormonales que intervienen en la secreción de $PGF2\alpha$	19
Figura 7: Ciclo estral de la vaca.	21
Figura 8: Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero	23
Figura 9: Esquema de la aplicación del CIDR	25

ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO 1: Registro general por tratamiento	65
ANEXO 2: Resultados experimentales	69
ANEXO 3: Fotos del trabajo de campo.....	72

RESUMEN

Con el objeto de determinar la efectividad del uso de $PGF2\alpha$ para producir luteolisis en vacas holstein se utilizaron 60 vacas, pertenecientes a explotaciones de la Hacienda SARACAP ubicada en el cantón Nabón. Todas las hembras fueron palpadas rectalmente 10 días antes de iniciar el tratamiento, para confirmar el anestro.

La condición corporal se evaluó al iniciar los tratamientos, en las 20 primeras vacas produciendo luteolisis con Dinoprost, y en otras 20 vacas con Cloprostenol. En segunda inducción de 10 vacas se aplicó la hormona natural, en 10 vacas la hormona sintética.

La detención de estros fue continua durante el estudio. El diagnóstico de la gestación se realizó por palpación rectal 45 días-post inseminación.

Los resultados se analizaron mediante un diseño de bloque completamente alzado con la prueba de Duncan al 1 y al 5%. En la tasa de preñez no hubo diferencia estadística por efecto de los tratamientos ($P < 0.05$). En el resultado de costo/beneficio y beneficio/costo, se encontró diferencia estadística de ambos tratamientos.

Por lo cual se puede concluir que, al aplicar $PGF2\alpha$ natural y sintética no vamos a encontrar diferencia significativa en la tasa de preñez pero si encontraremos un grado de significancia en Costo/beneficio y beneficio/costo de ambas hormonas.

ABSTRACT

In order to determine the effectiveness of using to produce luteolysis PGF2 Holstein cows were used in 60 cows in holdings of Treasury SARACAP Nabón located in Canton. All females were palpated rectally 10 days before starting treatment to confirm anestrus.

Body condition was assessed at the start of the treatments in the top 20 producing cows with Dinoprost luteolysis, and other 20 cows with cloprostenol. In the second induction of 10 cows was applied the natural hormone in the synthetic hormone 10 cows.

The arrest of estrus was continuous during the study. The diagnosis of pregnancy was performed by rectal palpation 45 days post insemination.

The results were analyzed using a block design boost with the Duncan test at 1 and 5%. In pregnancy rate there was no statistical difference in treatment effect ($P < 0.05$). The outcome of cost / benefit and cost / benefit, statistical difference was found for both treatments.

Therefore we can conclude that by applying natural and synthetic PGF2a we will not find significant difference in pregnancy rate but if we find a significant degree in Cost / benefit and cost / benefit of both hormones

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A. TEMA

“EVALUACIÓN DE PROSTAGLANDINA NATURAL (DINOPROST) Y PROSTAGLANDINA SINTÉTICA (CLOPROSTENOL) EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ CON PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN (CIDR) A TIEMPO FIJO EN VACAS HOLSTEIN CANTÓN NABÓN-PROVINCIA DEL AZUAY”

B. INTRODUCCIÓN

La producción animal juega un papel importante en la generación de alimentos que satisfacen las necesidades básicas del hombre; pues los alimentos de origen animal, representan un sexto de la energía y un tercio de proteína de la dieta; por lo cual, se hace necesario impulsar el desarrollo de tecnologías que mejoren la rentabilidad de los sistemas de producción, a través del incremento en la eficacia y eficiencia reproductiva del ganado bovino (Murugavel, 2003).

En años recientes se han llevado a cabo varios estudios tendientes a mejorar la eficiencia reproductiva y particularmente para desarrollar un sistema de sincronización del celo en las vacas; con este propósito se han utilizado varias alternativas de tratamiento, siendo estas, varias hormonas sintéticas y naturales en forma inyectable.

El uso de hormonas o sustancias parecidas utilizadas para tal fin, actualmente constituyen una herramienta muy útil para el manejo reproductivo, permitiendo a los productores optimizar los índices de eficiencia reproductiva y por ende sus ingresos económicos.

La inseminación artificial (IA) es uno de los más importantes métodos para el mejoramiento genético, ya que se ha demostrado su eficacia para mejorar los parámetros reproductivos en un hato bovino; pero coexiste un problema crítico asociado a esta técnica, como es la detección oportuna del estro, sobre todo durante el periodo posparto que reduce su uso potencial en la reproducción del ganado bovino.

Los protocolos de sincronización se basan en el efecto luteolítico de las prostaglandinas (PGF 2α), en el efecto inhibitorio de la presencia del estro, así como en el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en combinación con PGF 2α (Patterson et al., 2003; Rivera et al., 2005).

Los programas de sincronización del celo en ganado bovino, se facilitan por el uso de las prostaglandinas. De este modo se ha observado la capacidad de la prostaglandina exógena para causar la regresión del cuerpo lúteo (CL) presente en el ovario de hembras que están ciclando, además de la inducción de un estro fértil en un periodo de 3 a 5 días post-aplicación (Salverson et al., 2002).

La disponibilidad y uso de dinoprost y cloprostenol en el Ecuador es común, aunque no se hayan realizado estudios comparativos de su comportamiento frente a la preñez. Se conoce que existen ensayos realizados en otras condiciones, tanto geográficas como de manejo, con respecto al método empleado, lo cual define la importancia en la ejecución de investigaciones bajo las condiciones ambientales y de manejo en nuestra región para evaluar los resultados de la aplicación de estos dos productos hormonales.

La presente investigación tiene como fin analizar las citadas hormonas para medir su efecto a través de la tasa de preñez en las vacas tratadas, a fin de generar información sobre la aplicación de estas técnicas y luego realizar una adecuada transferencia de esta metodología aplicable en hembras bovinas en edad reproductiva.

C. JUSTIFICACIÓN

Los protocolos de inseminación artificial han demostrado limitaciones, como pueden ser, los bajos índices de preñez, esta situación genera la necesidad de establecer alternativas que apoyen al mejoramiento de dichos porcentajes. En base a lo expuesto, esta investigación plantea un tema cuya aplicación beneficiará en forma directa a la explotación ganadera.

El experimento consiste en la aplicación de prostaglandina natural (DINOPROST) y prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL) para evaluar el comportamiento de la preñez con un protocolo de sincronización (CIDR) a tiempo fijo, la cual estas dos hormonas aplicadas en el hato son las responsables de inducir la luteólisis. De este modo se espera cambios en el protocolo de inseminación mediante la utilización de $PGF2\alpha$, lo cual incrementará el porcentaje de preñez en vacas.

D. OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el efecto de prostaglandina natural (DINOPROST) y prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL) en la tasa de fertilidad, con protocolo de sincronización (CIDR) a tiempo fijo en vacas Holstein.

Objetivo Especifico

- Analizar el porcentaje de preñez con la aplicación de prostaglandina natural (DINOPROST) y prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL).
- Determinar el costo/beneficio del ensayo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. CICLO ESTRAL DEL BOVINO

El ciclo estral de la vaca dura de 19 a 21 días y el estro dura de 12 a 18 horas. Una ternera al nacer cuenta con 200 000 folículos primordiales cuyo número decrece progresivamente ya que muchos de estos sufren atresia.

(PIERSON, R. y GINTHER, O. 1987)²⁰ Durante el ciclo estral se producen ondas de crecimiento folicular.

(GINTHER, O.J. 1987)⁸ Cada onda se caracteriza por la emergencia de un grupo de folículos con un diámetro de 4 mm que crecen por pocos días. Posteriormente, se produce la desviación folicular caracterizada porque el folículo más grande continua creciendo y los otros regresan.

(PIERSON, R. y GINTHER, O. 1987) El folículo que continua desarrollándose se lo denomina dominante e inhibe el crecimiento de los demás folículos, llamados subordinados.

⁸ GINTHER, O.J. (1987). *Población folicular durante el ciclo estral en novillas*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/32013254/7mo-Simposio-Inter-de-Reproduccion-Animal>

²⁰ PIERSON, R. y GINTHER, O. (1987). *Folicular de la población durante el ciclo estral en novillas*. Recuperado el 12 de 2011, de http://bva.fao.cu/pub_doc/CIMAGT/PDF/4.pdf

(TURZILLO, A. y FORTUNE, J. 1990)²⁵ El crecimiento de los folículos pertenecientes a una onda es desencadenado por un aumento en la concentración de FSH, que comienza a disminuir cuando el folículo más grande tiene un diámetro de 4-5 mm.

(GINTHER O.J y COL. 2001). Posteriormente, a medida que se produce el crecimiento de los folículos, los niveles de FSH van disminuyendo a consecuencia de la inhibina producida por los mismos.

(GINTHER O.J y COL. 2000). La regresión de los folículos de menor tamaño al momento de la desviación folicular es atribuida a una inadecuada concentración de FSH; no obstante, esta baja concentración hormonal es requerida para el continuo crecimiento del folículo de mayor tamaño.

(AUSTIN, E.J. Y COL. 2001)² “Complementando lo descrito precedentemente, establecieron que el crecimiento folicular se caracteriza por:

- 1.- Aumento en el diámetro folicular, estradiol y al menos inicialmente en la producción de inhibina y activina A.
- 2.- Disminución en la concentración de folistatina.
- 3.- Mantenimiento de baja cantidades de IGFPBs y un bajo porcentaje de apoptosis en las células granulosa.

²⁵ TURZILLO, A., y FORTUNE, J. (1990). *La supresión de la oleada de FSH secundaria con líquido folicular bovino se asocia con retraso en el desarrollo folicular ovárico en vaquillas*. Recuperado el 12 de 2011, de http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Concepci%C3%B3n%20del%20Carmen%20Ahuja%20Aguirre.pdf

² AUSTIN, E.J. (2001). *Alteraciones en los factores intrafolicular reguladoras y la apoptosis durante la selección de los folículos en la primera onda folicular del ciclo estral bovino*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.slideshare.net/Anilauren/inseminacin-artificial>

(AUSTIN, E.J. y COL. 2001) “Con respecto a la folistatina, es una proteína que se fija a la activina; en consecuencia, cambios en su concentración podría alterar la cantidad de activina A biológicamente activa.

De esta forma una menor concentración de folistatina produciría aumento de activina A que facilitaría el crecimiento folicular a pesar de los menores niveles circulantes de FSH.”

(SAVIO, J.R. COL. 1990).²³ El número de ondas presentes en cada ciclo varía de 1 a 4 La mayor parte de la hembras presentan 2 ó 3 ondas.

(KNOPF, L. y COL. 1990)¹¹ La tasa de crecimiento (mm/día) del folículo dominante es mayor en la primera onda de crecimiento folicular que aquella que se desarrolla en la mitad de la fase luteal, indicando que el nivel de progesterona afecta dicha tasa de crecimiento.

(CALLEJAS, S. y COL. 2002)⁴. Al producirse la luteólisis, se produce un aumento en la frecuencia de liberación de LH y FSH), permitiendo que el folículo dominante de la última onda de crecimiento continúe su desarrollo y ovúle.

2.2. ACTIVIDAD OVÁRICA DURANTE LA GESTACIÓN

(NETT, T.M. 1987)¹⁶ “Durante la gestación y después del parto las vacas tienen cambios fisiológicos que desfavorecen el reinicio temprano de la actividad

²³ SAVIO, J. R., y THATCHER, W. (1990). *Factores que afectan la dinámica folicular ovárica en el ganado*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2681/1/780163.2010.pdf>

¹¹ KNOPF, L. (1989). Composición y características de las ondas foliculares durante el ciclo estral bovino. *Reproducción Animal y Ciencia*, 187-200.

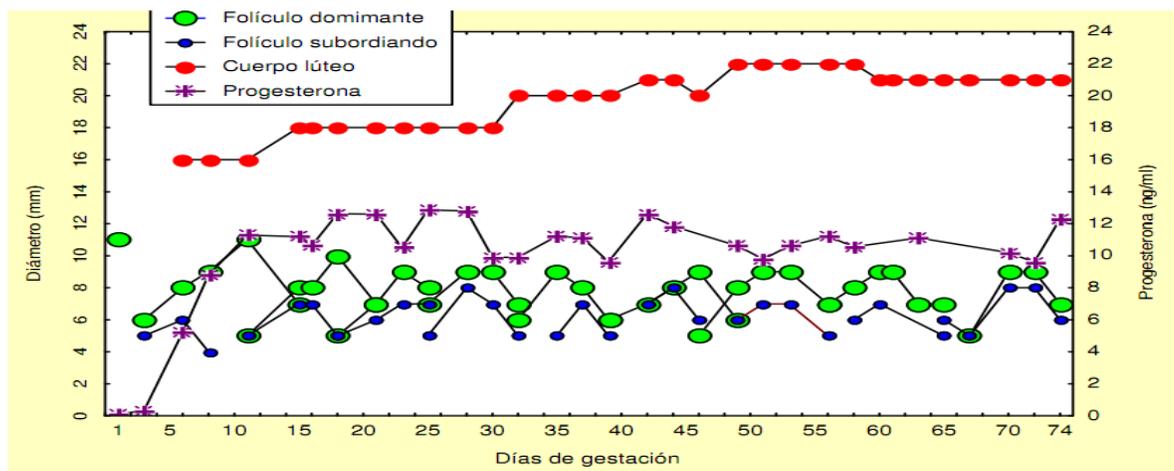
⁴ CALLEJAS, S (2002). “Evaluación de la administración de diferentes dosis de progesterona para controlar la onda de crecimiento folicular en vacas cíclicas.” *Agropecuaria Producción Animal*, 285-286.

ovárica necesaria para la manifestación de estro, la ovulación y la nueva concepción y deben restablecer su equilibrio neuroendócrino antes de que esto suceda.

Durante los primeros tres meses de la gestación bovina, los ovarios continúan desarrollando ondas foliculares sucesivas con atresia del folículo dominante.”

(HENAO, G. y TRUJILLO. 2000)¹⁰ En la primera onda folicular formada después de la concepción se forma un folículo dominante de diámetro similar a un folículo ovulatorio, pero los folículos dominantes de ondas sucesivas disminuyen su diámetro, acercándose cada vez más al diámetro de los folículos subordinados.

Figura 1: Dinámica folicular y lútea durante los primeros 74 días de gestación de una vaca.



Fuente: (HENAO & TRUJILLO. 2000)

¹⁶ NETT, T.M (1987). “Función del eje hipotálamo-hipofisiario durante el periodo post-parto en ovejas y vacas.” *Revista de la Reproducción y la Fertilidad*, vol. 34, 201-213.

¹⁰ HENAO, G. & TRUJILLO. (2000). “Actividad ovárica postparto durante el temprano de vacas Cebú en amantamiento.” *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.*, Vol. 14, 25-28.

(REXROAD C. y CASIDA. 1995)²² Se observa el folículo ovulatorio (cuyo oocito fue fecundado), la formación de nuevas ondas foliculares secuenciales con establecimiento de dominancia y atresia del folículo dominante y la formación de un cuerpo lúteo que persiste y produce niveles normales de progesterona.

(HENA O G. & TRUJILLO. 2000) Durante el último tercio de la gestación continúa el crecimiento de folículos antrales, pero estos no alcanzan el estado de madurez.

(REXROAD, C. y CASIDA, 1995) “Los niveles altos de progesterona y el gran aumento en la concentración sérica de estrógenos placentarios actúan sobre el hipotálamo mediante una retroalimentación negativa prolongada que disminuye la síntesis de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y sus reservas hipotalámicas a niveles tan bajos, que la cantidad disponible para ser liberada es insuficiente para estimular normalmente la función gonadotrópica hipofisiaria.

Como consecuencia de esta insuficiencia y carencia de estímulo se reduce la actividad y el volumen de los gonadotropos y se disminuye el nivel basal de hormona folículo estimulante (FSH) y de hormona luteinizante (LH), hasta hacerlas insuficientes para estimular el crecimiento y la maduración folicular.”

2.2.1. Post Parto

(MURPHY M.G. y COL. 1990)¹⁵, Las ondas de crecimiento folicular se encuentran presentes en el post parto temprano. Así, trabajando con vacas para carne, informaron que la primera onda de crecimiento folicular surgió 5 a 10 días luego de ocurrido el parto.

²² REXROAD, C. y CASIDA. (1995). *El desarrollo folicular ovárico en vacas, cerdas y ovejas en las diferentes etapas del embarazo, afectada por el número de cuerpo lutea en el mismo ovario*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/93585817/Ovario-Fisiologia-y-Patologia>

¹⁵ MURPHY, M.G (1990). *Patrón de crecimiento folicular y la reanudación de la actividad ovárica postparto en vacas nodrizas*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://zaguan.unizar.es/record/3014/files/TESIS-2009-041.pdf>

(SAVIO, J.R. y COL. 1990) En vacas lecheras, ha registrado la presencia de un folículo dominante tan temprano como el día 5 post parto.

(MURPHY M.G. y COL. 1990). El folículo dominante de la primera onda de crecimiento folicular post parto, no siempre es ovulatorio; a pesar que los niveles de progesterona son basales Estos autores informaron, en vacas para carne, 11 % de ovulación del mencionado folículo.

(WILLIAMS, G. y GRIFITH, M. 1992)²⁸. En estos animales, la relación establecida entre la vaca y su ternero (comportamiento materno) afecta la regulación central de la secreción de gonadotrofinas. Se produce un aumento del feed back negativo para los estrógenos y del tono opioide, que se traducen en una menor secreción de GnRH y de LH.

(WILT BANK, M & COL. 2002)²⁹. En consecuencia, el folículo dominante puede crecer y llegar hasta la desviación folicular; pero no encuentra el ambiente hormonal adecuado para llegar al estadio de folículo preovulatorio; por lo tanto, regresa y surge una nueva onda de crecimiento folicular.

2.3. FASES DEL CICLO ESTRAL

(MISMO AUTOR) “El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

WILLIAMS, G., y GRIFITH, M.. (1992). *El comportamiento materno y la regulación neuroendocrina de la lactancia mediada por la anovulación en vacas*. Recuperado el 12 de 2011, de <http://zaguan.unizar.es/record/3014/files/TESIS-2009-041.pdf>.

²⁹ WILT BANK, M. (2002). *Clasificación fisiológica de las condiciones de anovulatorios en el ganado*. Recuperado el 01 de 2012, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/genetica/articulos/estrategias-manejo-reproductivo-mejora-t3164/103-p0.htm>

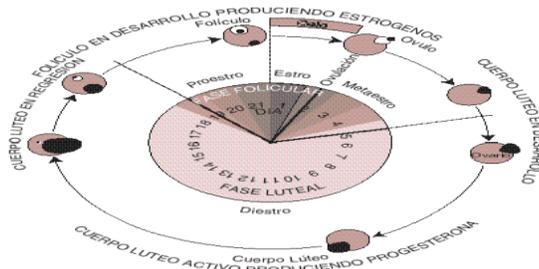
- 1) Fase folicular o de regresión lútea (proestro).
- 2) fase periovulatoria (estro y metaestro).
- 3) fase luteal (diestro).

El día 0 del ciclo estral es el día del celo, signo visible a simple vista; sin embargo desde el punto de vista fisiológico, la descripción se realizará a partir de la destrucción del cuerpo lúteo y finalizará en la destrucción del cuerpo lúteo del próximo ciclo.

El ciclo estral del bovino tiene una duración de aproximadamente 21 días con un rango de 19 y 22 días.

El ciclo estral del bovino está dividido en cuatro fases caracterizados por eventos fisiológicos y endocrinológicos”.

Figura 2: El ciclo estral de la vaca lechera



Fuente: [www. Unión Ganadera Regional de Jalisco.com](http://www.Unión Ganadera Regional de Jalisco.com)²⁹

²⁹ UNIÓN GANADERA REGIONAL JALISCO. (2000). *Ciclo estral de la vaca lechera*. Recuperado el 11 de 2011, de http://www.urgj.org.mx/index.php?option=com_contetnt&task=view&id=475&Iteimid=377

¹⁴ MORALES CORDOBA GENARO. (2011). *Fases del ciclo estral del bovino*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.ergomix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/inseminacion-artificial-en-bovinos-tl354/103-p0.htm>

Figura 3: Fases del ciclo estral del bovino

	FASE	DÍAS DEL CICLO	DURACIÓN		EVENTOS
FASE FOLICULAR	Proestro	19-celo	3días	-	Regresión de CL.
	Estro	0	10-12 horas	-	Maduración folicular. - Aumento de estrógenos. - Pico LH-estrógenos.
FASE LUTEAL	Metaestro	1-3	5-7días	-	Ovulación.
	Diestro	4-18	10-12 días	-	CL maduro. - Respuesta PGF.

Fuente: (MORALES CÓRDOBA GERARDO 2011)¹⁴

Figura 4: Características internas y externas del ciclo estral bovino

HALLAZGOS CLÍNICOS			
CICLO ESTRAL	PALPACIÓN RECTAL	ÚTERO	SIGNOS EXTERNOS
16 – 18	CL 20 a 25 mm. Folículo 8 a 10 mm	Discreto aumento del tono, al final.	Ausencia de signos de estro.
19 – 20	CL 10 a 15 mm. Folículo 12 a 15 mm	Presencia de tono.	Proestro: Vulva poco turgente, vestíbulo ligeramente congestionado.
0	CL menos de 10 mm. Folículos 20-22 mm. Suaves y lisos. Después – ovulación. Área suave y cráter en el ovario.	Marcada tonicidad.	Estro: Turgencia vulvar, vestíbulo hiperémico, descargas copiosas de moco cristalino.
1 – 4	CH que alcanza 15 mm	Edema	Metaestro: 1er. Día después

4 – 15	al 4to. Día.	del estro, discreta descarga mucosa, puede presentarse el sangrado metaestral.
	CL del 8vo. Día 18-20 mm. CL del 10mo. Día 20-30 mm	Fisiológicamente flácido. Discreta congestión de la mucosa vestibular al inicio de este período.

Fuente: (MORALES CORDOBA GERARDO 2011)

Figura 5: Manifestaciones externas del ciclo estral

PROESTRO		(1-3 días)
Vulva y vestíbulo ligeramente congestionado. Manifiesta principios de inquietud.		
ESTRO	(10-12horas)	Reflejo de aceptación, presente. Monta de otras vacas y se deja montar. Hiperemia del vestíbulo vaginal. Se percibe una disminución en la producción de leche. Se manifiesta la presencia de moco estral que es transparente y limpio (cristalino) a veces en hilos muy grandes que fluyen de la vulva. Para los efectos de la inseminación Artificial, la observación del moco estral es fundamental para detectar la presencia de sangre, pus o estrías blanquecinas junto con el moco lo que imposibilita la fecundación.
METAESTRO	(1-3días)	Discreta descarga mucosa. Puede presentarse sangrado metaestral.
DIESTRO	(4-18días)	No existen manifestaciones externas de celo, pues se encuentra bajo la influencia de progesterona.

Fuente: (MORALES CORDOBA GERARDO 2011)

2.4. FASE FOLICULAR O DE REGRESIÓN LÚTEA (PROESTRO)

(MORALES CORDOBA GERARDO 2011) “Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo.

Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la $PGF2\alpha$ de origen uterino el principal luteolítico en los animales domésticos y en la mayoría de los roedores.

Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el feed back negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro.”

2.5. FASE PERIOVULATORIA (ESTRO Y METAESTRO)

(MISMO AUTOR) “Esta fase comienza con la receptividad al macho (se deja montar por vacas y toros), e involucra todos los cambios que permiten la ovulación y comienzo de la formación del cuerpo lúteo.

Durante el estro, cuya duración es de 18 ± 6 hs, la vaca manifiesta inquietud, ansiedad, brama con frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas lecheras, baja la producción.

Las vacas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad (filante), cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal.

Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH.

Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH.

Posteriormente, 4 a 12 hs después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular.

Luego de 12 a 24 hs de comenzado el celo, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan todas las manifestaciones psíquicas del mismo.

El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación de la vaca, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 hs de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH.

A la ovulación sigue hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre convirtiéndose en cuerpo hemorrágico. En la formación del cuerpo lúteo (luteinización) se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional.”

2.6. FASE LUTEAL (DIESTRO)

(MISMO AUTOR) “Esta fase se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo. El mantenimiento del cuerpo lúteo, así como la síntesis de progesterona está ligada a la hormona LH que es progesterotrófica y luteotrófica.

Otras hormonas que intervendrían en la síntesis de progesterona, son la FSH y la $PGF2\alpha$, la FSH se uniría a receptores ubicados en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de progesterona. En lo referente a la $PGF2\alpha$ además de estimular a las células luteales para producir progesterona, aumentaría el flujo

sanguíneo a nivel ovárico con el efecto positivo que esto significa sobre la síntesis y secreción de progesterona.

Si el huevo no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15-20, después del cual comienza la regresión en preparación para un nuevo ciclo estral”.

2.6.1. Mecanismo luteolítico

(ZHENG, J. y COL. 1994)³⁰ En el momento de la regresión luteal se produce una rápida disminución en el peso del cuerpo lúteo, en el contenido de ADN y en el tamaño de las células.

(NISWENDER, M.C y COL. 1994)¹⁷ La PGF2 α , de origen uterino, es el principal agente luteolítico que llega al ovario mediante un mecanismo de contracorriente establecido entre la vena uterina y la arteria ovárica.

Se esquematizan las interrelaciones hormonales que se establecen para liberar PGF2 α ; la oxitocina se encuentra presente en el ovario y en el diestro tardío se produce un aumento en el número de receptores en el endometrio para dicha hormona.

³⁰ ZHENG, J. (1994). *La evaluación del crecimiento, la proliferación celular y muerte celular en el cuerpo lúteo bovino en todo el ciclo estral*. Recuperado el 12 de 2011, de http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=14:reproducci%C3%B3n&lang=es&Itemid=.

¹⁷ NISWENDER, MC. 1994. Función luteínica: el ciclo estral y el embarazo precoz. *Biol. Reprod.* 50: 239-247.

(LEYMARIE, P. y BENHAIM. 1988)¹². El estradiol proveniente del folículo preovulatorio puede intervenir en este cambio, aumentando la síntesis de receptores para oxitocina.

Así, la administración de oxitocina en este momento produce un aumento en la secreción endometrial de $\text{PGF2}\alpha$, debido a la activación del inositol (1,4,5)-triphosfato-diacilglicerol como segundo mensajero.

(STORMSHAK, J. y COL. 1995)²⁴. “La $\text{PGF2}\alpha$ se une a un receptor de la célula luteal grande y produce cambios moleculares que culminan con la secreción de oxitocina.

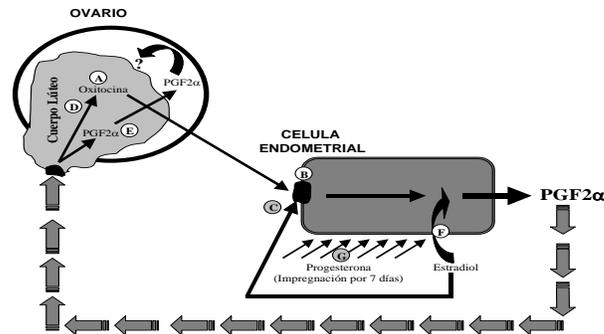
De esta forma, la secreción episódica de oxitocina luteal y $\text{PGF2}\alpha$ uterina están interrelacionadas mediante un doble feed back (+) que permite desencadenar la luteólisis.

La $\text{PGF2}\alpha$ actúa además sobre las células luteales y produce un aumento del mRNA para la prostaglandina sintetasa-2 (PGHS-2), necesaria para producir más $\text{PGF2}\alpha$, Sin embargo al presente no es claro si esta producción intraluteal de $\text{PGF2}\alpha$ es esencial para la luteólisis”.

¹² LEYMARIE, P., y BENHAIM. (1988). *Nociones recientes de cuerpo luteo*. Recuperado el 12 de 2011, de http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_603.es_.pdf

²⁴ STORMSHAK, J. (1995). *La dinámica de los mecanismos moleculares secreción ovárica de oxitocina*. Obtenido de http://www.biblio.unicen.edu.ar/?p=get_document&id=57796-1

Figura 6: Interrelaciones hormonales que intervienen en la secreción de PGF2 α



Fuente: (Adaptado de Callejas, 2001)

(POYSER, N.L 1995)²¹ “Además del mecanismo mencionado precedentemente, el estradiol provoca la liberación uterina de pequeños pulsos de baja frecuencia de PGF2 α en el día 12 del ciclo estral luego que la progesterona ejerció sobre el útero un efecto de impregnación hormonal durante 7 días aproximadamente. En el día 14, el útero se vuelve sensible a la oxitocina, la cual junto con el estradiol provocan un aumento en la frecuencia de los pulsos de PGF2 α .”

La PGF2 α provoca una serie de cambios en el cuerpo lúteo que llevan a la lisis del mismo. Entre estos, se mencionan: disminución en la fluidez de las membranas, disminución de antioxidantes en el cuerpo lúteo, aumento en la formación de radicales superóxidos y de la actividad fosfolipasa y enzimas proteolíticas.

En consecuencia se produce una regresión funcional caracterizada por una disminución en la producción de progesterona y una regresión estructural determinada por la degradación de tejido”.

2.6.1. Control de la actividad luteal

(NISWENDER, M.C 1994). “A pesar que se conoce con detalle los mecanismos intervinientes en la lisis del cuerpo lúteo, no se han producido mayores avances

²¹ POYSER, N.L. (1995). *El control de la producción de prostaglandinas por el endometrio en relación con la luteólisis*. Recuperado el 12 de 2011, de http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=user&id=64%3A2012-05-30-18-08-29&lang=es&limitstart=400.

en el control farmacológico de su vida media. Sigue siendo la $PGF2\alpha$ la hormona de elección para cumplir con dicho objetivo.

Como es sabido, dependiendo del momento en que se administra la $PGF2\alpha$ será la respuesta que se obtenga. Del día 1 al 4 (metaestro temprano) no se observa respuesta dado que se ha producido la ovulación y el cuerpo lúteo está en desarrollo.

En los días 5 y 6 (metaestro tardío), la respuesta es parcial, se está llegando al final del desarrollo del cuerpo lúteo. Entre los días 7 y 17 (diestro), el cuerpo lúteo está desarrollado y es sensible al efecto luteolítico de la $PGF2\alpha$ y, por último, entre los días 18 a 21 (proestro), el cuerpo lúteo no es funcional y no hay respuesta a la acción de la $PGF2\alpha$.

2.7. DINÁMICA FOLICULAR

(ACUÑA, V. 2006)¹ “El crecimiento y el desarrollo folicular se caracterizan, en los rumiantes, por dos o tres olas foliculares consecutivas por ciclo estral. Cada ola implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos de la reserva ovárica total y la selección de un folículo dominante, que sigue creciendo y madurando hasta alcanzar la fase preovulatoria, mientras que los otros se atresian.

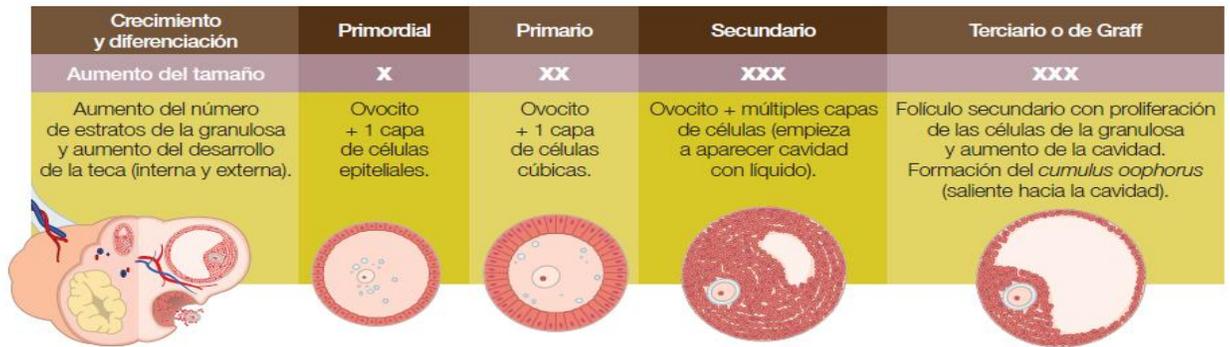
El folículo primordial es un ovocito rodeado por una sola capa de células foliculares planas. Inicia su crecimiento por la proliferación de las células de la granulosa y del tejido conectivo que rodea al folículo el cual se diferencia para dar origen a la teca interna.

Al crecer el folículo se forma la zona prelucida alrededor del ovocito. Inicia la secreción del líquido folicular y se forma el antro del folículo. Luego el ovocito se fija a la pared en el cumulus oophorus. Cuando se distinguen todas las estructuras que forman un folículo se denomina Folículo de Graff.”

¹ ACUÑA, V. (2006). *Reproducción animal. Mexico. Interamericana. Pag 18. 20*. Recuperado el 12 de 2011, de http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf

(FERNÁNDEZ, MJ. 2006)⁷ En rumiantes, el crecimiento folicular ocurre de forma continua en forma de olas de crecimiento, proceso conocido como dinámica folicular.

Figura 7: Ciclo estral de la vaca.



Fuente: (FERNÁNDEZ, MJ. 2006)

2.8. ONDA FOLICULAR

(FERNÁNDEZ, MJ. 2006) En general, en la vaca lechera se exhiben ciclos con dos oleadas de crecimiento folicular, sin embargo puede haberlos de tres (animales jóvenes) o de más oleadas por ciclo.

(ACUÑA, V. 2006) “Se pueden distinguir tres fases distintas en el desarrollo folicular: reclutamiento, selección y dominancia.

El reclutamiento inicial de un grupo de folículos en crecimiento entre tres y seis folículos que crecerán hasta tener un diámetro mayor de 4–5 mm.

⁷ FERNÁNDEZ, MJ. (2006). Balance de energía, tamaño y el número de folículos ováricos detectado por ecografía a principios de vacas posparto lácteos. *Journal of Dairy Science*, vol. 74, 473-482.

Este proceso según, se da en base a estímulos pulsátiles de hormona Folículo Estimulante (FSH) secretada por la Hipófisis, (comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación.)

De ellos uno es seleccionado y continua su crecimiento, produce inhibina y factores locales que inhiben el crecimiento de los demás provocándoles atresia.

Una vez seleccionado, el folículo tiene un papel activo en la inhibición del crecimiento de los demás folículos de la misma ola, a este efecto se le llama dominancia. Dependiendo de si el cuerpo lúteo regresa o no, el folículo ovulará o regresará (folículo dominante anovulatorio).

El folículo dominante de la primera ola (en el caso de los ciclos de dos olas) y de la primera y segunda olas (en los ciclos de tres olas) sufren una regresión; sin embargo, el folículo dominante de cualquier ola folicular puede ovular si se proporcionan las condiciones endocrinológicas adecuadas mediante la inducción de la luteolisis.

El folículo dominante seleccionado se convierte en el folículo ovulatorio que produce estradiol e Inhibina, aun cuando la concentración de FSH disminuye el folículo sigue creciendo hasta la ovulación.”

2.9. ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL

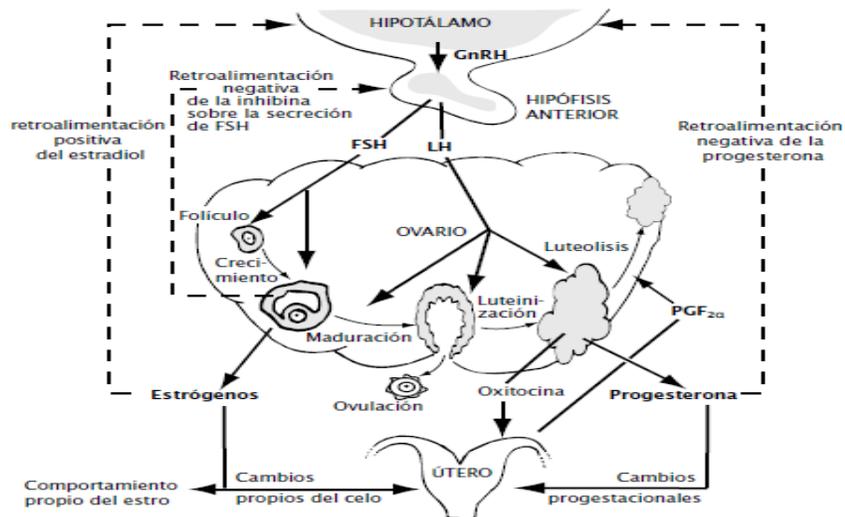
(MISMO AUTOR) “La regulación de la actividad sexual se desarrolla en el organismo por el Sistema Hipotálamo-Hipófisis-Gonadal. La interrelación entre estos componentes se realiza a través de la vía neurohormonal, donde la mayor importancia se encuentra en el proceso hormonal.

Los mecanismos y procesos que regulan la actividad sexual de la vaca no están completamente aclarados, sin embargo, los resultados obtenidos de los trabajos de investigación en endocrinología, morfología, histología y clínica, brindan una valiosa información que nos permite tener una idea más clara sobre el dinamismo y mecanismo de los procesos de regulación del ciclo estral.”

2.10. CONTROL NEUROENDÓCRINO DEL CICLO ESTRAL

(MISMO AUTOR) “El ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero”.

Figura 8: Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero.



Fuente: (CALLEJAS, S. 2002).

2.10.1. Hipotálamo

(CALLEJAS, S. 2002) “Forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH. El GnRH, en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema porta hipofisiario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisiarias, FSH y LH.

2.10.2. Hipófisis

Está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas, de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendócrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroidogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroidogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico.

El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente, de hormonas hipofisarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra.

Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteólisis.

2.10.3. Ovarios

Son glándulas exócrinas (liberan óvulos) y endócrinas (secretan hormonas).

Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina.

Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blanco como son las trompas de falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central, en el cual estimulan la conducta de celo y el hipotálamo donde ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico.

La progesterona, hormona esteroidea, es producida por el cuerpo lúteo por acción de la LH. Los efectos de la progesterona se observan después que el tejido blanco ha estado expuesto durante cierto tiempo a la estimulación de los estrógenos. Esta preparación por los estrógenos conduce a un efecto sinérgico.

Esta hormona prepara el útero para el implante del embrión y para mantener la gestación.

A nivel hipotalámico ejerce un efecto feed back negativo sobre el centro tónico.

La inhibina, hormona proteica, es producida por el folículo ovárico (células granulosas) e interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH.

Ejerce un feed back negativo a nivel hipofisiario, produciendo una menor secreción de FSH.

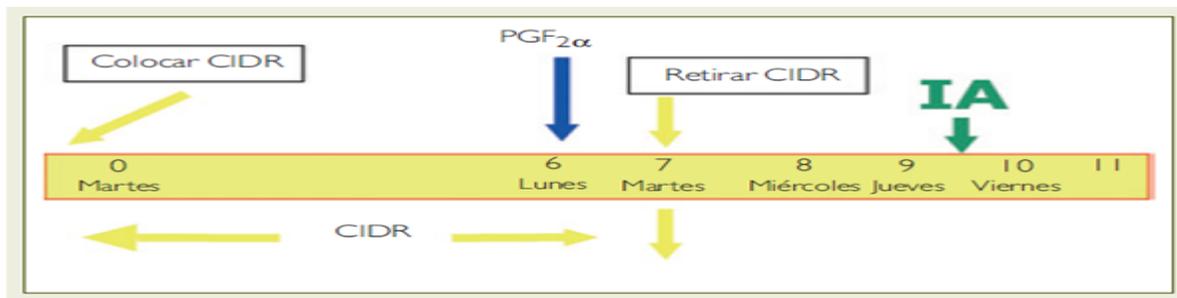
2.10.4. Útero

Produce la prostaglandina F2a (PGF2a), la cual interviene en la regulación neuroendócrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto”.

2.11.CIDR

(COLEMAN, S. 1990)⁵ El primer registro de CIDR en USA y México permitía dos usos: la resincronización del retorno al celo de vacas que después de inseminadas no quedan gestantes y la sincronización del celo en novillas.

Figura 9: Esquema de la aplicación del CIDR



FUENTE: (DOMÍNGUEZ C. 2001.)⁶

⁵ COLEMAN, S. (1990). *Prostanoides y sus Receptores* (Vol. 3). Oxford, Reino Unido Pergamon

2.11.1. Posibilidades de CIDR

(DOMÍNGUEZ, C. 2001.) “Las aplicaciones de CIDR son numerosas, como la inducción de la ciclicidad post-parto, el tratamiento de vacas anovulatorias y con quistes ováricos, y la mejora en los resultados del método Ovsynch (GPG).

2.11.2. Vacas anovulatorias con anestro puerperal prolongado

El principal factor de riesgo del anestro puerperal prolongado es la baja condición corporal. Tal como se obtuvieron los datos desde 1989 a 2005 en Frisona Española se produce un aumento de la producción lechera del 60%; sin embargo, en el mismo periodo, se registra un descenso del 60% en la fertilidad a la primera inseminación artificial (IA).

Si desde el parto hasta la 8-10 semanas se pierde más de un punto de condición corporal, el porcentaje de anestro se eleva al 43%. Si la pérdida es de un punto, la aciclia ovárica es del 25%, y si es menor de un punto, afectará al 20%. Las vacas anovulatorias mantienen una actividad ovárica básica, que sin embargo impide que se puedan producir picos de LH preovulatorios. CIDR, gracias a la progesterona es capaz de revertir esta situación.

2.11.3. Tratamiento de la Mortalidad Embrionaria precoz

La aplicación de CIDR a partir del día 4 después de la IA mejora en 5 puntos la fertilidad al controlar la mortalidad embrionaria precoz. El dispositivo intravaginal se retira a los 10 días de su aplicación. El efecto de la progesterona suplementada por el CIDR mejora notablemente la supervivencia embrionaria, especialmente en las vacas de primera y segunda lactación.

⁶ DOMINGUEZ, C. (2001). Eficacia de la resincronización de celos luego de la inseminación artificial a tiempo fijo en vacas hereford con destete precoz. *4to Simposio Internacional de Reproducción Animal*, 1, 252. Recuperado el 12 de 2011.

2.11.4. Experiencia en la inducción y sincronización del celo en Novillas

Tenemos que reconocer que la recría y manejo de las novillas es uno de los puntos críticos de nuestras explotaciones, a pesar que representan el 30% del efectivo y la genética más avanzada de la explotación”.

2.12. PROSTANOIDES

2.12.1. Prostaglandinas

(HAFEZ, B. 2002).⁹ “Las prostaglandinas relacionadas más estrechamente con la reproducción principalmente son PGF2 α y la prostaglandina PGE2.

Las prostaglandinas no se localizan en ningún tejido en particular, son transportados en la sangre para actuar en un tejido blanco lejos del lugar de producción. Algunas formas aparecen en la sangre mientras que otras son degradadas después de la circulación a través del hígado y pulmón.

La PGF2 α es un agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de fertilización, esta es particularmente potente para finalizar la preñez temprana.

Se puede considerar como hormonas que controlan varios fenómenos fisiológicos y farmacológicos como la contracción del musculo liso en los aparatos gastrointestinal y reproductivo, la erección, la eyaculación, el transporte de espermatozoides, la ovulación la formación del cuerpo amarillo, el parto y la eyaculación de la leche.

Están involucradas en la ovulación, por ejemplo en la oveja y en la vaca la ovulación es bloqueada con administración de indometacina un inhibidor de la síntesis de prostaglandinas debido a que la liberación de LH no se afecta en estos animales, la acción a nivel del folículo ovárico involucra a la PGF2 α , PGE2.

⁹ HAFEZ, B. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en los animales* (Séptima edición ed.). Mexico. Mc Graw-Will interamericana.

Un aumento de estrógenos que promueve el crecimiento del miometrio en el útero estimula las síntesis y liberación de PGF₂α para inducir luteólisis, ha sido aprovechada para manipular el ciclo estral e inducir el parto”.

2.12.2. Farmacología: Prostanoides

(CALANDRA, RS. y NICOLA DE AF. 1985)³ “Los prostanoides son metabolitos obtenidos del ácido araquidónico a través de la vía metabólica conocida como ciclooxigenasa; entre ellos pueden mencionarse tromboxanos y prostaglandinas y a su vez, dentro de este último grupo, se considera a la PGF₂α como sustancia con actividad marcada sobre el control del ciclo estral.

Estructuralmente, la PGF₂α, es un ácido graso insaturado compuesto por 20 átomos de carbono. Contiene un anillo ciclopentano y dos cadenas laterales; al igual que todas las de la serie F, presenta un grupo oxhidrilo en la posición 9”.

(PHILLIPPE, M. y COL, 1997)¹⁹ “Su mecanismo de acción se halla estrechamente relacionado con receptores específicos de membrana que activan una proteína G específica desencadenando la cascada de AMPc y la correspondiente liberación de Ca por medio del fosfatidil inositol.

El órgano de expresión de receptores para PGF más abundante es el cuerpo lúteo. Es importante resaltar que la cantidad de receptores presentes varía con el momento del ciclo”.

(VANE, J. 1994)²⁷. “Como puede observarse entonces, los prostanoides llevan a cabo numerosas actividades en diferentes tejidos y células del organismo, las más típicas son relajación y contracción de diferentes músculos lisos, modulan la actividad neuronal al inhibir o estimular la liberación de neurotransmisores, sensibilizan fibras sensitivas a estímulos dolorosos o inducen acciones centrales como la generación de fiebre o inducción al sueño.

³ CALANDRA, RS y NICOLA DE, AF. (1985). *Endocrinología Molecular* (2º Edición ed.). Argentina: El Ateneo M.

¹⁹ PHILLIPPE, M., & SAUNDERS, T. B. (1997). *Prostaglandina mecanismos intracelulares subyacentes F₂α estimulada por las contracciones del miometrio fásica*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>

²⁷ VANE, J. (1994). *Manual de Inmunofarmacología. Propiedades biológicas de los productos de la ciclooxigenasa*. Hartcourt Brace y Company.

Al mismo tiempo regulan la secreción y motilidad gastrointestinal, el transporte iónico en el riñón y la actividad de las plaquetas en sangre así como la homeostasis”.

(PEREZ, J.F. y PÉREZ, F., 2002)¹⁸. “Todas las PG se administran por vía SC o IM, 2 ó 3 veces al día durante 4-5 días o más. La vida media de las PG es de sólo unos segundos (Calandra & de Nicola, 1985) y se encuentra en circulación unos pocos minutos después de la inyección IM, o tal vez un poco más si es administrada por vía SC.

PGF2 α natural o sus análogos sintéticos (tiaprost, cloprostenol y fenprostaleno) son responsables de inducir la luteolisis hacia el final del diestro o gestación.

Estas sustancias tienen la capacidad de regular la vida del cuerpo lúteo”.

(MC DONALD, L.E. 1988)¹³. “Cuando son administradas en la segunda mitad de la gestación, promueven la regresión luteal con lo cual producen un descenso de la progesterona plasmática e impulsan las contracciones del miometrio conjuntamente con la oxitocina provocando de esta manera el aborto o la reabsorción de los fetos.

La PGF2 α se comercializa como sal de trometamina (Dinoprost), la cual se emplea ampliamente en medicina veterinaria bovina.

Puede ser empleada en casos de retención de placenta conjuntamente con oxitocina y colagenasa. El cloprostenol es un análogo sintético de la PGF2 α , tiene isomería óptica D y L y de estos compuestos, el isómero D es 3 a 4 veces más potente que el L porque tiene mayor afinidad por el receptor.

Provoca una rápida regresión del cuerpo lúteo al mismo tiempo que provoca estimulación de la musculatura uterina y relajación del cérvix. En vacas entre los días 10 y 150 de gestación puede provocar el aborto dos a tres días post administración. Se indica (500 μ g IM) para el tratamiento de quistes luteales, piómetra o endometritis crónica y expulsión de fetos momificados.”

¹⁸ PEREZ, J.F. y PÉREZ, F. (2002). Tocoginecología. Nuevos planteamientos. *Boletín Veterinario de Farmacología*, vol. 1, 117-118.

¹³ MC DONALD, L.E (1988). *Farmacología y Terapéutica Veterinaria* (Vol. 15). Editorial Acriba S. A.

2.12.3. Biosíntesis de las prostaglandinas

(MISMO AUTOR) “Las prostaglandinas en si se originan de diversos estímulos físicos, químicos, hormonales y neurohumorales. Dichos estímulos transforman el ácido en dos líneas principales de prostaglandinas:

1.- Los derivados de las lipooxigenasas, como el ácido 12 hidroperoxiaraquidónico y su derivado el ácido 12-hidroxiaraquidónico, cuyas acciones son de orden inmunitario y de activación de macrófagos.

2.- Los derivados de las ciclooxigenasas, que dan lugar a las prostaglandinas de las series E,F,G y H, por acción del tromboxano y la sintetasa de prostaciclina, respectivamente”.

2.12.4. Farmacodinamia

(MISMO AUTOR) “Al igual que todas las hormonas péptidas y catecolaminas, las prostaglandinas transmiten su mensaje hormonal utilizando el modelo de receptor móvil dentro de la membrana. Se postula que las prostaglandinas se acoplan a su receptor en la membrana celular y que induce en éste un cambio electromagnético que le permite desplazarse entre las dos capas fosfolipídicas de la membrana, hasta acoplarse con la enzima adenilciclase que se encuentra normalmente incluida en la membrana”.

2.12.5. Mecanismo de acción

(MISMO AUTOR) “En el organismo cumplen numerosas funciones; relacionadas a la reproducción encontramos a la PGF2 alfa y la PGE. La PGF2 alfa es muy utilizada en medicina veterinaria.

La primer PG utilizada fue la PGF2 alfa natural, o dinoprost, pero como los efectos colaterales resultaban indeseables, se sintetizaron análogos. Estos análogos tienen las siguientes características:

- Son más potentes
- Tienen menores efectos colaterales
- Es fundamental tener en cuenta la potencia, ya que una confusión en la dosis (administrar un análogo con la dosis de la PG natural) sería algo nefasto.

Las PG se clasifican en:

- PGF2 alfa natural o dinoprost
- Análogos sintéticos: Cloprostenol, Delprostenate, Luprostiol, Tiaprost, Fluprostenol

Su mecanismo de acción está mediado por receptores de 7 pasos con proteína G, y la adenilciclasa como su efector. Este mecanismo se relaciona sobretodo con la supresión de la producción de progesterona por parte del CL. De la PGF2alfa se aprovechan dos acciones: Luteolítica y Ecbólica (estimulante del miometrio).

La acción luteolítica es la más utilizada, tanto para terapia como para manejo reproductivo.

El mecanismo preciso de luteólisis inducida por PGF2 α es incierto, pero podría estar relacionado con cambios del flujo sanguíneo en venas útero-ováricas, inhibición de la respuesta ovárica normal a las gonadotrofinas, o estimulación de enzimas catalíticas.

La PGF2 α también tiene un efecto estimulatorio directo sobre el músculo liso uterino causando contracción y un efecto relajante en cérvix”.

2.13. LUTALYSE (Dinoprost, trometamina)

2.13.1. Descripción

(MISMO AUTOR) “Prostaglandina F2alfa para bovinos, equinos y porcinos.

El Dinoprost es una prostaglandina F_{2α} natural. Tiene actividad luteolítica y provoca la involución del cuerpo lúteo en la mayoría de las especies de mamíferos y la aparición del celo y la ovulación en las hembras con actividad sexual cíclica.

La administración de Dinoprost provoca el aborto o el parto en las especies bovina y porcina. Es un agente luteolítico que provoca la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo, la estimulación de la musculatura lisa uterina y un efecto relajante sobre el cérvix.

2.13.2. Acción

Luteolítico y uterotónico.

2.13.3. Indicaciones

Bovinos: inducción y sincronización del estro, tratamiento del celo silencioso y piometras (endometritis crónica), metritis, retención de placenta, como abortivo en vacas para engorde o de otra clase no lecheras. Porcinos: Inducción del parto, uso post parto para acortar el período destete celo y destete servicio.

Equinos: Control de la presentación del celo en yeguas cíclicas, para el tratamiento de yeguas infértiles, vírgenes o en lactancia que no exhiban estro en la estación reproductiva, a pesar de poseer un cuerpo lúteo funcional y como abortivo dentro de los 35 días de gestación.

2.13.4. Contraindicaciones y advertencias

Este producto no es para uso humano.

Mujeres embarazadas y personas asmáticas o con cualquier otro problema respiratorio deberían evitar el contacto con el Dinoprost trometamina.

Cualquier derrame del producto sobre la piel debe ser lavado inmediatamente con agua y jabón.

Almacenar a temperatura ambiente entre 20 y 25°C.

2.13.5. Restricciones de uso

Cuando el producto es empleado de acuerdo al rótulo, entre la última aplicación y la faena de bovinos y porcinos para consumo humano no se requiere período de restricción o espera.

En el caso de la leche, no se requiere período de descarte.”

2.14. CLOPROSTENOL

2.14.1. Descripción

(MISMO AUTOR) “Prostaglandina, a base de Cloprostenol.

El cloprostenol es un análogo sintético de la $PGF2\alpha$, tiene isomería óptica D y L y de estos compuestos, el isómero D es 3 a 4 veces más potente que el L porque tiene mayor afinidad por el receptor.

2.14.2. Acción

Hormonal Luteolítica. Produce regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo, seguido por el retorno del celo 2 a 4 días después del tratamiento con ovulación normal. Tener en cuenta que hay un período fisiológico refractario a las prostaglandinas, de 4 a 5 días después de la ovulación.

2.14.3. Indicaciones

Está indicado para el control de la reproducción. Sincronización del ciclo estral en rodeos de carne: facilita el empleo de la inseminación artificial, se evitan los problemas de detección de celo y se posibilita estacionar los partos. En rodeos lecheros la sincronización del celo permite tener un mejor control del índice de partos, disminuyendo el número de vacas abandonadas como estériles. Usos terapéuticos:

Celos silenciosos, interrupción de la preñez, eliminación de fetos momificados, tratamiento de piómetras, endometritis, quistes luteales, inducción al parto.

2.14.4. Contraindicaciones y advertencias

No se han encontrado efectos adversos hasta 80 veces la dosis terapéutica recomendada.

A 200 veces la dosis recomendada (100 mg) el único resultado clínico visible fue una diarrea leve y transitoria. No se debe administrar a hembras preñadas. Se puede absorber a través de la piel, por lo tanto no debe ser manipulado por mujeres embarazadas o personas asmáticas. Lavar inmediatamente con agua cualquier derrame accidental sobre la piel.

Prostaglandinas del tipo F2 pueden causar en el hombre broncoespasmos aunque no se conoce la posible incidencia de este efecto. Si se produjera inhalación accidental o inyección ocasionando un impedimento respiratorio está indicado un broncodilatador de acción rápida, por ejemplo isoprenalina o salbutamol por inhalación.

2.14.5. Dosificación

Uso terapéutico: Inyección intramuscular única de 2 ml (500 mcg de cloprostenol).

Sincronización de celos: 2 dosis intramusculares (2 ml cada una) con un intervalo de 11 días. Inseminar 72 horas más tarde. Para interrupción de la preñez: es efectivo hasta los 150 días de gestación.

2.14.6. Restricciones de uso

No se deben sacrificar animales para el consumo humano dentro de las 24 hs de administrar el producto. No es necesario desechar la leche de animales tratados”.

¹³ MC DONALD, L.E (1988). *Farmaología y Terapéutica Veterinaria* (Vol. 15). Editorial Acriba S.A.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis nula. La aplicación de prostaglandina natural (DINOPROST) y prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL), *no provocará* diferencias en el porcentaje de preñez en vacas Holstein.

3.2. Hipótesis alternativa. La aplicación de prostaglandina natural (DINOPROST) y prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL), *provocará* diferencias en el porcentaje de preñez en vacas Holstein.

3.3. Operacionalización de Variables

3.3.1. Variable Independiente

CUADRO 1. VARIABLE INDEPENDIENTE (PGF2 α (NATURAL DINOPROST, SINTÉTICA CLOPROSTENOL))

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE
La PGF2 α es un agente luteolítico que finaliza la fase lútea del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo en ausencia de fertilización.	<ul style="list-style-type: none"> - Dinoprost - Cloprostenol 	<ul style="list-style-type: none"> - Efecto luteolítico 	Porcentaje

3.3.2. Variable Dependiente

CUADRO 2. VARIABLE DEPENDIENTE (PREÑEZ.)

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE
Lapso que transcurre desde el momento de la concepción hasta el del nacimiento o del aborto.	<ul style="list-style-type: none"> - Taza - Concepción 	<ul style="list-style-type: none"> - Intervalo entre partos - Servicios concepción por - Tasa de concepción 	<ul style="list-style-type: none"> Número Días Porcentaje

IV. POBLACIÓN Y MUESTRA

El presente trabajo de investigación se realizó con el siguiente esquema.

Población = 60

Muestra = 30 animales.

4.1. Esquema del experimento

CUADRO 3. Esquema del experimento

Para el presente trabajo se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar con dos tratamientos y seis repeticiones.

ADEVA

F de V	gl
Total	11
Tratamientos	1
Error exp	10

CUADRO 4. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES POR CADA TRATAMIENTO.

Con prostaglandina natural (DINOPROST) 30 vacas.					
REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	REP 6
5 vacas	5 vacas	5 vacas	5 vacas	5 vacas	5 vacas
Con prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL) 30 vacas.					
REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	REP 6
5 vacas	5 vacas	5 vacas	5 vacas	5 vacas	5 vacas

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Diseño Experimental

Para el presente trabajo se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar con dos tratamientos y seis repeticiones.

5.2. Delimitación

– Temporal

La investigación tuvo una duración de 6 meses.

– Espacial

Provincia: Azuay

Cantón: Cuenca

Parroquia: Nabón

Altitud: 2950 msm

Latitud: 2°60'S, 72°00'O

Temperatura: 14-15 °C

– **Académica**

El presente investigación se encuentra en el área de la Zootecnia y subárea de la Reproducción bovina

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. MÉTODOS

6.1.1. Método:

El método utilizado en el experimento es el método Experimental Inductivo con sus fases visuales, prácticas y de evaluación, el cual nos permite estudiar los hechos bajo condiciones especiales es decir, que los investigadores manejan a su criterio los diversos factores o variables para establecer cómo se produce el hecho que se investiga.

6.1.2. Proceso:

- Planteamiento del problema
- Formulación de las hipótesis
- Comprobación de las hipótesis
- Presentación de los resultados.

6.1.3. Técnica:

- Técnica de campo
- Técnica de fichaje.
- Toma de muestras en el campo para analizar los resultados
- Análisis estadístico.

6.2.PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

6.2.1. Identificación de los animales a tratar.

Se realizó una identificación de cada unidad experimental a tratar, la cual constó con los parámetros técnicos de: edad, condición corporal y número de partos; posteriormente se dividió, en dos tratamientos con seis repeticiones cada uno, los animales se asignaron de acuerdo al registro técnico de la hacienda.

6.2.2. Aplicación de los tratamientos en los grupos a valorar.

Se efectuó la primera parte de sincronización de celos: la cual consto con la aplicación de un dispositivo intravaginal (P4).

La segunda parte de la sincronización se efectuó después de 7 días aplicando la prostaglandina natural (Dinoprost) y sintética (Cloprostenol).

6.2.3. Inseminación de los animales tratados.

Una vez culminado el protocolo de sincronización se procedió a inseminación a las 72 horas después de la retirada de la (P4).

6.2.4. Chequeo ginecológico.

De 30 a 45 días post-inseminación se realizó el chequeo de cada unidad experimental, obteniendo los resultados.

6.2.5. Toma de datos

De acuerdo al informe de los resultados obtenidos, procedimos a la tabulación de los mismos, para posteriormente analizar las hipótesis planteadas de nuestro tema de tesis.

6.3. EQUIPOS Y MATERIALES

6.3.1. De oficina

Los instrumentos que nos facilito para recolectar esta información son:

- Libreta de campo
- Tablero
- Hojas
- Lápiz
- Bolígrafos
- Calculadora
- Cámara digital.
- Laptop

6.3.2. De campo

- Implantes CIDR
- Prostaglandina
- Guantes
- Yodo
- Gel lubricante
- Materiales de librería
- Pajuelas
- Alimentación y transporte
- Equipo de inseminación
- Nitrógeno Líquido
- Aplicador de implantes.

6.4. MARCO LOGÍSTICO

CUADRO 5. COSTOS

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. Materiales Directos				
Prostaglandina dinoprost	30 ml	5	40	200.0
Prostaglandina cloprostenol	20 ml	3	44	132.0
Implantes CIDR	0,5 mg	60	12	720.0
Algodón de campo		1	10	10.0
Guantes	caja	2	15	30.0
Alcohol	lts	1	7.5	7.5
Yodo	lts	1	12	12.0
Pajuelas	-	60	20	1200.0
2. Mano de obra				
Inseminador y equipo	-	60	15	900.0
Subtotal Costos Directos:				3211.5
3. Materiales Indirectos				
Alimentación y transporte	-	-	150	150.0
Materiales de librería	-	-	15	15.0
Impresiones	Hojas	-	-	50.0
Empastado	-	4	20	80.0
Director de tesis	-	-	200	200.0
Investigadores	-	2	100	200.0
Subtotal Costos Indirectos:				695.0
TOTAL COSTOS:				3906.5
Imprevistos 10%				390.7
Total Costo de tratamientos				4297.2

Total: 4297.2 Dólares Americanos.

6.5. RECURSOS HUMANOS:

Director de la tesis Dr. Patricio Garnica

Investigadores:

- Cabrera Quito José Esteban
- Jiménez Romero Christian Alberto

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. RESULTADOS

El uso de hormonas para sincronizar el celo en vacas, es una importante alternativa para el manejo reproductivo en animales que permite mejorar los ingresos económicos al alcanzar la eficiencia reproductiva de los hatos.

De conformidad con los objetivos planteados en esta investigación, se analizaron los porcentajes de preñez de 60 hembras bovinas en edad reproductiva, obtenidos con dos productos hormonales, la prostaglandina natural (DINOPROST) y la prostaglandina sintética (CLOPROSTENOL), con protocolo de sincronización (CIDR) a tiempo fijo en vacas.

Para evaluar las hipótesis nula y alternativa planteadas en este estudio, se analizaron los porcentajes de preñez obtenidos con el Análisis de Varianza para un diseño Completamente al Azar con 2 tratamientos y 6 repeticiones, cada una de ellas integrada por 5 vacas.

Se realizó el análisis económico mediante el cálculo de los siguientes indicadores: Los costos, Beneficios, Valor neto, Relación Beneficio/Costo y Relación Costo/Beneficio.

A continuación se presentan los cuadros del ADEVA y los económicos con sus respectivos comentarios.

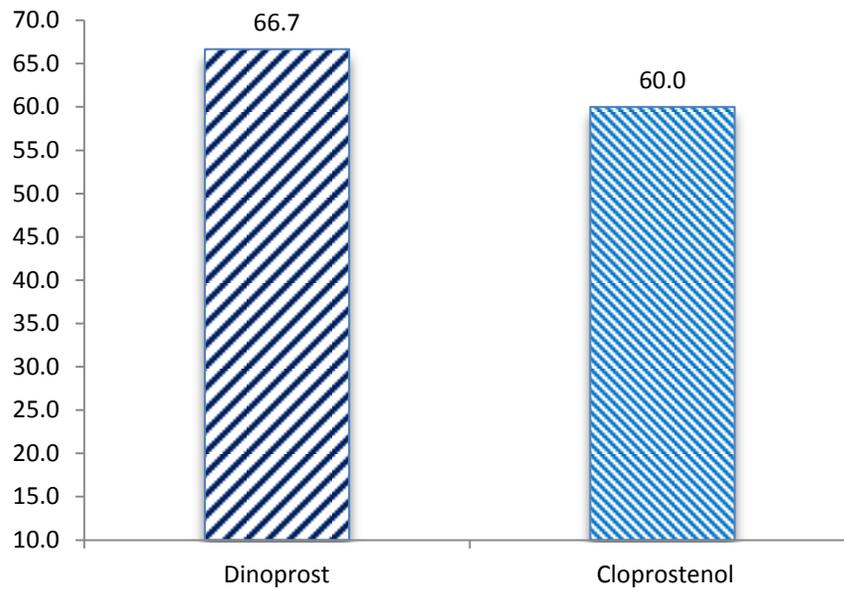
CUADRO 6. PORCENTAJES DE PREÑEZ EN VACAS, PARA UN DCA DE 2 TRATAMIENTOS CON 6 REPETICIONES (DATOS ORIGINALES, CON 5 VACAS POR REPETICIÓN).

Repetición	Tratamientos	
	Trat 1	Trat 2
I	60.0	80.0
II	80.0	40.0
III	60.0	80.0
IV	60.0	40.0
V	60.0	60.0
VI	80.0	60.0
\bar{X}	66.7	60.0

Trat 1 = Dinoprost (prostaglandina natural)

Trat 2 = Cloprostenol (prostaglandina sintética)

Graf 1. Porcentajes de preñez promedio por tratamiento.



El gráfico 1, muestra los porcentajes de preñez de vacas Holstein de los tratamientos.

Las diferencias observadas en el mismo, se atribuyen al azar, porque según el ADEVA, se concluye que la aplicación de las dos prostaglandinas, natural y sintética, en vacas con protocolo de sincronización de celo, se comportaron de igual forma frente a la preñez.

7.2. ANÁLISIS DE LA VARIABLE PREÑEZ

CUADRO 7. PORCENTAJES DE PREÑEZ POR TRATAMIENTO EN VACAS, CON DATOS TRANSFORMADOS A ARCOSENO DE LA RAÍZ(P), PARA UN DCA, DE 2 TRATAMIENTOS CON 6 REPETICIONES (5 VACAS POR REPETICIÓN).

Repet.	TRATAMIENTOS		Σ Rep
	DINOPROST	CLOPROSTENOL	
I	0.89	1.11	2.00
II	1.11	0.68	1.79
III	0.89	1.11	2.00
IV	0.89	0.68	1.57
V	0.89	0.89	1.78
VI	1.11	0.89	2.00
Σ Trat	5.78	5.36	11.14
\bar{X}	0.96	0.89	0.93

El promedio de los porcentajes de preñez con datos transformados, de $T1 = 0,96 > T2 = 0,89$. Se utilizará el ADEVA, para comparar el rendimiento de los tratamientos, con respecto a la variable preñez de las vacas del experimento.

CUADRO 7.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL FACTOR EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ CON DATOS TRANSFORMADOS (ARCOSENO DE LA RAÍZ (P)).

F de V	gl.	SC	CM	F Cal.	E. Tabular	
					0.05	0.01
Total	11	0.2642				
Tratamientos	1	0.0147	0.0147	0.59 ns	4.96	10.04
E. Experimental	10	0.2495	0.0249			
CV =	17.01%					

El Coeficiente de variación es del 17,08% lo que nos da confiabilidad en los datos obtenido; el cual está dentro de los márgenes de tolerancia, según el tipo de diseño utilizado.

El ADEVA para comparar las medias de porcentajes de preñez de vacas de los tratamientos, dio como resultado un valor calculado que no supera a los valores tabulares, por lo tanto las diferencias son no significativas, como se puede observar en el cuadro 7.1. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula de que no existen diferencias entre los dos productos frente a la preñez y se rechaza la alternativa de que si hay diferencias entre los tratamientos.

Los porcentajes obtenidas en esta investigación aplicando $PGF2\alpha$, coincide con lo que menciona Mapletoft (1991), donde demostro que hay una mínima diferencia en la tasa de preñez, entre el 75 y 82 % de las vacas en tratamiento. Archbald et al. (1993, 1994) y Repasi et al. (2005), informaron de que los índices de preñez no se vieron afectados por

los distintos métodos de sincronización que se utilizó en los tratamientos, de $\text{PGF2}\alpha$ en las vacas tratadas, coincidiendo con lo que se encontró en nuestros datos.

Estos resultados son similares a los registrados por Díaz et. Al. (2002) que manifiesta que los dos experimentos realizados con el protocolo CIDR, se presentó un alto porcentaje de preñez, 92.2 y 90.0% para vacas y novillas, en consecuencia se puede confirmar que la utilización de CIDR con prostaglandina sintética o natural, permite que la tasa de concepción obtenga mayor efectividad en un hato ganadero.

Por otro lado Hernández et, al., (2000), al evaluar la respuesta a la inducción del estro con prostaglandina $\text{F2}\alpha$ en vaquillas Holstein, obtuvieron el 65.2% de vaquillas gestantes, por lo que los resultados obtenidos en comparación a nuestra investigación son de similares características.

7.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE TRATAMIENTOS

CUADRO 8. COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE TRATAMIENTOS.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO	
			UNITARIO	TOTAL
1. Materiales directos				
Prostaglandina dinoprost	30 ml	5	40	200.0
Prostaglandina cloprostenol	20 ml	3	44	132.0
Implantes CIDR	0,5 mg	60	12	720.0
Algodón de campo		1	10	10.0
Guantes	Caja	2	15	30.0
Alcohol	Lts	1	7.5	7.5
Yodo	Lts	1	12	12.0
Pajuelas	-	60	20	1200.0
2. Mano de obra				
Inseminador y equipo	-	60	15	900.0
Subtotal costos directos:				3211.5
3. Materiales Indirectos				
Alimentación y transporte	-	-	150	150.0
Materiales de librería	-	-	15	15.0
Impresiones	Hojas	-	-	50.0
Empastado	-	4	20	80.0
Director de tesis	-	-	200	200.0
Investigadores	-	2	100	200.0
Subtotal costos indirectos:				695.0
TOTAL COSTOS:				3906.5
Imprevistos 10%				390.7
Total Costo de tratamientos				4297.2

7.3.1. El Costo total de la investigación

Los costos directos de \$ 3211,5 sumados a los indirectos de la investigación dan un total de \$ 3906,5; más el 10% de imprevistos (\$390,65), dan un gran total de \$ 4297,2.

CUADRO 9. COSTO UNITARIO DE TRATAMIENTOS

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS	
	Dinoprost	Cloprostenol
1. Materiales Directos		
Prostaglandina dinoprost	6.7	
Prostaglandina cloprostenol		4.4
Implantes CIDR	12.0	12.0
Algodón de campo	0.2	0.2
Guantes	0.5	0.5
Alcohol	0.1	0.1
Yodo	0.2	0.2
Pajuelas	20.0	20.0
2. Mano de Obra		
Inseminador y equipo	15.0	15.0
Subtotal costos Directos:	54.7	52.4
3. Materiales Indirectos		
Alimentación y transporte	2.5	2.5
Materiales de librería	0.3	0.3
Impresiones	0.8	0.8
Empastado	1.3	1.3
Director de tesis	3.3	3.3
Investigadores	3.3	3.3
Subtotal costos indirectos:	11.6	11.6
TOTAL COSTOS:	66.2	64.0
Imprevistos 10%	6.6	6.4
Costo unitario por tratamiento	72.9	70.4

7.3.2. El costo unitario de la unidad experimental por tratamiento

El costo total de \$ 4297,20 del cuadro 8, repartido entre las 60 vacas, más el valor diferenciado de cada tratamiento dan un costo total unitario, de \$ 72,9 para el Dinoprost y 70,4 para el Cloprostenol.

Cada vaca del tratamiento T1, recibió 5 cc de dinoprost y en el caso del T2 se aplicaron 2 cc de cloprostenol por vaca.

7.4. COMPARACIÓN DE INDICADORES

Para comparar el efecto de los dos tratamientos hormonales, se utilizó el Análisis de Varianza (ADEVA), estableciéndose diferencias no significativas entre los tratamientos, frente a la variable preñez. Los resultados del ADEVA indican que con cuales quiera de ellos, se alcanzaron iguales resultados en las vacas del experimento. En consecuencia el análisis económico se utilizará para elegir el tratamiento que proporciona mayor rentabilidad.

En este sentido, el análisis económico tiene igual o mayor importancia para las recomendaciones que se desprenden de los resultados de una investigación ya que define la posición del usuario con respecto al dinero invertido en la misma.

Estadísticamente en análisis de varianza los tratamientos resultaron ser no significativos aunque matemáticamente difieren sus medias.

Al comparar los beneficios con los costos se obtienen algunos indicadores para la toma de decisiones en el campo económico. De conformidad con los objetivos de este trabajo, a continuación se presentan los resultados y sus interpretaciones.

CUADRO 10. INDICADORES ECONÓMICOS POR TRATAMIENTO (VALORES EN USD).

Indicadores	Tratamientos	
	T1 (Dinoprost)	T2 (Cloprost.)
1. Costo	72.87	70.37
2. Beneficio	100.00	100.00
3. Valor Neto	27.13	29.63
4. Relación B/C	1.37	1.42
5. Relación C/B	72.9%	70.4%

7.5. INTERPRETACIÓN DE INDICADORES ECONOMICOS

7.5.1. El Valor Neto de los tratamientos

Como se puede observar en el cuadro 8, el Valor Neto de los tratamientos es $T2 = 29,62 > T1 = 27,13$ dólares por cada vaca, por consiguiente el Valor Neto más alto se obtuvo con el cloprostenol.

7.5.2. Análisis de la Relación Beneficio/Costo.

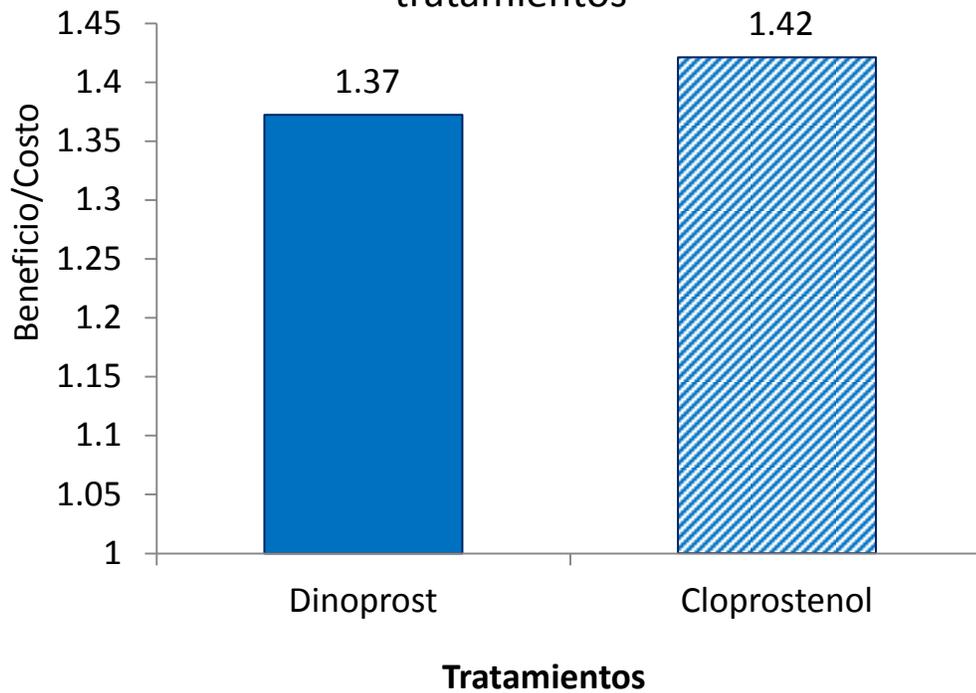
Al respecto las relaciones Beneficio/costo y Costo/beneficio, son dos métodos de análisis económico que comparan los beneficios con los costos y viceversa, posibilitando la toma de decisiones para recomendar el uso de tratamientos en función del dinero.

Con respecto a la presente investigación, si el beneficio esperado sería de una cría valorada en 100 dólares, cualesquiera de los dos tratamientos son rentables; sin embargo, el que posee la RB/C más alta es el T2 (Cloprostenol), consecuentemente es el de primera elección para el proceso de preñez en vacas, y el T1 constituye una elección alternativa.

La RB/C del T2 (Cloprostenol) indica que por cada dólar de inversión se obtendrá 42 centavos de beneficio, luego de pagarse los costos, lo que es igual al 42% de rentabilidad sobre la inversión.

Bajo esta misma óptica, con el T1, la rentabilidad sobre la inversión sería del 37%, como se aprecia en el siguiente gráfico.

Graf 2. Relación Beneficio/Costo de tratamientos

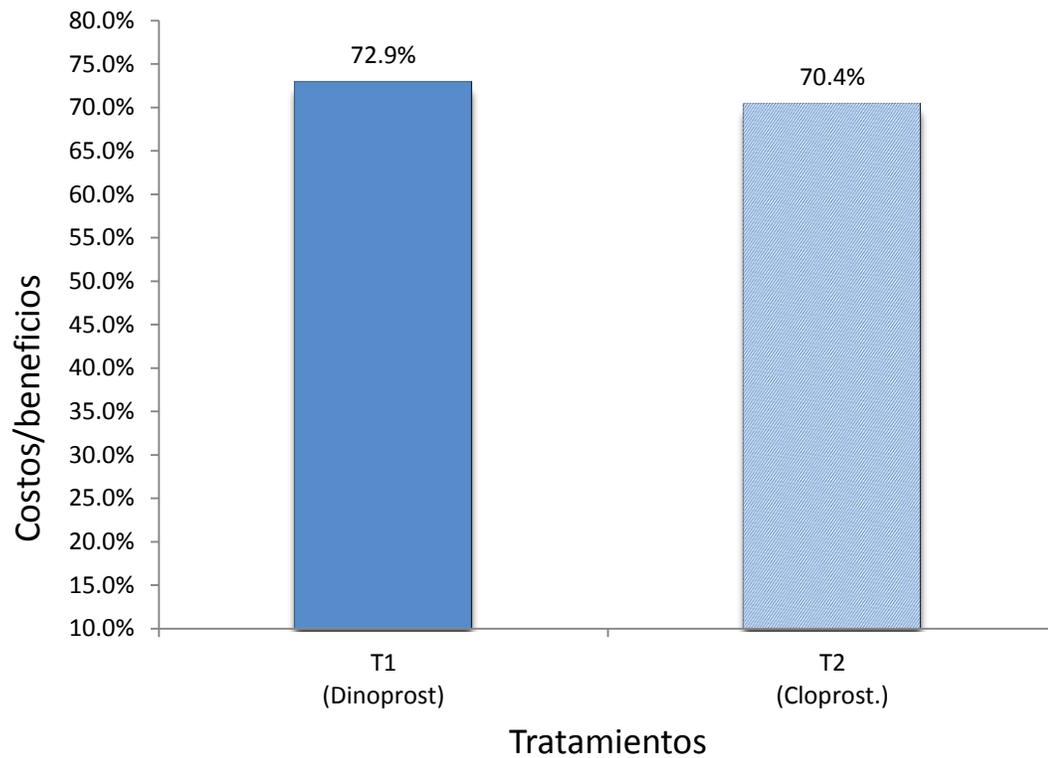


En el gráfico 2, se observa la RB/C de los tratamientos; de esta forma con el T1 se obtuvo una $RB/C = 1,37 > RB/C = 1,42$ del T2.

7.5.3. El análisis de la relación Costo/Beneficio.

Por el lado de los costos, la RC/B, del T2 (Cloprostenol) indica que los costos representan el 70,4 % de los Beneficios, de este tratamiento; y para el T1, la RC/B, es de 72,9%. Debido a que el tratamiento T2 tiene una relación costo/beneficio más baja, es el tratamiento de elección por representar un menor costo frente a los beneficios, como se muestra en el siguiente gráfico.

Graf 3. Relación Costo/Beneficio de los tratamientos



El gráfico 3 muestra la RC/B de los tratamientos; con el T2 se obtuvo una RC/B = 70,4% < RC/B = 72,9% del T1.

VIII. CONCLUSIONES

No existe diferencia entre la eficacia de las prostaglandinas tanto natural como sintética frente al porcentaje de preñez.

El tratamiento 2 resulta más económico para la aplicación en el manejo reproductivo de un hato bovino.

Si bien no se encuentra diferencia entre el uso de los dos productos, la técnica resulta conveniente desde la práctica de sincronización de celos.

La disponibilidad y uso de dinoprost y cloprostenol en el Ecuador es común. Se conoce que existen ensayos realizados en otras condiciones, tanto geográficas como de manejo, con respecto al método empleado, lo cual define la importancia en la ejecución de investigaciones bajo las condiciones ambientales y de manejo en nuestra región para evaluar los resultados de la aplicación de estos dos productos hormonales

IX. RECOMENDACIONES

La necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo ha llevado a diseñar protocolos de Inseminación a Tiempo Fijo y aún cuando puede existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas.

En nuestras condiciones, si bien los costos de administración de protocolos de IA a tiempo fijo pueden parecer elevados, las deficiencias en la detección de celos son un problema importante y que puede afectar la productividad de un establecimiento. Sin embargo, hay que señalar que una de las grandes deficiencias de los programas de sincronización es la inadecuada atención al manejo de los animales.

Los protocolos de sincronización son complementarios a un buen manejo pero no lo reemplazan por lo que debe considerarse el estado nutricional de los animales al momento del servicio y un periodo de descanso postparto mayor a los 50 días.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, V. (2006). *Reproducción animal. Mexico. Interamericana. Pag 18. 20.* Recuperado el 12 de 2011, de http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf
2. AUSTIN, E.J. (2001). *Alteraciones en los factores intrafolicular reguladoras y la apoptosis durante la seleccion de los foliculos en la primera onda folicular del ciclo estral bovino.* Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.slideshare.net/Anilauren/inseminacin-artificial>
3. CALANDRA, RS y NICOLA DE, AF. (1985). *Endocrinologia Molecular* (2° Edición ed.). Argentina: El Ateneo M.
4. CALLEJAS, S (2002). “Evaluación de la administracion de diferentes dosis de progesterona para controlar la onda de crecimiento folicular en vacas cíclicas.” *Agropecuaria Producción Animal*, 285-286.
5. COLEMAN, S. (1990). *Prostanoides y sus Receptores* (Vol. 3). Oxford, Reino Unido PERGAMON.
6. DOMINGUEZ, C. (2001). “Eficacia de la resincronizacion de celos luego de la inseminacion artificial a tiempo fijo en vacas hereford con destete precoz”. *4to Simposio Internacional de Reproducción Animal*, 1, 252. Recuperado el 12 de 2011
7. FERNÁNDEZ, MJ. (2006). “Balance de energia, tamaño y el numero de foliculos ováricos detectado por ecografia a principios de vacas posparto lácteos.” *Journal of Dairy Sciencie*, vol. 74, 473-482.
8. GINTHER, O.J. (1987). *Población folcular durante el ciclo estral en novillas.* Recuperado el 11 de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/32013254/7mo-Simposio-Inter-de-Reproduccion-Animal>
9. HAFEZ, B. (2002). *Reproducción e inseminación articial en los animales* (Séptima edición ed.). Mexico. Mc Graw-Will interamericana.
10. HENAO, G. & TRUJILLO. (2000). “Actividad ovárica postparto durante el temprano de vacas Cebú en amantamiento.” *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.*, Vol. 14, 25-28.
11. KNOPF, L. (1989). Composición y características de las ondas foliculares durante el ciclo estral bovino. *Reproducción Animal y Ciencia*, 187-200.

12. LEYMARIE, P., & BENHANIM. (1988). *Nociones recientes de cuerpo luteo*. Recuperado el 12 de 2011, de http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_603.es_.pdf
13. MC DONALD, L.E (1988). *Farmacología y Terapéutica Veterinaria* (Vol. VOL. 15). Editorial Acriba S. A.
14. MORALES CORDOBA, GENARO. (2011). *Fases del ciclo estral del bovino*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.ergomix.com/MAGanaderia-carne/genetica/articulos/inseminacion-artificial-en-bovinos-tl354/103-p0.htm>
15. MURPHY, M.G (1990). *Patrón de crecimiento folicular y la reanudación de la actividad ovárica postparto en vacas nodrizas*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://zaguan.unizar.es/record/3014/files/TESIS-2009-041.pdf>
16. NETT, T.M (1987). “Función del eje hipotálamo-hipofisiario durante el periodo post-parto en ovejas y vacas.” *Revista de la Reproducción y la Fertilidad*, vol. 34, 201-213.
17. NISWENDER, M.C (1994). *Función luteínica: el ciclo estral y el embarazo precoz*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.uaz.edu.mx/cippublicaciones/CD%20Jornadas%202000%20-%202001/Biomedicas/BIO07-022.htm>
18. PEREZ, J.F. y PÉREZ, F. (2002). “Tocoginecología”. Nuevos planteamientos. *Boletín Veterinario de Farmacología*, vol. 1, 117-118.
19. PHILLIPPE, M., y SAUNDERS, T. B. (1997). *Prostaglandina mecanismos intracelulares subyacentes F2a estimulada por las contracciones del miometrio fásica*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010603.pdf>
20. PIERSON, R., y GINTHER, O. (1987). *Folicular de la población durante el ciclo estral en novillas*. Recuperado el 12 de 2011, de http://bva.fao.cu/pub_doc/CIMAGT/PDF/4.pdf
21. POYSER, N.L (1995). *El control de la producción de prostaglandinas por el endometrio en relación con la luteólisis*. Recuperado el 12 de 2011, de http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=user&id=64%3A2012-05-30-18-08-29&lang=es&limitstart=400

22. REXROAD, C. y CASIDIA. (1995). *El desarrollo folicular ovárico en vacas, cerdas y ovejas en las diferentes etapas del embarazo, afectada por el número de cuerpo lutea en el mismo ovario*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/93585817/Ovario-Fisiologia-y-Patologia>
23. SAVIO, J. R., y THATCHER, W. (1990). *Factores que afectan la dinámica folicular ovárica en el ganado*. Recuperado el 11 de 2011, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2681/1/780163.2010.pdf>
24. STORMSHAK, J. (1995). *La dinámica de los mecanismos moleculares secreción ovárica de oxitocina*. Obtenido de http://www.biblio.unicen.edu.ar/?p=get_document&id=57796-1
25. TURZILLO, A., y FORTUNE, J. (1990). *La supresión de la oleada de FSH secundaria con líquido folicular bovino se asocia con retraso en el desarrollo folicular ovárico en vaquillas*. Recuperado el 12 de 2011, de http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Concepci%C3%B3n%20del%20Carmen%20Ahuja%20Aguirre.pdf
26. UNIÓN GANADERA REGIONAL JALISCO. (2000). *Ciclo estral de la vaca lechera*. Recuperado el 11 de 2011, de http://www.urgj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=475&Itemid=377
27. VANE, J. (1994). *Manual de Inmunofarmacología. Propiedades biológicas de los productos de la ciclooxigenasa*. Hartcourt Brace y Company.
28. WILLIAMS, G., y GRIFITH, M. (1992). *El comportamiento maternal y la regulación neuroendocrina de la lactancia mediada por la anovulación en vacas*. Recuperado el 12 de 2011, de <http://zaguan.unizar.es/record/3014/files/TESIS-2009-041.pdf>
29. WILTBANK, M. (2002). *Clasificación fisiológica de las condiciones de anovulatorios en el ganado*. Recuperado el 01 de 2012, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/genetica/articulos/estrategias-manejo-reproductivo-mejora-t3164/103-p0.htm>
30. ZHENG, J. (1994). *La evaluación del crecimiento, la proliferación celular y muerte celular en el cuerpo lúteo bovino en todo el ciclo estral*. Recuperado el 12 de 2011, de http://www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=14:reproducci%C3%B3n&lang=es&Itemid=

XI. ANEXOS

11.1. ANEXO 1: REGISTRO GENERAL POR TRATAMIENTO

CUADRO 1. TABLA 1 DE DATOS DINOPROST

N°- Tabla:		CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO					
1		TRATAMIENTO CON PGF2A "NATURAL"(DINOPROST)					
	Numero de la vaca	Replica #	N° de Partos	N° Preñadas	% de Preñez	PREÑADA	
						SI	NO
1	44	0	0	3	60%	✓	
2	53	0	2				✓
3	89	0	3			✓	
4	133	0	1				✓
5	50	0	0			✓	
6	88	1	3	4	80%	✓	
7	64	1	4				✓
8	39	1	1			✓	
9	109	1	1			✓	
10	06	1	2			✓	
11	122	2	1	3	60%	✓	
12	03	2	4			✓	
13	165	2	1				✓
14	77	2	0			✓	
15	160	2	1				✓

CUADRO 2. TABLA 2 DE DATOS DINOPROST

N° - Tabla:		CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO					
2		TRATAMIENTO CON PGF2A "NATURAL"(DINOPROST)					
	Numero de la vaca	Replica #	N° de Partos	N° Preñadas	% de Preñez	PREÑADA	
						SI	NO
27	3	0	2	3	60%		✓
24	3	0	1				✓
42	3	0	0			✓	
145	3	0	3			✓	
238	3	0	3			✓	
149	4	1	2	3	60%	✓	
155	4	1	1				✓
163	4	1	2			✓	
120	4	1	1				✓
90	4	1	3			✓	
176	5	2	3	4	80%	✓	
117	5	2	2			✓	
147	5	2	1				✓
200	5	2	0			✓	
166	5	2	2			✓	

CUADRO 3. TABLA 1 DE DATOS CLOPROSTENOL

N°- Tabla:		CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO					
1		TRATAMIENTO CON PGF2A "NATURAL"(CLOPROSTENOL)					
	Numero de la vaca	Replica #	N° de Partos	N° Preñadas	% de Preñez	PREÑADA	
						SI	NO
1	104	0	2	4	80%	✓	
2	157	0	2			✓	
3	79	0	0			✓	
4	134	0	2			✓	
5	66	0	1				✓
6	60	1	4	2	40%	✓	
7	92	1	2				✓
8	74	1	2				✓
9	28	1	0			✓	
10	32	1	4				✓
11	62	2	4	4	80%	✓	
12	108	2	1			✓	
13	95	2	3				✓
14	71	2	1			✓	
15	65	2	4			✓	

CUADRO 4. TABLA 2 DE DATOS CLOPROSTENOL

N°- Tabla:		CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO					
2		TRATAMIENTO CON PGF2A "NATURAL"(CLOPROSTENOL)					
	Numero de la vaca	Replica #	N° de Partos	N° Preñadas	% de Preñez	PREÑADA	
						SI	NO
16	33	3	4	2	40%		✓
17	162	3	2				✓
18	101	3	2			✓	
19	123	3	2			✓	
20	04	3	0				✓
21	10	4	2	3	60%	✓	
22	49	4	4				✓
23	63	4	4			✓	
24	76	4	3			✓	
25	29	4	0				✓
26	72	5	3	3	60%		✓
27	73	5	4			✓	
28	69	5	3				✓
29	01	5	0			✓	
30	45	5	1			✓	

11.2. ANEXO 2: RESULTADOS EXPERIMENTALES

CUADRO 5. DATOS ORIGINALES DEL PORCENTAJE DE PREÑEZ DE LOS TRATAMIENTOS

DINOPROST CLOPROSTENOL		
Repet	Preñez %	Preñez %
I	60	80
II	80	40
III	60	80
IV	60	40
V	60	60
VI	80	60
Promedio	67	60

CUADRO 6. DATOS TRANSFORMADOS CON LA FORMULA ($\text{ARCOSEN}(\sqrt{p})$) PARA CUMPLIR CON LAS EXIGENCIAS DEL ADEVA CON RESPECTO A LA FALTA DE ADITIVIDAD EN DATOS BINOMIALES.

	Dinoprost	Cloprostenol
Repet	Preñez %	Preñez %
I	0.89	1.11
II	1.11	0.68
III	0.89	1.11
IV	0.89	0.68
V	0.89	0.89
VI	1.11	0.89
Promedio	0.96	0.89

Para la demostración de los cálculos del ADEVA para un Diseño Completamente al Azar se utilizo los mismos datos del cuadro 5.

CUADRO 7. PORCENTAJES DE PREÑEZ POR TRATAMIENTO EN VACAS, CON DATOS TRANSFORMADOS A ARCOSENO DE LA RAIZ (P), PARA UN DCA, DE 2 TRATAMIENTOS CON 6 REPETICIONES (5 VACAS POR REPETICIÓN).

REPET	TRATAMIENTOS		Σ Rep
	Trat 1	Trat 2	
I	0.89	1.11	2.00
II	1.11	0.68	1.79
III	0.89	1.11	2.00
IV	0.89	0.68	1.57
V	0.89	0.89	1.78
VI	1.11	0.89	2.00
Σx	5.78	5.36	11.14
\bar{X}	0.96	0.89	0.93

FC =	$\frac{(\Sigma x_{ij})^2}{r \cdot t}$	=	10.342
SC tot =	$\Sigma x_i^2 - FC$	=	0.264
SC trat =	$\frac{\Sigma x_{ij}^2}{r} - FC$	=	0.015
SC Error exp =	SC tot - SC trat	=	0.249

11.3. ANEXO 3: FOTOS



Foto 1: MEDICAMENTOS APLICADOS (PROSTAGLANDINAS)



Foto 2: HATO GANADERO



Foto 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES



Foto 4: PARÁMETROS DEL HATO LECHERO.



Foto 5: INICIO DEL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN.



Foto 6: DESINFECCIÓN DE LA PARTE PERIANAL Y VULVA.



Foto 7: APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO



Foto 8: TOMA DE DATOS