



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A
TIEMPO FIJO UTILIZANDO IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR),
PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y PROSTAGLANDINA
SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO EN VACAS CRIOLLAS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Previo a la obtención del título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

JAVIER ERNESTO ALARCÓN RODRÍGUEZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

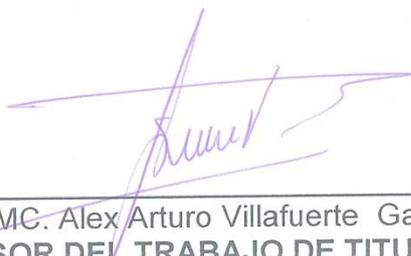
El presente Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal



Ing. MC. Edwin Rafael Oleas Carrillo.
PRESIDENTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. M.C. Paula Alexandra Toalombo Vargas.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Dr. MC. Alex Arturo Villafuerte Gavilánez.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

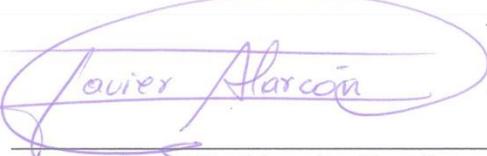
Riobamba, 01 de Febrero del 2018.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Javier Ernesto Alarcón Rodríguez, con CI: 020164877-1, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 01 de Febrero del 2018



Javier Ernesto Alarcón Rodríguez
CI: 020164877-1

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho cariño a mis queridos padres que fueron el eje principal durante toda mi formación académica.

A mis hermanos que de una u otra manera siempre me sirvieron de apoyo en todo momento.

A mi mujer y mi hija Pamela Alarcón que se encontraron a mi lado brindándome su cariño y fuerzas para culminar mis estudios y alcanzar mi tan anhelado título.

Además de manera muy especial a mi querido tío Néstor Alarcón, quien compartió conmigo momentos de tristeza y alegría durante mi vida de estudiante y que ahora ya no se encuentra en este mundo pero sé que desde el cielo siempre me guiara para poder desempeñarme de una manera correcta dentro de mi vida profesional.

Javier

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme a culminar con éxito esta etapa de mi vida y formarme profesionalmente, a mis padres, hermanos y tíos quienes me apoyaron durante mi vida estudiantil de una forma moral y económica.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por acogerme en sus aulas y vincularme en el mundo profesional mediante una formación ética, profesional y sólida que permita enfrentar las adversidades de la vida.

A todos los maestros de la Facultad de Ciencias Pecuarias pero de una manera muy especial a los docentes de la Escuela de Ingeniería Zootécnica quienes nos compartieron todos sus conocimientos y de esta forma crearon nuevos profesionales para la sociedad.

Un profundo agradecimiento a la Ing. Paula Toalombo ya que como directora de Trabajo de Titulación me ha dado todo su apoyo y me ha guiado de una mejor manera para un feliz término de la investigación, de la misma manera al Dr. Alex Villafuerte asesor de mi investigación que con su asesoría dio mayor realce al trabajo investigativo.

Javier

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. MANEJO REPRODUCTIVO EN BOVINOS LECHEROS	3
B. FACTORES QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE UN BUEN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	4
1. <u>Fertilidad de la hembra</u>	5
2. <u>Fertilidad del semen</u>	5
3. <u>Eficiencia del inseminador</u>	6
C. FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO	7
1. <u>Control neuroendocrino del ciclo estral</u>	7
2. <u>Foliculogénesis</u>	9
a. Folículos prenatales	9
b. Folículos antrales, terciarios o madurantes	10
c. Folículos preovulatorio, ovulatorios o maduros	11
d. La ovulación	11
e. El cuerpo lúteo	12
f. Luteolisis	13
D. MÉTODOS PARA SINCRONIZACIÓN DE CELOS	14
1. <u>Administración controlada de progesterona para sincronización del celo en ganado bovino</u>	14
2. <u>Progestágenos</u>	14
3. <u>Dispositivos intravaginales para sincronización del celo</u>	15
a. Ventajas del uso de dispositivos intravaginales	15
b. Dispositivos comerciales	16
a). CIDR-B (Controlled Internal Drug Release Dispenser)	17
4. <u>Prostaglandinas</u>	18
E. EL CICLO ESTRAL BOVINO	19

1.	<u>Fases del ciclo estral bovino</u>	20
a.	Fase estrogénica o folicular	20
b.	Fase luteal	21
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	24
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	24
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	24
C.	MATERIALES, EQUIPOS	25
1.	<u>Materiales de campo</u>	25
2.	<u>Materiales para sincronización de celo</u>	25
3.	<u>Materiales para Inseminación Artificial</u>	25
4.	<u>Materiales para la detección de preñez por palpación</u>	26
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	27
1.	<u>Parámetros reproductivos</u>	27
2.	<u>Parámetros productivos</u>	27
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	27
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	27
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	28
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	30
A.	EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LAS VACAS APLICANDO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO VERSUS PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST	30
1.	<u>Porcentaje de presentación de celos, (%)</u>	30
2.	<u>Repetibilidad del celo</u>	31
3.	<u>Servicio por concepción, N° de vacas</u>	33
4.	<u>Numero de vacas preñadas</u>	35
B.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LAS VACAS APLICANDO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO	37

PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y SINTÉTICA
CLOPROSTENOL SÓDICO

1.	<u>Peso Inicial, Kg</u>	37
2.	<u>Peso a la Preñez, Kg</u>	40
3.	<u>Condición Corporal Inicial</u>	42
4.	<u>Condición Corporal a la preñez</u>	44
C.	PROTOCOLO DE INSEMINACIÓN	45
1.	<u>Limpieza del área</u>	47
2.	<u>Disposición de la pistola de inseminación</u>	47
3.	<u>Técnica de inseminación</u>	48
4.	<u>Registro</u>	50
D.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	50
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	52
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	53
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	54
	ANEXOS	

RESUMEN

En la unidad de Asistencia Técnica del Ministerio de Agricultura , Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), del cantón Chillanes, se evaluó dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo como tratamiento para la sincronización del estro, se utilizó P4 + PGF2alfa (Cloprostenol Sódico) y P4 + PGF2alfa (Dinoprost) con 10 repeticiones, cada unidad experimental estuvo conformada por una vaca, los resultados se sometieron a estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión, por lo que se determinó que la fertilidad se incrementó al utilizar cloprostenol sódico (T1), basados en el número de vacas preñadas que fue del 80% del total del hato. Las vacas presentaron un mejor comportamiento reproductivo al utilizar Cloprostenol Sódico (T1) ya que existió una menor repetibilidad de servicios, tasa de concepción (80%), tasa de preñez, y menor número de servicios por concepción (1,40+/-0,52). El protocolo de inseminación a tiempo fijo con la aplicación de hormona natural (P4+PG2alfa Dinoprost) es el más eficiente, ya que se consigue mayor peso inicial a la preñez (397,30 Kg +/-26,09), peso a la preñez (402,60 Kg,+/-26,65) condición corporal inicial (2,78+/-0,09) y condición corporal a la preñez (3,18+/-0,16). Los costos del protocolo de inseminación fueron menores al utilizar el Cloprostenol Sódico el valor económico por tratamiento fue de 81,75 dólares, en tanto que al utilizar la prostaglandina natural (T2), el costo se eleva a 85,50 dólares americanos.

Palabras clave: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL – GANADO BOVINO - PROSTAGLANDINA NATURAL - PROSTAGLANDINA ARTIFICIAL.



ABSTRACT

In the Technical Support Unit of the Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fishing of Chillanes canton, two artificial insemination protocols on a fixed time basis were evaluated as a treatment to synchronize the estrus. Ten repetitions of Cloprostenol Sodium and Dinoprost were used during this treatment. Each experimental unit consisted of a cow and the results were assessed using descriptive statistics with central tendency and dispersion measures. It was determined that the use of Cloprostenol Sodium favored the fertility rate due to the fact that 80% of the total cows of the herd got pregnant. The cows showed a better reproductive behavior when using Cloprostenol Sodium because less treatments had to be applied, 80% of conception rate, pregnancy rate and a smaller number of inseminations per conception (1,40 +/- 0,52). The insemination protocol on a fixed time basis using the natural hormone Dinoprost is more efficient because the initial pregnant weight is better (397 , 30 Kg +/-26,09), pregnancy weight (402,60 Kg +/-26,65), initial body condition (2,78 +/-0,09) pregnancy body condition (3,18 +/-0,16). The costs of the insemination using the Cloprostenol Sodium were lower; it cost USD 81,75 per treatment. On the other hand, when using the Natural Prostaglandin, the cost raises to USD 85, 50.

Key words: ARTIFICIAL INSEMINATION, CATTLE, NATURAL PROSTAGLANDINE, ARTIFICIAL PROSTAGLANDINE



LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE LIBERACIÓN CONTROLADA DE PROGESTERONA ADMINISTRADOS A GANADO BOVINO PARA CONTROL DEL CICLO ESTRAL.	17
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CHILLANES.	24
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	26
4.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LAS VACAS APLICANDO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO.	31
5.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LAS VACAS APLICANDO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO.	38
6.	EVOLUCIÓN ECONÓMICA DE LA EFICIENCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO UTILIZANDO HORMONAS NATURALES VERSUS HORMONAS SINTÉTICAS EN VACUNOS.	51

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero.	8
2. Perfil típico de progesterona en plasma obtenido mediante la utilización del dispositivo intravaginal CIDR.	16
3. Esquema de aplicación del CIDR.	18
4. Etapas del ciclo estral bovino.	23
5. Repetibilidad de servicios en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.	32
6. Servicios por concepción en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.	34
7. Evaluación de la preñez de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas criolla	37
8. Evaluación del peso inicial de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas.	40
9. Evaluación del peso a la preñez de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas.	42
10. Evaluación de la condición corporal inicial de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas.	43
11. Evaluación de la condición corporal a la preñez de dos protocolos	45

de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas.

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Repetibilidad de servicio en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
2. Servicios por concepción en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
3. Preñez en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
4. Tasa de concepción en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
5. Peso inicial en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
6. Peso a la preñez en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
7. Condición corporal inicial en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.
8. Condición corporal a la preñez en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

I. INTRODUCCIÓN

La situación económica mundial actual requiere de prácticas de manejo eficaz, eficiente para mejorar la rentabilidad de las fincas de producción de leche. Aunque los sistemas de manejo de los hatos lecheros comerciales difieren en distintas partes del mundo, el objetivo reproductivo principal es preñar a las vacas lecheras lo más rápido posible después del parto. Sin embargo, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente en las últimas décadas llevando a disminuir la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras aumentando el intervalo entre partos debido a que no desarrollan una actividad ovárica regular durante el posparto, influyendo los días abiertos sobre la rentabilidad económica de la finca debido a la disminución de la fertilidad de las vacas en edad productiva y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo. Una alternativa para superar las particularidades del ciclo estral y de comportamiento del ganado es el desarrollo de protocolos que permitan a los productores inseminar las vacas, de manera que se elimine el tiempo y labor requeridos para detectar el celo, teniendo en cuenta, que un protocolo exitoso requiere un control preciso del desarrollo folicular y regresión del cuerpo lúteo

El sistema de producción agrícola - pecuaria que predomina en casi todo el Cantón Chillanes, es el componente bovino, el mismo que se convierte en el rubro principal. El hato bovino de la zona es de doble propósito con la tendencia hacia la producción lechera. Los procesos reproductivos como monta y parto en la mayoría de las fincas o propiedades, ocurren en los potreros sin ningún control, no existe control pre y posparto en las vacas. Además los reproductores en su mayor parte provienen de la misma finca, lo cual resulta perjudicial por la endogamia (consanguinidad) que se produce en los hatos (degeneración de la raza). En el manejo lechero actual, se considera que el concepto de la tasa de preñez cada 21 días es un índice confiable del desempeño reproductivo general porque indica la cantidad de vacas preñadas en cada período de 21 días, lo que permite cambios y mejoras rápidas

En la presente investigación se evalúa el mejor protocolo de sincronización de celo en vacas. Permitiendo de esta manera mediante la inseminación artificial mejorar genéticamente la raza de los bovinos existentes en esta zona y por ende incrementar los resultados reproductivos y económicos de todos los productores de este Cantón, que tiene en la ganadería su mayor fuente de ingreso. En el manejo lechero actual, se considera que el concepto de la tasa de preñez cada 21 días es un índice confiable del desempeño reproductivo general porque indica la cantidad de vacas preñadas en cada período de 21 días, lo que permite cambios y mejoras rápidas. Brevemente, la tasa de preñez en 21 días se obtiene al multiplicar la cantidad de vacas detectadas en celo y enviadas a servicio en 21 días (es decir, la cantidad de vacas inseminadas/ la cantidad de vacas elegibles para ser inseminadas en el rodeo) por la tasa de concepción. Los dispositivos intravaginales y/o implantes subcutáneos a base de diferentes hormonas y diferentes concentraciones de ellas, se están usando en los últimos años con resultados variables.

Por lo que se busca estimar los valores reproductivos de vacas para optimizar la reproducción de bovinos criollos, con la aplicación de dos protocolos de inseminación artificial. Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron:

- Evaluar la fertilidad en vacas en base a la utilización de dos tipos de protocolos de Inseminación Artificial con hormonas naturales, artificiales e implante intravaginal (CDR).
- Determinar el efecto de los protocolos de sincronización sobre el comportamiento reproductivo de las vacas.
- Determinar los costos por hembra preñada y sincronizada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. MANEJO REPRODUCTIVO EN BOVINOS LECHEROS

Bó (2002), afirma que los beneficios de un manejo reproductivo planificado en bovinos lecheros incluyen la predeterminación de la fecha de parto y por lo tanto de la producción; la posibilidad de facilitar la implementación de la inseminación artificial reduciendo las tareas en relación a la detección de celo e incrementando la eficiencia reproductiva global del hato. La adopción de sistemas de manejo de los ciclos estrales en los bovinos lecheros adquiere hoy mayor importancia dada la necesidad de hacer eficientes los sistemas productivos, aumentando la producción durante la vida útil del animal, tratando de reducir los intervalos parto concepción logrando de esta manera aumentar el número de días productivos de los animales. Los sistemas de producción pastoriles como el de nuestro país poseen una estacionalidad natural lo cual hace necesario un sistema en el cual las vacas sean preñadas en fechas preestablecidas. Se ha dicho que la introducción de un manejo reproductivo planificado provoca una mejora en la eficiencia reproductiva de los hatos. Es necesario entonces recordar los parámetros usados para evaluarlos, así como los objetivos a lograr:

- Intervalo entre partos: 12.4 - 12.7 meses < 13
- Servicios por concepción: < 2.2
- Vacas preñadas con 3 o menos servicios: 85 - 88 %
- Intervalo Parto concepción : < 110

Bó (2002), menciona que de todos los parámetros planteados los más utilizados de rutina para evaluar los programas de manejo reproductivo son los días abiertos o el de intervalos parto concepción. El día abierto implica pérdidas de ingresos por más días de lactancia, más días de seca y menos terneros por año. El día abierto en vacas normales está compuesto por el puerperio fisiológico que son los días necesarios para que aparezca un primer celo después del parto, que es un promedio de no menos de 45 y un máximo de 60 días. Este período, llamado período de espera voluntario, no puede ser modificado sustancialmente debido a que responde a variables fisiológicas. Los otros componentes de los días abiertos

están originados en fallas en la detección de celos y fallas en la concepción, lo cual implica, en ambos casos adicionar 21 días del nuevo ciclo estral a los días abiertos.

Bó (2002), expone que la justificación principal de la introducción de un programa de manejo reproductivo en hatos lecheros radica en la optimización de la detección de celos y la mejora en las tasas de concepción. Recordemos que la tasa preñez resulta del producto entre la tasa de detección de celos y la tasa de concepción, y que la tasa de concepción es el número de vacas preñadas sobre el número de vacas inseminadas. Lo que significa que la eficiencia en la detección de celos va a afectar directamente las tasas efectivas de preñez del hato.

B. FACTORES QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE UN BUEN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Adolfo (2006), señala que el éxito de un plan de inseminación artificial, medido como el número de preñeces logradas, depende de un cúmulo de factores que deben ser tenidos en cuenta. Mediante el uso de semen congelado de toros (con pruebas de progenie) se puede realizar un mejoramiento genético del rodeo, orientado hacia ciertas características previamente evaluadas. Sin embargo, los resultados de la inseminación medidos en porcentajes de preñez no serán mejores que los que se pudiesen lograr con la utilización del servicio natural con toros aptos; y pueden ser sensiblemente peores de no encararse correctamente. En este sentido, los factores a considerar son: el porcentaje del rodeo detectado en celo e inseminado, la fertilidad del rodeo y del semen y la eficiencia del inseminador. Uno de los primeros eslabones en la cadena es la identificación de los vientres en celo. Debemos asegurarnos que al inicio de la temporada de servicio un número adecuado de hembras esté ciclando.

Adolfo (2006), menciona que dado que el ciclo estral del bovino tiene una duración que oscila entre los 18 y los 24 días, si todas las hembras estuvieran ciclando y las detectásemos en su totalidad, deberíamos observar una tasa de celo diaria de entre el 4 y el 5%. Una reducción en este índice puede significar que nuestro rodeo no se encuentra ciclando en su totalidad o que nuestra

detección de hembras en celo posee algunas deficiencias. La detección de celo es, por lo tanto, un elemento clave para el éxito de un programa de inseminación.

1. Fertilidad de la hembra

Adolfo (2006), a fin de lograr una preñez dice que debemos asegurarnos de inseminar a la hembra dentro del período de máxima fertilidad. Para ello es aconsejable que el semen sea depositado en el tracto genital, previo a la ocurrencia de la ovulación. La hembra bovina ovula 12 horas después de la finalización del celo y es por ello que para determinar el momento de la siembra se utiliza la llamada regla AM - PM. Es decir, que todo lo que se observa en celo por la tarde es inseminado en la mañana siguiente y viceversa. Diversos factores pueden afectar la fertilidad de los vientres inseminados: todo aquello que esté relacionado con un incremento del estrés del animal tiene efecto negativo sobre la fertilidad. Ello se debe a que se produce un aumento en la liberación de cortisol, el cual a su vez ejerce un efecto inhibitorio sobre la secreción de hormona luteinizante, la cual es determinante para la ovulación.

Cabrera (2012), indican que otro tema fundamental es el estado nutricional de las vacas, puesto que se ha observado que las hembras que están perdiendo peso tienen una fertilidad menor que aquellas que se hallan en balance nutricional positivo. Por último, pueden existir problemas sanitarios que produzcan fallas en la concepción y/o pérdidas embrionarias si se presentan infecciones virales. Las concentraciones de animales durante los manejos son necesarias para realizar los trabajos, es ideal para la transmisión de estas enfermedades.

2. Fertilidad del semen

Adolfo (2006), asegura que dado que el semen es responsable del 50% del éxito del proceso de fertilización, es lógico que para lograrla la calidad del mismo tenga que ser óptima. Para ello, es recomendable la adquisición de semen congelado (pastillas o pajuelas) en centros que tengan un adecuado control de calidad. Sin embargo, debe asegurarse que esta fertilidad óptima se mantenga hasta el momento que el semen se deposita en el útero de la vaquillona o vaca. Una de

las precauciones a tomar apunta a mantener los niveles de nitrógeno líquido en el termo dentro de los márgenes de seguridad recomendados por el fabricante. Asimismo debe evitarse exponer las pajuelas o pastillas a cambios bruscos de temperatura cuando se realizan traslados de canastos a otros termos, o cuando se efectúan extracciones para la realizar inseminaciones. Debe tenerse en cuenta que las variaciones de temperatura producen cambios en la cristalización en el espermatozoide, los cuales son dañinos para el mismo. Otro punto crítico es la descongelación de la pajuela o pastilla. A fin de lograr la máxima supervivencia de espermatozoides el descongelado debe realizarse en agua a 35-37° por un período de 30 segundos (pajuelas) a un minuto (pastillas). Finalmente, un último punto a tener en cuenta es el tiempo de permanencia del semen descongelado en el "baño María": el mismo no debe exceder los 15 minutos. Luego de este tiempo se inicia una disminución de la calidad del semen descongelado (caída en la motilidad y en la integridad acrosómica).

3. Eficiencia del inseminador.

Cabrera (2012), indican que dentro de este concepto se engloban varios factores que hacen a una buena inseminación y uno de ellos apunta a una higiene de la zona perineal, a fin de evitar introducir elementos contaminantes en el útero. Otro aspecto fundamental es la suavidad y rapidez con la que se logra franquear el cérvix con la pipeta o jeringa; un pasaje rápido y no traumático ayuda a lograr altos índices de preñez. Por otro lado, se debe tener en cuenta el lugar de depósito o siembra del semen. Este último debe ser colocado en el cuerpo del útero inmediatamente por delante del orificio anterior de la cerviz, asegurándonos que la mayor proporción de espermatozoides permanecerán en el útero. Otro detalle que puede colaborar a la mejora de los índices de concepción es la realización de un masaje de clítoris en vacas adultas por 10 segundos. Este masaje puede incrementar hasta un 5% los porcentajes de preñez por servicio en esta categoría de animales. Finalmente, es fundamental realizar un adecuado archivo de los datos de cada inseminación. El registro de las fechas de celo puede ayudar a determinar los días en los que posiblemente ocurra el próximo celo si las hembras no han quedado preñadas, siendo esto una ayuda importante (Adolfo, 2006).

C. FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL BOVINO

1. Control neuroendocrino del ciclo estral

Callejas (2005), describe que el ciclo estral está regulado por una interacción hormonal regida por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero como se observa en la Hipotálamo: 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.

Cabrera (2012), indican que la hipófisis está formada por una parte anterior o adenohipófisis y una posterior o neurohipófisis Estimula la producción de hormonas por parte del tiroides. Hormona estimulante de la corteza suprarrenal (ACTH) o corticotropina. Estimula la producción de hormonas por parte de las glándulas suprarrenales. Hormona estimulante del folículo (FSH). 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 esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroideogénesis 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 hipofisiarias 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. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. La neurohipófisis almacena la oxitocina producida en el hipotálamo. 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, gráfico 1.

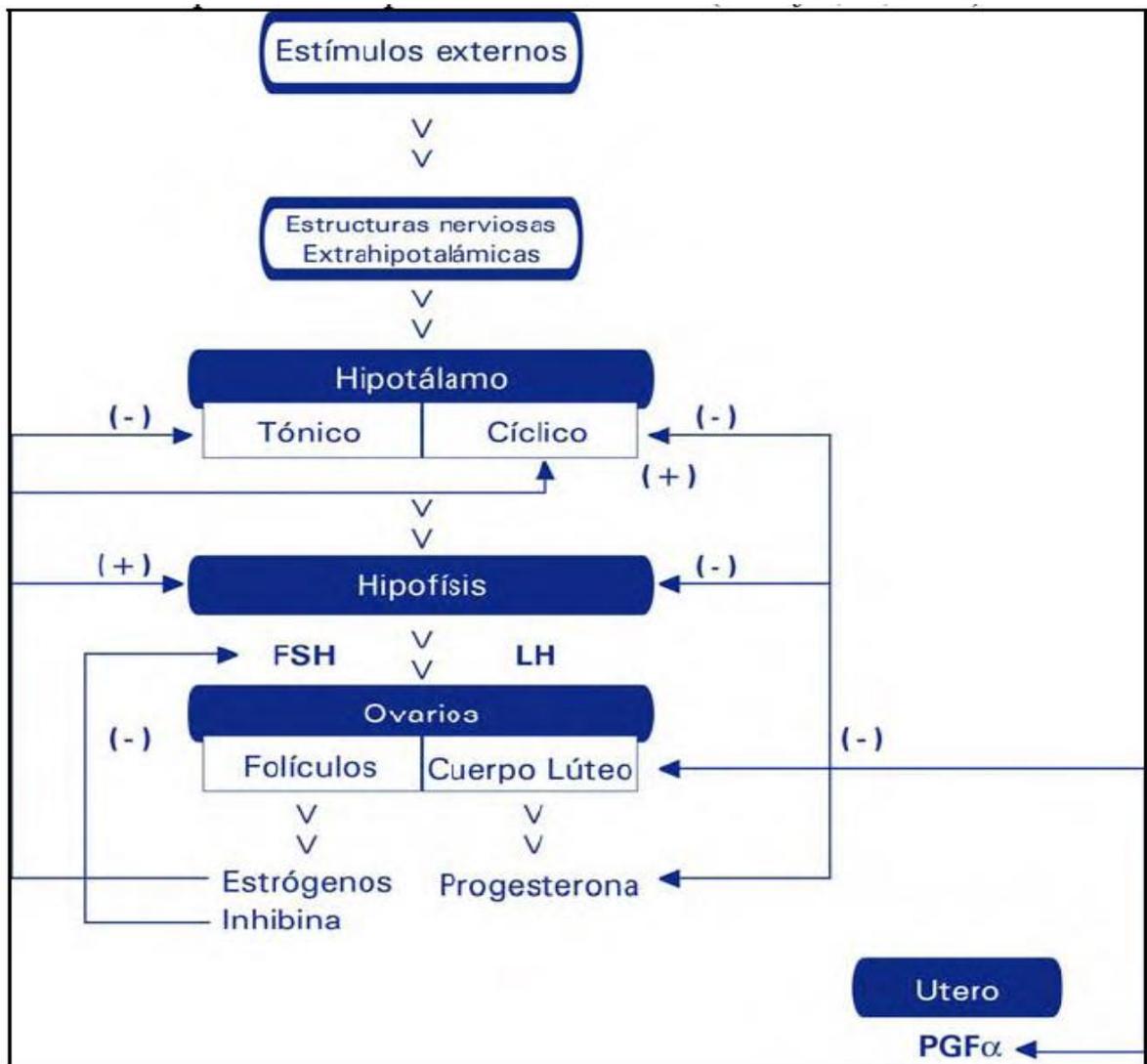


Gráfico 1. Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero.

Callejas (2005), señala que el control neurológico del ciclo estral en:

- Ovarios: Son glándulas exócrinas (liberan óvulos) y endócrinas (secretan hormonas). Entre las hormonas de los ovarios podemos citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y con acciones sobre 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 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.

- 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. Foliculogénesis

Palomares (2009), manifiesta que al final de la gestación la frenética actividad de la atresia folicular hace que en apenas 20 semanas la dotación folicular del feto se haya reducido de 1 o 2 millones a sólo 300.000, que llegarán a la pubertad. La foliculogénesis es el proceso de formación de folículos maduros capaces de ovular a partir de los folículos primordiales que yacen estáticos en el ovario. Este proceso puede ser dividido, de acuerdo con las características fisiológicas de cada grupo de folículos, en las siguientes etapas.

a. Folículos prenatales

Palomares (2009), expone que los folículos prenatales se dividen en: Folículos primordiales: Formados prenatalmente, no permanecen más allá de los 6 meses de vida postnatal. Están constituidos por ovocitos primarios rodeados de una única capa de células de la granulosa, sin zona pelúcida, rodeados por algunas células de la pregranulosa y envueltos por la membrana basal. (Raga, 2017) menciona que su evolución es independiente de las gonadotrofinas. Componen el stock de folículos formados durante la vida fetal que se van a desarrollar durante la vida reproductiva de la hembra. Esos folículos en estado de quiescencia son caracterizados por un oocito en la profase de primera división meiotica.

Colazo (2000), menciona que el folículo primario: Aumenta el volumen del ovocito y las células epiteliales adquieren una morfología cúbica, produciendo MPS, que originan un halo translúcido alrededor del ovocito conocido como zona pelúcida, atravesada por procesos citoplasmáticos de las células de la granulosa, que la mantienen en contacto íntimo con el ovocito. El mecanismo determinante del paso del estadio de folículo primordial a folículo primario, en el cual las células de la granulosa crecen y se multiplican no es totalmente conocido.

Asprón (2004), manifiesta que el folículo secundario (120 u), proliferan las células de la granulosa formando varias capas y uniéndose entre ellas mediante GAPS. En las áreas en que se pierde la unión entre las células de la granulosa se forman unas lagunas conocidas como cuerpos de Call–Exne, previo a la formación del antro por su confluencia. Se diferencian e hipertrofian las células tecales, las internas al final del estadio primario están separadas de la granulosa por una membrana basal impermeable y las externas formadas por compresión del estroma circundante ante la expansión folicular. La granulosa desarrolla receptores para FSH, estrógenos y andrógenos. Con la teca el folículo adquiere un suministro sanguíneo y las células tecales desarrollan receptores para la LH.

Ascoli (2006), reporta que los folículos estrogénicos también sobresalen por su habilidad para resistir la atresia y pasar a los estadios finales de maduración. Estos folículos tienen el potencial de tornarse ovulatorios cuando son expuestos a un ambiente endocrino adecuado, especialmente en la presencia de un patrón pulsátil de LH con alta frecuencia.

b. Folículos antrales, terciarios o madurantes

Echeverrías (2006), la coalescencia de los cuerpos de Call–Exner conduce a la formación del antro folicular, inicialmente semilunar, desplazando a las células de la granulosa que, rodeando el ovocito, permanecen íntegras formando el cumulus. El líquido folicular. La formación del fluido que prellena la cavidad antral ocurre en folículos con diámetro alrededor de 0,2 – 0,4 mm, luego posterior a la formación del antro, los folículos entran en un rápido periodo de crecimiento, marcado por la

alta proliferación celular en consecuencia los elevados índices mitóticos se observan en folículos entre 0,7 y 1,5 mm declinando cuando alcanzan los 2,2 mm.

c. Folículos preovulatorio, ovulatorios o maduros

Campbell (2001), expresa que los folículos preovulatorios, denominados también folículos estrogénicos, alcanzan un desarrollo máximo de 15 mm. El cumulus oophorus está arrinconado y constituido por la corona radiada (células de la granulosa que envuelven al ovocito), la zona pelúcida (microvillis en el espacio previtelino), la membrana vitelina (membrana del ovocito), la vesícula germinal (citoplasma del ovocito) y la mancha germinal (núcleo del ovocito). El folículo dominante secreta más del 80% del estradiol y también es responsable por el 55% de la inhibina liberada en la circulación.

d. La ovulación

Fortune (2001), dice que en los bovinos, la ovulación se presenta al azar con respecto al ovario que contiene el cuerpo lúteo previo. El desarrollo folicular se produce en ondas. Las ondas foliculares son el desarrollo armónico y simultáneo de varios folículos antrales funcionando a través de estadios integrados de reclutación, selección y dominancia folicular (Palomares, E. 2009). Durante el ciclo folicular, se presentan generalmente dos curvas de actividad folicular; la primera al inicio y la segunda a mitad del ciclo. De la primera surge un folículo dominante (menor a 5 mm de diámetro) que aumenta su tamaño (por encima de los 10 mm de diámetro) entre los días 5 y 11 para luego experimentar atresia.

Campbell (2001), menciona en la segunda fase, surgen varios folículos productores de estrógenos y de ellos, uno es el dominante y el que controla el destino de los demás, al haber adquirido el tamaño adecuado, cumple la última fase de crecimiento y se constituye en un folículo preovulatorio (maduro), listo para ovular, que se expande ligeramente sobre la superficie del ovario para luego ser liberado. El folículo dominante secreta más del 80% del estradiol y también es responsable por el 55% de la inhibina liberada en la circulación. Los folículos preovulatorios comienzan a segregar $17\text{-}\beta$ estradiol, que al aumentar induce el

comportamiento estral. El pico de estradiol coincide con valores decrecientes de progesterona, lo que desencadena el pico de LH, luego del cual, si hay folículos maduros, se produce la ovulación.

Hafez (2007), una vez el folículo se rompe y libera el óvulo, la cavidad se retrae y comienza a llenarse gradualmente de células luteales, que conformarán el cuerpo lúteo. Este cuerpo lúteo alcanza su madurez a los 7 días y se mantiene activo por 8 a 9 días (total: 15 a 17 días), para luego involucionar quedando como pequeñas cicatrices conocidas como cuerpo albicante. La ovulación ocurre entre 10 y 11 h después de finalizado el estro (o 30 h después de comenzado el estro), salvo en la primera ovulación post parto que se produce sin signos aparentes de celo.

e. El cuerpo lúteo

Palomares (2009), describe que el CL es una glándula endocrina temporal que se forma, después de la ovulación, a partir de los tejidos que hacían parte de folículo. Así, el CL puede ser visto como la etapa terminal del desarrollo folicular. El CL presenta áreas enmarcada ecogenicidad dentro del estroma ovárico. Muchos cuerpos lúteos aparecen como masas de tejido sólido, pero también pueden contener cavidades con fluidos Masa amarilla de estructura celular que actúa como glándula endocrina responsable de segregar progesterona (hormona responsable, sobre todo, del aumento de la temperatura corporal en la segunda parte del ciclo). El cuerpo amarillo tiene dos destinos según el óvulo haya sido fecundado o no. En base a exámenes de ultrasonido en vaquillas, el 79% de los CL de aspecto normal contienen cavidades en algunos casos <2 y en otros >10 mm de diámetro en algún momento del ciclo estral e inicio de la preñez. Las características ultrasonográficas del CL, como diámetro transversal, área lútea y ecogenicidad han sido relacionadas con la estructura y funcionamiento luteal. A pesar de que el ultrasonido es más preciso que la palpación rectal para evaluar los folículos, es difícil distinguir entre un CL en desarrollo. La progesterona es el principal producto de secreción del cuerpo lúteo. Esta hormona actúa básicamente sobre los órganos genitales de la hembra, siendo responsable de la preparación del útero para el establecimiento y mantenimiento de la gestación

f. Luteolisis

Asprón (2004), afirma que el CL tiene un ciclo de maduración y regresión similar a la del folículo. En la cavidad dejada por el folículo roto se forma una estructura similar a un coágulo, el cuerpo hemorrágico, que se transforma en CL hacia el día 5 del ciclo (día 0 = estro). El CL es totalmente funcional del día 5 al 15 del ciclo y a partir de este momento, si la vaca no resulta preñada, empieza a involucionar dejando de secretar progesterona, mientras se produce el desarrollo del folículo que ovulará tras el siguiente estro. Al atrofiarse el CL, se convierte en cuerpo albicante y permanece visible en el ovario durante varios ciclos.

Bavera (2005), menciona que la regresión del CL se debe a la presencia de un factor luteolítico como la PGF- 2 α , producida por el miometrio durante todo el ciclo estral y alcanza su concentración máxima en el momento de la lúteolisis. Durante ese periodo la secreción de PGF-2 α es pulsátil en razón de 3 a 4 pulsos por día. Se ha establecido que son necesarios de 5 pulsos para que ocurra la lúteolisis completa. Los mecanismos de lúteolisis no están totalmente claros pero hay evidencia de que la involución estructural del cuerpo lúteo es mediada por la apoptosis. La lúteolisis puede ser bloqueada por la trofoblastina (también llamada interferón t), que es producida durante el periodo próximo a la implantación del embrión, en los días 15 a 25 posteriores a la ovulación y fecundación. Los elementos residuales del folículo recién ovulado se reorganizan en una estructura denominada cuerpo lúteo, cuya principal función será la de secretar *progesterona*. Las células de la granulosa y células de la teca se convertirán en células lúteas por medio del proceso de luteinización, secretando así progesterona en lugar de estrógeno. En la mucosa del oviducto y del útero, la progesterona estimula la secreción de sustancias que nutrirán al embrión hasta que este comience a hacerlo a través de la placenta. La mucosa se caracteriza, por presentar muchos pliegues longitudinales. Estos pliegues se encuentran en las 4 regiones del oviducto, pero son más pronunciados en la ampolla sitio en el que se ramifican; en las otras regiones los pliegues de la mucosa se reducen hasta convertirse en elevaciones bajas

D. MÉTODOS PARA SINCRONIZACIÓN DE CELOS

1. Administración controlada de progesterona para sincronización del celo en ganado bovino

Larocca (2005), indica que en su investigación explica que los métodos para sincronización del celo, son terapias hormonales que se basan en el efecto luteolítico de la prostaglandina F2 α , el efecto lúteo de los progestágenos o el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandina F2 α . Actualmente existen diferentes métodos de sincronización del celo, uno de los cuales implica la utilización de prostaglandina F2 α y progesterona.

En primer lugar, la prostaglandina provoca una rápida regresión del cuerpo lúteo del ovario e inhibe la producción de progesterona endógena. A continuación se administra progesterona exógena durante 7 a 12 días en niveles supraluteales, es decir, se debe alcanzar una concentración de progesterona en plasma mayor a 1 o 2 ng mL⁻¹. Esta progesterona actúa como un cuerpo lúteo artificial e inhibe el celo. Por último, se suspende la administración de la progesterona provocando la caída rápida de la misma a niveles subluteales y se presenta el celo seguido de la ovulación. Para administrar la progesterona en la forma requerida, se han diseñado y comercialmente, dispositivos de liberación controlada, entre los cuales los más difundidos son los dispositivos intravaginales.

2. Progestágenos

Walker (2010), reporta que la progesterona (P4), es la hormona encargada del mantenimiento de la gestación, puesto que proporciona el estímulo hormonal que es requerido para el desarrollo uterino y posterior implantación placentaria, además de mantener la inmovilidad uterina, también es conocido que la progesterona (P4), es el principal de los progestágenos. Junto con los estrógenos, los progestágenos forman el binomio hormonal femenino por excelencia. Es la hormona responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios en una mujer, y sirve para mantener el embarazo. Da a conocer que

el fundamento de su empleo es que tanto la progesterona endógena como la exógena bloquean la liberación de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) y cuando se retira se produce un incremento gradual de la concentración de estas gonadotropinas, principalmente de la LH que culmina en una oleada ovulatoria; aproximadamente a las 48 horas después de retirado el efecto de la progesterona en el caso de las vacas que responden al tratamiento. El norgestomet actúa como un cuerpo lúteo artificial, sensibilizando el eje hipotálamo-hipofiso-gonadal.

Walker (2010), agrega que la progesterona tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 ng/ml), provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina), produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la caída de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ml), inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH, que es seguido por la ovulación, en el gráfico 2, se ilustra el Perfil típico de progesterona en plasma obtenido mediante la utilización del dispositivo intravaginal CIDR.

3. Dispositivos intravaginales para sincronización del celo

a. Ventajas del uso de dispositivos intravaginales

Cappadoro (2013), expone que los dispositivos de liberación controlada intravaginales se prefieren por el momento debido a las siguientes razones:

- Al ser removibles, la terapia hormonal finaliza cuando el dispositivo es retirado produciendo una brusca caída en la concentración plasmática de la hormona.

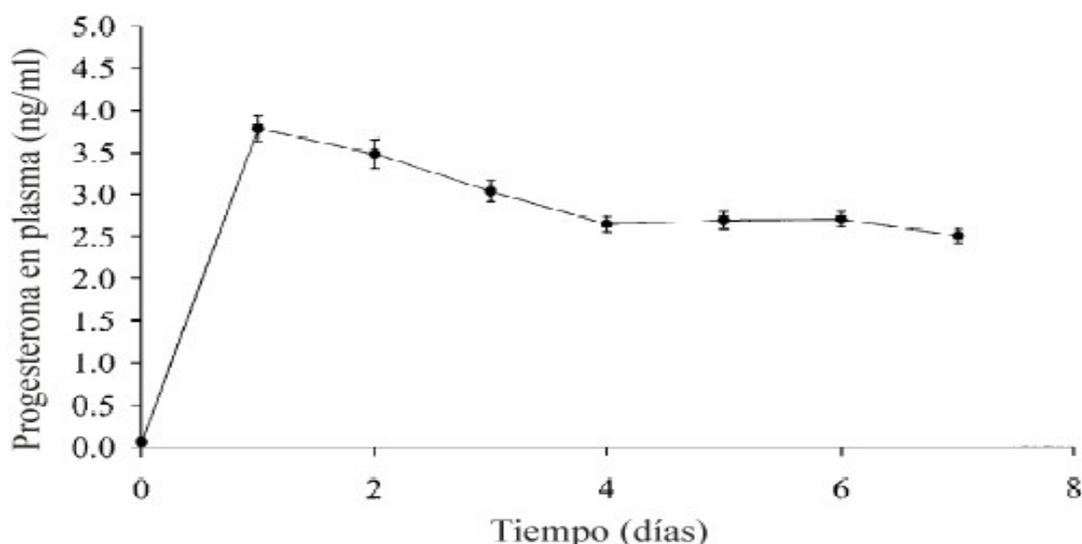


Gráfico 2. Perfil típico de progesterona en plasma obtenido mediante la utilización del dispositivo intravaginal CIDR.

- Dadas las características de la progesterona, su absorción es óptima a través de mucosas, siendo la mucosa vaginal la más adecuada porque es de fácil acceso (respecto a otras mucosas como la intestinal), tiene un epitelio permeable a un amplio rango de drogas y posee una gran área superficial y muy buena irrigación. Además, dependiendo del diseño del dispositivo, la vagina asegura una adecuada retención del mismo. Se evitan daños en la piel y en tejidos debido a reiteradas inyecciones

b. Dispositivos comerciales

Cappadoro. (2013). En la actualidad manifiesta que se comercializan distintos tipos de dispositivos intravaginales utilizados para la administración de hormonas al ganado bovino con el objetivo de sincronizar el ciclo estral. Además pueden encontrarse otros dispositivos no comerciales. Los dispositivos pueden incorporar progesterona natural, progestágenos sintéticos y compuestos no progestágenos. A continuación se describirán los sistemas de liberación controlada que incorporan progesterona natural, como se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE LIBERACIÓN CONTROLADA DE PROGESTERONA ADMINISTRADOS A GANADO BOVINO PARA CONTROL DEL CICLO ESTRAL.

Dispositivo	Polímero
PRID	Silicona
CIDR-B	Silicona Poli(œ)-caprolatona
INVAS	Silicona
Tubo de RAjamehendran	Silicona
Esponjas	Poliuretano
IBD	

Fuente: Cappadoro (2013).

c. CIDR-B (Controlled Internal Drug Release Dispenser)

Quito (2012), describe que este dispositivo fue desarrollado como una alternativa al sistema PRID y se comercializa en más de 20 países. El CIDR-B es un dispositivo intravaginal que contiene progesterona micronizada (1,9 g) uniformemente distribuida en caucho de silicona que recubre una espina deformable de nylon, preformada con forma de T, que facilita su inserción y remoción. El dispositivo se fabrica por moldeo por inyección e involucra temperaturas elevadas (195 °C). La mezcla de silicona y progesterona se mantiene a esa temperatura por un período de 50 a 60 segundos. Luego del curado, el dispositivo se retira de la matriz y se enfría.

Quito (2012), el CIDR-B se utiliza generalmente por períodos de 7 a 12 días. Para la aplicación debe utilizarse un sistema especialmente diseñado para ese fin. La literatura reporta porcentajes de retención elevados, entre 92 y 99,5%. Los patrones de liberación, *in vitro* e *in vivo*, no difieren sustancialmente con los alcanzados con el PRID, y la cinética de liberación depende de la raíz cuadrada del tiempo. El contenido residual de hormona luego de la remoción tampoco difiere mucho. Sin embargo, ligeras modificaciones de la forma y espesores de la

matriz de silicona han permitido reducir la carga residual de progesterona a menos del 65% de la carga inicial. Otro mejoramiento de este dispositivo se ha alcanzado a través de la utilización de poliésteres biodegradables para su manufactura, como se ilustra en el Gráfico 3.

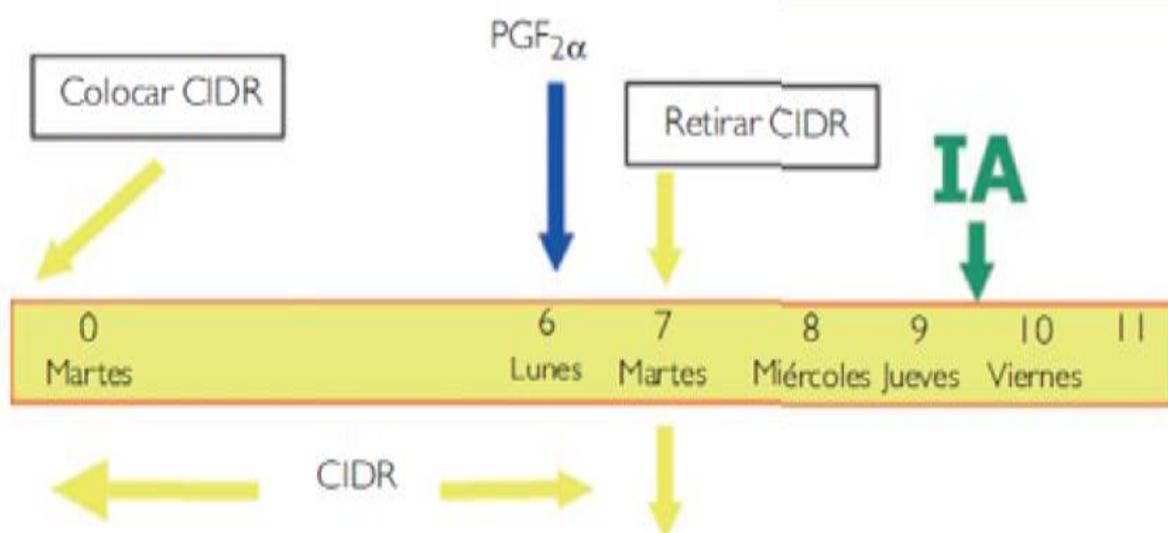


Gráfico 3. Esquema de aplicación del CIDR.
Fuente: Domínguez (2001).

4. Prostaglandinas

Lara (2013), define que estos son ácidos grasos insaturados de veinte carbonos derivados del ácido prostanóico. Dependiendo de la estructura química del anillo ciclo pentano, las prostaglandinas se dividen en cuatro grupos A, B, E Y F, cada grupo posee diferentes propiedades fisiológicas y farmacológicas. La acción biológica más grande de las prostaglandinas en los bovinos es su poder de producir la regresión del cuerpo lúteo. Una inyección de prostaglandina aplicada entre el día 6 y el día 16 (momento de la descarga natural de PGF_{2a}), del ciclo inducirá la regresión del cuerpo lúteo que finaliza la fase luteínica. Como consecuencia, se inicia una nueva fase folicular y el animal presentará celo y ovulará. Debido a que las prostaglandinas tienen actividad luteolítica, las hembras deben estar ciclando normalmente para que sean efectivas. Cabe mencionar que la prostaglandina solo es efectiva después del día 6 o 7 del ciclo. La fertilidad subsiguiente a la luteolisis con PGF_2 es equivalente a la que se produce en celos espontáneos.

Bó (2002), menciona que la Prostaglandina F2a (PGF) y sus análogos son los agentes farmacológicos más utilizados en programas de sincronización de celos. El tratamiento con PGF causa la regresión del cuerpo lúteo (CL), maduro y se han desarrollado muchos protocolos de sincronización de celos que la utilizan. Uno de los problemas de la sincronización de celos con PGF es la baja fertilidad a los esquemas de IATF. Esto se debe a que el intervalo desde el tratamiento hasta la ovulación es afectado por el estadio del folículo dominante en el momento de la aplicación de la PGF. Por lo tanto, para tener buenas tasas de preñez con estos esquemas es necesario detectar el celo de los animales para realizar la IA a las 12 horas, es decir, que la detección de celos sigue condicionando su aplicación y resultados. En estudios utilizando PGF2oc y sus análogos en programas de sincronización de celos, obtuvo 61,3 y 59,0% de tasas de concepción y preñez respectivamente en un ensayo con 77 vaquillonas Holstein.

E. EL CICLO ESTRAL BOVINO

Hoyos (2009), enuncia que el ciclo reproductivo de la hembra bovina consiste en una serie de eventos físico-químicos, los cuales ocurren en un orden definido dentro de un período de tiempo determinado; este período promedia en 21 días con un rango entre 17 y 24 días. Estos fenómenos van dirigidos a preparar el tracto reproductivo para el momento de receptividad sexual (celo) y la ovulación. Tal actividad se presenta de manera continua a lo largo de todo el año por lo cual se considera a las hembras bovinas como poliéstricas continuas (Hafez, Ese 2007). Durante esta fase, el aparato reproductor de la hembra experimenta transformaciones específicas de tipo morfológico, histológico y hormonal, que al actuar con el sistema nervioso garantizan la eficiencia reproductiva del animal.

Castro (2002), indica que en la aparición del ciclo estral juega un importante papel la nutrición del animal, por ejemplo, en novillas con pobre nivel alimenticio suelen encontrarse ovarios y útero faltos de desarrollo que, generalmente, no presentan celo. Las vacas no reciben suficiente energía durante la primera lactación y pueden dejar de presentar manifestaciones de celo hasta que el equilibrio energético sea más favorable.

1. Fases del ciclo estral bovino

Shearer (2007), conceptúa que el ciclo estral puede desglosarse en cuatro fases: la fase estrogénica (proestro y estro) y la fase luteal (metaestro y diestro). Los estrógenos dominan sólo 4 días de los 21 días del ciclo, mientras que la progesterona domina cerca de 17 días.

a. Fase estrogénica o folicular

Leyva (2009), afirma que su duración es relativamente corta (2 a 6 días en vacas), comprende la involución del cuerpo lúteo hasta la ovulación. Esta fase comprende a su vez dos subfases que son el proestro y el estro

- **Proestro:** El período de proestro se produce alrededor de 2 a 3 días antes de la aparición del estro en la vaca y se caracteriza por el crecimiento folicular y la producción de estrógenos (estradiol). Las glándulas del cuello del útero y la vagina son estimuladas para aumentar la actividad secretora produciendo una fina secreción vaginal. El proestro tiene una duración aproximada de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Al 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. Durante el proestro, la hormona folículo estimulante (FSH), producida por la pituitaria anterior, estimula la formación de un folículo en el ovario. La actividad ovárica durante el proestro es iniciada por la lisis del cuerpo lúteo (CL) del ciclo estral anterior. Los niveles de progesterona son bajos y simultáneamente se está llevando a cabo el crecimiento de un folículo preovulatorio. Pese a que muchos folículos antrales se pueden desarrollar durante este período, solo uno será seleccionado como folículo dominante (FD) y llegará a la ovulación. Este FD se diferencia de los demás folículos (atrésicos) en que es influenciado por las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) incrementando así la síntesis y producción de estrógenos, quienes a su vez van llenando la cavidad antral y haciendo que aumente el diámetro folicular.

- **Estro:** La continua producción de estrógenos por parte del folículo en desarrollo genera un pico en la liberación de hormona luteinizante (LH) y hormona folículoestimulante (FSH) por parte de la glándula hipófisis, lo cual estimula la máxima producción de estrógenos por el folículo. Estos elevados niveles de estrógenos son los responsables del comportamiento y signos propios del celo, sí mismo, estimulan la cantidad y tipo de fluidos (moco) que se produce en los oviductos, útero, cérvix y vagina. El período de estro tiene corta duración (15-18 h.) pero con un amplio rango que va desde 8 hasta 30 h. y con múltiples factores que lo condicionan (genotipo, edad, temperatura, amamantamiento, estrés, etc.). Alrededor de 16- 18 h. después de comenzado el estro (es decir, en coincidencia con su finalización) se produce el pico preovulatorio de LH-FSH el cual es seguido 9- 12 h. más tarde por la ovulación

b. Fase luteal

Leyva (2009), dice que tiene una duración prolongada (16 a 17 días en vacas), caracterizada por la actividad del cuerpo lúteo y comprende las subfases de metaestro y diestro.

- **Metaestro:** La vaca no ovula hasta después de que sale del estro. Por lo tanto, el metaestro es el período en que se produce la ovulación, en otras palabras, es el período siguiente al estro, en él tiene lugar el crecimiento del cuerpo lúteo o amarillo que secreta la hormona progesterona, que es la encargada de mantener la preñez. La LH, producida por la glándula Pituitaria Anterior, se encarga de mantener el cuerpo lúteo en estado funcional y es necesaria para que éste segregue progesterona (Castro, 2002). Esta hormona es la responsable de la preparación del útero para la preñez y la inhibición de la presentación de un nuevo ciclo. este período se presenta entre 3 y 4 días después del celo, el pico de LH y FSH que se ha presentado durante el estro, genera la ruptura del folículo alrededor de unas 30 horas después de haber comenzado la “monta estática”, o aproximadamente entre las 10 y 14 horas de haber finalizado el estro, con la liberación del óvulo dentro del proceso de “ovulación”. Después de la ovulación el óvulo es recogido y transportado por

el oviducto gracias a una gran cantidad de cilias ubicadas dentro de su mucosa, para ser dirigido al encuentro con el espermatozoide en la parte media del oviducto, donde finalmente la fertilización se llevará a cabo.

- Diestro: Durante este período el cuerpo lúteo aparece maduro y como consecuencia se producen grandes cantidades de progesterona. Tal período persiste hasta la desaparición del cuerpo lúteo de no haber fecundación. Los altos niveles de progesterona en plasma pueden situarse alrededor de 6 a 10 ng/ml que se mantendrá si hubo fertilización y gestación, pero que sólo durará 10 a 12 días si no la hubo. Que a los días 16 a 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento de la función del cuerpo lúteo y los niveles de progesterona elevados.
- Si la vaca no está gestante el cuerpo lúteo será destruido por la liberación de prostaglandina producida en el útero. Esta hormona es transportada directamente al cuerpo lúteo donde interfiere con la síntesis de progesterona disminuyendo los niveles sanguíneos de ésta última, lo cual permite que la FSH estimule el crecimiento de un nuevo folículo 3 a 4 días después. Simultáneamente con el rápido crecimiento del folículo dominante de esa onda se da un incremento sustancial de los niveles de estrógenos, lo que hace que el ciclo se repita y la vaca empiece a presentar un nuevo ciclo estral. Esta hormona es transportada directamente al cuerpo lúteo donde interfiere con la síntesis de progesterona disminuyendo los niveles sanguíneos de ésta última, lo cual permite que la FSH estimule el crecimiento de un nuevo folículo 3 a 4 días después.
- Simultáneamente con el rápido crecimiento del folículo dominante de esa onda se da un incremento sustancial estimule el crecimiento de un nuevo folículo 3 a 4 días después. Simultáneamente con el rápido crecimiento del folículo dominante de esa onda se da un incremento sustancial de los niveles de estrógenos.

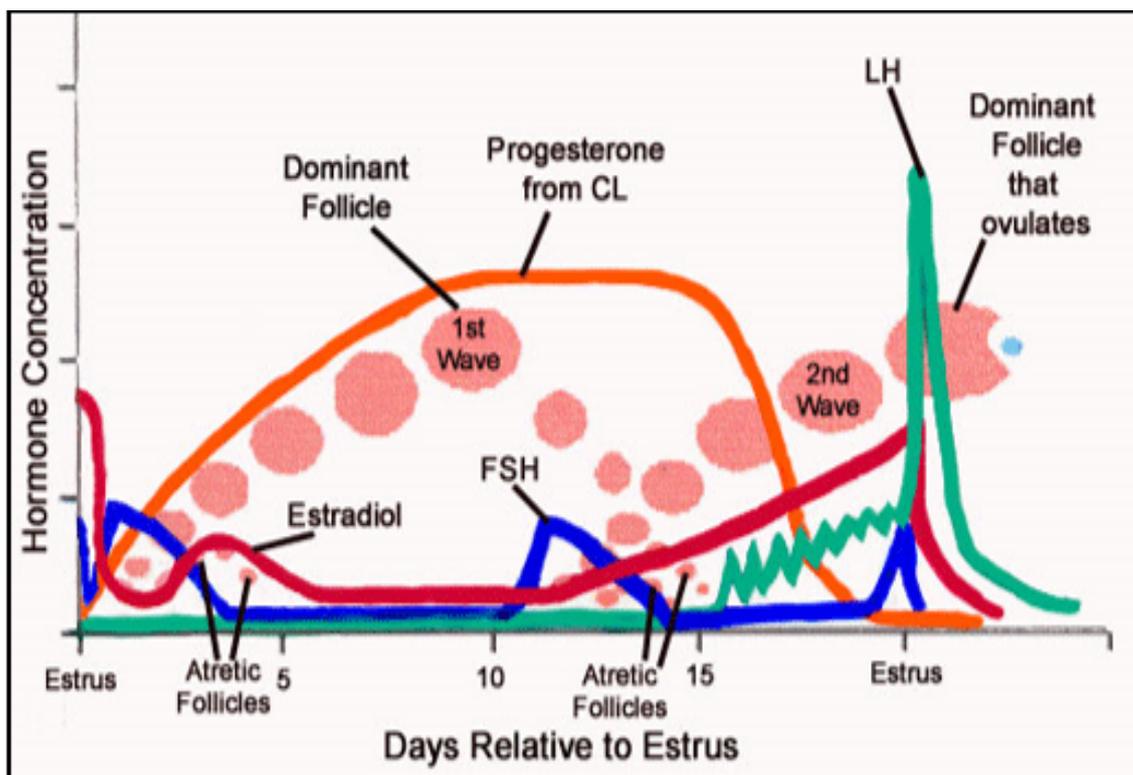


Gráfico 4. Etapas del ciclo estral bovino.
Fuente: Connor (2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en el cantón Chillanes, ubicada en la Unidad de Asistencia Técnica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), calle Sucre y García Moreno, Provincia de Bolívar, la cual tuvo una duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas para el experimento se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CHILLANES.

PARÁMETROS.	VALORES PROMEDIO.
Temperatura ° C	22
Altitud, msnm	1800
Humedad relativa, %	65

Fuente: INAMHI, Estación meteorológica Chillanes (2014).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se utilizó 20 vacas, para lo cual se utilizó dos diferentes protocolos de Inseminación Artificial en la sincronización del estro con P4 + PGF2 α (Cloprostenol sódico) y P4 + PGF2 α (Dinoprost). Además, cada unidad experimental estuvo conformada por una vaca, y 10 animales por tratamiento, dando un total de 20 animales.

C. MATERIALES, EQUIPOS

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación fueron:

1. Materiales de campo

- Equipo de protección personal (overol, botas de caucho).
- Manga.
- Hembras bovinos mayores a 18 meses de edad.
- Tiza marcador.
- Libreta de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Registros de reproducción.
- Vehículo.

2. Materiales para sincronización de celo

- Prostaglandinas F2 α .
- Implante Intravaginal (CDR).
- Jeringuillas.
- Agujas descartables.
- Toallas desechables.

3. Materiales para Inseminación Artificial

- Termo de nitrógeno.
- Termo de descongela pajuelas.
- Pistola de inseminación artificial.
- Vainas descartables.
- Catéteres.
- Pajuelas de semen.
- Guantes ginecológicos descartables.

- Corta pajuelas.
- Pinza porta pajuelas.
- Termómetro.
- Toallas descartables.
- Desinfectante.
- Lubricante.

4. Materiales para la detección de preñez por palpación

- Guantes ginecológicos descartables.
- Desinfectante.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó como tratamientos la sincronización del estro, P4 + PGF2 α (Cloprostenol sódico) y P4 + PGF2 α (Dinoprost) con 10 repeticiones por tratamiento, donde cada unidad experimental estuvo conformada por una vaca, utilizando dos tratamientos se aplicó estadística para prueba de hipótesis de variables binomillos como la T-student, en donde se determinó si la media del tratamiento uno es igual o diferente que el tratamiento dos, el esquema del experimento que se utilizó en la presente investigación se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Repeticiones	UE	Vacas/Trat.
P4 + PGF2 α (Cloprostenol sódico)	T1	10	1	10
P4 + PGF2 α (Dinoprost)	T2	10	1	10
N° de vacas en el experimento				20

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Para el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación se utilizaron las siguientes mediciones experimentales:

1. Parámetros reproductivos

- Porcentaje de presencia de celos, (%)
- Repetibilidad de servicios (número)
- Servicios, por concepción N^o
- Número de vacas preñadas

2. Parámetros productivos

- Peso de las vacas, Kg
- Condición corporal, CC

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos de las variables en estudio, fueron evaluados utilizando una estadística descriptiva que contempló el cálculo de medidas de tendencia central como son: Media, frecuencia y de dispersión como son la Desviación Estándar, Error Estándar, además para la comprobación de hipótesis se utilizó la prueba de T-student.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En el desarrollo de la presente investigación se evaluó diferentes protocolos de inseminación artificial en vacas, con el fin de mejorar los parámetros reproductivos de las mismas, pretendiendo identificar una técnica que permita eficiencia reproductiva con un ahorro significativo de tiempo y material genético, por lo que desarrollaron los siguientes procedimientos:

- Identificación de las vacas.
- Determinación del peso vivo.
- Chequeo ginecológico por ecografía.
- Sincronización y observación del celo.
- Inseminación artificial a las hembras bovinos que presenten celo
- Diagnóstico de gestación a los 30 - 45 días.
- A los animales no gestantes se repitió la inseminación artificial.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Sólo fueron incluidas en el experimento aquellas vacas aptas para la reproducción de edad de tres años, evaluadas mediante ecografía y a través de la observación visual dos veces al día. De un primer plano se aplicó el dispositivo intravaginal (P4). En la segunda parte de la sincronización se efectuó luego de 7 días aplicando la prostaglandina natural (Dinoprost) y prostaglandina sintética (Cloprostenol). Una vez culminado el protocolo de sincronización se procedió a inseminar luego de 72 horas después de la retirada de la (P4). De 30 – 45 días post-inseminación se realizó el chequeo de cada animal obteniendo los resultados. Con los datos obtenidos se estimó los siguientes parámetros:

- Porcentaje de presencia de celos, (%)

$$N^{\circ} \text{ VACAS EN CELO} = \frac{N^{\circ} \text{ VACAS EN CELO}}{\text{TOTAL VACAS TRATAMIENTO}} * 100$$

- Tasa de concepción, (%)

$$N^{\circ} \text{ VACAS EN CELO} = \frac{N^{\circ} \text{ VACAS PREÑADAS}}{\text{TOTAL VACAS SERVIDAS}} * 100$$

- Repetibilidad de servicios

$$r = N^{\circ} \text{ VACAS SERVIDAS SEGUNDA Y TERCERA VEZ}$$

- Servicios por concepción

$$\text{SERVICIOS CONCEPCIÓN} = \text{N}^\circ \text{SERVICIOS CONCEPCIÓN HASTA PREÑES}$$

- Peso de las vacas

$$W = PV \text{ inicial}; PV \text{ final Kg}$$

- Condición corporal

$$CC = 2,25 > < 3,75$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LAS VACAS AL APLICAR DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO VERSUS PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST

1. Porcentaje de presencia de celos, (%)

El análisis de la variable presencia de celo de las vacas en el cantón Chillanes, provincia de Bolívar, no registró diferencias por efecto de la aplicación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo para inducir el estro utilizando las hormonas, P4 + PGF2 α o Cloprostenol sódico (T1), y P4 + PGF2 α o Dinoprost (T1); estableciéndose que para los dos tratamientos el número de vacas que presentaron celo fue de 10 es decir el 100%, como se describe en el cuadro 4.

Realizado la evaluación se aprecia que los dos protocolos de inseminación aplicados fueron eficientes en la primera fase, por lo tanto se afirma que las hormonas que se han sido proporcionadas a los animales para sincronizar celos tanto naturales como sintéticas son útiles en los protocolos de inseminación y que en su mayoría están cumpliendo con el objetivo, que es lograr la presencia de celo, es decir que el protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal con hormona sintética Cloprostenol o sódico (T1), y con natural Dinoprost, ha tenido resultados satisfactorios al existir presencia de celo, debido a que el folículo ha sido fecundado, y será necesario evaluar el procedimiento para determinar si existió o no repetibilidad del celo que es un indicativo de que la vaca no fue preñada y por lo tanto repetir la sincronización con sus consecuentes gastos económicos y elevación del costo por vaca inseminada.

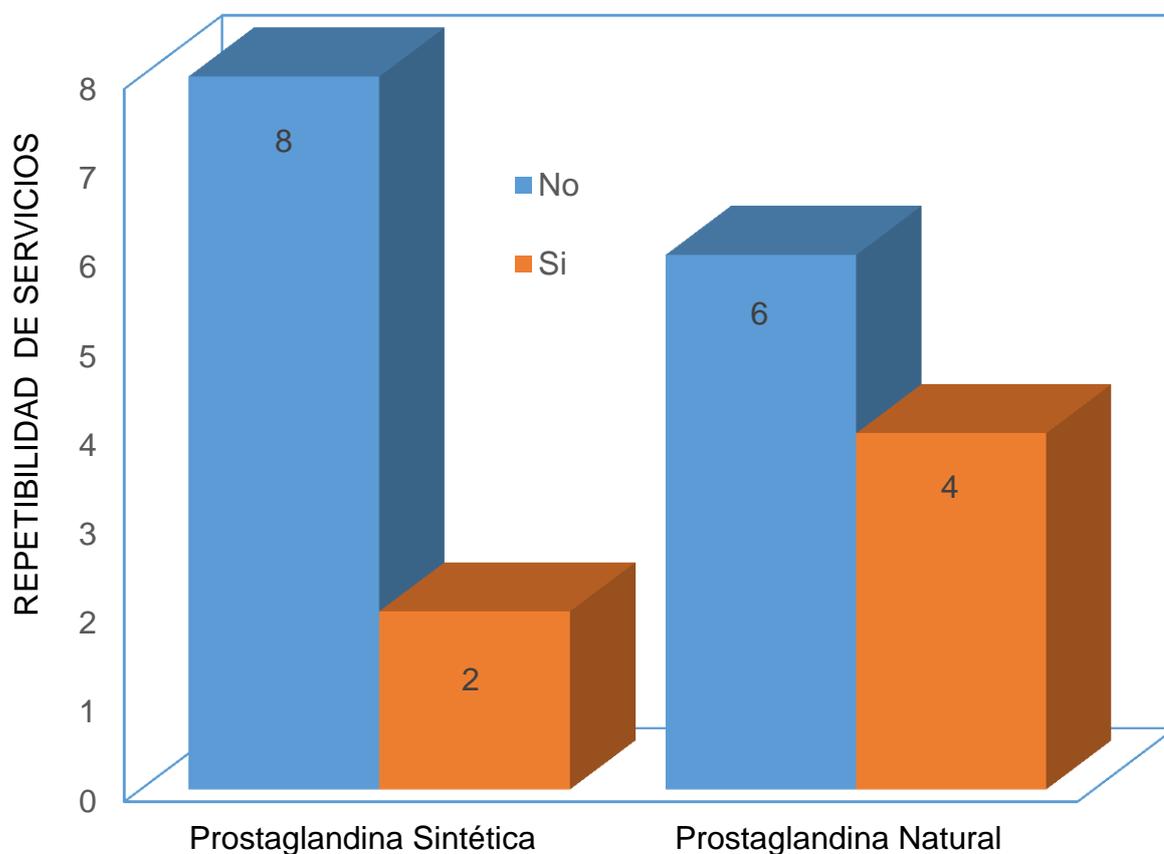
Cuadro 4. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LAS VACAS AL APLICAR DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO.

Variables	PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO		T' studen	Prob.	Sign
	Prostaglandin a Sintética	Prostaglandin a Natural			
	T1	T2			
Porcentaje de Presencia de celos , N°	100%	100%			
Repetibilidad servicios , N°	2	4	4	0,05	ns
Servicio por concepción	1,20 ± 0,42	1,40 ± 0,52	1,5	0,08	ns
Tasa de Concepción	80	60	4	2,50E-10	**
Numero de vacas preñadas	8	6	4	0,05	ns

Prob: > 0,05 ns.

2. Repetibilidad de servicios, N°

En la valoración estadística de la repetibilidad de celo de las vacas se obtuvo que de acuerdo a la prueba t'student no existió diferencias estadísticas ($P > 0,05$), y que los resultados indican que para T1, las respuestas fueron de 8 vacas que no repitieron celo y 2 que si lo hicieron, mientras que para el T2, el número de vacas que repitió celo fue de 4, y las que no repitieron celo fue de 6, como se ilustra en el gráfico 5.



Protocolos de sincronización de estros

Gráfico 5. Repetibilidad de servicios en vacas al aplicar dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

Lo que se confirma de acuerdo a lo que indica BÓ, G. (2002), al manifestar que el Cloprostenol sódico u hormona sintética es un análogo sintético de la $PGF_{2\alpha}$, 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. Está indicada para el control de la reproducción, sincronización del ciclo estral en vacas, facilita el empleo de la inseminación artificial, se evita los problemas de detección de celo y se posibilita estacionar los partos, cuando el ganado es dedicado a la producción lechera la sincronización del celo permite tener un mejor control del índice de partos, disminuye el número de vacas abandonadas como estériles y tiene usos terapéuticos.

El índice de repetibilidad del servicios otorga al ganadero una idea general de cuáles son las condiciones de la inseminación artificial, y si estas se han cumplido de acuerdo a los objetivos planteados, con el 30% que repitieron celo se debe considerar que problemas se presentaron en el manejo de los protocolos de inseminación artificial. Uno de los principales problemas que se demostró en el tratamiento T1, es la poca presencia de hormonas que permitan la fijación del cuerpo lúteo y además que no existe la óptima selección del cuerpo fecundado, en este proceso biológico de los animales se debe controlar de manera adecuada la presencia de hormonas. La hormona Dinoprost, es una prostaglandina F2 α 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, tienen el inconveniente de producir abortos.

Los resultados de la presente investigación son superiores a los que registra Dávalos, C. (2002), quien al analizar los registros de la inseminación artificial a tiempo fijo de diferentes hatos lecheros en la provincia de Chimborazo reportó valores de 68% de repetibilidad, este aumento es debido a que la adición de prostaglandina Cloprostenol sódico en los protocolos de inseminación de los bovinos ha demostrado que aumentó ligeramente los parámetros reproductivos como la tasa de concepción y el número total de crías nacidas.

3. Servicio por concepción, N° de vacas

En el análisis de la variable servicio por concepción de las vacas no se reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), obteniéndose un valor promedio de 1,20 vacas por servicio, con un error aleatorio de $\pm 0,42$ y una varianza de 0,18 para el tratamiento T2 (prostaglandina natural Dinoprost); mientras tanto que, en el tratamiento T1 (prostaglandina sintética), los resultados fueron mayores; ya que la media fue de $1,40 \pm 0,52$, valores que se reportan en el cuadro 4.

De acuerdo a los resultados de servicio por concepción en el total del hato se registró que el 80% de las vacas reportó concepción en el primer servicio mientras que el restante 20% en el segundo servicio para el caso del tratamiento

T1 (Cloprostenol sódico), y para el tratamiento T2 (Dinoprost), fue de 60% de preñez en el primer servicio y 40% fueron sometidas un segundo servicio, como se ilustra en el gráfico 6, estas medias no son satisfactorias para la técnica de inseminación a tiempo fijo puesto que al no existir concepción por servicio será necesario repetir lo cual genera un costo mayor, y existe la necesidad de suplementar a los animales de manera cíclica hasta que se reporte el siguiente estro.

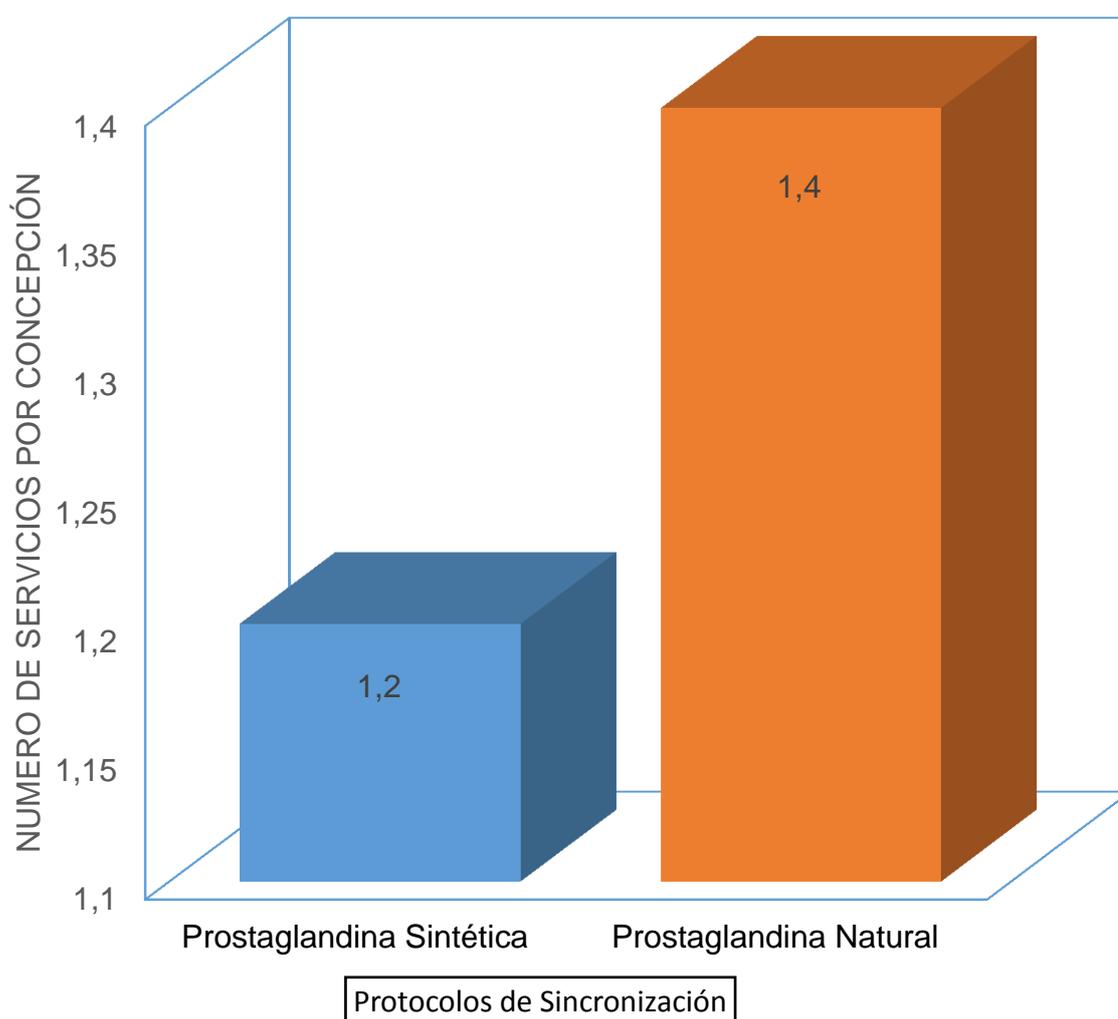


Gráfico 6. Servicios por concepción en vacas al aplicar dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

Es necesario considerar que en el primer servicio no se logra una estabilidad completa del ciclo estral y no se tiene antecedentes de técnicas recomendadas para las condiciones de reproducción; en el primer servicio, con la adición de la suplementación que tiene como función principal lograr regular el ciclo estral con mayores posibilidades de reproducción, los resultados obtenidos en la presente investigación son satisfactorios, puesto que en el primer servicio se logró que 7 de cada 10 vacas alcancen la concepción, lo cual se aumenta en el próximo servicio, con las técnicas documentadas y la dosificación de prostaglandina sintéticas (Cloprostenol sódico), que aseguran la preñez total o en gran porcentaje de las vacas del hato en el segundo servicio.

4. Número de vacas preñadas

La variable número de vacas preñadas no reportó diferencias estadísticas según el criterio T'student (P 0,05), por efecto de la utilización de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal, aplicando diferentes tipos de hormonas (sintéticas versus naturales), estableciéndose los resultados más altos al utilizar el tratamiento T1 (Cloprostenol sódico), ya que el número de vacas preñadas fue de 8 vacas de un total de 10, es decir el 80% de preñez, y las 2 vacas que no alcanzaron este estado y corresponde a 20% no fueron preñadas; en comparación de los resultados alcanzados en el tratamiento T2 (Dinoprost), que fue de 6 vacas preñadas y que corresponde a 60% de porcentaje de preñez y 4 vacas no se preñaron y que fue el 40% de no preñez.

Por lo tanto se aprecia que el protocolo de inseminación más satisfactorio fue al utilizar prostaglandina sintética Cloprostenol sódico (T1), ya que el porcentaje de preñez es alto, que es el ideal de un ganadero. En el grafico 7, se iustra la evaluación de la preñez de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (cdr), prostaglandina natural dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas criolla.

Según Villa.(2017), el uso de hormonas o sustancias parecidas utilizadas con el fin de ayudar a la reproducción de los bovinos 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, los protocolos de sincronización se basan en el efecto luteolítico de las prostaglandinas (PGF₂α), el efecto inhibitorio de la presencia del estrógeno, así como en el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), en combinación con PGF₂α. El Cloprostenol sódico es un análogo sintético de la PGF₂ más potente y de mayor acción estimuladora, la presencia de un grupo metilo en su estructura química permite retener su actividad biológica intrínseca, con mayor duración en el organismo de los animales.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con los que reporta Pitti, J. (2012), quien registró un porcentaje de 60 a 65% de vacas preñadas al inseminar con diferentes concentraciones de progesterona con GnRH, se afirma que los resultados del mencionado autor son inferiores;

Además Yanzaguano. (2012), quien obtuvo 23% vacas preñadas mediante un método de inseminación artificial a tiempo fijo después de aplicar el protocolo de sincronización OVSYNCH, es decir que el porcentaje de preñez al primer servicio es bajo y según especialistas en esta técnica las medias de preñez deben estar cerca del 40%, lo que está siendo cumplido por la presente investigación y esto se debe a que las hormonas suplementadas a los animales antes del método de inseminación artificial escogido es el adecuado para conseguir un mayor porcentaje de preñez, como es utilizando el Cloprostenol sódico que es precursor de la hormona FSH (hormona folículo estimulante) que es la que controla los procesos de preñez en los bovinos, además que los resultados a la preñez se mejorarán en los siguientes servicios. Las hormonas permiten regular el ciclo estral y saber cuándo la vaca adquiere mayor fertilidad y aumentar la concepción por servicio.

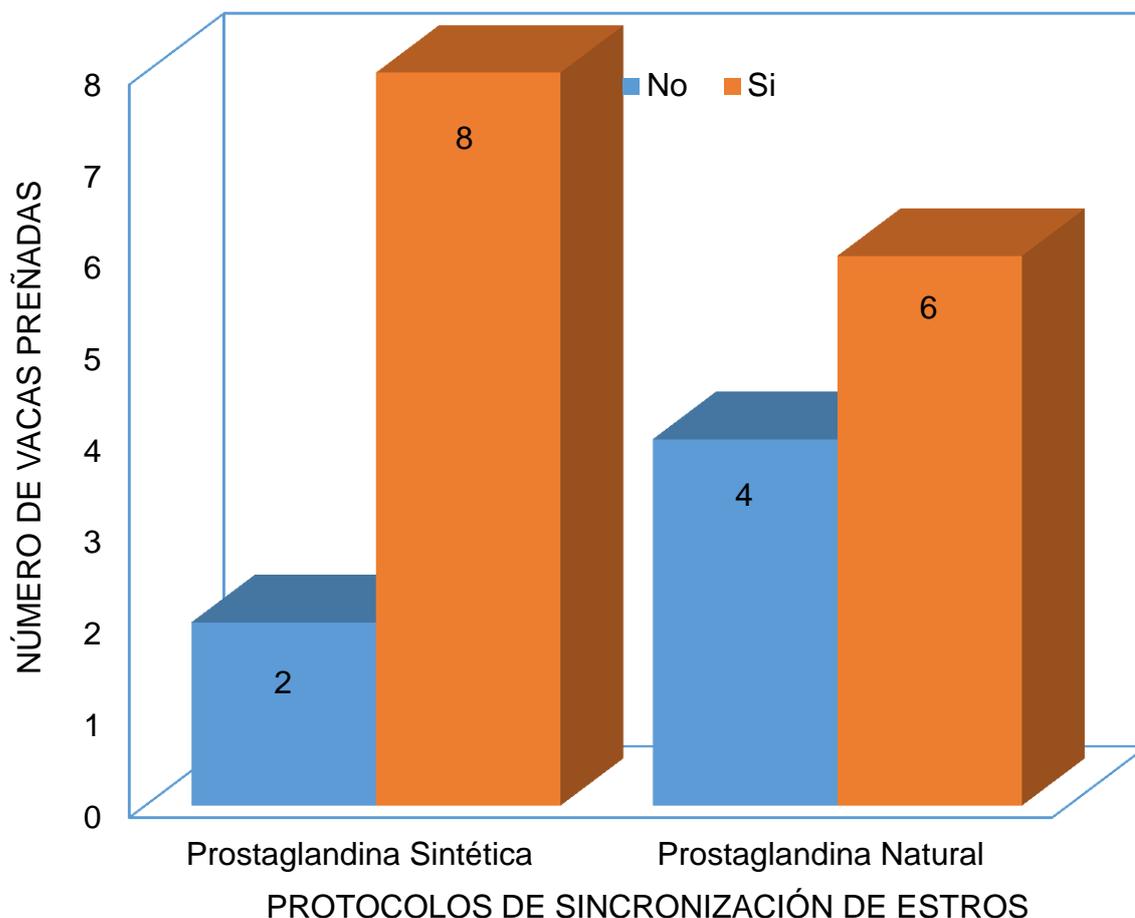


Gráfico 7. Evaluación de la preñez de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas criolla.

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LAS VACAS APLICANDO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO

1. Peso de las vacas, Kg

La variable peso inicial de las vacas no reportó diferencias estadísticas para t'student (P 0,05), como se presenta en el cuadro , por efecto de la utilización de

dos protocolos de inseminación a tiempo fijo con esponjas intravaginal aplicando diferentes tipos de hormonas (sintéticas versus naturales), estableciéndose los resultados más altos en el tratamiento T2 (Dinoprost), con respuestas de 397,30 Kg, una desviación estándar de $\pm 26,10$, en comparación de los resultados alcanzados por las vacas del tratamiento T1 (Cloprostenol sódico), con resultados de 394,70 Kg, y una desviación estándar de $\pm 23,42$, como se indica en el cuadro 5.

Cuadro 5. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LAS VACAS APLICANDO DOS PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO CON IMPLANTE INTRAVAGINAL (CDR), UTILIZANDO PROSTAGLANDINA NATURAL DINOPROST Y SINTÉTICA CLOPROSTENOL SÓDICO.

VARIABLES PRODUCTIVAS	TIPOS DE HORMONAS						T' student	Prob.	Sign
	Prostaglandina Sintética T1			Prostaglandina Natural T2					
Peso de las vacas	394,70	\pm	23,42	397,30	\pm	26,10	- 0,22	0,42	ns
Peso preñez	399,80	\pm	23,13	402,60	\pm	26,65	- 0,23	0,41	ns
CC inicial	2,74	\pm	0,07	2,78	\pm	0,09	- 1,08	0,15	ns
CC preñez	3,07	\pm	0,12	3,18	\pm	0,16	- 1,52	0,08	ns

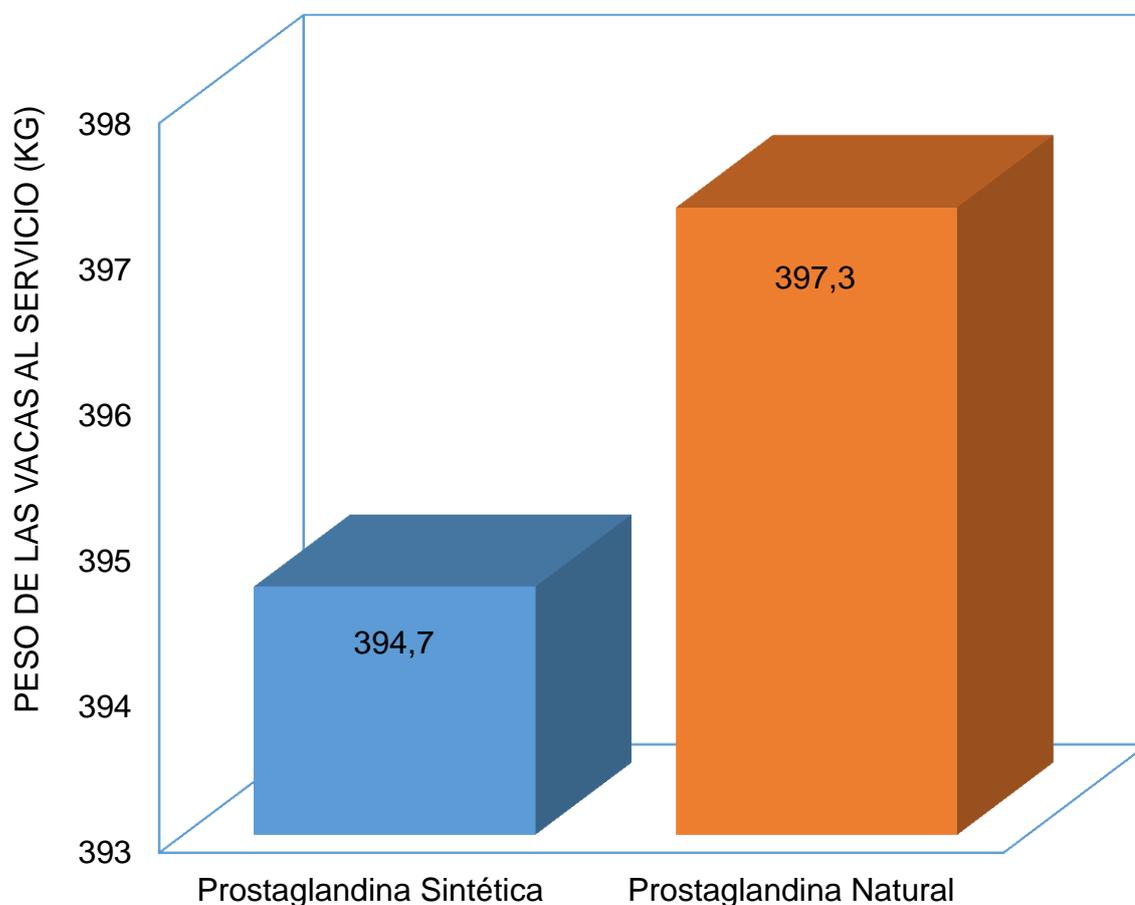
Prob > 0,05 ns

Prob < 0,01 **

La valoración del peso inicial son similares a las reportadas por Parco, L. (2016) quien registró respuestas de 396,75 Kg previo a la inseminación utilizando sincronización de estro a tiempo fijo, también se añadió el autor Prado. (2010) quien reportó pesos iniciales de 373-386 Kg- cuando evaluó los factores relacionados con el cruce de novillas *Bos indicus* por *Bos taurus* bajo inseminación artificial.

Además son similares a los reportes de Botero. (2012), quien alcanzó pesos iniciales es 363 kg, y que estudio las variaciones en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas Cebú, como se muestra de acuerdo a la comparación los autores de investigación indican que a partir de 360 Kg, en los animales ya se puede realizar las técnicas para asegurar la inseminación artificial.

Estos resultados que indican un buen manejo en el hato lechero antes de la inseminación pueden ser interpretados con lo que indica Lara, R. (2013), quien manifiesta que en las tasas de concepción influyen factores inherentes al animal (edad al primer servicio y primer parto, peso, condición corporal, estrés) y factores ambientales que permiten mayor o menor adaptación al medio; así, la actividad de monta se reduce a temperaturas extremadamente calientes o frías. El estrés térmico incrementa los niveles de progesterona y reduce la liberación de la hormona luteinizante. Las lluvias en el trópico húmedo interfieren funciones reproductivas y comportamientos sexuales típicos.



PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN

Gráfico 8. Evaluación del peso inicial de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética Cloprostenol sódico en vacas.

2. Peso a la Preñez

Después de la suplementación del animal, de la inseminación artificial y durante la preñez, lo normal es que el peso del animal se incremente dado el aumento de ingesta debido a que se prepara para la reproducción, pero es fundamental controlar el peso durante el ciclo reproductivo debido a que si no alcanza el peso adecuado se presentan deficiencia en la energía y como debe alimentar a la cría, reduce la cantidad y el contenido de nutrientes en los subproductos como es la leche y puede tener problemas de salud por desnutrición. En el análisis los valores obtenidos el peso a la preñez no se reportaron diferencias estadísticas

para T'student ($P > 0,05$), estableciéndose las mejores respuestas cuando se suplemento a las vacas con prostaglandina natural T2 (Dinoprost), con valores de 402,60 +/- 26,65 Kg, y los resultados más bajas se reportaron cuando se suplemento con prostaglandina artificial T1 (Cloprostenol) con resultados de 399,80 Kg, un error aleatorio de $\pm 23,13$ Kg, de acuerdo con esto el protocolo de tratamiento con Dinoprost es mejor en la suplementación animal ya que como es de origen natural los especímenes logran asimilar de mejor manera esta hormona, como se ilustra en el gráfico 9 .

Los resultados son interpretados de acuerdo a lo que indica Lara. (2013), quien manifiesta que las prostaglandinas naturales o Dinoprost son ácidos grasos insaturados de veinte carbonos derivados del ácido prostanóico, además de lograr la estimulación de la hormona FHS (folículo estimulante) y regular el ciclo estral.

El Dinoprost son hormonas pensadas en el total del ciclo reproductivo animal, con lo que se logra sintetizar los activos químicos que ayuden en todas sus condiciones de reproducción.

Comparando los resultados de la presente investigación con los que manifiesta Botero. (2012), quien obtuvo valores de 426,38 kg en la variable peso a la preñez en su investigación de las variaciones en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú; se aprecia que los del mencionado autor son superiores así como de Parco. (2016), reporta ganancias de peso de 11,38 Kg, ya que se partió de un peso de 410 kg, después del análisis de la sincronización de estro e inseminación artificial, con lo se evidencia, que el aumento de pesos durante la preñez es un factor importante en el aseguramiento de la reproducción y para asegurar que la cría no presente enfermedades y sea alimentada de forma normal.

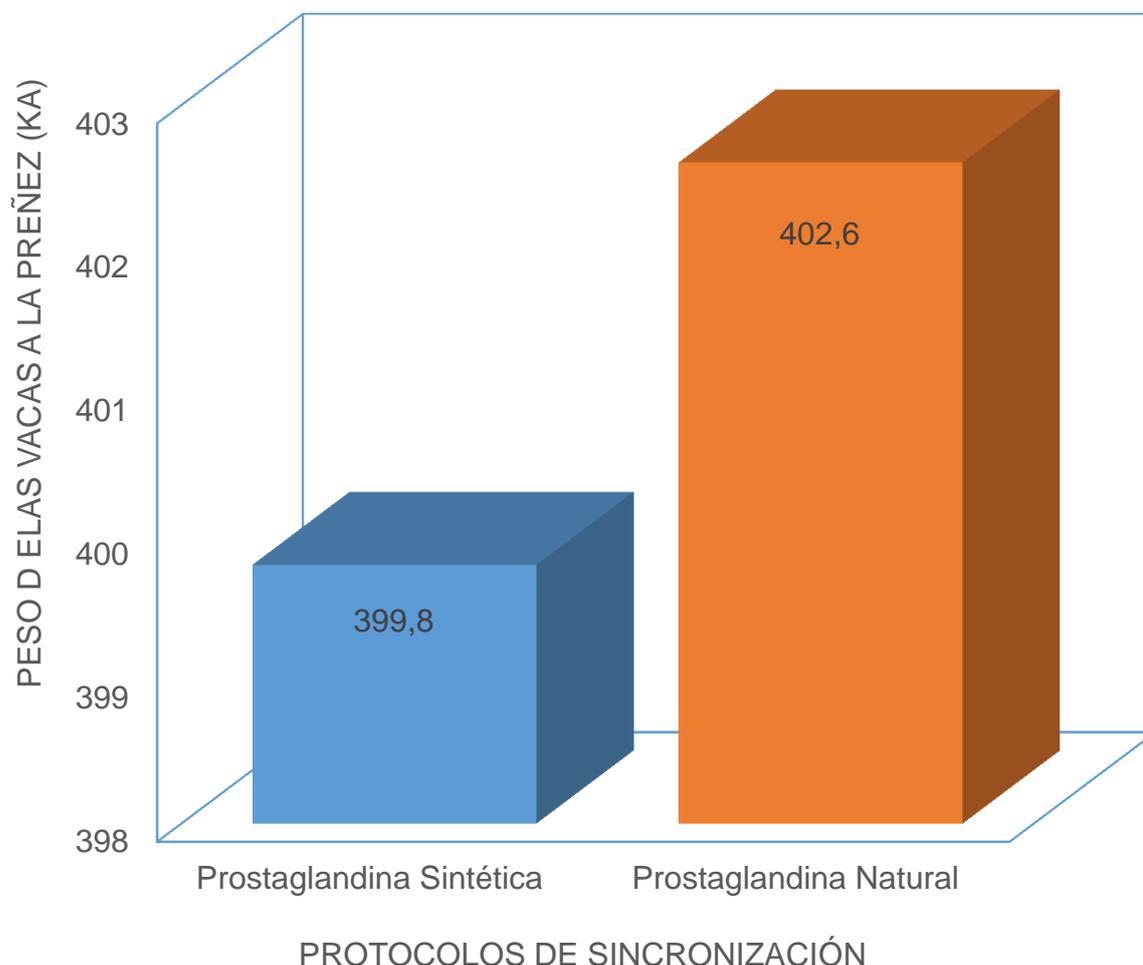


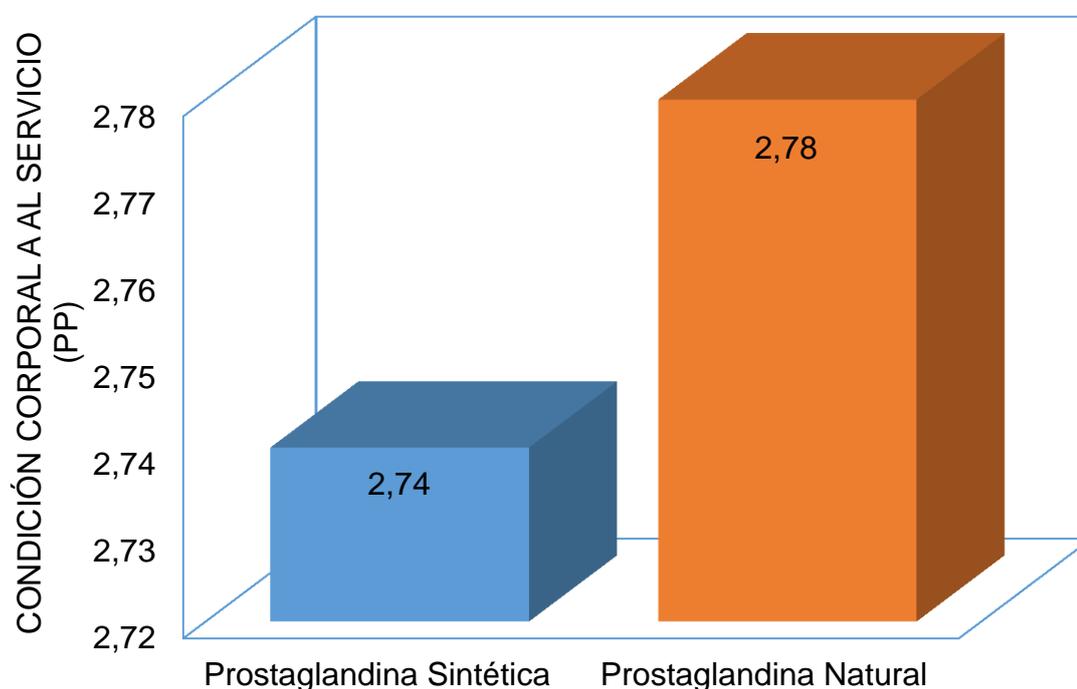
Gráfico 9. Evaluación del peso a la preñez de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fija utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas.

3. Condición Corporal Inicial

De acuerdo con el análisis de la variable condición corporal inicial mediante la interacción de dos protocolos de suplementación de hormonas para regular el ciclo estral de las vacas no se reportaron diferencias estadísticas para t' student ($P > 0,05$), de acuerdo con los resultados las mejores respuestas se reportaron cuando se adicionó la hormona natural T2 (Dinoprost), con resultados de 2,78 y error estadístico de $\pm 0,09$ en comparación de las respuestas alcanzadas por las vacas sincronizadas con prostaglandina artificial T1 (Cloprostenol sódico) con

resultados de 2,74 y error aleatorio de $\pm 0,07$ como se reporta en el gráfico 10, y es indicativo de que el protocolo natural mejora las condiciones productivas de animal, esto dado a que su composición no altera su fisiología y le permite asimilar de mejor manera la suplementación, para conseguir que se asegure la reproducción y no se presente parámetros deficientes que generen daños en la salud del animal, así como también asegure la calidad de reproducción.

Los resultados expuestos en la presente investigación son superiores a los determinados por Salcedo. (2015), quien obtuvo valores de condición corporal inicial de 2,65 después de la suplementación con Dinoprost, así como las que reporta Moscoso. (2016) quien obtuvo resultados de 3,35, con la suplementación de grasa Bypass para sincronizar el estro y que son superiores a las reportadas en la presente investigación esto se debe a la condición del animal al inicio de la investigación, es una medida inicial para determinar la rentabilidad del uso de prostaglandina en la regulación del ciclo estral.



PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN

Gráfico 10. Evaluación de la condición corporal inicial de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética Cloprostenol sódico en vacas.

4. Condición Corporal a la preñez

Los valores medios reportados por la variable condición corporal a la preñez de las vacas por efecto de la utilización de dos protocolos de adición de prostaglandina no reportaron diferencias estadísticas para T´student ($P>0,05$), estableciéndose las mejores respuestas en el T2 (Dinoprost), con resultados de 3,18 y un error estadístico de $\pm 0,16$; en comparación con el tratamiento T1 (Cloprostenol), con respuestas de 3,07 y un error estadístico de $\pm 0,12$ como se ilustra en el gráfico 11, con lo cual el Dinoprost mejora las condiciones productivas del animal durante el ciclo reproductivo en comparación con el Cloprostenol dado el origen natural del mismo ocasionando que se aproveche en su totalidad en la alimentación del animal.

Los resultados de la presente investigación son superiores a los reportados por Salcedo, E. (2015) quien reporto valores de condición corporal a la preñez de 2,70 cuando realizo un protocolo de adición de prostaglandina Dinoprost, así también los datos que reporta Moscoso. (2016) quien obtuvo valores de 3,071 después de la adición de grasa Bypass como regulador del ciclo estral.

Además comparando con lo que reporta Celsa. (2013), quien obtuvo respuestas de 2.66 después de un protocolo de adición de prostaglandina y estriol, por lo que se puede comprobar lo formulado en el párrafo anterior que al adición de suplementos para la regulación del ciclo estral, también contribuye a mejorar las características productivas, ya que en el ciclo estral se consume energía y para evitar condiciones negativas de los animales.

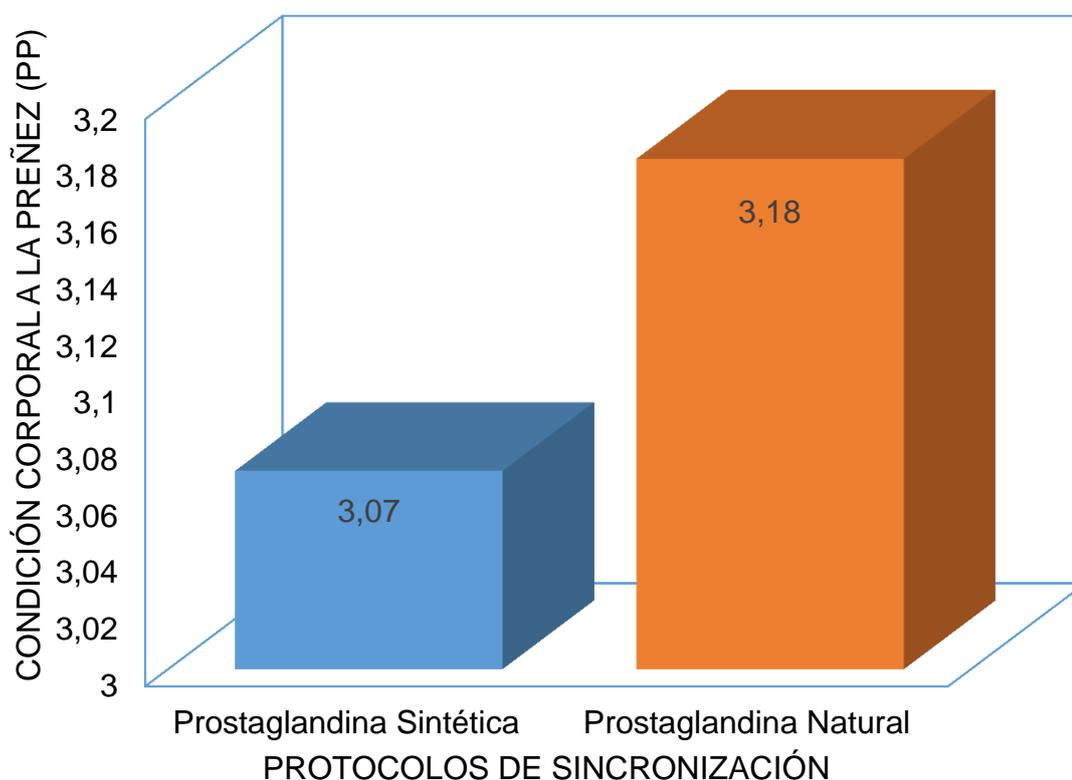


Gráfico 11. Evaluación de la condición corporal a la preñez de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética cloprostenol sódico en vacas.

C. PROTOCOLO DE INSEMINACIÓN

La inseminación artificial consiste en la técnica más empleada en la actualidad de nuestro país en los hatos lecheros ya que permite mejorar la genética del animal, mejorando su capacidad productiva, así como también asegurar la reproducción con el adecuado cuidado y controlando las condiciones ambientales que pueden producir errores en el proceso. Hay algunos detalles que pueden marcar la diferencia entre tener éxito o que sea un absoluto fracaso un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas de leche. Obtener una buena fertilidad es garantía de que se va a repetir en un futuro mientras que un primer fracaso puede hacer que pasen muchos años hasta que se vuelva a implantar. Entre los detalles más complicados para asegurar los resultados obtenidos en la inseminación artificial es el control del ciclo estral y la presencia del celo, esto

dado a que depende de las condiciones ambientales y fisiológicas de los animales, esto ocasiona que se tenga que tener un cuidado especial y una distinción entre animales que presentan el celo y los que no, teniendo que dar una clasificación especial o también suplementar al animal con vitaminas que logren la regulación de la producción de hormona folículo estimulante y logre la ruptura del cuerpo lúteo generando el estado de celo, estos precursores son las prostaglandinas que pueden ser naturales o sintéticas de acuerdo a la disponibilidad que exista en el mercado. Para realizar el protocolo de inseminación se procedió de la siguiente manera:

- El día 0 se introdujo el implante intravaginal en las vacas y se adicionó una dosis de benzoato de estradiol (grafoleon) en la cantidad de 0.5 ml
- El día 7, se retira el implante intravaginal (CDR) y se inyecta las dos hormonas que sincronizan el celo y que vamos a probar en nuestra investigación en este caso para el primer tratamiento se suministró cloprostenol sódico(sincromic) y para el segundo tratamiento dinoprost (lutalyse) en una cantidad de 5 ml para cada vaca sujeta al experimento.
- Posteriormente en el día 8 de la investigación se repitió la dosificación de hormona, benzoato de estradiol (grafoleon) para los dos tratamientos.
- Al día 9 a las 26 horas posteriores a la última aplicación del benzoato de estradiol (grafoleon), se inseminó con la inmovilización del animal, para lo cual se puede utilizar bretes colectivos o individuales, caballetes o taburetes para inmovilizar el animal durante el procedimiento y que este se realice cómodamente tanto para la vaca, como para quien realiza la práctica, logrando no causar estrés en el animal para mejorar las condiciones del protocolo de inseminación y evitar pérdidas reproductivas.
- Adicional a este procedimiento, se recomienda mover la cola y colocarla encima del antebrazo izquierdo o amarrarla para que no estorbe en medio de la actividad. Es primordial que la persona que vaya a realizar la inseminación use guantes durante toda la intervención, para evitar la contaminación de las

pajuelas con microorganismos presentes en la piel del inseminador, se hace fundamental cuidar la asepsia del tratamiento.

1. Limpieza del área

Es indispensable realizar una limpieza de la zona de la vulva de la vaca con una toalla de papel o con un trozo de tela limpio para retirar el estiércol y los residuos y así evitar introducir materia fecal, descargas corporales y otros microbios en el útero, además que se debe cuidar la continuación en el área de inseminación, ya que es fundamental asegurar la asepsia del procesos, evitando que la pajuela sea contaminada, o que el aparato reproductivo se contamine con carga microbiana, ya que además de afectar las condiciones reproductivas del animal puede ocasionar enfermedades en el animal que le imposibiliten entrar en el ciclo reproductivo normal, generando pérdidas para el productor.

2. Disposición de la pistola de inseminación

- Para inicial el proceso de inseminación se procedió a preparar la herramienta. Se debía precalentar la pistola frotándola vigorosamente con una toalla de papel, en ella se monta la pajilla con su respectiva funda de protección y se dejó lista para su utilización.
- Posteriormente se retiró un poco el aplicador de la pistola y colocó la pajilla dentro de la cámara recordando que el lado que está sellado hacia afuera y el tapón de algodón hacia adentro. Es recomendable utilizar unas tijeras para cortar el extremo que está sellado, sin que este corte se haga más abajo del nivel del semen y que el ángulo no sea mayor de 45 grados o es mejor que se utilice un corta pajillas.
- A continuación se colocó la funda sobre la pajilla y se jaló ligeramente hacia abajo el aplicador hasta que el semen llegue a la punta de la pistola y se pueda asegurar con el aro de plástico. Luego se empuja la funda con suavidad pasándola a lo largo del cilindro de la pistola. Empuje el émbolo con suavidad hasta que el semen llegue a la punta de la funda. La pistola estaba lista para la

inseminación, se debía envolver en una toalla de papel o dentro de la camisa o el mandil para mantenerla a temperatura constante. Todo semen descongelado debía ser protegido contra un choque térmico. Si se tiene que caminar en clima frío, hasta la trampa o "chute" de inseminación o a cualquier otra área expuesta, fue necesario proteger la pistola de inseminación cargada, metiéndola dentro de su camisa, suéter o mandil o envolviéndola en papel, hasta el momento en que llegue a la vaca que va a inseminar.

3. Técnica de inseminación

El procedimiento a seguir para realizar la inseminación artificial de las vacas fue el siguiente:

- Póngase el guante de plástico y lubrique la manga con agua.
- Tome toallas de papel.
- Acérquese a la vaca despacio. Hágale saber que usted está allí. Sea tan cuidadoso como pueda. No golpee, abuse o excite a la vaca, o haga algún ruido innecesario.
- Utilizando la toalla sujete la cola.
- Después de haber limpiado el recto de cualquier exceso de excremento, con cuidado limpie la vulva y los labios de la misma con una toalla de papel. Esto debe de hacerse con suavidad. Tenga cuidado para que ni excremento ni residuos sean forzados al interior de la vulva. Vigile que los bordes de las toallas no irriten o rasguñen.
- Inserte la pistola en el tracto reproductivo. Los labios de la vulva pueden ser abiertos ligeramente para permitir una inserción limpia de la pistola. Esto puede hacerse aplicando una ligera presión hacia abajo y hacia atrás con la palma de la mano y la muñeca en el recto, justo dentro de la apertura. La pistola debe de

ser introducida a la vagina lo más lejos posible sin que toque los labios de la vulva. Esto puede hacerse si la vulva está perfectamente limpia y se sigue el procedimiento arriba indicado. El paso de la pistola por la vagina debió ser lo más suave posible. Los primeros centímetros la pistola debe de estar ligeramente dirigida hacia arriba con el objeto de no introducirla dentro de la vejiga, luego nivele la pistola en lo que resta del pasaje hasta el cérvix o cuello del útero.

- A medida que la pistola es pasada por la vagina, mueva la mano izquierda que está dentro del recto hacia adelante. Esto debe de hacerse en forma simultánea.
- Cuando la pistola francesa se detenga, la punta de la pistola debe de haber llegado al cuello del útero. Localice la punta de la pistola con la mano izquierda, luego mueva la mano ligeramente hacia adelante. Con sus dedos presione hacia abajo y deberá localizar el cérvix. Sujete con cuidado pero firmemente la parte posterior del cérvix con el pulgar en la parte superior y el dedo índice hacia el lado y por debajo.
- Sujetando el cérvix en la forma descrita, mueva el cérvix hacia el centro de manera tal que pueda trabajar en una línea más recta. Entonces dirija la punta de la pistola francesa hacia el interior del canal cervical, se deberá tomar en cuenta que el cuello del útero se proyecta hacia la vagina. A medida que pasa la punta de la pistola francesa por el primer anillo del cérvix mueva los dedos hacia adelante sin perder la sujeción del cuello. Maniobrando el cérvix y sujetándolo con firmeza, presione la pistola francesa hágala girar para que pase por el resto del cérvix hasta que la punta se proyecte ligeramente dentro del cuerpo del útero.
- Deposite el semen en la entrada del útero, si la vaca ha sido servida con anterioridad y existe la posibilidad de una preñez.

4. Registro

- Es de vital importancia que al finalizar el procedimiento se anote el número o identificación de la vaca, la fecha en la que se realizó la inseminación, las características del toro o la pajilla que se utilizó y el nombre del técnico o encargado de la ejecución de la operación.
- Hay muchos factores que influyen para que la inseminación artificial sea un éxito o un fracaso. Para que el proceso sea efectivo la persona que va a realizarlo debe estar capacitada y saber identificar cuando está en celo el animal y si se encuentra en óptimas condiciones. Otros aspectos que influyen son la nutrición y la salud de la vaca.

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Los resultados del análisis económico que se indican en el cuadro 6, tomando en consideración los gastos ocasionados en la sincronización de la ovulación y la Inseminación a tiempo fijo de las vaconas criollas, evaluando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal (CDR), prostaglandina natural Dinoprost y prostaglandina sintética Cloprostenol sódico y relacionándoles con el número de animales preñados, se establece que al utilizar protocolos de inseminación con prostaglandina sintética (T1) se presentan los menores costos por vaca gestante, con 81,75 dólares , en tanto que al utilizar la prostaglandina natural (T2), el costo se eleva a 85,50 dólares americanos.

Las respuestas registradas en la evaluación económica se debieron principalmente a la cantidad de vacas que quedaron gestantes, ya que con la utilización de prostaglandina sintética Cloprostenol sódico (T1), la tasa de concepción llegó al 80% mientras que con la prostaglandina natural (Dinoprost), fue de apenas el 60 %, por lo que en base a estas respuestas se recomienda utilizar la sincronización de la ovulación con implante intravaginal utilizando prostaglandina sintética, ya que a más de alcanzarse altos índices de gestación, el costo por vaca gestante es menor con respecto al empleo de prostaglandina natural. Una ventaja adicional es que el uso de una o múltiples dosis del producto,

no posee efecto sobre la fertilidad del hato. El Cloprostenol, como cualquier prostaglandina, se absorbe por vía transdérmica la única sugerencia que se debe realizar es que no se deben sacrificar animales para el consumo humano dentro de las 24 horas de administrar el producto, sin embargo es rentable ya que no es necesario desechar la leche de animales tratados. (Cuadro 6).

Cuadro 6. EVOLUCIÓN ECONÓMICA DE LA EFICIENCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO UTILIZANDO HORMONAS NATURALES VERSUS HORMONAS SINTÉTICAS EN VACUNOS.

CONCEPTO	Cantidad por vacona	Costo	TIPO DE HORMONA	
			Sintético	Natural
Total de vacas	Nº		10	10
Inseminaciones			1	1
Vacas gestantes			8	6
Gastos dólares				
Dispositivos intravaginales	unidad	10	100	100
Hormona sintética				
Hormona natural			40	21
Pajuelas		50	400	300
Jeringuillas	10 unidades	0,5	5	5
Guantes	10 unidades	1	10	10
Mano de obra		5	40	30
Chequeo ginecológico	Por servicio	5	40	30
Egresos			654	513
Costo de vacona gestante			81,75	85,5

V. CONCLUSIONES

- La fertilidad de la vacas se incrementó al utilizar el protocolo de inseminación con Cloprostenol sódico (T1), basados en el número de vacas preñadas que fue del 80% del total del hato analizado que fueron sometidas a este proceso de inducción e inseminación artificial a tiempo fijo utilizando implante intravaginal, que permiten la liberación continua de progesterona y eliminan la necesidad de inyecciones diarias o el suministro en el alimento.
- Las vacas determinaron un mejor comportamiento reproductivo al utilizar Cloprostenol Sódico (T1) ya que existió una menor repetibilidad de servicios, mayor tasa de concepción (80%), mayor tasa de preñez, y menor número de servicios por concepción ($1,40 \pm 0,52$), esto se debe a que en la inseminación a tiempo fijo se logra un ternero por vaca por año durante toda la vida reproductiva del vientre. El protocolo de inseminación a tiempo fijo con la aplicación de hormona natural (P4 + PGF2 α Dinoprost) resulta más eficiente en cuanto tiene que ver con las características productivas de las vacas ya que se consigue mayor peso inicial a la preñez (397,30 kg +/-26,09), peso a la preñez (402,60 kg, +/- 26,65) condición corporal inicial (2,78+/- 0,09) y condición corporal a la preñez (3,18+/- 0,16).
- Los costos del protocolo de inseminación fueron menores al utilizar el Cloprostenol Sódico ya que el valor económico por tratamiento fue de 81,75 dólares, en tanto que al utilizar la prostaglandina natural (T2), el costo se eleva a 85,50 dólares americanos, desde el punto de vista económico resulta más rentable el aplicar el Cloprostenol Sódico para un protocolo de inseminación artificial.

VI. RECOMENDACIONES

- En la producción ganadera existe una gran necesidad y es la de cubrir las deficiencias en la detección de celo en las vacas por lo tanto se recomienda utilizar un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo utilizando esponjas intravaginal con la aplicación de hormonas sintéticas (Cloprostenol sódico); que permiten disminuir las deficiencias reproductivas en el hato , asegurar la gestación y sobre todo aplicar métodos naturales que no son agresivos para el organismo animal y no tienen efectos secundarios en las próximas gestaciones.
- En nuestro país que todavía se mantiene con un alto índice de técnicas tradicionales de reproducción como es la monta natural por el desconocimiento de las grandes ventajas que representan utilizar la inseminación artificial con la que se consigue mejorar la calidad genética de las crías por lo que se recomienda utilizar semen provenientes de machos calificados para conseguir mejores condiciones productivas o reproductivas en las vacas , como la producción de leche o animales con mejores condiciones de carne.
- Al trabajar con un protocolo de sincronización de celo e inseminación artificial se deberá tomar muy en cuenta las condiciones de las vacas y del ambiente al momento del servicio considerando un periodo de descanso post parto mayor a 50 días para conseguir los resultados esperados.
- Es aconsejable la aplicación de hormonas naturales desde el punto fisiológico del animal para evitar cualquier efecto contraproducente tanto en el momento de la gestación ya que se conoce que estas hormonas tienen la desventaja de tener ciertos efectos abortivos cuando el animal esta gestante, como en la vida reproductiva posterior, otra ventaja está ligada al plano ambiental en lo que tiene que ver con la seguridad alimentaria.

VII. LITERATURA CITADA

1. Adolfo, A. (2006). *Factores que afectan los resultados de un buen programa de i.a.* Córdoba - Argentina. Recuperado el 29 de noviembre del 2017, de http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/40-factores_que_afectan_resultados.pdf.
2. Ascoli, M., & Segaloff, D. (2006). Hormonas adenohipofisarias y sus factores liberadores hipotalámicos. Sección XIII. Cap.55 pp. 1447-1467.
3. Bavera, G. (2005). Ciclo estral. En: cursos de producción bovina de carne. Recuperado el 27 de diciembre del 2017, de www.produccionanimal.com.ar. Argentina. Página virtual.
4. Bó, G., Cutaia, L., & Tribulo, R. (2002), *Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina.* Córdoba - Argentina, pp. 11- 41.
5. Botero, J. (2012). *Evaluación de la Prostaglandina natural (Dinoprost) y Prostaglandina sintética (Cloprostenol) en el porcentaje de preñez con protocolo de sincronización (CIDR) a tiempo fijo en vacas Holstein cantón Nabon provincia del Azuay.* (Tesis de grado. Médico Veterinario y Zootecnista). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. pp. 78-79.
6. Callejas, S. (2005). *Fisiología del ciclo estral bovino. Jornadas de Biotecnología de la Reproducción en hembras de interés zootécnico, UNLZ y SYNTEX S.A.* Lomas - Zamora.
7. Campbell, N., Sexton J., & Milner, A. (2001). *Fasciola hepática immunoprecipitation analysis of biosynthetic-tically labelled antigens using sera from infected sheep.* Parasite Immunol. pp. 105-108.

8. Cabrera, J., & Jiménez, L. (2012). *Dinámica folicular ovárica en el bovino adulto y prepuber*. Simposio Internacional de Reproducción Animal. Octubre. Córdoba - Argentina.
9. Cappadoro, A. (2013). *Modelado de liberación controlada de drogas desde sistemas poliméricos planos*. Aplicación al diseño de dispositivos intravaginales bovinos. (Tesis de grado. Doctor en Tecnología Química). Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil - Ecuador pp. 23-42.
10. Dávalos, C. (2002). *Artificial a tiempo fijo de diferentes hatos lecheros en la provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba - Ecuador. pp. 45 - 54.
11. Colazo, M., Bartolomé, J., Schmitdt, E., Illuminati, H., Serrano M., & Moralejo, R. (1996). *Sincronización de celos combinando progestágenos, GnRH, PGF, e inseminación a tiempo fijo en vacas para carne*. Resúmenes Segundo Simposio Internacional de Reproducción Animal, Carlos Paz; 254 abstr. Ecuador.
12. Domínguez, C. (2001). *Ciclo Estral: fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos*. Seminario Internacional de Reproducción Bovina y Salud de Hato. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá - Colombia.
13. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI. (2014). *Archivos meteorológicos*. Chillanes - Ecuador.
14. Echeverraz, J. (2006). *Endocrinología reproductiva: prostaglandina F2a en vacas*. Revisión bibliográfica. En: Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 07(27); 23-25.

15. Fortune, J., Sirois, J., Turzillo, A., & Lavoit, M. (2001). *Follicle selection in domestic ruminants*. *Repro. Fertil.* 43. pp. 187-198.
16. García, R. (2008). *Efecto de la gonadotropina coriónica equina (ecg) en la ovulación con protocolos de iatf en vacas Holstein posparto*. (Tesis de grado. Médico veterinario). Universidad de Cuenca. pp. 58-60.
17. Hafez, E. (2007). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. (5ª. ed). Colombia: Interamericana Mc Graw-Hill.
18. Hoyos, A. (2009). *Comparación de la eficiencia de los tratamientos de inseminación a tiempo fijo (iatf) con dispositivos intravaginales nuevos frente a los reutilizados en los índices de preñez en vacas cruza cebú paridas y secas*. (Tesis de grado. Médico Veterinario Zootecnista). Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales u.d.c.a. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia. Bogotá - Colombia. pp. 8-13.
19. Lara, R. (2013). *Evaluación de tres protocolos de sincronización a tiempo fijo en vaconas criollas en la amazonía ecuatoriana*. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Quito - Ecuador. pp. 22-32.
20. Larocca, C., Lago, I., Fernandez, A., Roses, G., Lanza, R., & Armand, P. (2005). *Alternativas para la sincronización del estro en vaquillonas Holstein uruguayo (HU)*. *Revista Científica*, diciembre. Universidad del Zulia. Maracaibo - Venezuela. 15(006); 512-516.
21. Leyva O., Carlos., Barreras S., & Varizang D. (2009). *Transferencia no quirúrgica de embriones en el ganado bovino*. Ed. Universidad Autónoma de Baja California. México.
22. Moscoso, L. (2016). *Influencia de la grasa bypass sobre el reinicio de la ciclicidad de las vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete*.

- (Tesis de Grado. Medicina veterinaria). Universidad de Cuenca. pp. 40-42.
23. Peralta, I. (2013). *Foliculogénesis : camino hacia la sobrevivencia o la muerte celular*. Recuperado 13 de octubre del 2017, de <http://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2013/reb134b.pdf>
24. O´connor, M. (2010). *Sincronización de los celos en hembras receptoras*. En: biotecnología de la reproducción (varios autores). Ecuador: INTA.
25. Palomares, E. (2009). *Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos*. Universidad de Ciencias Aplicada y ambiental. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá - Colombia. pp. 29-4.
26. Prado. M. (2010). *Tasa de concepción y factores relacionados con el cruce de novillas, bos indicus por bos taurus, bajo inseminación artificial*. Recuperado 26 de septiembre del 2017, de http://www.academia.edu/24162850/Tasas_de_concepci%C3%B3n_y_factores_relacionados_con_el_cruce_de_novillas_Bos_indicus_por_Bos_taurus_bajo_inseminaci%C3%B3n_artificial.
27. Parco, L. (2016). *Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: a meta-analysis and meta-regression*. Journal Dairy Science. pp: 5601–5620.
28. Pitti, J. (2012). *Evaluation of growth, cell proliferation and cell death in bovine corpora lutea throughout the estrous cycle* *biol. Reprod* p. 51.
29. Quito, J. (2012), *Evaluación de prostaglandina natural (Dinoprost) y prostaglandinas sintética (Cloprostenol) en el porcentaje de preñez con protocolo de sincronización (CIRD) a tiempo fijo en vacas holstein cantón nabón- Azuay*. (Tesis de grado. Médico Veterinario). Universidad

Politécnica Salesiana. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuenca - Ecuador. pp. 25-28.

30. Raga, S. (2017). *Foliculogenis en bovinos*. Recuperado el 13 de enero del 2018, de http://www.hvn.es/servicios_asistenciales/ginecologia_y_obstetricia/ficheros/curso2011_reprod_01_foliculogenesisnesis_granada_2011.pdf
31. Stagnaro, C. (2015). *Reproductive responses of cattle to GnRH agonists*. *Animal Reproduction Science*, pp. 433–442.
32. Shearer, J. (2007). *Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle*. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS).
33. Salcedo, E. (2015). *Evaluación de diferentes protocolos de sincronización para inseminación artificial en bovinos Holstein mestizos en la parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba - Ecuador: pp. 45-47
34. Walker, D., Ritchie, H., & Hawkins, D. (2010). *Estrus synchronization of beef cattle, Michigan beef production*. Epartmento of animal science, Michigan Sate University. Michigan - EE.UU.
35. Villa, N. (2017). *Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas Bos indicus Lactantes*. Recuperado el 24 de noviembre del 2017, de https://www.researchgate.net/publication/262715354_Evaluacion_de_Cuatro_Protocolos_de_Sincronizacion_Para_Inseminacion_a_Tiempo_Fijo_en_Vacas_Bos_indicus_Lactantes [accessed Nov 10 2017]

36. Yansaguano, M. (2012). *Efectividad de la inseminación artificial a través de la sincronización del celo en bovinos*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/efectividad-inseminacion-artificial-traves-t28060.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Repetibilidad de servicio en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Repetibilidad servicios
Prostaglandina Sintética	1
Prostaglandina Sintética	0
Prostaglandina Sintética	0
Prostaglandina Natural	1
Prostaglandina Natural	0

B. Análisis de la estadística

Alternativas	Prostaglandina Sintética	Prostaglandina Natural	Prostaglandina Sintética	Prostaglandina Natural	X ²
No	8	6	5	5	2
Si	2	4	5	5	2
T' student Calculado					4
T' student 0,05;1		3,84145882			*
T' student 0,01;1		6,6348966			0,046

Anexo 2. Servicios por concepción en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Servicio por concepción
Prostaglandina Sintética	1
Prostaglandina Sintética	2
Prostaglandina Sintética	2
Prostaglandina Natural	1
Prostaglandina Natural	2

B. Análisis de la estadística

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	1,2	1,4
Varianza	0,18	0,27
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,61	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1,5	
P(T<=t) una cola	0,08	
Valor crítico de t (una cola)	1,8	
P(T<=t) dos colas	0,168	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Anexo 3. Preñez en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Preñez
Prostaglandina Sintética	1
Prostaglandina Sintética	0
Prostaglandina Sintética	0
Prostaglandina Natural	1
Prostaglandina Natural	0

B. Análisis de la estadística

Alternativas	Prostaglandina Sintética	Prostaglandina Natural	Prostaglandina Sintética	Prostaglandina Natural	X ²
No	2	4	5	5	2
Si	8	6	5	5	2
T'student Calculado					4
T'student 0,05;1		3,842			*
T'student 0,01;1		6,65			0,046

Anexo 4. Tasa de concepción en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Tasa de concepción
Prostaglandina Sintética	1
Prostaglandina Sintética	0
Prostaglandina Sintética	0
Prostaglandina Natural	1
Prostaglandina Natural	0

B. Análisis de la estadística

Alternativas	Prostaglandina Sintética	Prostaglandina Natural	Prostaglandina Sintética	Prostaglandina Natural	X ²
No concepción	20	40	50	50	20
Concepción	80	60	50	50	20
T'studentCalculado					40
T'student0,05;1		3,842			**
T'student0,01;1		6,65			2,5E-10

Anexo 5. Peso inicial en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Peso Inicial
Prostaglandina Sintética	375
Prostaglandina Sintética	408
Prostaglandina Sintética	350
Prostaglandina Sintética	406
Prostaglandina Sintética	424
Prostaglandina Sintética	366
Prostaglandina Sintética	402
Prostaglandina Sintética	395
Prostaglandina Sintética	413
Prostaglandina Sintética	408
Prostaglandina Natural	417
Prostaglandina Natural	382
Prostaglandina Natural	427
Prostaglandina Natural	394
Prostaglandina Natural	405
Prostaglandina Natural	387
Prostaglandina Natural	377
Prostaglandina Natural	345
Prostaglandina Natural	407
Prostaglandina Natural	432

B. Análisis de la estadística

	<i>Cloprostenol</i>	<i>Dinoprost</i>
Media	394,7	397,3
Varianza	548,68	680,68
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,1745599	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-0,212	
P(T<=t) una cola	0,4172	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,83	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Anexo 6. Peso a la preñez en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Peso a la preñez
Prostaglandina Sintética	380
Prostaglandina Sintética	413
Prostaglandina Sintética	357
Prostaglandina Sintética	410
Prostaglandina Sintética	429
Prostaglandina Sintética	370
Prostaglandina Sintética	406
Prostaglandina Sintética	401
Prostaglandina Sintética	418
Prostaglandina Sintética	414
Prostaglandina Natural	423
Prostaglandina Natural	386
Prostaglandina Natural	432
Prostaglandina Natural	400
Prostaglandina Natural	410
Prostaglandina Natural	392
Prostaglandina Natural	382
Prostaglandina Natural	350
Prostaglandina Natural	411
Prostaglandina Natural	440

B. Análisis de la estadística

	<i>Cloprostenol</i>	<i>Dinoprost</i>
Media	399,8	402,6
Varianza	535,07	710,0
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,1593	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-0,298	
P(T<=t) una cola	0,484	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,8268	
Valor crítico de t (dos colas)	2,27	

Anexo 7. Condición corporal inicial en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Condición Corporal
Prostaglandina Sintética	2,7
Prostaglandina Sintética	2,8
Prostaglandina Sintética	2,7
Prostaglandina Sintética	2,8
Prostaglandina Sintética	2,9
Prostaglandina Sintética	2,7
Prostaglandina Natural	2,8
Prostaglandina Natural	2,6
Prostaglandina Natural	2,8
Prostaglandina Natural	2,9
Prostaglandina Natural	2,8
Prostaglandina Natural	2,7
Prostaglandina Natural	2,7
Prostaglandina Natural	2,8
Prostaglandina Natural	2,8
Prostaglandina Natural	2,8
Prostaglandina Natural	2,9

B. Análisis de la estadística

	<i>Cloprostenol</i>	<i>Dinoprost</i>
Media	2,74	2,78
Varianza	0,00488889	0,008
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,03458572	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1,07763181	
P(T<=t) una cola	0,1546166	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,30923319	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Anexo 8. Condición corporal a la preñez en vacas aplicando dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo con implante intravaginal (CDR), utilizando prostaglandina natural Dinoprost y sintética Cloprostenol sódico.

A. Análisis de datos

Tratamiento	Condición Corporal a la preñez
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Sintética	3,2
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Sintética	3,3
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Sintética	3,2
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Sintética	3
Prostaglandina Natural	3,3
Prostaglandina Natural	3
Prostaglandina Natural	3,2
Prostaglandina Natural	3,4
Prostaglandina Natural	3,3
Prostaglandina Natural	3,2
Prostaglandina Natural	2,9
Prostaglandina Natural	3
Prostaglandina Natural	3,2
Prostaglandina Natural	3,3

B. Análisis de la estadística

	<i>Cloprostenol</i>	<i>Dinoprost</i>
Media	3,07	3,18
Varianza	0,013	0,026
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,34	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1,54	
P(T<=t) una cola	0,081	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,16	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	