



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN
DEL CELO EN VACAS LECHERAS EN LA PROVINCIA DE
PASTAZA”

TESIS DE GRADO
Previa la obtención del título de:
INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTOR:
VERÓNICA ALEXANDRA HERVAS TOCTAQUIZA

Riobamba – Ecuador

2011

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacís.
DIRECTOR DEL TESIS

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 2 de junio del 2011

AGRADECIMIENTO

Son mucha las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Pero ante todo a Dios y a mis Padres quienes son el soporte fundamental de mi vida, sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer su sacrificio, esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado, ayudándome de esta manera a cruzar con firmeza el camino de la superación.

Un profundo agradecimiento al Gobierno Provincial Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza, en especial a los D.V.Z. Raúl Valverde y Juan Pablo Paredes, quienes me brindaron su confianza, permitiéndome realizar a través de esta institución la presente investigación.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica; y, a todos mis profesores, mil gracias porque de alguna manera forma parte de lo que ahora soy. Especialmente al Ing. M.C Vicente Trujillo en su papel de Director de Tesis a mi Asesor Ing. M.C. Manuel Almeida, sabiendo que jamás encontrare la forma de agradecer toda la responsabilidad e invaluable ayuda que siempre me han proporcionado con lo cual he logrado culminar mi esfuerzo, terminando así mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti DIOS que me diste fe, fortaleza, salud y esperanza para terminar este trabajo.

A mi padre César Hervas, a mi madre Lastenia Toctaquiza, gracias por todo el esfuerzo y confianza que depositaron en mí.

Gracias a los dos, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles, siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de corazón.

A mis hermanos Edison, Elizabeth, Vinicio y Valeria, a pesar que pasamos mucho tiempo separados siempre me apoyaron y estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos, quiero que sepan que son los mejores hermanos que la vida me pudo haber dado.

A ti mi amor por ese optimismo que siempre me impulso a seguir adelante, recuerda que siempre serás importante para mí y esto te lo debo a ti por creer en mi.

A mi querida Abuelita Ana María Toa, aunque ya no estés junto a mí, quiero que sepas que todo te lo debo a ti porque nunca me olvide la promesa que te hice y donde quiera que estés quiero que te sientas orgullosa de tú nieta que te ama.

Y no me puedo ir sin antes decirles, que sin ustedes a mi lado, no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo. Les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y momentos tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho y nunca los olvidaré.

Verónica H.

RESUMEN

En las ganaderías lecheras del Cantón Puyo, Provincia de Pastaza se evaluó la inducción y sincronización del celo en vacas Mestizas a base de tres protocolos hormonales e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), para ser comparado con tratamiento control, los tratamientos experimentales fueron T1: Implante Progesterona + Cipionato de Estradiol + PGF2 α + PMSG + Ngr.; T2: Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol; T3: Implante P4 + Cipionato de estradiol +PGF2 α + Ngr. y T4: Tratamiento control (detección del celo e I.A.), para lo cual se empleó una muestra de 40 vacas, 10 por tratamiento, que se distribuyeron bajo un DCA, y cada animal fue una unidad experimental. Los resultados experimentales se sometieron a análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Duncan (Prob. <0.05 y < 0.01). Determinándose que los protocolos hormonales no influyeron en las ganancias de peso, así como en la condición corporal final, alcanzando entre 3.0 y 3.5 puntos en una escala de 1 a 5. El porcentaje de concepción de las vacas del grupo control, fue del 50 %, que es superada al aplicarse los tratamientos hormonales, y entre estos, mejores respuestas reproductivas se alcanzó con el tratamiento T3 con el 80 % de concepción, por lo que se recomienda efectuar la sincronización del celo y utilización de IATF, con el Tratamiento T3.

ABSTRACT

At the dairy cattle herds of Puyo Canton, Pastaza Province, the induction and synchronization in crossbred cows based on three hormonal protocols and artificial insemination at a fixed time (IATF), to be compared to the control treatment. The experimental treatments were T1 : Implant Progesterone + estradiol cypionate + PGF2 α + PMSG + Ngr. Implant; T2: Implant P4 + estradiol cypionate + PGF2 α + estradiol cypionate, T3: Implant P4 + estradiol cypionate + PGF2 α + Ngr. and T4: control treatment (oestrous detection and AI). For this a sample of 40 cows, 10 per treatment and distributed under a DCA, were used; each animal was an experimental unit. The experimental results were subjected to the variance analysis and mean separation through the Duncan's test (Prob. <0.05 and <0.01). It was determined that the hormone protocols influenced neither on the weight gain nor on the final body condition, reaching between 3.0 and 3.5 points in the 1 to 5 scale. The conception rate of the control group cows was 50%, which is surpassed upon applying the hormone treatments, and among these the best responses were reached with treatment T3 with 80% conception, this is why it is recommended to carry out the oestrous synchronization and the use of IATF, with treatment T3.

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>	4
A. REPRODUCCIÓN ANIMAL	4
1. <u>Ciclicidad</u>	4
2. <u>La monta o servicio</u>	5
3. <u>Gestación en las vacas</u>	5
4. <u>Diagnóstico de preñez en bovinos</u>	6
5. <u>Parto</u>	7
6. <u>Parámetros reproductivos en bovinos</u>	7
7. <u>Registros reproductivos</u>	8
B. ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA	9
1. <u>Vulva</u>	9
2. <u>Vagina</u>	9
3. <u>Cervix</u>	9
4. <u>Útero</u>	10
5. <u>Oviductos</u>	11
6. <u>Infundíbulo</u>	11
7. <u>Ovarios</u>	12
a. Folículos	12
b. Cuerpo lúteo (CL)	13
C. EL CICLO ESTRAL	13
1. <u>Proestro</u>	14
2. <u>Estro</u>	14
3. <u>Metaestro</u>	15
4. <u>Diestro</u>	16
D. SINCRONIZACIÓN DE CELOS	18
1. <u>Importancia de los programas de sincronización</u>	19

2.	<u>Puntos importantes al establecer un programa de sincronización</u>	21
3.	<u>Estado funcional de los animales</u>	22
4.	<u>Grupos de servicio</u>	22
5.	<u>Condición corporal y alimentación</u>	23
6.	<u>Resultados esperados de la sincronización del celo</u>	23
7.	<u>Ventajas de la regulación farmacológica del ciclo estrual</u>	24
E.	PRODUCTOS HORMONALES UTILIZADOS EN EL MANEJO DEL CICLO ESTRAL DE LA VACA	24
1.	<u>Prostaglandinas (PGF₂)</u>	24
2.	<u>Progestágenos</u>	25
3.	<u>Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)</u>	27
4.	<u>Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)</u>	28
5.	<u>Gonadotropina coriónica humana o HCG</u>	29
6.	<u>Benzoato de estradiol</u>	30
7.	<u>Cipionato de Estradiol</u>	30
8.	<u>Nombres comerciales</u>	33
F.	PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES	33
1.	<u>Programa de reproducción controlada</u>	33
2.	<u>Programa de reproducción controlada modificado</u>	35
3.	<u>Método Select-Synch</u>	35
4.	<u>Método Ov-Synch</u>	36
5.	<u>Método Co-Synch</u>	37
6.	<u>Método Co-Synch con progestágeno</u>	37
7.	<u>Progestágenos y estrógenos</u>	38
8.	<u>Progestágenos combinados con benzoato y valerato de estradiol</u>	38
9.	<u>Progestágenos combinados con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)</u>	40
10.	<u>Progestágenos asociados con Benzoato de estradiol y prostaglandinas</u>	40
11.	<u>Progestágenos sintéticos asociados con benzoato de estradiol y PMSG</u>	41
12.	<u>Acetato de melengestrol (MGA) Y prostaglandina (PGF)</u>	42
G.	CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS DE CRÍA	42
1.	<u>Características</u>	42

2.	<u>Grado de condición corporal (GCC)</u>	43
3.	<u>Escala de valoración de la condición corporal</u>	44
4.	<u>Relaciones de la condición corporal con los eventos reproductivos</u>	45
H.	INVESTIGACIONES REALIZADAS DE LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON PRODUCTOS HORMONALES EN EL ECUADOR	46
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	49
A.	LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	49
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	49
C.	MATERIALES Y EQUIPOS	49
1.	<u>Materiales para sincronización de celo</u>	49
2.	<u>Materiales para la inseminación artificial</u>	50
3.	<u>Materiales para la detección de preñez por palpación</u>	50
4.	<u>Materiales de campo</u>	50
5.	<u>Instalaciones</u>	51
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	51
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	52
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	52
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	53
1.	<u>De campo</u>	53
2.	<u>Programa sanitario</u>	55
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	55
1.	<u>Edad de las vacas, años</u>	55
2.	<u>Pesos inicial y final</u>	55
3.	<u>Condición corporal inicial y final</u>	56
4.	<u>Porcentaje de concepción, %</u>	56
5.	<u>Costo/animal gestante, dólares</u>	56
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	57
A.	EDAD DE LAS VACAS	57
B.	PESOS	60
C.	GANANCIAS DE PESO	60
D.	CONDICIÓN CORPORAL	63
1.	<u>Condición corporal inicial</u>	63
2.	<u>Condición corporal final</u>	65
E.	PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN	65

F. EVALUACIÓN ECONÓMICA	69
V. <u>CONCLUSIONES</u>	71
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	72
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	73
ANEXOS	79

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE LOS BOVINOS DE LECHE.	8
2.	FASES DEL CICLO ESTRAL DEL BOVINO.	17
3.	CARACTERÍSTICAS INTERNAS Y EXTERNAS DEL CICLO ESTRAL BOVINO.	17
4.	MANIFESTACIONES EXTERNAS DEL CICLO ESTRAL.	18
5.	PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS CON CRÍA TRATADAS CON UN DISPOSITIVO INTRAVAGINAL CON PROGESTERONA (DIB SYNTEX O SIRBO), QUE RECIBIERON CIPIONATO DE ESTRADIOL (CPE24), O BENZOATO DE ESTRADIOL (BE24), 24 H DESPUÉS DE RETIRADO LOS DISPOSITIVOS.	32
6.	NOMBRES COMERCIALES, VIAS DE ADMINISTRACION, PRINCIPIO ACTIVO Y DOSIS DE ALGUNAS HORMONAS UTILIZADAS PARA LA SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACAS.	34
7.	ESCALA DE CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL.	45
8.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE PASTAZA.	49
9.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	52
10.	ESQUEMA DEL ADEVA.	53
11.	PROTOCOLO T1, IMPLANTES P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PGF2 α + PMSG + GnRH.	54
12.	PROTOCOLO T2, IMPLANTE P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PGF2 α + CIPIONATO DE ESTRADIOL.	54
13.	PROTOCOLO T3, IMPLANTE P4 + CIPIONATO ESTRADIOL + PGF2 α + GnRH.	54
14.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE VACAS MESTIZAS DE LA PROVINCIA DE PASTAZA, EN LAS QUE SE APLICÓ DIFERENTES MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO MAS IATF.	58
15.	EVALUACIÓN ECONÓMICA (DOLARES), DEL COSTO DE VACA GESTANTE POR EFECTO E LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO MAS IATF.	70

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Edad (años), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.	59
2. Peso final (kg), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.	61
3. Ganancia de peso (kg), en 60 días de evaluación de vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.	62
4. Condición corporal inicial (sobre 5 puntos), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.	64
5. Condición corporal final (sobre 5 puntos), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.	66
6. Porcentaje de concepción (5), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.	68

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales del comportamiento de vacas lecheras de la provincia de Pastaza, por efecto de la aplicación de diferentes métodos de sincronización de celo.
2. Análisis estadísticos de la edad (años), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.
3. Análisis estadísticos del peso inicial (kg), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.
4. Análisis estadísticos del peso final (60 días postratamiento, kg), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.
5. Análisis estadísticos de la ganancia peso (kg), a los 60 días postratamiento, de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.
6. Análisis estadísticos de la condición corporal inicial (sobre 5 puntos), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.
7. Análisis estadísticos de la condición corporal final (60 días postratamiento, sobre 5 puntos), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.
8. Análisis estadístico del porcentaje de concepción de las vacas lecheras de la provincia de Pastaza, por efecto de la aplicación de diferentes métodos de sincronización del celo.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera en la región amazónica en la actualidad es uno de los campos que está tomando un mayor auge dentro del sector pecuario de la región, a tal punto que los ganaderos de la zona comienzan a darle mayor importancia en vista de que pueden tener un rubro económico que ayude a satisfacer sus necesidades.

La inducción y sincronización de celos, se ha convertido en una especialización que implica el desarrollo de técnicas que permiten utilizar al máximo la vida reproductiva de las vacas con el fin de alcanzar rendimientos considerables de producción y un buen número de crías, que serán las futuras madres de reemplazo, consiguiéndose adicionalmente incrementar el porcentaje de preñez y mejorar la tasa de fertilidad en los animales (Larocca, C., et al. 2005).

Numerosos factores han sido asociados como causales que influyen el reinicio de la actividad cíclica ovárica, dentro de los cuales están: la condición corporal, nutrición, presencia del becerro, número de partos, raza, ambiente, estrés, bioestimulación del macho, distocias, infecciones puerperales y enfermedades.

La característica endocrina más importante asociada con el anestro, es una disminución en la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y una supresión marcada en la liberación pulsátil de hormona luteinizante (LH). El actual conocimiento fisiológico y endocrinológico del ciclo estral, ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías que representan una herramienta importante para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los hatos y por ende la rentabilidad de las fincas ganaderas (Aguilar, J. 2001).

Las técnicas hormonales son una de las alternativas que ha sido utilizada para restablecer la ciclicidad posparto en vacas. Numerosos protocolos, incluyendo el uso de estrógenos, progesterona o progestágenos, prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) y GnRH o sus combinaciones, han sido evaluados en el Ecuador y en otros países en los últimos años, siendo importante señalar que los tratamientos hormonales para el control del anestro en vacas mestizas han estado limitados al uso de

progesterona o progestágenos, los cuales son presentados en forma de implantes subcutáneos y dispositivos intravaginales; combinados con GnRH y gonadotropina coriónica equina o eCG (Rasby, R. 2000).

Los parámetros reproductivos como el porcentaje de concepción son de vital importancia, para cualquier explotación lechera, ya que permiten obtener lotes de crías homogéneas que facilitan el manejo del hato, lamentablemente por falta de observación de celos, existe una presencia nocturna de estro (47%) y celos silenciosos; se detecta apenas el 50% de los calores. Si estos parámetros se ven alterados conducirán a pérdidas de tiempo considerables durante las cuales la producción se reduce o cesa por completo. Prevenir esta pérdida es una medida más efectiva consiguiéndose con la sincronización de celos, con lo que se mantendrá una producción estable (Larocca, C., et al. 2005).

Por lo expuesto, cada día se incrementa el número de ganaderías que aprovechan de la biotecnología reproductiva, con miras a incrementar la eficiencia productiva de su hato, tal es el caso de la sincronización del estro en vacas a fin de facilitar el manejo de los lotes de animales, así como aprovechar las épocas de mayor producción de forrajes para el nacimiento de los terneros, por tal razón en la presente investigación se pretende identificar el mejor tratamiento hormonal para sincronizar el celo en vacas, mediante la aplicación de tres protocolos de sincronización, lo que permitirá planificar de mejor manera la productividad del hato, disponiendo de animales de la misma edad facilitando el manejo de los mismos.

La sincronización de celos en bovinos está orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, consiste en la agrupación de hembras en estro durante un periodo corto (3 a 4 días), favoreciendo al uso de la inseminación artificial, y al mismo tiempo sincroniza los partos, permite obtener becerros más homogéneos es decir de la misma edad, controlar mejor la alimentación así como facilitar el manejo y la selección buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico.

Debido a la importancia que tiene la sincronización de celos en las vacas y

tomando en cuenta la baja tasa de fertilidad obtenida en las distintas ganaderías de la Provincia Pastaza, por una inadecuada detección del celo, por esta razón es necesario utilizar compuestos hormonales a fin de agrupar los celos de las vacas y mejorar el manejo reproductivo de los hatos, estas técnicas permitirán incrementar algunos parámetros tales como: porcentaje de concepción, fertilidad y porcentaje de preñez.

De esta manera con la presente investigación se identificará la mejor alternativa hormonal para la sincronización del estro en vacas, planificando la detección de estros y de servicios, para incrementar los parámetros reproductivos y dar solución a los problemas que afectan al sector ganadero de la Provincia de Pastaza.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar diferentes métodos de sincronización de celo en vacas lecheras en la Provincia de Pastaza.
- Aplicar tres métodos de sincronización de celo frente a un tratamiento testigo en vacas lecheras en la Provincia de Pastaza.
- Establecer el comportamiento de los pesos y condición corporal de las vacas lecheras mestizas en la Provincia de Pastaza, por efecto de la aplicación de diferentes métodos de sincronización de celo.
- Determinar el costo por vaca gestante.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. REPRODUCCIÓN ANIMAL

Aguilar, J. (2001), indica que la reproducción es una secuencia de eventos que comienza con el desarrollo del sistema reproductivo en el embrión. Cuando nace el animal, debe crecer y alcanzar la pubertad para adquirir la capacidad de producir gametas fértiles. Esta capacidad debe ser acompañada por el comportamiento reproductivo y la copulación. Después de la cópula, el espermatozoide y el óvulo se encuentran, ocurre la fertilización que se continúa con el desarrollo del embrión preimplantacional. El concepto se conecta con el útero a través de un órgano especializado llamado placenta. La placenta permite al concepto crecer y desarrollarse a término. El feto totalmente desarrollado nace y la madre debe restablecer su ciclicidad antes de poder quedar preñada otra vez.

Además, indica que la fisiología reproductiva es una ciencia relativamente nueva y gran parte del conocimiento actual en la materia ha sido generado en los últimos 75 años. Tanto una deficiente como una excesiva eficiencia reproductiva pueden traer consecuencias negativas. El conocimiento y entendimiento del proceso reproductivo llegará a ser cada vez más importante a medida que la población humana continúe creciendo y los recursos sigan escaseando.

Mel DeJarnette, M. y Nebel, R. (2010), sostienen que todo programa exitoso de reproducción está basado en un amplio conocimiento de la anatomía y fisiología reproductiva de los bovinos.

1. Ciclicidad

La hembra debe manifestar ciclos estrales. Un ciclo estral se caracteriza por una secuencia repetida de eventos, que generalmente comienza con el comportamiento de estro (celo) y finaliza con otra posterior manifestación de estro unas pocas semanas más tarde. El ciclo estral consiste en una fase folicular y una luteal (Aguilar, J. 2001).

2. La monta o servicio

El principal requisito para que exista la monta es la presencia de celo. En los bovinos el cortejo es muy obvio, por ejemplo, se observa el reflejo de Flehmen, que es cuando el toro olfatea los genitales de una hembra “en celo” y este estira el cuello y frunce el labio superior, también forman parte del cortejo algunos golpes que le propina el toro a la vaca en celo sobre sus costados, huele los genitales de la hembra e intenta montarla repetidas veces. El toro es estimulado por la presencia de feromonas en la orina y secreciones vaginales, las cuales desencadenan una serie de eventos biológicos, físicos y químicos que producen estímulos a nivel cortical generando como respuesta la vaso dilatación de las arterias del pene aumentando el flujo de sangre y disminuyendo su drenaje, de tal manera que se produce la erección del pene. Los toros depositan el semen en el trasfondo vaginal y la cantidad promedio es de 6 cc (<http://reproducciondeanimales.blogspot.com>. 2010).

Además de la monta natural, en bovinos se utiliza el servicio programado que es todo aquél método que permite planificar y controlar un programa de inseminación de vacas en lactancia. Las vacas ciclan normalmente entre 17 y 24 días y por lo general no están sincronizadas entre sí. El servicio programado permite formar grupos de inseminación homogéneos (Bussi, P. 2010).

3. Gestación en las vacas

<http://reproducciondeanimales.blogspot.com>. (2010), reporta que una vez que los espermatozoides son depositados en el canal vaginal deben atravesar una serie de barreras:

- El cuello del útero en donde ocurre una selección de espermatozoides.
- El útero, donde ocurre la capacitación espermática: se separan del plasma seminal, aumenta su motilidad y hay activación de ciertos procesos metabólicos de membrana.
- La unión útero-tubárica, donde hay una segunda reducción del número de espermatozoides.

- Cuando el espermatozoide toca al óvulo se produce la reacción acrosómica que implica la liberación del contenido acrosomal, que tiene como función la digestión del cúmulo ooforo.
- Se produce contacto de la zona pelúcida del óvulo con la membrana acrosomal interna del espermatozoide generando un cambio en la estructura proteica lo que impide el paso de nuevos espermios.
- El huevo avanza hacia el útero para implantarse en él en un lapso de 10 días aproximadamente.
- Durante los primeros meses de gestación se produce hiperplasia o división celular.
- En el último tercio de la preñez ocurre la hipertrofia o crecimiento en tamaño del feto.

4. Diagnóstico de preñez en bovinos

Según <http://reproducciondeanimales.blogspot.com>. (2010), en la mayoría de explotaciones bovinas es muy importante llevar un riguroso sistema de registros de manera que el productor pueda tener acceso seguro a la fechas de servicio de las vacas y a las fechas de repaso de servicio en caso de que se lleve a cabo. Un productor puede presumir que una de las vacas esta preñada cuando:

- No repite celo: si la vaca no repite el celo a los 21 días de haber sido servida puede presumirse de que esté preñada. Pero se debe tener que en cuenta que la ausencia de celo se puede deber a otros factores como enfermedades virales o bacterianas y desnutrición. O en algunos casos el celo puede no ser detectado.
- Por palpación rectal: consiste en introducir la mano a través del recto de la vaca que se presume preñada para confirmar la permanencia del cuerpo lúteo o el inicio de la formación del feto en los cuernos uterinos. Esta técnica se emplea entre los 40 y 60 días del servicio.
- Índices de progesterona en la leche: durante la preñez el cuerpo lúteo persiste de tal manera que la secreción de progesterona es continua durante toda la

preñez. La presencia de progesterona en la leche 21 a 23 días después del servicio puede ser utilizada como herramienta de diagnóstico para la preñez.

- El crecimiento del feto: Es un método muy tardío, ya que la presencia del feto se observa a simple vista durante los últimos meses de la preñez.

5. Parto

<http://mundo-pecuario.com>. (2010), señala que el parto es la expulsión del feto que durante nueve meses se ha desarrollado y está preparado para ser expulsado. El parto incluye el nacimiento de un ternero y la expulsión de la placenta. Es desencadenado por factores hormonales principalmente. De manera natural, el feto descansa en su abdomen con las patas anteriores dirigidas hacia la abertura uterina (el cervix) y su cabeza descansando entre sus patas delanteras. El proceso de parto se puede dividir en tres etapas:

- La dilatación del cuello del útero, esta etapa tiene una duración de 2 a 6 horas.
- La expulsión del feto, que tiene una duración de media a una hora.
- La expulsión de las membranas placentarias, periodo que dura 5 horas aproximadamente.

González, G. (2010), indica que el parto es un proceso anatomo-fisiológico, desencadenado por mecanismos endocrinos, neurológicos y mecánicos en el que existe una interacción compleja del feto y la madre, por el cual el becerro y la placenta son expulsados del útero, en el momento adecuado, para que el recién nacido pueda llevar una vida semiindependiente de la madre.

6. Parámetros reproductivos en bovinos

<http://reproducciondeanimales.blogspot.com>. (2010), indica que en el ganado bovino, como en la mayoría de las especies, la pubertad no indica el comienzo de la vida reproductiva del animal. Se debe esperar hasta que el animal cuente con el peso y condición corporal que le permita sobrellevar la monta y la gestación.

Según Bavera, G. (2005), los parámetros reproductivos de un hato lechero normal se resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE LOS BOVINOS DE LECHE.

Parámetro	Intervalo
Incidencia de infecciones uterinas	8.5 - 17 %
Presencia de quiste ováricos	3 - 10 %
Primer servicio post-parto	60 – 75 días
Dosis por servicio	1.5 dosis
Servicios por concepción	1.8 – 2.2
Edad al primer servicio	18 – 20 meses
Días abiertos	90 – 120 días
Intervalo entre partos	12 – 13 meses
Diagnósticos de gestación	45 – 60 días
Vacas gestantes	65 – 70 %
Vacas secas	20 – 30 %
Periodo no retorno 45 días	90 %
Días de lactancia	305 días
Periodo de secado	50 – 60 días
Reemplazos	15 – 20 %
Partos distócicos	1 – 3 %

Fuente: Bavera, G. (2005).

7. Registros reproductivos

Agro Capacitación Argentina (AGROCOR. 2005), reporta que en nuestros días la importancia de llevar a cabo un control reproductivo del hato es a través de registros, que son la columna vertebral de nuestro sistema de producción, son el punto de partida para la planeación y la toma de estrategias, pues es necesario tener objetivos bien establecidos, por ejemplo: sería que el hato tuviera un intervalo entre partos de 12 y 13 meses, mayor atención a la detección de calores y establecer programas de sincronización. En la práctica, la tarjeta de ciclos reproductivos es bastante útil y duradera, en ella está la información completa, actualizada y necesaria de los aspectos reproductivos del animal.

B. ANATOMIA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA

AGROCOR. (2005), señala que los órganos genitales de la hembra comprenden los genitales internos (ovarios, oviducto, útero, cervix y vagina) y los externos (vestíbulo, vulva y clítoris). Parte de los órganos internos están sostenidos por el ligamento ancho, formados por el mesovario, que sostiene el ovario, el mesosalpíx que sostiene el oviducto y el mesometrio que sostiene el útero.

1. Vulva

Son estructuras terminales del tracto tubular femenino, se encuentran dotados de gran cantidad de glándulas sebáceas, contienen depósitos de grasa, tejido elástico y una delgada capa de músculo liso. La superficie externa es de la misma estructura que la piel (AGROCOR. 2005).

La vulva es la apertura externa del aparato reproductor. Ella tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto. Incluidos en la estructura vulvar están los Labios y la Clítoris. Los Labios de la Vulva están ubicados a los lados de la apertura vulvar, y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo. En la medida que el animal se acerque al celo, la vulva empezará a hincharse y tomará una apariencia rojiza y húmeda (De Jarnette, M. y Nebel, R. 2010).

2. Vagina

Es un órgano dilatable durante la copula y forma el pasaje para la salida de la cría y la placenta al momento del parto. La unión de la vagina y el vestíbulo está delimitada por el himen y por el orificio uretral externo. Las glándulas vestibulares o de Bartolin, se abren a cada lado del orificio uretral y son glándulas túbulo-alveolares que secretan moco lubricante (AGROCOR. 2005).

3. Cervix

La cervix es un órgano de paredes gruesas, que establece la conexión entre la

vagina y el útero. Está compuesto de tejido conectivo denso y músculos, y será nuestra referencia al inseminar una vaca. La entrada a la cervix esta proyectada hacia la vulva en forma de cono. Esto forma un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada a la cervix. Esta base ciega del cono es conocida como Fornix. El interior de la cervix contiene tres o cuatro anillos, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita a la cervix ejercer su función principal, que es la de proteger el útero del medio ambiente exterior. La cervix se abre hacia adelante al Cuerpo Uterino (De Jarnette, M. y Nebel, R. 2010).

4. Útero

AGROCOR. (2005), señala que el útero se divide en cuernos y cuerpo, está fijado a las paredes de la cavidad pélvica por el ligamento ancho (mesometrio), por el cual recibe el aporte sanguíneo e inervación. El tipo de útero de los bovinos es bipartido y tiene mucha importancia en la práctica, el conocer que a nivel de la bifurcación de los cuernos existen dos hojas ligamentosas, que son los ligamentos intercornuales dorsal y ventral, siendo éste último un poco más grueso y sirve de referencia para la retracción del útero durante el examen rectal. Las funciones que desarrolla el útero son:

- Interviene en el transporte y capacitación espermática.
- Su mucosa produce luteolisinas.
- Proporciona un ambiente adecuado y nutriente al feto durante la gestación.
- Al momento del parto contribuye con sus contracciones musculares para la expulsión del producto.

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 (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

De Jarnette, M. y Nebel, R. (2010), señala que el cuerpo uterino sirve de conexión entre los dos cuernos uterinos y la cervix. El cuerpo uterino es el sitio donde se debe depositar el semen durante la Inseminación Artificial. A partir del cuerpo

uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares. Los dos cuernos uterinos están formados por tres capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos. La función principal del útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal. Cuando una hembra es servida, ya sea por monta natural o por inseminación artificial, los músculos uterinos, bajo la influencia de las hormonas estrógeno y oxitocina, se contraen rítmicamente para ayudar en el transporte de espermatozoides hacia el oviducto.

5. Oviductos

Los oviductos son conductos que conectan al útero con los ovarios, el oviducto está sostenido por el mesosalpinx que junto con el pliegue secundario, el peritoneo y el mesovario forman la bolsa ovárica. El oviducto se divide en: Infundíbulo, ampulla del istmo. El infundíbulo en su porción libre tiene un ensanchamiento que recibe el nombre de fimbria, a nivel del ampulla donde se lleva a cabo la fertilización, el istmo es la porción más cercana al cuerno uterino, el sitio donde se une el oviducto con el cuerno uterino recibe el nombre de unión tubárica. Otra de las funciones del oviducto son la de proporcionar un medio adecuado al óvulo y espermatozoides durante la fertilización, intervienen en la capacitación del espermatozoide y aloja al óvulo fertilizado durante las primeras segmentaciones antes de que llegue al cuerno uterino (AGROCOR. 2005).

Las investigaciones han sugerido que cuando los espermatozoides llegan al Istmo, estos se adhieren a las paredes. Durante este periodo, ocurren muchos cambios fisiológicos a las paredes espermáticas, los cuales son esenciales para que los espermias puedan fertilizar el óvulo. Estos cambios son colectivamente llamados capacitación, y son regulados por esta importante adherencia a las paredes del Istmo. Tarda aproximadamente 5 a 6 horas, a partir del momento de la inseminación, para que en el Istmo haya una población espermática capacitada para ejercer la fertilización (De Jarnette, M. y Nebel, R. 2010).

6. Infundíbulo

Los óvulos son atrapados por la estructura ancha al final del oviducto que rodea

los ovarios. Esta estructura con forma de embudo, es llamada infundíbulo. Ella evita que los óvulos caigan a la cavidad abdominal. Estructuras vellosas sobre el infundíbulo y dentro del ampulla, transportan el óvulo y su masa de células llamadas cúmulos, hacia el sitio de la fertilización (AGROCOR. 2005).

7. Ovarios

De acuerdo a <http://www.produccion-animal.com.ar>. (2010), los ovarios son glándulas exócrinas (liberan óvulos) y endócrinas (secretan hormonas). Entre las hormonas que producen los ovarios se pueden citar a los estrógenos, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos, hormonas esteroideas, son producidos por el folículo ovárico y tienen acciones sobre los distintos órganos blancos 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, produciendo una menor secreción de FSH.

De Jarnette, M. y Nebel, R. (2010), indica que en la superficie del ovario se pueden encontrar dos estructuras diferentes: folículos y cuerpo lúteo.

a. **Folículos**

Los Folículos son estructuras llenos de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo. Usualmente se pueden encontrar varios folículos en cada ovario, que varían en tamaño desde apenas visibles, hasta 20 mm en diámetro. El folículo mas grande sobre el ovario es considerado "el dominante", y es el que

probablemente ovule cuando el animal entre en celo. Con el tiempo, más del 95% de los otros folículos entran en regresión y mueren sin ovular, siendo reemplazados por una nueva generación de Folículos en crecimiento (De Jarnette, M. y Nebel, R. 2010).

b. Cuerpo lúteo (CL)

La otra estructura que se encuentra en la superficie del ovario es el cuerpo lúteo (CL). El CL crece sobre el sitio de la ovulación del celo anterior. A menos que haya habido más de una ovulación, se debe de hallar solo un CL en uno de los ovarios. El CL normalmente tendrá una corona sobre su estructura, lo cual facilita su identificación durante la palpación rectal. EL CL también puede tener una cavidad llena de fluidos, pero una pared más gruesa, por lo tanto tendrá una textura más tosca al tacto. El CL en latín significa "Cuerpo Amarillo". Aunque en su superficie, esta estructura tiene apariencia oscura, un corte transversal revela un amarillo rojizo en su interior (AGROCOR. 2005).

C. EL CICLO ESTRAL

Lo primero que se debe acotar es que las vacas son hembras poliéstricas típicas, es decir, presentan su ciclo estral durante todo el año independientemente de la raza. Aunque la madurez fisiológica (pubertad), habilita al animal para producir gametos y reproducirse, no debe hacerlo hasta alcanzar la madurez zootécnica (peso y edad según la raza). Esto para garantizar el desarrollo corporal adecuado que le permiten al animal sobrellevar la monta, la gestación, el parto y la lactancia. El celo en la vaca se repite cada 21 días, dura de 6 a 30 horas y la parte más fértil es la segunda mitad del celo (<http://reproducciondeanimales.blogspot.com>. 2010).

Aguilar, J. (2001), señala que el ciclo estral de una hembra se suele definir como el intervalo entre dos ovulaciones y este varía entre de los 14 a 25 días para las hembras domesticas utilizadas en la de producción animal tradicional. Este periodo de tiempo se suele subdividir clásicamente en cuatro etapas: proestro, estro, metaestro y diestro.

1. Proestro

Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la $PGF2\alpha$ de origen uterino el principal luteolítico en los animales domésticos y en la mayoría de los roedores.

Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el feed back negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

2. Estro

El celo o estro es la etapa más fácilmente reconocible del ciclo estral porque es caracterizada por una serie de cambios visibles en el comportamiento que incluyen la receptividad sexual y la copulación. El estradiol es la hormona dominante durante esta etapa del ciclo y no solamente induce estos cambios del comportamiento sino que también provoca cambios fisiológicos en el tracto reproductivo. Cuando la hembra entra en celo lo hace gradualmente y no es totalmente receptiva al principio, puede demostrar algunas características de su aproximación a la etapa receptiva las cuales incluyen incremento en la locomoción, en la vocalización, nerviosismo e intentos de montar a otros animales (esto es válido especialmente para la hembra bovina). Sin embargo en esta etapa no es todavía receptiva. A medida que el celo progresa también incrementa el grado de aceptación del macho y se puede realizar la cópula. Esta voluntad de la hembra de recibir al macho (u otras hembras), se denomina reflejo de parada o quietud. Es en este momento que la hembra adopta una postura característica arqueando el dorso (lordosis) y este reflejo puede incluso ser utilizado por el hombre para detectar el celo y de esta manera planificar el servicio o IA (Aguilar, J. 2001).

Durante el estro, cuya duración es de 18 ± 6 horas, la vaca manifiesta inquietud, ansiedad, brama con frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas lecheras, se reduce su producción. Las vacas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad (filante), cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal. Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH. Posteriormente, 4 a 12 horas después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

3. Metaestro

El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación de la vaca, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 horas de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH. A la ovulación sigue hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre convirtiéndose en cuerpo hemorrágico. En la formación del cuerpo lúteo (luteinización), se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

Las células de la granulosa se hipertrofian junto con la amplia red de capilares que forman el cuerpo lúteo secretor de Progesterona. La producción de Estradiol disminuye. En esta etapa algunas vacas presentan sangrado metaestral (González, G. 2010).

4. Diestro

González, G. (2010), señala que al 5to día hay un cuerpo lúteo maduro. Las concentraciones en sangre de Progesterona son mayores a 1 ng/ml. El Diestro continúa hasta el día 14. La Progesterona es responsable de la formación del Endometrio para el establecimiento y mantenimiento de la gestación. Estimula la secreción de sustancias que nutren al embrión hasta que existe la placenta; inhibe las contracciones del útero, el moco cervical se torna más viscoso y cierra la cerviz evitando la entrada de agentes extraños al útero. También estimula en la glándula mamaria la síntesis alveolar y la secreción láctea.

Después de 12 días de acción de la Progesterona, en el útero se agotan sus receptores y se vuelve refractario a esta hormona. El Estradiol folicular estimula en el útero la formación de receptores para la Oxitocina y la producción de enzimas Fosfatasa A y Ciclooxygenasa, indispensables para la síntesis de Prostaglandina F2 alfa. De esta forma la Oxitocina producida por el cuerpo lúteo estimulara la secreción de Prostaglandina F2 α en las glándulas endometriales en forma pulsátil cada 6 a 8 horas. Esto provoca la regresión del cuerpo lúteo y los niveles de Progesterona bajan a menos de 1 ng/ml terminando el diestro y comenzando el proestro.

El cuerpo lúteo secreta Progesterona en cantidades máximas desde el día 7 hasta el día 15. Cuando la secreción de Progesterona declina bruscamente (día 17), desencadena la secuencia de cambios hormonales que producen el Estro y la ovulación. Por lo tanto, la función del cuerpo lúteo es el reloj biológico que controla la duración del ciclo estral.

En resumen Agro Capacitación Argentina (AGROCOR. 2005), señala que el ciclo estral del bovino esta caracterizado por eventos fisiológicos y endocrinológico que se resumen en los cuadros 2, 3 y 4.

Cuadro 2. FASES DEL CICLO ESTRAL DEL BOVINO.

Fase	Fase	Días del ciclo	Duración	Eventos
Folicular	Proestro	19-celo	3 días	- Regresión de CL.
	Estro	0	10-12 horas	-Maduración folicular. -Aumento de estrógenos. -Pico LH-estrógenos.
Luteal	Metaestro	1-3	5-7 días	- Ovulación.
	Diestro	4-18	10-12 días	- CL maduro. - Respuesta PGF.

Fuente: AGROCOR. (2005).

Cuadro 3. CARACTERÍSTICAS INTERNAS Y EXTERNAS DEL CICLO ESTRAL BOVINO.

Día del ciclo estral	Hallazgos clínicos		
	Palpación rectal	Útero	Signos externos
16 – 18	CL 20 a 25 mm. Folículo 8 a 10 mm	Discreto aumento del tono, al final.	Ausencia de signos de estro.
19 – 20	CL 10 a 15 mm. Folículo 12 a 15 mm	Presencia de tono.	Pro estro: vulva poco turgente, vestíbulo ligeramente congestionado.
0	CL menos de 10 mm. Folículos 20-22 mm. Suaves y lisos. Después ovulación. Área suave y cráter en el ovario.	Marcada tonicidad.	Estro: Turgencia vulvar, vestíbulo hiperémico, descargas copiosas de moco cristalino.
1 – 4	CL que alcanza 15 mm al 4to. Día.	Edema	Meta estro: 1er. día después del estro, leve descarga mucosa, puede presentarse el sangrado metaestral.
4 – 15	CL del 8º Día 18-20 mm. CL del 10º Día 20-30 mm	Fisiológicamente flácido.	Discreta congestión de la mucosa vestibular al inicio de este período.

Fuente: AGROCOR. (2005).

Cuadro 4. MANIFESTACIONES EXTERNAS DEL CICLO ESTRAL.

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

Fuente: AGROCOR. (2005).

D. SINCRONIZACIÓN DE CELOS

Larocca, C., et al. (2005), señala que diferentes métodos de sincronización del estro han sido utilizados como una herramienta de manejo, procurando concentrar los mismos durante un período de tiempo lo mas corto posible manteniendo una adecuada tasa de concepción. De esta forma, la sincronización ha permitido tener control sobre decisiones que afectan en forma directa la eficiencia del sistema productivo. Permitiendo el uso de tecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo, o en períodos muy controlados de tiempo, la monta dirigida o controlada con toros asegurando la paternidad de un reproductor cuando se usan más de uno por rodeo de distinto valor genético.

Ben, G., et al. (2002), indican que los tratamientos para sincronizar los celos y las ovulaciones a través del control de las ondas de desarrollo folicular del ovario, permiten inseminar sistemáticamente un gran número de vientres en el mismo horario obteniéndose índices de preñez idénticos a los obtenidos con celo natural. Este desarrollo constituye un avance de gran importancia para la aplicación de la inseminación artificial y una herramienta complementaria del semen congelado, que sin dudas abre nuevos horizontes para la industria ganadera.

El objetivo primordial de la sincronización es la capacidad de controlar el ciclo estral, lo que facilita establecer programas de inseminación artificial, eliminando los trabajos en la detección de calores, acorta el tiempo del parto y nos permite obtener descendencias de alta calidad genética (AGROCOR. 2005).

1. Importancia de los programas de sincronización

La sincronización estral es una técnica de manejo, que utiliza hormonas para controlar, o reprogramar, el ciclo del estro (Walker, D., et al. 2010).

El objetivo de un programa de sincronización es manipular los procesos reproductivos, para que un alto porcentaje de hembras en un grupo dado, puedan ser concebidas en un período corto, ya sea utilizando inseminación artificial o servicio natural. (Blezinger, S. 2000).

Antes de iniciar el programa, se debe determinar el porcentaje de animales cíclicos y su condición corporal, así como hacer un seguimiento del mismo, preferiblemente por detección del celo, aun cuando se emplee inseminación artificial a tiempo fijo (Larson, B. 2010).

A través de la utilización de sincronizadores se pueden obtener las ventajas de la inseminación artificial y a la vez reducir los problemas asociados con la detección del celo. Todos los animales entrarán en el estro según un horario y dentro de un horario estrecho (Gilson, W. 2000).

También la sincronización regulariza los ciclos estrales de tal forma que las vacas

que están ciclando manifiestan celo a un tiempo determinado, normalmente programado para el principio de la época de cruzamientos. Las vacas que se preñan y paren más temprano destetan terneros más grandes, mas pesados y tienen un porcentaje mayor de terneros en su vida reproductiva. Tienen más tiempo para descansar y volver a ciclar entre el parto y la siguiente cubrición. Uno de lo objetivos de sincronizar estro en vacas lecheras es mantener un intervalo de partos aceptable de 12 a 13 meses. Investigadores estiman pérdidas de 3 a 5 o más dólares, cuando una vaca permanece más de 100 días abiertos. La sincronización agrega sus propias ventajas a la inseminación artificial. Los programas de inseminación artificial basados en sincronizaciones resultan en una temporada de cubriciones más corta con obviamente, una temporada de partos menor. Ambos hechos demandarán menos tiempo utilizable en otras labores y van ha recibir más atención que si éstos fueran distribuidos a través de varios meses. Desde el punto de vista del parto, los beneficios serán, acortar los intervalos entre partos y obtener terneros con edades similares, esto significa que el manejo puede ser también más uniforme. Además se puede programar las cubriciones y partos de tal forma que se adapten a otros trabajos y poder aprovechar todas las ventajas en la época con mayor disponibilidad de alimento de la finca (Gilson, W. 2000).

Con el uso de sincronización del estro, la mayoría de las vacas del hatu pueden inseminarse 60 días post parto o poco después. Esto permitirá dos inseminaciones antes de 85 días post parto. En promedio una vaca presenta su primer celo post- parto sin el uso de prostaglandinas a los 71 días. Por consiguiente el promedio de días a primer servicio puede ser reducido a 11 días o más. En la práctica probablemente más de 11 días debido al porcentaje alto de estros inadvertidos en la mayoría de los hatos. (Gilson, W. 2000).

En forma resumida a través del uso eficaz de un programa de la sincronización, se puede lograr lo siguiente (Blezinger, S. 2000):

- Facilitar el uso de la inseminación artificial.
- Elección del momento de inseminación artificial y por lo tanto de la temporada de nacimientos.

- Reducción de días abiertos y programación de intervalo entre partos.
- Menos tiempo utilizado en la detección de estros.
- Se obtienen lotes uniformes, mayor cosecha de terneros, y por lo tanto mayores ingresos.
- Las vacas se preñan y paren en una misma época.

Además para trabajar un programa de sincronización deben de considerarse varios factores (Blezinger, S. 2000):

- Nutrición. El ganado debe estar en una buena condición corporal. Esto involucra niveles adecuados de materia seca en general, pero específicamente proteína, minerales y vitaminas. Se puede decir que la nutrición es el factor más importante que podría dictar el éxito o fracaso del programa.
- Para el éxito de algunos protocolos de sincronización de estros, es esencial que las hembras estén ciclando.
- Las vacas necesitan un mínimo de 45 días post parto antes de iniciar el tratamiento. Se examinan todas las vacas para determinar que sus tractos reproductivos hayan tenido una involución uterina adecuada.
- Salud de las vacas, la prevención y tratamiento de enfermedades, así como el control de parásitos es importante antes de la sincronización.
- Tiempo y trabajo disponible para la administración del producto, detección de celo sobre todo cuando se utiliza la inseminación artificial.
- Medios adecuados para realizar la inseminación artificial.
- Semen de alta calidad e inseminador experimentado.
- Tener medios adecuados y trabajo adicional para el manejo del ganado durante el tratamiento.

2. Puntos importantes al establecer un programa de sincronización

AGROCOR. (2005), indica que los puntos importantes al establecer un programa de sincronización son:

- Confirmar la actividad cíclica por palpación rectal.

- Estado nutricional del hato.
- Estado de salud del hato.
- Registros individuales.
- Programa de inseminación artificial.

3. **Estado funcional de los animales**

Ben, G., et al. (2002), señala que en los programas de sincronización de celos es necesario tener en cuenta el estado funcional de los animales, para lo cual se establece las siguientes referencias:

- Vacas: Paridas de más de 40 días, con involución puerperal normal, útero en posición pelviana y de diámetro menor de 6 cm, son aptas cuando están ciclando aunque estén en anestro, siempre que estén ganando peso.
- Vaquillonas: Que hayan alcanzado la edad reproductiva (mayores de 15 meses), con desarrollo corporal, genital y con síntomas de actividad ovárica.

4. **Grupos de servicio**

Bussi, P. (2010), indica que en la sincronización de los celos, se necesita organizar grupos de vacas para servicio programado, así:

- Considerando el período de espera voluntario (PEV). se pueden organizar grupos sincronizados para que entren en celo y ovulen en un período de tiempo determinado (días de ordeño).
- Tomando como referencia un PEV de 50 días, el grupo estaría formado por vacas con 70 a 50 días de ordeño, de manera que las últimas vacas que parieron alcancen el PEV mínimo determinado. Este grupo estaría formado entonces por vacas que parieron en un período de 3 semanas.
- En rodeos mayores a 200 vacas es aconsejable formar los grupos de sincronización con vacas cuyo lapso de parición sea de dos semanas (45).

- El celo y la ovulación se sincronizan para que ocurran durante la semana siguiente al PEV mínimo determinado.

5. Condición corporal y alimentación

Ben, G., et al. (2002), indican que la condición corporal es un parámetro importante, que mide la deposición de grasa sobre el animal como garantía de reservas de energía. En una escala de 1 a 5 (1 flaco, 2.5 intermedio y 5 exceso de gordura), es necesario que los animales estén con una condición mínima de 2 a 2.5 y ganando peso. Es indispensable que los animales estén comiendo bien, de acuerdo a su estado funcional y época del año, recuperando condición corporal y ganando peso. El balance energético positivo favorece la actividad ovárica, la fertilidad y la viabilidad embrionaria.

Brogliatti, G. (2003), manifiesta que la condición corporal de los animales es un factor de suma importancia. Los resultados con animales de condición corporal 3 (escala de 1 a 9), son de entre el 25 % y 35 % de preñez, mientras que animales de condición corporal 5 o más los porcentajes oscilan entre el 55 % y el 65 % de preñez. Con vacas de una condición corporal de 7, con un post parto de más de 4 meses y sin ternero al pie se lograron resultados del 71,2 % de preñez. Estos resultados solo se pueden alcanzar con un excelente manejo de los animales y la utilización de un semen de alta calidad.

6. Resultados esperados de la sincronización del celo

Según Ben, G., et al. (2002), los resultados esperados de la sincronización del celo son:

- Índice de preñez de primera inseminación en vacas con cría 50 %; y en vaquillonas y vacas secas 60 %.
- Índice de preñez con inseminación de los primeros retornos: entre 70 y 75% en vaquillonas y entre 60 y 65% en vacas con cría, en seis días de IA y 25 días entre servicios.

- Índice de preñez final en 60 días, con servicio de repaso con toro, superior al 90%.

7. Ventajas de la regulación farmacológica del ciclo estrual

Entre las ventajas de la regulación farmacológica del ciclo estrual se incluye mejorar la eficiencia (en algunos casos), de la detección de estros, aumentar la eficiencia reproductiva y tener un manejo eficiente de la reproducción en el establecimiento, controlar las ondas foliculares del ovario aumentando la precisión en la sincronización de los estros, incremento la fertilidad de la inseminación artificial, e inducir la actividad cíclica en animales en anestro o vaquillonas pre púberes, en el caso del uso de progestágenos (Larocca, C., et al. 2005).

E. PRODUCTOS HORMONALES UTILIZADOS EN EL MANEJO DEL CICLO ESTRAL DE LA VACA

1. Prostaglandinas (PGF₂)

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 PGF₂ α), 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. (O'Connor, M. 2000).

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 ó 7 del ciclo. La fertilidad subsiguiente a la luteolisis con PGF₂ es equivalente a la que se produce en celos espontáneos. Las prostaglandinas pueden relajar el útero no gestante y contraer el útero gestante pueden producir aborto o inducir el parto. Un factor importante

desde el punto de vista de residuos tisulares, inocuidad y toxicología, es que la PGF₂ no se almacena en los tejidos, de modo que su permanencia en el organismo es de corta duración. Se ha demostrado una inocuidad adecuada entre la dosis terapéutica y las mínimas tóxicas (Rasby, R. 2000).

La Prostaglandina F₂ α (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. Si se administra un solo tratamiento con PGF, aproximadamente el 70% de las hembras que están ciclando deberían entrar en celo. La palpación rectal de un CL y el tratamiento de las vacas con un CL aparentemente funcional debería aumentar la proporción de los animales que responden; no obstante, errores en la palpación y en la detección del celo determinan que aproximadamente el 75% de las vacas tratadas sean detectadas en celo. Si esto se multiplica por un índice de concepción del 60% se obtendrá una preñez final del rodeo tratado del 45% en los mejores casos. Otro 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 (Bó, G., et al. 2002).

Larocca, C., et al. (2005), indica que en estudios utilizando PGF₂ α 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.

2. Progestágenos

La progesterona (P₄), es la hormona encargada del mantenimiento de la gestación, ya que proporciona el estímulo hormonal que es requerido para el desarrollo uterino y posterior implantación placentaria, además de mantener la inmovilidad uterina (Wanke, D., et al. 2010).

<http://es.wikipedia.org>. (2010), reporta que la progesterona (también conocida como P4), es el principal de los progestágenos. Junto con los estrógenos, los progestágenos forman el binomio hormonal femenino por excelencia. Su principal fuente es el ovario (cuerpos lúteos) y la placenta, si bien también pueden sintetizarse en las glándulas adrenales y el hígado. Ambos grupos de hormonas tienen una estructura que se describe como derivada del núcleo ciclopentanoperhidrofenantreno, núcleo del que derivan los esteroides cuya arquitectura molecular es igual a la del colesterol. La progesterona es una de las hormonas sexuales que se desarrollan en la pubertad y en la adolescencia en el sexo femenino, actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo estral, parando los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Estos efectos también ocurren en la mama. La progesterona también se encarga de engrosar y mantener sujeto al endometrio en el útero: al bajar sus niveles, el endometrio se cae, produciendo la menstruación. Es la hormona responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios en una mujer, y sirve para mantener el embarazo.

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, D., et al. 2010).

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 (<http://www.sani.com.ar>. 2010).

El empleo de hormonas progestacionales solas se lleva a cabo para producir supresión ovárica durante largo tiempo cuando los estrógenos están contraindicados (Echeverría, 2003). Del mismo modo puede hacerse una mención con respecto a aquellos protocolos combinados de DES (5mg/kg/día) y FSH (10 mg/2-4 días), los cuales tienen un amplio porcentaje de presentación de celo, pero no se traduce en buenos resultados con respecto al porcentaje de preñez (De la Sota, R. 2002).

3. Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)

El resultado de inyectar GnRH es inducir la secreción por parte de la hipófisis de las hormonas LH y FSH, provocando el desarrollo y maduración de los folículos, así como la ovulación y luteinización. Las hormonas FSH y LH son liberadas por la hipófisis poco después de la aplicación de GnRH, detectándose los niveles máximos de estas una y media hora posterior a la inyección intramuscular. La cantidad liberada de gonadotropinas depende de la dosis de GnRH administrada. La dosis de 0.1 mg. de Fertagyl produce una respuesta significativa de LH en la vaca equivalente a la descarga de LH que precede a la ovulación. La dosis que reporta la literatura consultada oscilan entre 0.1 y 0.5 mg (INTERVET. 2009).

La GnRH es un decapeptido secretado por el hipotálamo que regula y estimula la secreción de LH y FSH en la adenohipófisis. Su secreción es pulsátil y esta influida positivamente por el sistema adrenérgico y negativamente por el opioide. Las alteraciones en los picos de su secreción generan una fertilidad más baja y ovulaciones anormales. La progesterona en bajas concentraciones induce su liberación, pero en exposiciones prolongadas, activa un mecanismo de feed back y de esta manera disminuye su secreción y consecuentemente la de LH y FSH, ocasionando un estado anovulatorio. La GnRH tiene la particularidad de ser sintetizada fácilmente en el laboratorio aplicando métodos de síntesis de péptidos de fase sólida. Asimismo es posible introducir sustituciones de aminoácidos

específicos en GnRH sintética diseñando de esta manera agonistas-antagonistas de gran utilidad clínica. Casi todos ellos contienen una o dos sustituciones en la cadena donde un residuo D-aminoácido hidrofobo reemplaza a la glicina en posición 6 y la N-etilamida reemplaza a la glicina amida en la posición 10. Estos péptidos son mas sensibles a la proteólisis y se unen con mayor afinidad a los receptores específicos y a las proteínas plasmáticas que la GnRH natural indicando una mayor semivida de eliminación y aumento en la potencia (Echeverría, J. 2010).

Está claramente probado, que la administración en forma pulsátil de análogos de GnRH, induce la ovulación en animales y en mujeres en anestro, pero al ser administrados en concentraciones mayores y en forma continuada, el efecto se revierte transformándose en inhibidores de la liberación, con lo cual se prolonga la fase anéstrica. Esto ha sido reportado en mujeres, motivo por el cual, están siendo actualmente estudiadas como posible alternativa para generar anestros prolongados. En los protocolos clásicos para superovulación, GnRH se aplica 7-8 días antes de la inyección de PGF2a. Mas recientemente se ha empleado otro protocolo de aplicación conjunta de GnRH y PGF2 α al día cero seguido de una segunda aplicación de GnRH para mejorar la sincronización de la ovulación (De la Sota, R. 2002).

4. Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)

La Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), se aísla de las yeguas preñadas y en consecuencia, fue uno de los materiales gonadotrópicos del que primero se dispuso comercialmente. Esta gonadotropina se secreta en capas endometriales en el útero equino. Tales estructuras están formadas por células trofoblásticas especializadas que invaden el endometrio materno y son de origen fetal y no materno. La PMSG es una gonadotropina con actividad de la hormona FSH y de la hormona LH. En la hembra, la PMSG estimula el crecimiento y maduración de los folículos. En el macho estimula el desarrollo del tejido intersticial del testículo y la espermatogénesis (INTERVET. 2009).

Bó, G., et al. (2002), señala que desde hace muchos años se promueve, sobre

todo en Europa, la utilización de una dosis de Gonadotropina Coriónica Equina (conocida internacionalmente con las siglas eCG o PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular en vaquillonas prepúberes, vacas con cría o vacas lecheras en anestro pos parto. La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la FSH. Se ha observado un mayor porcentaje de preñez en vacas en anestro pos parto y con condición corporal comprometida o en vacas con menos de 60 días pos parto, cuando se agrega eCG al tratamiento. Sin embargo, hay otros trabajos que no han encontrado un beneficio en utilizar eCG en vacas pos parto con alto porcentaje de ciclicidad y buena condición corporal. En pruebas de campo trataron 106 vacas con Crestar+eCG+GnRH y se obtuvo un 58,5% de preñez (62/106), mientras que de 49 vacas IATF con eCG pero sin GnRH resultaron preñadas 25 (51%), sin embargo estas no fueron significativas y habría que hacer nuevas comparaciones con un número mayor de animales para obtener resultados concluyentes. Con respecto al uso de eCG en vaquillonas, los resultados dependen en gran medida de la condición corporal y de la ciclicidad de los animales. Algunos, autores encontraron diferencias significativas a favor de utilizar eCG en vaquillonas cruza mientras que otros no han encontrado diferencias en vaquillonas británicas. La utilización de eCG es especialmente útil en rodeos donde, el porcentaje de anestro es alto. No obstante, el porcentaje de vacas cíclicas en el rodeo y la condición corporal de los animales siempre condicionan los resultados de preñez.

Además, señala que la utilización de eCG al momento de la remoción de dispositivos con P4 para sincronizar el celo de animales en anestro, aumentó el porcentaje de ciclicidad y los porcentajes de preñez en vacas con estrés nutricional, pero, si la causa del anestro está asociada solamente al efecto del amamantamiento y no al amamantamiento sumado a un estrés nutricional, la adición de eCG no aumenta el porcentaje de preñez.

5. Gonadotropina coriónica humana o HCG

La HCG es una gonadotropina que se excreta en la orina de la mujer gestante. La gonadotropina coriónica humana tiene funciones similares a la LH. Al igual que la PMSG, es una fuente comercial disponible de actividad luteinizante, por tanto, se

usa como tratamiento de quistes ováricos en vacas lecheras e incluso en muchas otras situaciones para inducir ovulación (INTERVET. 2009).

6. **Benzoato de estradiol**

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17 β Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos. El uso de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del progestágeno (considerado este como día 0), provoca una nueva onda folicular; la aplicación del Benzoato de Estradiol a la extracción del progestágeno induce un pico preovulatorio de LH a través del feed back positivo del estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de ovulaciones. Su empleo se recomienda en anestro posparto, celo silencioso y como sincronizador del celo (<http://www.sani.com.ar>. 2010).

Las dosis a utilizar dependen del uso que se destine, así:

- Anestro posparto: administrar 1 mg de benzoato de estradiol después del progestágeno.
- Celo silencioso: administrar 2mg de benzoato de estradiol antes del progestágeno.
- Sincronización de celo: administrar 2 mg de benzoato de estradiol antes del progestágeno y 1 mg luego, después del progestágeno.

7. **Cipionato de Estradiol**

<http://www.sani.com.ar>. (2010), sostiene que el Cipionato de Estradiol (CPE), es un derivado semisintético de acción prolongada del 17 Beta Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos. . Estrógeno esterificado de metabolismo lento. 3-10 mg intramuscular en vacas y yeguas. En protocolos de sincronización con IATF de novillas y vacas de 1er parto de tipo racial cebuino se reemplazó en el día 8 el benzoato de estradiol por el cipionato

de estradiol, con muy buenos resultados en porcentajes de preñez (60 al 70 %). Se emplea en dosis 1 mg/animal (corresponde administrar 0.5 mg), por vía intramuscular como:

- Complemento en la inducción y sincronización de celos con progestágenos en bovinos.
- Complemento en la inducción y sincronización de celos con prostaglandinas y GnRH.
- Complemento en el tratamiento del anestro posparto en bovinos

Uslenghi, G., et al. (2010), reporta que el cipionato de estradiol (CPE), ha sido utilizado para reemplazar al benzoato de estradiol (BE), administrado vía IM 24 h después de retirado el dispositivo intravaginal con progesterona (DISP), sin afectar los porcentajes de preñez.

Callejas, S., et al. (2010), señala que en trabajos realizados con el uso del Cipionato de Estradiol (CPE), administrado 24 horas después del retiro de un dispositivo intravaginal (DI), provocó una mejora numérica en el porcentaje de preñez comparado con la administración de Benzoato de Estradiol (60,5% vs. 47,9%). Como consecuencia de lo anotado, evaluaron si el CPE puede mejorar los porcentajes de preñez a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), comparado con vacas tratadas con BE, aplicados en ambos casos después de un tratamiento con progesterona. Se utilizaron 92 vacas Angus negro con ternero al pie y un post parto = 40 días, que fueron tratadas de la siguiente manera: el día 0 se colocó un DI con 1 g de progesterona (DIB, Syntex o Sirbo) y se inyectaron IM 2 mg de BE. El día 7 se retiró el DIB, se administró vía IM 0,15 mg de D-Cloprostenol (Enzaprost D-C, Biogénesis) y las vacas fueron distribuidas aleatoriamente a 2 grupos que recibieron los siguientes tratamientos: CPE24 (n:25): 0,5 mg de CPE (ECP estradiol, Köning), el día 8 y Grupo BE24 (n:67): 1 mg de BE el día 8. La IATF se realizó a las 50-52 horas de retirado los dispositivos (día 9), utilizando semen de un toro de probada fertilidad, congelado/descongelado en pajuelas de 0,5 ml. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación transrectal a los 40 días de realizada la IATF. Si bien el dispositivo utilizado es producido por un laboratorio, dado que existen dos vías de

comercialización de los dispositivos (Syntex y Sirbo), este factor fue considerado en el análisis de los resultados. Se evaluó el porcentaje de preñez a la IATF considerando los efectos tratamiento, dispositivo y su interacción. Se fijó un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$). Se utilizó el PROC CATMOD del paquete estadístico SAS. El porcentaje de pérdida de los DI fue del 0%. No se observaron efectos significativos del tratamiento, dispositivo o su interacción sobre el porcentaje de preñez a la IATF (cuadro 5).

Cuadro 5. PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS CON CRÍA TRATADAS CON UN DISPOSITIVO INTRAVAGINAL CON PROGESTERONA (DIB SYNTEX O SIRBO), QUE RECIBIERON CIPIONATO DE ESTRADIOL (CPE24), O BENZOATO DE ESTRADIOL (BE24), 24 H DESPUÉS DE RETIRADO LOS DISPOSITIVOS.

Tratamientos	DIB Syntex	DIB Sirbo	Totales
CPE24, %	40,0	20,0	32,0
Nº	(6/15)	(2/10)	(8/25)
BE24, %	48,5	44,1	46,3
Nº	(16/33)	(15/34)	(31/67)
Totales, %	45,8	38,6	42,4
Nº	(22/48)	(17/44)	(39/92)

Fuente: Callejas, S., et al. (2010).

Concluyendo estos investigadores que el CPE administrado 24 horas posteriores al retiro de los DI con progesterona no mejora los porcentajes de preñez que se obtienen luego de realizar una IATF comparado con el uso de BE.

Uslenghi, G., et al. (2010), evaluó el efecto de dos dosis de CPE inyectado al retirar un DISP, sobre el porcentaje de preñez post inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Como objetivo secundario, se planteó comparar la eficiencia reproductiva de los tratamientos utilizados. Se emplearon 79 vaquillonas de 15 meses de edad. El día 0, se les colocó un DISP más BE. El día 7 se retiró el DISP, se administró D⁺ cloprostenol y en forma aleatoria se inyectó 0,5 mg de CPE, 1 mg de CPE o BE 24 h después. Para la IATF (52–56 h), se utilizó semen proveniente de un toro de probada fertilidad. El día 22 se colocó a todas las

vaquillonas un DISP de segundo uso, retirándolo 7 días después. Se continuó con detección de celo e IA. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía en dos oportunidades para evaluar preñez de IATF y retorno, así como para verificar mortalidad embrionaria. Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la preñez a la IATF, del retorno y final. No observaron efectos del tratamiento ($p > 0,05$), sobre los porcentajes de preñez a la IATF (51,9%), del retorno (61,1%) y final (65,8%). Determinó un 7,3% de pérdidas embrionarias ($P > 0,05$). Concluyendo que la administración de 0,5 o 1 mg de CPE al retirar un dispositivo con progesterona en lugar de BE a las 24 h posteriores es igualmente efectiva para implementar una IATF. Además, no resulta afectada la eficiencia reproductiva del rodeo.

8. Nombres comerciales

AGROCOR. (2005), señala que en el mercado existen diferentes productos para llevar a cabo la sincronización del ciclo estral. Los más comúnmente usados son los análogos sintéticos, los ismos que se reportan en el cuadro 6.

F. PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES

Hay varios programas y métodos tradicionales disponibles para sincronizar estro en las hembras. Se han diseñado métodos que imitan o controlan el cuerpo lúteo en el ovario. Actualmente también se han diseñado nuevos métodos para controlar la ovulación y/o las olas foliculares que ocurren en el ovario durante los 21 días del ciclo estral (Rasby, R. 2000).

1. Programa de reproducción controlada

El Programa de reproducción controlada se basa en la aplicación de dos dosis de Prostaglandinas $F2\alpha$ (PGF), 14 días aparte. La primera PGF debe ser aplicada 14 días antes de finalizado el período de espera voluntario. Luego de esta primera inyección ninguna vaca es IA, aunque hasta un 50% de las vacas puede mostrar celo. Se recomienda que si luego de la segunda inyección de PGF no se detecta

Cuadro 6. NOMBRES COMERCIALES, VIAS DE ADMINISTRACION, PRINCIPIO ACTIVO Y DOSIS DE ALGUNAS HORMONAS UTILIZADAS PARA LA SINCRONIZACION DEL ESTRO EN VACAS.

Nombre comercial	Aplicación	Principio activo	Dosis
Prostaglandinas			
Lutalyse	Intramuscular	Dinoprost Trometamina	25mg (5cc)
Iliren	Intramuscular Intravenosa subcutánea	Tiaprost-trometamol	750mcg (5cc)
Prosolvin	Intramuscular	Luprostiol	15mg (2cc)
Prostal	Intramuscular	Cloprostenol	15mg (2cc)
Estrumate	Intramuscular	Dinoprost Trometamina	500mg (2cc)
Progestágenos			
Syncro-Mate B	Implante en oreja Intramuscular	Norgestomet Norgestomet/estradiol	6mg 3mg/5mg
Crestar	Implante en oreja Intramuscular	Norgestomet Norgestomet/valerato de estradiol	3mg 3mg/5mg
MGA	Oral	Acetato de melengestrol	0.5mg/vaca/día 14días
Gonadotropinas (GnRH)			
Conceptal	Intramuscular Intravenosa	Buserelina	2cc
Fertagyl	Intramuscular Intravenosa	Gonadorelina	1 – 2cc
Factrel	Intramuscular Intravenosa	Buserelina	2cc
Cystorelin	Intramuscular Intravenosa	Gonadorelina	2cc
Gonadotropina no hipofisaria (PMSG)			
Foligon	Intramuscular	Gonadotropina serica	500 – 1000 UI

Fuente: Rodríguez, M. (2003).

celo, se debe aplicar una tercera dosis 14 días más tarde. Si luego de esta tercera inyección no se detecta celo evidente se realiza inseminación artificial a tiempo fija (IATF), 72 - 80 horas posteriores a la PGF (Bussi, P. 2010).

2. Programa de reproducción controlada modificado

Este programa fue diseñado para forzar a la mayoría de las vacas a una fase luteal temprana mediante una inyección pre-sincronizadora de Prostaglandinas $F2\alpha$ (PGF), 14 días antes de la administración de gonadotropinas (GnRH). Esta GnRH es administrada 7 días antes de la segunda inyección de PGF. La GnRH altera el crecimiento folicular induciendo la ovulación del folículo dominante formando un cuerpo lúteo (CL), nuevo o adicional. Así un nuevo grupo de folículos emerge de los ovarios 1 o 2 días después de la administración de la primera inyección de GnRH, de este grupo de folículos emerge un nuevo folículo dominante, que madura y ovula después que el estro sea inducido por la PGF. Luego de la inyección de PGF se puede inseminar a celo detectado o realizar una IATF 72 - 80 horas posteriores a la PGF (Bussi, P. 2010).

3. Método Select-Synch

El programa consiste en administrar una inyección de GnRH, en el día 0, siguiendo con una inyección de prostaglandina a los 7 días. A pesar de que algunas vacas van a presentar celo el mismo día que reciben la prostaglandina, la etapa pico del celo se presentará 2 a 3 días después de la inyección de prostaglandina. Se debe observar a los animales el celo por 5 días y se inseminan de 8 a 12 horas después de detectado el celo. La inyección de GnRH produce ovulación de un folículo dominante y formación de un cuerpo lúteo nuevo. La GnRH también comienza el desarrollo de una nueva ola folicular. Por consiguiente, todas las hembras en el grupo tienen folículos crecientes en la misma fase de desarrollo. La inyección de prostaglandina produce la regresión del cuerpo lúteo que es resultado de la inyección de GnRH que comienza el proceso que conlleva a la ovulación. El beneficio de la primera inyección de GnRH para sincronizar crecimiento folicular es bueno en vacas pero menos en novillas, esto explica el éxito restringido de este método en ellas. La respuesta de estros y

porcentajes sobre la tasa de preñez varían considerablemente de un hato a otro dependiendo del número de vacas cíclicas al inicio del tratamiento, además de muchos otros factores. Sin embargo, con más de 500 animales tratados en 7 hatos diferentes el sistema de Synch-selecto ha promediado en general un 70% en cuanto a la respuesta de estros y aproximadamente 50% con respecto a la tasa de preñez (De Jarnette, M. 2002).

4. Método Ov-Synch

Fernández, A. (2003), manifiesta que la propuesta básica de este método consiste en lograr sincronizar eficientemente una onda folicular para llevarla a la ovulación en un momento esperado, permitiendo inseminar los animales aún sin presencia de celo evidente, ya que lo que interesa es tener un óvulo en el útero y no un celo en el animal. El protocolo de este método es: día 0: GnRH, día 7: PGF2 α ; día 9: GnRH, I.A. a tiempo fijo 18-24 horas más tarde. El tratamiento con un agonista de GnRH al día 0 e iniciado en cualquier momento del ciclo induce la liberación de LH y FSH. En respuesta a la LH desaparece el folículo dominante de la onda folicular en curso (dependiendo de su etapa de desarrollo), ya sea por ovulación y formación de un nuevo cuerpo lúteo o por atresia. En ambos casos desciende el nivel de estradiol y se inhibe la posibilidad de un celo espontáneo entre los días 0 y 7 del tratamiento. Si existe un CL al momento de la inyección de GnRH, la LH liberada incrementa el número de las células luteales grandes. La FSH induce el pasaje de folículos Clase 1 a Clase 2 pero también aumenta la posibilidad de atresia en la población folicular Clase 2. A los dos días del tratamiento con GnRH se inicia una nueva onda folicular y dos días más tarde ya existe un nuevo folículo dominante de la onda folicular inducida. La inyección de PGF2 α ; en el día 6-7 provoca la luteólisis. Consecuentemente aumenta la concentración de E2 así como las pulsaciones de LH, ocurriendo un estro sincronizado que desencadena el pico preovulatorio de LH permitiendo que el folículo dominante se transforme en folículo ovulatorio. Sin embargo existe un porcentaje bajo de animales que no presentan estro debido a una luteólisis incompleta, por lo que el folículo dominante se transforma en folículo dominante persistente. La segunda y última inyección de GnRH a las 48 horas después de la inyección de la prostaglandina asegura la ovulación del nuevo folículo dominante. Los resultados obtenidos con

este método indican que es más efectivo en vacas en lactación que en vaquillonas lo que sugiere que existen diferencias en el comportamiento de la dinámica folicular en función de estados fisiológicos diferentes.

Peralta, R., et al. (2000), indica que el método ovsynch, se usa menos en rodeos de cría. Los resultados esperables con este tratamiento dependen en gran medida de la ciclicidad de los vientres. En hembras cíclicas es de esperar un 60 a 75% de preñez, en tanto que en vientres acíclicos la respuesta cae prácticamente a la mitad (30 a 35% de preñez).

Bó, G., et al. (2002), señala que los protocolos de sincronización de la ovulación utilizando GnRH se han popularizado con el nombre de Ovsynch. La IATF 15 a 24 horas después de la segunda GnRH ha resultado en una fertilidad aceptable en vacas para leche y para carne. Por el contrario, los resultados en vaquillonas sincronizadas con el tratamiento Ovsynch han sido significativamente mas bajos que los resultados en vaquillonas IA a las 12 horas pos celo. En rodeos de cría los resultados han sido muy variables, sobre todo debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro.

5. Método Co-Synch

El Co-Synch involucra la administración de GnRH en el día 0, prostaglandina a los 7 días y una segunda inyección de GnRH en el día 9 (48 horas después de la inyección de la prostaglandina). Este sistema es similar al de OV-Synch solo que la inseminación artificial se realiza al mismo tiempo en que se aplica la segunda inyección de GnRH. Los recientes experimentos en Virginia y Colorado indican tasa de preñez de 35 a 50 % utilizando este método sin embargo puede haber un incremento del 5 al 10 %, administrando la segunda dosis de GnRH 64 horas después de inyectada la prostaglandina (Hall, J. 2010).

6. Método Co-Synch con progestágeno

Es uno de los métodos más eficaces para sincronizar vacas de carne del post-parto sin descubrimiento de celo. Datos preliminares han indicado tasas de

preñez de hasta el 68% en vacas que amamantan. El programa general es similar a Co-Synch, solo que el implante se inserta cuando la primera inyección de GnRH se administra. El implante de progestágeno se retira en el momento en que se inyecta la prostaglandina. El progestágeno impide a las vacas presentar celo entre la administración de GnRH y prostaglandina. Una cierta ventaja es que vacas que están en el anestro antes del programa comenzarán sus ciclos estrales brevemente después del levantamiento del implante (Lamb, G. 2010).

7. Progestágenos y estrógenos

Bó, G., et al. (2002), señalan que una de las alternativas para sincronizar el desarrollo folicular es la utilización de dosis farmacológicas de estrógenos y progestágenos para que, a través de la inhibición de las gonadotropinas circulantes, induzcan la atresia de los folículos en crecimiento y resulte, de esta manera, en el desarrollo de una nueva onda folicular. En una serie de experimentos demostraron que el tratamiento con progestágenos (P4) y estradiol-17 β (E-17 β), o benzoato de estradiol (BE), administrados en cualquier momento del ciclo estral, inducen el crecimiento sincrónico de una nueva onda folicular, aproximadamente 4 días después. El tratamiento con dispositivos intravaginales CIDR-B (dispositivo liberador de progesterona), combinados con E-17 β y P4, administrados por vía intramuscular (im), resultó en el comienzo sincrónico de una nueva onda folicular 3 a 5 días después, dando como resultado que todas las vaquillonas tuvieran un folículo dominante en la fase de crecimiento en el momento de la remoción del CIDR-B en el Día 7. En otros trabajos también se observó que para tener mayores índices de preñez en programas de IATF había que inducir la ovulación utilizando una segunda dosis de estradiol (E-17 β).

8. Progestágenos combinados con benzoato y valerato de estradiol

Rodríguez, M. (2003), sostiene que todos los animales pueden ser tratados con este método y van a responder al mismo tiempo, independientemente de su estado en el ciclo al inicio del programa. El programa involucra tres etapas:

- . Etapa 1: En el día cero, cada vaca es implantada subcutáneamente en la

base de la oreja con una progesterona sintética llamada norgestomet. La liberación continua de norgestomet a través del implante ejerce un efecto inhibitorio en el descenso de LH y FSH por lo que mantiene la supresión del celo e impide la ovulación. El implante se pone hipodérmicamente en la espalda de la oreja. Antes de insertarlo, es de utilidad sujetar el pelo en la parte de atrás de la oreja y desinfectar el sitio del implante.

- Etapa 2: Al mismo tiempo que las vacas son implantadas con norgestomet, se les aplica una inyección intramuscular que contiene una combinación de las hormonas valerato de estradiol y norgestomet. El valerato de estradiol produce la involución del cuerpo lúteo en cualquier animal que se encuentre en la fase luteal al momento de la inyección. Al mismo tiempo norgestomet suprime el celo y la ovulación mediante la inhibición hipofisaria, durante un período de 9 días se detienen los ciclos.
- Etapa 3: El implante es removido el día 9. Una vez removido los animales comienzan a liberar hormonas que estimulan crecimiento folicular y secreción de estrógenos. Aquellas vacas que respondan a este método van a presentar celo entre 36 a 48 horas después de retirado el implante. Si se desea inseminar todas las vacas de una vez, hacerlo 48 a 56 horas después de removido. Si no, se inseminan aproximadamente 12 horas después de que el animal haya sido observado en celo.

Otra alternativa de inducción de la ovulación es utilizar 0,5 a 1 mg de Benzoato de Estradiol (EB), a las 24 horas de retirado los implantes de Syncro-Mate B (SMB), e IATF entre las 50 y 52 horas pos retiro, pudiendo considerarse que la preñez promedio es del 42% con tratamientos de SMB 9 días más EB a las 24 horas de retirado e IATF a las 50 horas (Bussi, P. 2010).

Larocca, C., et al. (2005), indican que el progestágeno norgestomet ha sido utilizado ampliamente para sincronizar estros en vaquillonas. En la mayor parte de las comunicaciones, alrededor de un 90% de las hembras tratadas presentaron estro por un tiempo después de la remoción del implante. A pesar de eso, la fertilidad obtenida fue variable, con porcentajes de preñez entre el 33 y el 68 %.

9. Progestágenos combinados con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)

El Norgestomet en combinación con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular fue estudiado para ser utilizada en vaquillonas, vacas con cría o vacas lecheras en lactancia. Con este tratamiento el grado de ciclicidad de los animales influye drásticamente sobre el porcentaje de preñez final, siendo aproximadamente un 60% en vacas cíclicas y un 40% en vacas en anestro. Al utilizar 300 UI en vaquillonas y 400 UI en vacas, en ambos casos la inyección de PMSG se aplicó al momento de retirar el implante y se IATF a las 48 horas. El porcentaje de preñez promedio obtenido fue del 50,19 y 50,12% para vaquillonas y vacas respectivamente (Bussi, P. 2010).

Rodríguez, M. (2003), señala que en vacas lecheras se ha recomendado la administración de gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), al retirar el implante, para reforzar el efecto gonadotrópico, estimulando la maduración folicular, el celo y la ovulación. Para la aplicación en novillas de carne se ha recomendado aplicar una inyección de PMSG al retirar el implante, debido a que es frecuente que estos animales se encuentren en anestro, realizando una sola inseminación 48 horas más tarde. Además recomienda la aplicación de prostaglandinas (PGF), 48 horas antes de retirar el implante para mejorar tanto la sincronización como la fertilidad.

10. Progestágenos asociados con Benzoato de estradiol y prostaglandinas

Brogliatti, G. (2003), señala que en datos obtenidos de inseminaciones realizadas en las provincias de Chaco, norte y sur de Santa Fe, oeste de Buenos Aires, norte y sur de Córdoba (Argentina), con un total de 3.250 vacas inseminadas utilizando distintos protocolos de sincronización de celos. Encontró que el tratamiento más utilizado fue la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona y la inyección de 2 mg de Benzoato de Estradiol en el día 0, remoción del dispositivo el día 7 u 8 junto con la aplicación de la prostaglandina. La aplicación de 1 mg de Benzoato de Estradiol el día previo a la IATF y la inseminación sistemática a la

totalidad de las vacas sin detección de celo entre las 48 y 56 horas después de la remoción del dispositivo intravaginal. Los resultados obtenidos variaron entre el 45 % y el 65 % sobre el total de las vacas tratadas con cuatro encierres. No existieron diferencias significativas en el día de la remoción del dispositivo intravaginal en el día 7 u 8 (65 % versus 63 % de preñez sobre un total de 530 vacas), de esta forma permite iniciar a la totalidad de los animales y luego separar dos tropas para la IATF. Estos programas pueden realizarse tan temprano como a los 35 días post parto.

11. Progestágenos sintéticos asociados con benzoato de estradiol y PMSG

Fernández, A. (2003), reporta que este método de inducción y sincronización de celos se basa en la aplicación de dispositivos liberadores de progestágenos o progesterona, los cuales se mantienen durante un período de 9 a 10 días y al retirarlos los animales presentan celo entre las 36 y 48 horas siguientes. La progesterona tiene como misión producir un bloqueo del hipotálamo, de manera que impedirá, independientemente de la existencia de un cuerpo lúteo, que se produzcan ovulaciones mientras que los animales conserven el dispositivo. Además provoca una repleción de gonadotrofinas hipofisarias que se liberan bruscamente al retirarlo. De este modo, se minimiza la acción de un cuerpo lúteo durante 9-10 días, tiempo muy similar a la duración del cuerpo lúteo del ciclo. El estrógeno (benzoato de estradiol), se aplica el primero o segundo día del tratamiento y tiene como misión producir la regresión de un posible cuerpo lúteo en formación (los estrógenos son potentes agentes antiluteotróficos en los primeros días del ciclo) y al mismo tiempo, provoca la atresia del folículo dominante de la onda de desarrollo folicular en curso e induce una nueva onda folicular entre 4 y 5 días más tarde. Este es el principal motivo que explica la sincronización tan perfecta que se obtiene mediante estos tratamientos, ya que se consigue manipular las ondas de desarrollo folicular de manera que en todos los animales tratados se inicia una nueva onda prácticamente el mismo día. Así, al retirar la fuente de progesterona el día 9-10 del tratamiento, el folículo dominante de la onda que se inició a los 5 días de iniciado el mismo se encuentra siempre en una fase óptima de desarrollo folicular (día 4-5 de la fase de crecimiento) y la ovulación se producirá de un modo casi simultáneo en todos los animales

alrededor de las 60 horas de retirar el dispositivo permitiendo entonces realizar inseminación a tiempo fijo sin control de celos. Esta metodología puede ser aplicada a todo tipo de animales (cíclicos y en anestro, en fase folicular o luteínica), permitiendo inseminar los animales a tiempo prefijado con total independencia de la detección de celos.

12. Acetato de melengestrol (MGA) y prostaglandina (PGF)

Utilizado típicamente en novillas, el MGA es una progesterona sintética activa vía oral que ha sido utilizado con éxito para suprimir la presencia de celo. La investigación ha demostrado que alimentar con MGA por 14 días a razón de 0.5 mg/cabeza/día, retirarlo, y luego inyectar prostaglandinas 16 a 18 días después va a producir la involución del cuerpo lúteo, entrando la mayoría de novillas en celo en un período de 5 días. Hay que tener presente que la mayoría de las hembras van a presentar estro 2 a 5 días después de retirar el MGA. Sin embargo, este celo es sub-fértil y las hembras no deberían ser inseminadas en este momento. La mayoría de las hembras tendrán un cuerpo lúteo maduro de 16 a 18 días post-celo sub-fértil de ahí la razón de inyectar prostaglandinas en este período. La mayoría de novillas presentarán celo 48 a 72 horas después de la inyección de prostaglandina; este celo si es fértil por lo que se inseminarán 12 horas después de observado el estro. La ventaja de este sistema es que el ganado solo debe ser maniobrado una vez, además del momento de la inseminación. La investigación indica que este método estimula la ciclicidad en animales en anestro. El cuidado que se debe tener es el asegurarse que todas las hembras consuman la dosis de MGA diariamente durante los 14 días de tratamiento (Rodríguez, M. 2003).

G. CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS DE CRÍA

1. Características

Stahringer, R. (2008), indica que la condición corporal de la vaca de cría es un método que nos permite evaluar en forma sencilla mediante una apreciación visual sus reservas corporales (grasa y músculo). Esta imagen se compara con un patrón preestablecido al que se le ha dado valores numéricos arbitrarios. De esta

forma se intenta uniformar los criterios de evaluación para que sean comparables en el tiempo y entre personas.

<http://www.infocarne.com>. (2008), reporta que la cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones al momento del parto o inmediatamente después del mismo, en la producción de leche, y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia. Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen:

- Una producción de leche reducida debido a una falta de reservas corporales adecuadas para ser utilizadas en el comienzo de la lactancia;
- Una mayor incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (cetosis, desplazamiento abomasal, etc.);
- Una reiniciación demorada del ciclo estral luego del parto.

Por otro lado, las vacas que se encuentran demasiado gordas poseen:

- Un mayor número de complicaciones al parto (parto difícil).
- Una depresión del consumo voluntario de materia seca en el comienzo de la lactancia lo que predispone a la vaca para.
- Un incremento en la incidencia de ciertas enfermedades metabólicas (síndrome de la vaca gorda, cetosis, etc.).
- Una reducción en la producción de leche.

2. Grado de condición corporal (GCC)

En <http://www.infocarne.com>. (2008), se manifiesta que los grados de condición corporal son una herramienta utilizada para ajustar la alimentación y las prácticas de manejo de manera que maximizan el potencial para producción de leche y minimizar los desórdenes reproductivos. Un grado de condición corporal se asigna visualmente observando el área de la cadera de la vaca, principalmente el área delimitada por la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática y la base de la cola. La cantidad de "cobertura" sobre las vértebras de la espalda se utiliza también para asignar un grado. Las vacas se ordenan usualmente en una escala

que va de 1 a 5. Vacas extremadamente flacas se les asigna un grado de 1 y las extremadamente gordas, un grado de 5. Un grado de condición corporal de 1.5 un mes a dos luego del parto, no es deseable debido a que indica una falta severa de nutrición adecuada (balance energético negativo, Un GCC de cerca de 3.0 debería ser típico de una vaca que se encuentra recuperando sus reservas corporales durante la mitad de la lactancia. Durante la última parte de la lactancia y durante el período de seca, un grado de condición corporal de 3.5 puede ser más deseable. Los grados de condición corporal recomendados en los diferentes estadios de la lactancia son:

- Parto 3.0 a 3.5
- Servicio 2.5
- Última parte de la lactancia 3.0 a 3.5
- Período de seca 3.0 a 3.5

Indica además, que estos grados de condición corporal le otorgan a la vaca las suficientes reservas corporales como para minimizar el riesgo de complicaciones al parto mientras que maximizan la producción de leche en el comienzo de la lactancia. A medida que la producción de leche disminuye, sobre el final de la lactancia, las vacas ganan peso corporal eficientemente. La sobrealimentación de concentrado es un error muy común de manejo. Las vacas que son alimentadas en exceso con concentrado en la última parte de la lactancia tienden a ser obesas. Es probable que estas vacas tengan dificultades al parir y que desarrollen otros desórdenes (síndrome de la vaca gorda).

3. Escala de valoración de la condición corporal

Camps, D., et al. (2001), señala que las escalas utilizadas en el momento para medir Condición Corporal en vacas de cría varían en los distintos países del mundo. El principio en el que están basadas es siempre el mismo, pero las escalas son distintas.

Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), sostienen que una herramienta de gran utilidad para el manejo nutricional del rodeo, es la determinación de la "condición

corporal" de los vientres, cuya escala va del 1 al 5, como se demuestra en el cuadro 7, siendo 1 el valor correspondiente a una vaca extremadamente delgada y 5 el correspondiente a una vaca extremadamente gorda.

Cuadro 7. ESCALA DE CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL.

Condición corporal	Estado de gordura
1	Vaca muy flaca
2	Vaca delgada en estado saludable.
3	Vaca en condición media adecuada
4	Vaca ligeramente gorda
5	Vaca muy gorda

Fuente: Fertig, M. y Luchetti, D. (2005).

Bustamante, J., et al. (2008), señalan que el método de la condición corporal es una técnica que informa sobre la delgadez o gordura de una vaca. Ayuda a predecir las reservas corporales que una vaca podrá liberar tras el parto en forma de energía metabolizable para convertir en leche. Se hace por palpación de la zona lumbar y de la zona que rodea el nacimiento de la cola.

4. Relaciones de la condición corporal con los eventos reproductivos

Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), indican que:

- La condición corporal al parto está relacionada con la duración del anestro posparto (cantidad de días entre el parto y la aparición del primer celo en la vaca), así como con la producción de leche de la madre. Una vaca en condición corporal baja al parto tardará más en volver a entrar en celo y por lo tanto, tardará más en volver a preñarse. Así mismo, producirá poca leche para su ternero, con lo cual atrasará su desarrollo o aumentarán las pérdidas de terneros luego del parto. La condición corporal objetivo de 2,5 al parto debería mantenerse hasta el servicio, siendo ideal que mejore en ese período.
- La condición corporal al servicio influye sobre la cantidad de saltos que recibirá una vaca hasta quedar preñada (% de concepción al primer servicio) y esto tendrá influencia sobre el intervalo entre partos. Los animales que se

encuentran en la condición mínima de 2,5 al inicio del servicio no deben bajar de peso y estado durante el servicio, ya que se resentirá en forma marcada el porcentaje de preñez.

- Existe una relación importante entre el estado corporal de las vacas y los resultados obtenidos (% de preñez). La caída en los valores de preñez de animales en estado corporal por debajo de los umbrales citados más arriba es muy notable.
- El efecto sobre la fertilidad de los vientres difiere de acuerdo a la edad o estado dentario de las mismas. Animales jóvenes con una condición corporal baja al tacto (2 o menos), presentan una preñez bastante menor que vacas adultas en la misma condición corporal. De la misma manera, las vacas viejas con mas de 8 pariciones tienen un menor % de preñez que las de edades medias para la misma condición corporal.

H. INVESTIGACIONES REALIZADAS DE LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON PRODUCTOS HORMONALES EN EL ECUADOR

Cazco, M. (2001), en la parroquia Matus del cantón Penipe, provincia de Chimborazo estudió la sincronización de la ovulación de vacas Holstein Mestizas, con la utilización de GnRH+PGF2 α +GnRH (Ovsynch), que consiste en aplicar GnRH el día uno, 7 días después PGF2 α , 2 días después GnRH e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas después y GnRH+PGF2 α , luego proceder a la detección de calores y realizar la inseminación, para lo cual utilizó 6 vacas por tratamiento. Los resultados obtenidos determinaron que con la aplicación de los dos tratamientos, el 100 % de las vacas presentaron signos característicos de estro, el tiempo promedio de presentación del estro fue de 53.83+0.60 horas para el tratamiento 1, mientras con el tratamiento 2 fue de 58.50+1.36 horas, a la primera inseminación se determinó el 83.33% de concepción y 100 % de fertilidad cuando se aplicó GnRH+PGF2 α +GnRH, en cambio que con el uso de GnRH+PGF2 α fue del 66.66 y 83.33 %, respectivamente.

Narváez, D. (2002), en la Unidad de Producción 9 "Patria", perteneciente a la Brigada de Fuerzas Especiales N° 1 "Patria", ubicada en el cantón Latacunga,

provincia de Cotopaxi, a una altitud de 2770 m.s.n.m., evaluó la inducción del estro de vacas Holstein Mestizas, con la utilización de HCG+PGF2 α +HCG que consiste en aplicar HCG el día uno, 7 días después PGF2 ∞ , 2 días después HCG e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas después y HCG+PGF2 α , aplicado de la siguiente manera HCG el día 1, el día 7 se inyectará PGF2 ∞ , luego proceder a la detección de calores y realizar la inseminación, utilizándose 10 vacas por tratamiento, determinándose que con la aplicación de HCG + PGF2 α + HCG, se registró un mayor número de vacas con los signos característicos de estro que cuando se empleo la HCG + PGF2 α (80 % frente al 70 %), con un 60 % de concepción a la primera inseminación y 80 % de fertilidad, no así con el empleo de la HCG + PGF2 α que fue del 50 % de concepción y 70 % de fertilidad.

Pruna, E. (2002), en las instalaciones del Instituto Tecnológico Intercultural Bilingüe salesiano (ITFIBS), del cantón Morona, estudió dos tratamientos para la sincronización de la ovulación, el primero con la aplicación de GnRH+PGF2 α +GnRH y el segundo HCG+PGF2 α +HCG (HCG: Gonadotropina coriónica humana), que fueron aplicados de la siguiente manera: las gonadotropinas el día uno, 7 días después la PGF2 ∞ , 2 días después la segunda inyección de las gonadotropinas e inseminar a las vacas a las 24 horas después, utilizándose 8 vacas por tratamiento. Los resultados obtenidos determinaron que la condición anatómica de los ovarios, no afectaron los índices de concepción y fertilidad de las vacas, por cuanto en los animales del grupo 2 observó un porcentaje considerable de ovarios pequeños tanto el izquierdo (37.5 %), como en el derecho (12.5 %). Al utilizar el tratamiento HCG + PGF2 α + HCG alcanzó a la primera inseminación el 75.0% de concepción, con una tasa de fertilidad del 87.5 %, valor que difiere estadísticamente con la registrada al utilizar GnRH+PGF2 α +GnRH, cuyo porcentaje fue menor (62.5 %).

Andino, P. (2003), en la Hacienda "La Laguna", ubicada en la Parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a 3230 msnm, evaluó la sincronización del desarrollo folicular y la ovulación en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brown swiss, utilizándose HCG+PGF2 α +E2, que consiste en aplicar HCG el día uno, el día 7 PGF2 ∞ , el día

9 HCG e inseminar a las 30 horas y GnRH+PGF2 α +HCG, aplicado el día 1 la GnRH, el día 7 la PGF2 α , el día 9 la HCG e inseminar a las 30 horas, encontrando que la aplicación del tratamiento hormonal HCG + PGF2 α + E2, permitió sincronizar el estro en el 100% de las vacas, consiguiéndose el 50% de concepción a la primera inseminación, 66.67% de fertilidad, 2.25 servicios/concepción y un costo vaca gestante de 31.69 dólares, en tanto que la aplicación de GnRH+PGF2 α +HCG, arrojó mejores resultados, 66.67% de concepción a la primera inseminación, 100% de fertilidad, 1.33 servicios/concepción.

Ricaurte, R. (2008), evaluó la inducción y sincronización del celo en hembras Holstein Mestizas primíparas y multíparas a base de dos tratamientos hormonales (PGF2 α +PGF2 α y PGF2+GnRH), aplicados los días 0 y 7, e inseminadas a las 55 y 65 horas posteriores, en seis vacas de 4.33 años y 6 vaconas de 1.33 años de edad. Determinando que las hembras primíparas presentaron índices más bajos que las multíparas, aunque sus diferencias son únicamente numéricas, con mayor repetición de celos (50.00% frente a 33.33%), mayor número de servicios/concepción (1.50 frente a 1.33) y se reduce la tasa de concepción (66.67 frente al 100 %). La condición corporal presentó valores entre 3.08 y 4.0 puntos al inicio y de 3.0 a 3.5 al final del trabajo. La aplicación de PGF2 α presentan mejores respuestas numéricas con mayor presentación de celo post-tratamiento (66.67 %), menor repitencia del celo (16.67 %) y menor número de servicios por concepción (1.17 frente a 1.67), para alcanzar una concepción del 83.83 %, en ambos casos. Los costos por vaca por gestante es más elevado en hembras primíparas (41.20 y 43.90 dólares), que en vacas multíparas (24.17 dólares/animal).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en las ganaderías lecheras del Cantón Puyo, Provincia de Pastaza. Las condiciones meteorológicas imperantes en la zona se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE PASTAZA.

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	25.0
Humedad relativa, %	89.0
Precipitación, mm/año	1500
Heliofanía, Horas luz/año	1.017

Fuente: Estación Agrometeorológica Pastaza (2010).

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días, durante los cuales se evaluaron los tres tratamientos hormonales vs el tratamiento testigo.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Se utilizó una muestra de 40 animales provenientes de una población bovina mestiza con una edad promedio de 6.58 ± 1.91 años, distribuidas en 10 vacas por tratamiento, representado cada animal una unidad experimental.

C. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en el desarrollo de la presente investigación se distribuyen de la siguiente manera.

1. Materiales para sincronización de celo

- Implante hormonal de progesterona (CID-R).

- Gonadotropina GnRH (Fertagyl).
- Cipionato de estradiol (Cipiosyn).
- Prostaglandinas PGF2 α (Dinoprost).
- PMSG (Foligon).
- Agua.
- Jabón.
- Jeringuillas.
- Agujas descartables.
- Papel higiénico.

2. Materiales para la inseminación artificial

- Termo de nitrógeno.
- Termo de descongelamiento.
- Pistola de inseminación artificial.
- Pajuelas de semen.
- Guantes ginecológicos descartables.
- Corta pajuelas.
- Termómetro.
- Papel higiénico.
- Jabón.

3. Materiales para la detección de preñez por palpación

- Guantes ginecológicos descartables.
- Agua.
- Jabón.

4. Materiales de campo

- Vehículo.
- Ropa de trabajo (overol, botas de caucho).
- Hembras mestizas.
- Registros.

5. Instalaciones

Se utilizaron todas las instalaciones existentes en cada una de las fincas lecheras de la Provincia de Pastaza.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la inducción y sincronización del celo en vacas Mestizas de la provincia de Pastaza a base de tres tratamientos hormonales e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), para ser comparado con tratamiento control, que consistió en la detección del celo e inseminación artificial. Los tratamientos experimentales fueron los que se describen a continuación:

- T1: Implante Progesterona (P4) + Cipionato de Estradiol + PGF2 α + PMSG + GnRH.
 T2: Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol.
 T3: Implante P4 + Cipionato de estradiol +PGF2 α + GnRH.
 T4: Tratamiento control (detección del celo e I.A.).

Se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento, distribuidas bajo un diseño completamente al azar (DCA) y que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = u + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.
 U = valor de la media general.
 T_i = Efecto de los tratamientos hormonales.
 ε_{ij} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento empleado se reporta en el cuadro 9.

Cuadro 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento hormonal	Repeticiones	T.U.E.	Nº animales/tratamiento
T1	10	1	10
T2	10	1	10
T3	10	1	10
T4	10	1	10
Total vacas mestizas			40

T1: Implante Progesterona (P4) + Cipionato de Estradiol + PGF2 α + PMSG + GnRH.

T2: Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol.

T3: Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GnRH.

T4: Tratamiento control (detección del celo e I.A.).

T.U.E.: Tamaño de la Unidad experimental, una vaca mestiza.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se evaluaron fueron las siguientes:

- Edad de las hembras, años
- Peso inicial, kg
- Peso final, kg
- Ganancia de peso, kg
- Condición corporal inicial, 5 puntos
- Condición corporal final, 5 puntos
- Porcentaje de concepción, %
- Costo/animal gestante, dólares

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas estadísticas:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA) y separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan a los niveles de Prob. ≤ 0.05 y Prob. ≤ 0.01 .
- Prueba de Chi cuadrado (X^2), en la variable porcentaje de concepción.

El esquema del ADEVA empleado fue el que se representa en el cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	39
Tratamientos	3
Error experimental	36

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De campo

Al inicio de la investigación se realizó una selección de los animales en base a registros productivos y reproductivos existentes, así como también fueron sometidas a un chequeo ginecológico para determinar el estado fisiológico de los ovarios, luego se escogieron aquellas vacas que reunían las siguientes particularidades:

- Que no presenten anomalías, ni enfermedades en el tracto genital.
- Que presentaban estructuras indicadoras de funcionalidad ovárica (cuerpo lúteo, folículos)
- Que tenían más de dos meses post-parto
- Que eran representativas del ganado de doble propósito de las fincas.

De las vacas que reunían las características anteriormente mencionadas se seleccionaron 40 y se asignaron aleatoriamente para la aplicación de los tratamientos hormonales, de la siguiente manera:

- T1: El día 0 se colocó el implante hormonal CIDR y se aplicó 2 mg de Cipionato de estradiol, el día 7 se retiró el implante y aplicó 25 mg de PGF2 α (Dinoprost), más PMSG en dosis de 500 UI/animal, el día 9 se realizó la IATF mas la aplicación de 2 cc de GnRH.
- T2: El día 0 se procedió a la colocación del implante hormonal mas 2 mg de Cipionato de estradiol, posteriormente al día 7 se retiró el implante y se aplicó 25 mg de PGF2 α (Dinoprost), al día 8 se repitió 1 mg de Cipionato de estradiol y el día 9 se realizó la IATF.

- T3: El día 0 se realizó la aplicación del implante hormonal mas 2 mg de Cipionato de estradiol, el día 7 retiró el implante y aplicó 25 mg de prostaglandina (Dinoprost) y el día 9 se procedió a realizar la IATF más la aplicación de 2 cc de GnRH.
- T4: Se esperó que los animales presenten celo natural para posteriormente realizar la inseminación artificial.

Los protocolos hormonales evaluados, se resumen en los cuadros 11, 12 y 13.

Cuadro 11. PROTOCOLO T1, IMPLANTES P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PGF2 α + PMSG + GnRH.

Día	Actividad
0	Implante P4 + Cipionato de estradiol
7	Retiro del implante más la aplicación de PGF2 α + PMSG
9	Inseminación artificial tiempo fijo + GnRH

Fuente: Hervas, V. (2010).

Cuadro 12. PROTOCOLO T2, IMPLANTE P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PGF2 α + CIPIONATO DE ESTRADIOL.

Día	Actividad
0	Implante P4 + Cipionato de estradiol
7	Retiro del implante más la aplicación de PGF2 α
8	Cipionato de Estradiol
9	Inseminación artificial tiempo fijo

Fuente: Hervas, V. (2010).

Cuadro 13. PROTOCOLO T3, IMPLANTE P4 + CIPIONATO ESTRADIOL + PGF2 α + GnRH.

Día	Actividad
0	Implante P4 + Cipionato de estradiol
7	Retiro de implante más la aplicación de PGF2 α
9	Inseminación artificial tiempo fijo +GnRH

Fuente: Hervas, V. (2010).

Para la inseminación artificial se utilizó material seminal de toros americanos de la empresa ABS, para lo cual se procedió a preparar la pajuela, y luego de localizar el cuello del útero por medio de la palpación rectal, proceder a introducir el catéter y descargar el semen en el primer tercio del cuerpo del útero, con la ayuda del equipo de inseminación artificial para bovinos.

Pasado un período de 60 días después de las inseminaciones, se realizó la detección de preñez por medio de palpación rectal.

2. Programa sanitario

Con relación al manejo sanitario, las vacas previo a la aplicación de los tratamientos hormonales fueron inmunizadas contra la fiebre aftosa, también se realizó una desparasitación interna con Doracmetina, en tanto que la desparasitación externa se realizó con Nuvan mediante baños de aspersión en la relación de un ml/litro de agua.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Edad de las vacas, años

Se cálculo utilizando los registros reproductivos de los animales, tomando en consideración la fecha de nacimiento con la fecha en la que se aplicó los tratamientos, expresada en años.

2. Pesos inicial y final

El registro de los pesos tanto el inicial como los 60 días posteriores, se realizaron por medio de la cinta bovinométrica, con la cual se midió el perímetro torácico y se transformó a su equivalencia en Kg, siendo necesario realizar estos pesajes antes del suministro de agua y a una hora determinada (08H00), para evitar la variación de la medida por el incremento del volumen del tórax.

3. Condición corporal inicial y final

La condición corporal se estimó mediante el enunciado de Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), quienes establecen una escala que va de 1 a 5 puntos, siendo 1 el valor correspondiente a una vaca extremadamente delgada y 5 el correspondiente a una vaca extremadamente gorda.

4. Porcentaje de concepción, %

Se estableció en función del número de hembras preñadas sobre el número de hembras servidas por 100.

5. Costo/animal gestante, dólares

Los costos estuvieron en función de los egresos e ingresos que se realizaron, tomando en cuenta las aplicaciones hormonales, sus materiales utilizados, la inseminación artificial y relacionándolas con el número de vacas preñadas (% concepción).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el reporte de los resultados obtenidos es importante considerar la nomenclatura de los tratamientos hormonales, debido a la utilización de diferentes hormonas en cada uno de los tratamientos considerados, por lo que para su rápida identificación, se ha considerado los siguientes esquemas:

Control: Determinación del celo natural más inseminación artificial (celo natural + IA).

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol CPE + PGF2 α + PMSG + GnRH (P4 + CPE + PGF2 α + PMSG + GnRH).

T2 = Implante P4 +Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol (P4 + CPE + PGF2 α + CPE).

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GnRH (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH).

A. EDAD DE LAS VACAS

La edad de las vacas mestizas con que iniciaron el trabajo experimental fue en promedio de 6.58+1.91 años, presentando variaciones que estuvieron entre 5.80 y 7.30 años de edad (cuadro 14, gráfico 1), pero que estas diferencias no son significativas ($P>0.05$), por lo que se considera que la edad de los animales no influyeron en la evaluación de los diferentes protocolos hormonales considerados, por el contrario, todas las vacas presentaron un peso y la edad apropiada para tener una gestación adecuada y de esa manera desarrollar crías viables. De ahí que se ponga de manifiesto lo indicado en <http://www.progressivedairy-hay.com>. (2010), donde se señala que cuando se utiliza la sincronización del celo y la inseminación artificial, el momento en el que se lleva a cabo esta, se vuelve importante. El momento óptimo para la inseminación depende de cuándo ocurre la ovulación en relación al calor y durante cuánto tiempo el semen permanece viable. Generalmente el semen es viable durante unas 24 horas. La vida del óvulo es únicamente de unas cuatro horas, esto es un momento muy corto de oportunidad. Por lo tanto es preferible que haya semen viable presente durante la ovulación. La ovulación normalmente ocurre alrededor de 30 horas después de

Cuadro 14. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE VACAS MESTIZAS DE LA PROVINCIA DE PASTAZA, EN LAS QUE SE APLICÓ DIFERENTES MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO MÁS IATF.

Parámetros	Control	Tratamientos hormonales			Desviación estándar	Prob.
		T1	T2	T3		
Edad, años	6.40 a	5.80 a	6.80 a	7.30 a	6.58 ± 1.907	0.355
Peso inicial, kg	366.60 a	361.10 a	378.00 a	357.60 a	365.83 ± 42.831	0.744
Peso final, kg	397.00 a	401.00 a	409.00 a	385.00 a	398.13 ± 38.791	
Ganancia de peso, kg	30.40 a	39.90 a	31.00 a	27.90 a	32.30 ± 15.553	0.343
Condición corporal inicial, 5 puntos	2.93 a	2.85 a	2.80 a	3.10 a	2.92 ± 0.421	0.418
Condición corporal final, 5 puntos	3.18 a	3.10 a	3.05 a	3.35 a	3.17 ± 0.421	0.418
Porcentaje de concepción, % (1)	50.00	70.00	60.00	80.00	65.00	**

Control: Determinación del celo natural más inseminación artificial.

T1 = Implante P4 + cprionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GnRH.

T2 = Implante P4 + cprionato de estradiol + PGF2 α + cprionato de estradiol.

T3 = Implante P4 + cprionato de estradiol + PGF2 α + GnRH.

(1) $X^2_{\text{cal}} = 21,98$; $X^2_{\text{tab}} 0,01 = 11,34$, por lo tanto $X^2_{\text{cal}} > X^2_{\text{tab}}$, existen diferencias altamente significativas.

Prob. > 0,05; no existen diferencias estadísticas de acuerdo al ADE VA.

Medias con letras iguales en una misma fila, no difieren estadísticamente.

Fuente: Hervas, V. (2010).

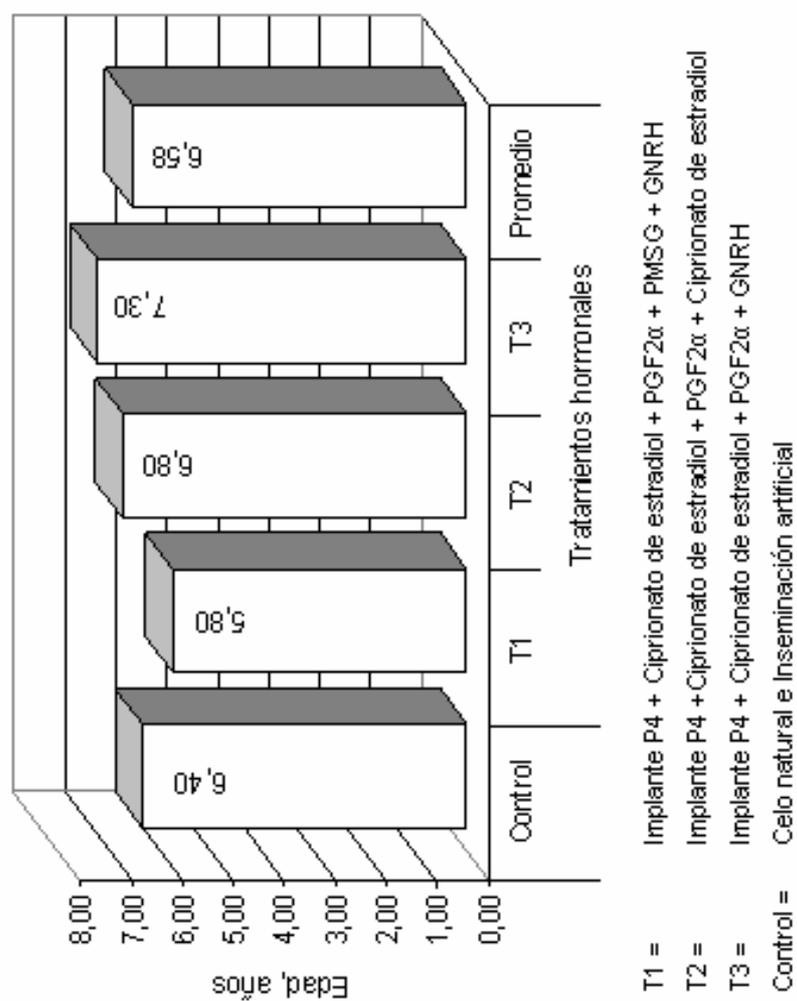


Gráfico 1. Edad (años), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.

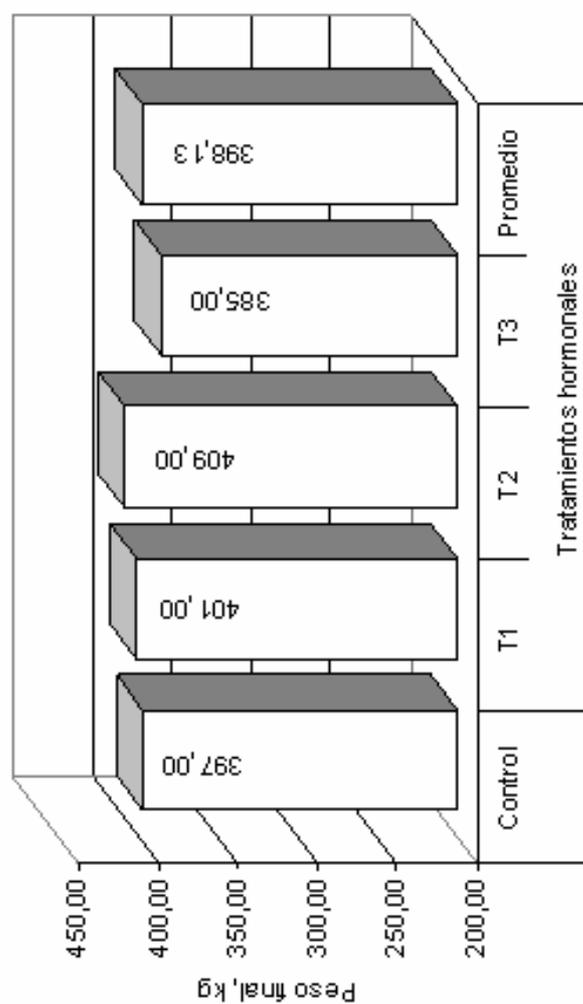
que la vaca comienza a dejarse montar, por lo tanto, la aplicación de los tratamientos hormonales para sincronizar el celo justifican la aplicación de la inseminación a tiempo fijo (IATF), dando a todas las vacas las mismas oportunidades.

B. PESOS

Los pesos iniciales de las vacas mestizas al inicio del experimento fueron entre 357.60 y 378.00 kg, con un promedio de 365.83+42.83 kg, presentando a los 60 días posteriores de iniciado el proceso de sincronización con los tratamientos hormonales, pesos que no fueron estadísticamente diferentes ($P>0.05$), aunque numéricamente se mantienen en función del peso corporal inicial, por cuanto los pesos finales determinados fueron de 385 kg en las vacas que recibieron el tratamiento T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH), 397.00 kg las vacas del grupo control (celo natural + IA), 401 kg los animales del tratamiento T1 (P4 + CPE + PGF2 α + PMSG + GnRH) y 409.0 kg, las que recibieron el tratamiento T2 (P4 + CPE + PGF2 α + CPE), como se observa en el gráfico 2. Las respuestas anotadas guardan relación con el reporte de Almeyda, J. (2010), quien indica que las vacas mestizas lecheras en climas subtropicales pesan de 350 a 400 kg; es decir, una vaca mestiza tiene alrededor de 40 % menos de peso que una vaca Brown Swiss. Por lo que considera que el peso y tamaño de la cría depende mayormente de la capacidad uterina de la vaca, resaltando además, que la alimentación adecuada de las vacas gestantes, es de especial interés durante el último tercio de gestación, para lograr una condición corporal adecuada al momento del parto.

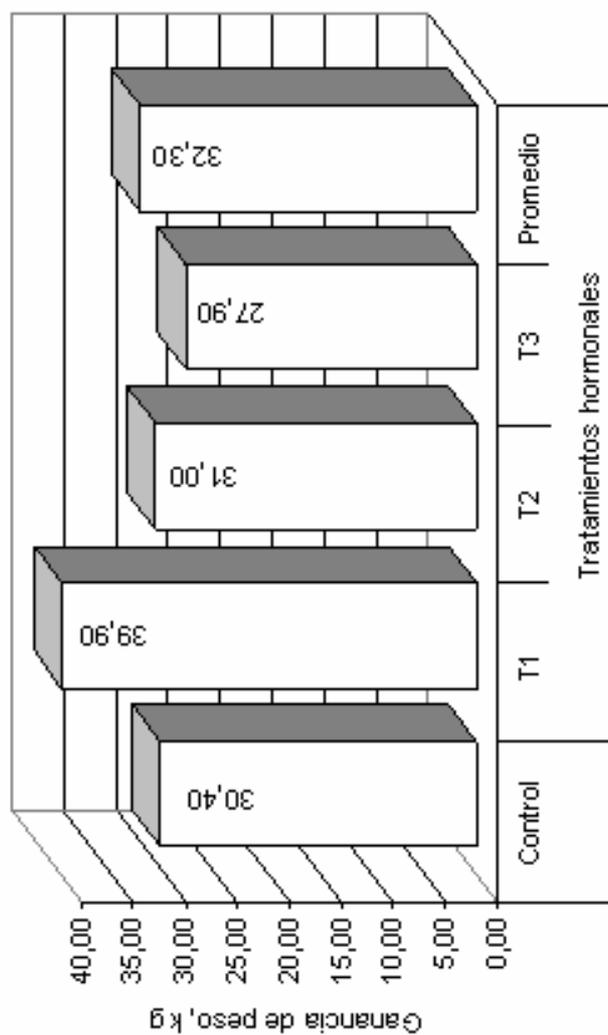
C. GANANCIAS DE PESO

Las medias de las ganancias de peso durante los 60 días de evaluación de las vacas mestizas en las que se aplicaron los diferentes tratamientos hormonales para la sincronización de los celos, no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$), ya que presentaron ganancias de peso entre 27.90 y 39.90 kg (gráfico 3), que corresponden a las vacas que recibieron los tratamientos T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH) y T1 (P4 + CPE + PGF2 α + PMSG + GnRH), por lo que en



- T1 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH
- T2 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + Ciprionato de estradiol
- T3 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + GNRH
- Control = Celos natural e inseminación artificial

Gráfico 2. Peso final (kg), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.



- T1 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH
- T2 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + Ciprionato de estradiol
- T3 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + GNRH
- Control = Celos natural e inseminación artificial

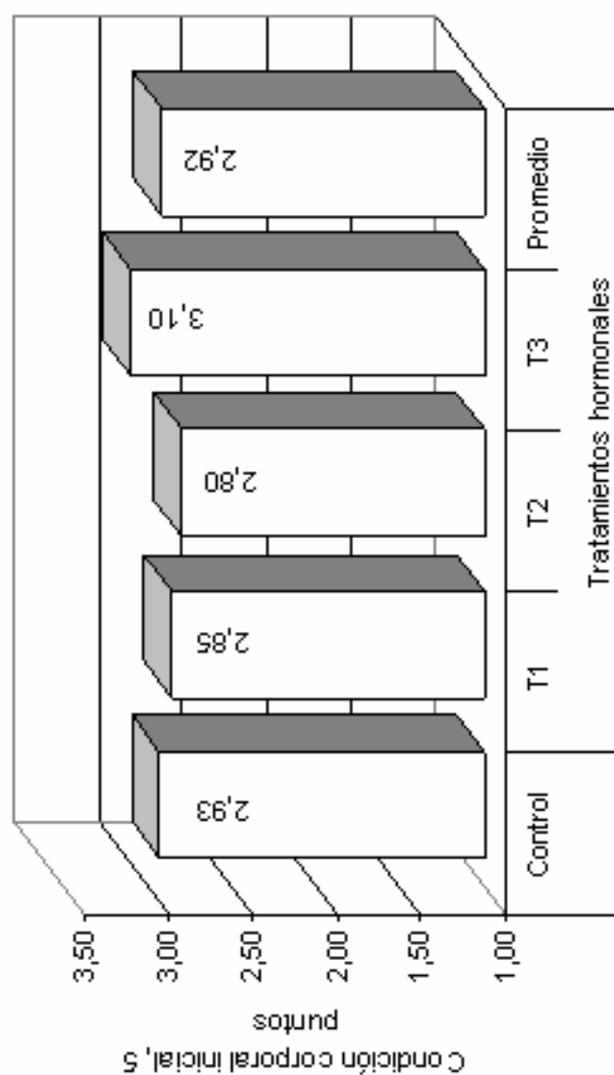
Gráfico 3. Ganancia de peso (kg), en 60 días de evaluación de vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.

base a las respuestas determinadas, que en todos los casos, las vacas incrementaron su peso inicial, se considera el reporte de <http://html.rincondelvago.com>. (2010), donde se indica que las hormonas son reguladores químicos de procesos fisiológicos que varían mucho de acuerdo a su estructura química, pudiendo ser desde simples hasta muy complejos y que entre estos actúan muchas veces como anabólicos; además, en <http://www.tecnovet.com.mx>. (2008), se reporta que las vacas maduras deben estar en una buena condición corporal y ganando peso con anterioridad a la aplicación de planes de sincronización, por cuanto estos animales presentarán mejores respuestas productivas y reproductivas, lo que se ve reflejado en el reporte de Cutaia, L., et al. (2003), quienes manifiestan que en vacas de cría adultas toda pérdida o ganancia de peso se reflejará en una variación del estado corporal. Este estado corporal tiene una influencia directa sobre la fertilidad ya que la partición de nutrientes se orienta primero a mantener la vida de la vaca y luego a la propagación de la especie.

D. CONDICIÓN CORPORAL

1. Condición corporal inicial

La evaluación de la condición corporal inicial de las vacas en base a la apreciación visual y manual se establecieron calificaciones que no variaron estadísticamente ($P > 0.05$), por cuanto las vacas que recibieron el tratamiento T2 (P4 + CPE + PGF2 α + CPE), alcanzaron calificaciones de 2.80, en cambio que las hembras del tratamiento T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH), presentaron una valoración de 3.10 puntos (que son los casos extremos, como se observa en el gráfico 4), sobre una escala de valoración propuesta por Fertig, M. y Luchetti, D. (2005), quienes señalan que es entre 1 y 5, correspondiéndole el valor de 1 a una vaca extremadamente delgada y 5 a una vaca extremadamente gorda, considerándose por tanto que las vacas presentaban una condición física de media adecuada, además, los mismos investigadores indican que la condición corporal al servicio influye sobre la cantidad de saltos que recibirá una vaca hasta quedar preñada (% de concepción al primer servicio) y esto tendrá influencia sobre el intervalo entre partos. Los animales que se encuentran en la condición



- T1 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH
- T2 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + Ciprionato de estradiol
- T3 = Implante P4 + Ciprionato de estradiol + PGF2 α + GNRH
- Control = Celos natural e Inseminación artificial

Gráfico 4. Condición corporal inicial (sobre 5 puntos) de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.

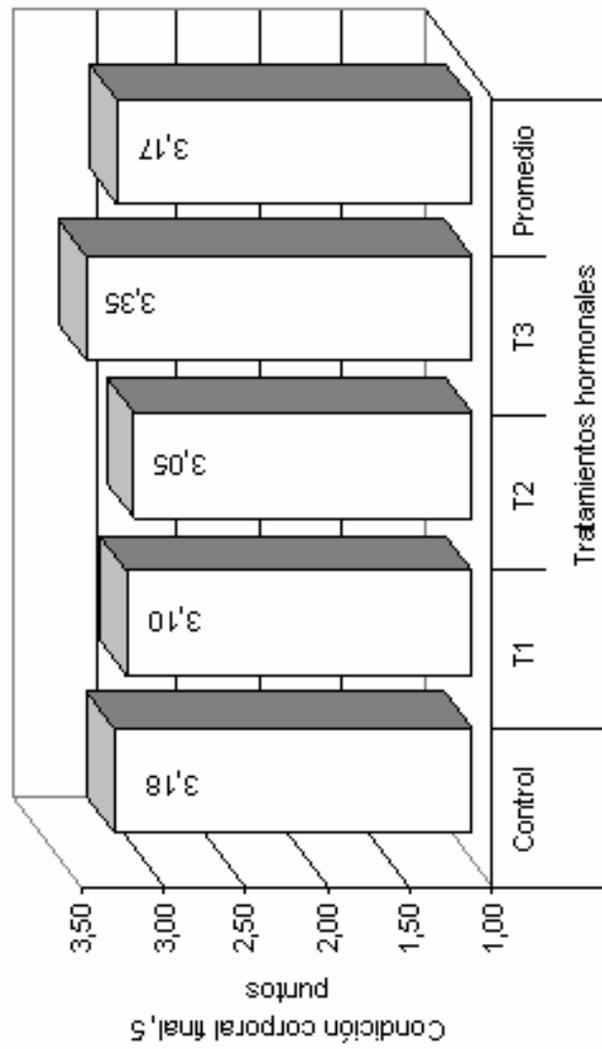
mínima de 2,5 al inicio del servicio no deben bajar de peso y estado durante el servicio, ya que se resentirá en forma marcada el porcentaje de preñez; Además de que se confirma lo señalado por Cutaia, L., et al. (2003), quienes indican que los ciclos estrales generalmente pueden ser mantenidos si la condición corporal es de 2 (Escala 1-5), o más, aunque esto podría diferir según otros factores, como la raza y si el animal está en un plano de aumento o disminución de peso, por lo que establece como un puntaje ideal de 3 para obtener buenos resultados de preñez, como es el caso del presente trabajo, ya que las vacas presentaron en promedio una condición corporal inicial de 2.92 ± 0.42 .

2. Condición corporal final

La condición corporal de los animales al realizarse la detección de la preñez (60 días post inseminación), fueron de 3.05 en las vacas del tratamiento T2 y de 3.35 en las se aplicó el tratamiento T3, que son los casos extremos (gráfico 5), lo que determina que las vacas mejoraron su condición corporal con respecto a la condición inicial, por lo que los resultados encontrados determinan que los animales evaluados se encuentren en condiciones normales, ya que según Cutaia, L., et al. (2003), en vacas que presenten una condición corporal de 3 se espera obtener buenos resultados de preñez, lo que es corroborado por <http://www.infocarne.com>. (2008), donde se indica que un grado de condición corporal de 3.0 debería ser típico de una vaca que se encuentra recuperando sus reservas corporales durante la mitad de la lactancia, en cambio durante la última parte de la lactancia y durante el período de seca, un grado de condición corporal de 3.5 puede ser más deseable, ya que Bustamante, J., et al. (2008), señala que la cantidad de grasa acumulada por el animal podrá liberar tras el parto en forma de energía metabolizable para convertir en leche.

E. PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN

Los porcentajes de concepción o preñez presentados por las vacas que recibieron los diferentes tratamientos hormonales para la sincronización del celo y la aplicación de la IATF, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de acuerdo a la prueba de X^2 (Ji cuadrado), por cuanto se determinó que el por-



- T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH
T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol
T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH
Control = Celos natural e Inseminación artificial

Gráfico 5. Condición corporal final (sobre 5 puntos) de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celos mas IATF.

tentaje de concepción de las vacas del grupo control (celo natural + IA), fue del 50 %, cantidad que es superada por las respuestas obtenidas al aplicarse los tratamientos hormonales, y entre estos, el que mejores respuestas reproductivas presentó fue la aplicación del tratamiento T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH), por cuanto las vacas registraron el 80 % de concepción, en tanto con los tratamientos hormonales T1 (P4 + CPE + PGF2 α + PMSG + GnRH) y T2 (P4 + CPE + PGF2 α + CPE), los porcentajes de concepción fueron del 70 y 60 %, respectivamente (gráfico 6), respuestas que confirman los beneficios señalados por Larocca, C., et al. (2005), quien indica que los diferentes métodos de sincronización del estro son utilizados como una herramienta de manejo, procurando concentrar los mismos durante un período de tiempo lo mas corto posible manteniendo una adecuada tasa de concepción, de esta forma, la sincronización del estro y la aplicación de la IATF, permite tener control sobre decisiones que afectan en forma directa la eficiencia del sistema productivo ganadero, presentando en el presente trabajo mejores respuestas cuando se utilizó el protocolo T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH), es decir: el día 0 aplicación del implante de progesterona (CID-R), más 2 mg de Cipionato de estradiol (Cipiosyn), el día 7 retirar el implante y aplicar 25 mg de prostaglandina (Dinoprost) y el día 9 proceder a realizar la IATF más la aplicación de 100 cc de GnRH (Fertagyl).

Los resultados obtenidos guardan relación con varias investigaciones realizadas a nivel nacional, en los que se utilizó productos hormonales, como por ejemplo, Pruna, E. (2002), en vacas Holstein mestizas en el cantón Morona, alcanzó una tasa de concepción a la primera inseminación de 75.0 %, Hernández. M., et al. (2000), evaluaron la respuesta a la inducción del estro con PGF2 α en vaquillas Holstein, obteniendo el 65.2% de las vaquillas gestantes, Cazco, M. (2001), quien utilizó GnRH+PGF2 α +GnRH en vacas Holstein mestizas, encontró una tasa de concepción de 83.3 %.

En cambio difieren con otras investigaciones de entre las cuales pueden anotarse las siguientes: Bó, G., et al. (2002), señalan que en pruebas de campo trataron 106 vacas con Crestar + eCG + GnRH, obteniendo un 58,5% de preñez (62/106), mientras que de 49 vacas IATF con eCG pero sin GnRH resultaron preñadas el 51%, sin embargo estas no fueron significativas; Larocca, C., et al. (2005), indican

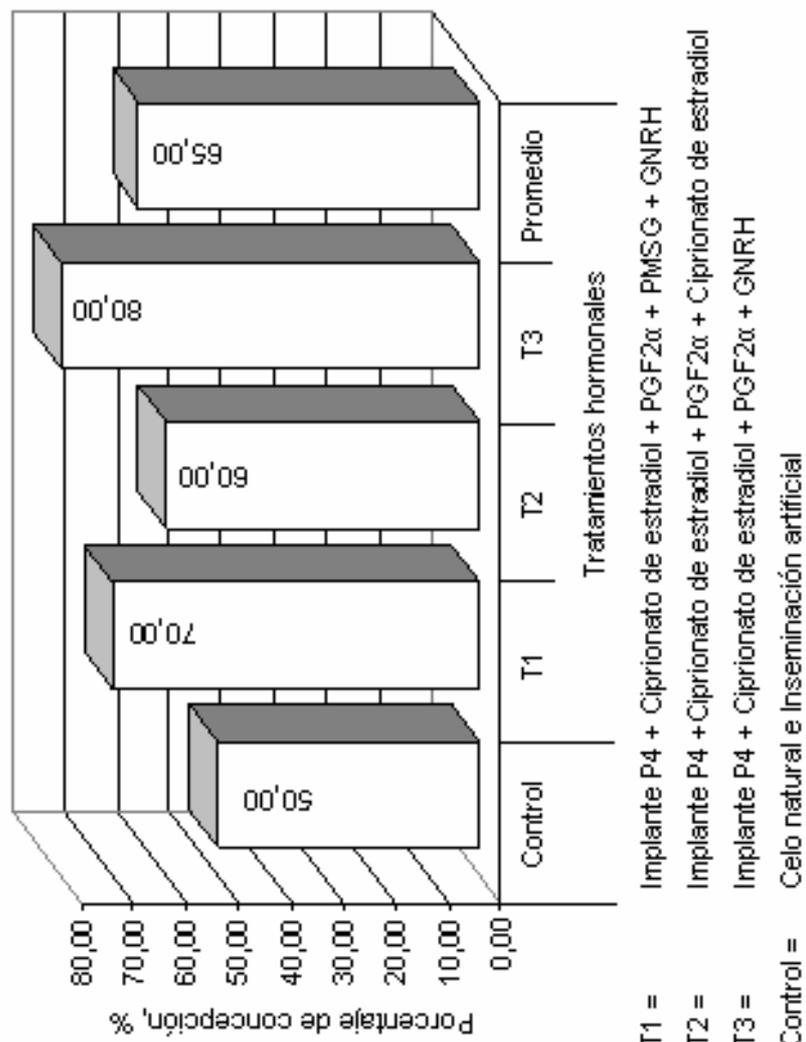


Gráfico 6. Porcentaje de concepción (%), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicaron diferentes métodos de sincronización de celo mas IATF.

que en estudios utilizando $PGF2\alpha$ y sus análogos en programas de sincronización de celos, registraron 61,3 y 59,0% de tasas de concepción y preñez respectivamente en un ensayo con 77 vaquillonas Holstein; Callejas, S., et al. (2010), señalan que en trabajos realizados con el uso del Cipionato de Estradiol (CPE), administrado 24 horas después del retiro de un dispositivo intravaginal a base de progesterona (DI), provocó una mejora numérica en el porcentaje de preñez comparado con la administración de Benzoato de Estradiol (BE), pero sus respuestas no fueron significativas, ya que los porcentajes de preñez fueron de 60,5% vs. 47,9%, respectivamente; de igual manera Uslenghi, G., et al. (2010), reportan que el cipionato de estradiol (CPE), ha sido utilizado para reemplazar al benzoato de estradiol (BE), administrado vía IM 24 horas después de retirado el dispositivo intravaginal con progesterona (DISP), sin afectar los porcentajes de preñez, por lo que se puede señalar que las diferencias encontradas con los estudios mencionados, pueden deberse al número de animales empleados, por lo que es necesario hacer nuevas comparaciones con un número mayor de animales para obtener resultados concluyentes.

F. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el cuadro 15 se resumen los gastos ocasionados en la sincronización de celos y aplicación de IATF en vacas mestizas, estableciéndose que al emplearse el tratamiento T3 (P4 + CPE + $PGF2\alpha$ + GnRH), presentan los menores costos con 25.25 dólares/vaca gestante, seguida de las vacas que se les aplicó el protocolo T2 (P4 + CPE + $PGF2\alpha$ + CPE), que representan un costo de 30 dólares; en tanto que los costos de los tratamientos T1 y control muestran ser mas altos, por cuanto los valores determinados fueron de 32.43 y 34.20 dólares/vaca gestante, en su orden, por lo que se puede recomendar utilizar el protocolo T3 (P4 + CPE + $PGF2\alpha$ + GnRH), es decir: el día 0 aplicación del implante de progesterona mas 2 mg de Cipionato de estradiol (Cipiosyn), el día 7 retiró el implante y aplicación de 25 mg de prostaglandina (Dinoprost) y el día 9 se procedió a realizar la IATF más la aplicación de 100 cc de GnRH (Fertagyl), ya que además el porcentaje de preñez obtenido es alto (80 %).

Cuadro 15. E VALUACIÓN ECONÓMICA (DOLARES) DEL COSTO DE VACA GESTANTE POR EFECTO E LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO MAS IATF.

	Cantidad/animal	Costo/animal (dólares)	Tratamientos hormonales			
			Control	T1	T2	T3
Total Animales, N°			10,0	10,0	10,0	10,0
N° de Inseminaciones/vaca			1,0	1,0	1,0	1,0
Vacas gestantes, N°			5,0	7,0	6,0	8,0
Costos						
Implante P 4 (CID-R)	1 unidad	12,50		125,00	125,00	125,00
Cipionato de estradiol (Cipio syn)	2 mg	2,00		20,00	30,00	20,00
PGF 2α (Dinoprost)	25 mg	4,50		45,00	45,00	45,00
PMSG (Foligon)	500 UI	2,50		25,00		
GnRH (Fertagy)	2 cc	2,20		22,00		
Jeringuillas	2	0,40		4,00	4,00	4,00
Pajuelas	1	10,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Guantes	2 pares	0,60	6,00	6,00	6,00	6,00
Chequeo Ginecológico	1	2,50	25,00	25,00	25,00	25,00
Detector del celo (trabajador)			40,00			
Total Egresos			171,00	227,00	180,00	202,00
Costo vaca gestante, dólares			34,20	32,43	30,00	25,25

Control: Detem inación del celo natural más inseminación artificial.

T1 = Implante P4 + cipionato de estradiol + PGF2α + PMSG + GnRH.

T2 = Implante P4 +cipionato de estradiol + PGF2α + cipionato de estradiol.

T3 = Implante P4 + cipionato de estradiol + PGF2α + GnRH.

Fuente: Hervas, V. (2010).

V. CONCLUSIONES

- La edad de las vacas mestizas con que iniciaron el trabajo experimental fue en promedio de 6.58+1.91 años, considerándose que esta no influye en la aplicación de los diferentes protocolos hormonales para la sincronización del celo y aplicación de la IATF.
- Los pesos iniciales de las vacas mestizas fueron entre 357.60 y 378.00 kg, presentando a los 60 días postratamiento ganancias de peso entre 27.90 y 39.90 kg, que corresponden a las vacas que recibieron los tratamientos T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH) y T1 (P4 + CPE + PGF2 α + PMSG + GnRH).
- La condición corporal inicial presentó valores entre 2.80 y 3.10, condición que se mejoró a 3.0 y 3.5 al final del trabajo, que se consideran animales aptos para obtener buenos resultados de preñez.
- El porcentaje de concepción de las vacas del grupo control (celo natural + IA), fue del 50 %, que es superada por las respuestas al aplicarse los tratamientos hormonales, y entre estos, las mejores respuestas reproductivas se alcanzó con el tratamiento T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH), por cuanto las vacas registraron el 80 % de concepción.
- Al emplearse el tratamiento T3 (P4 + CPE + PGF2 α + GnRH), se estableció que el costo/vaca gestante fue de 25.25 dólares, en cambio en las vacas del grupo control fueron de 34.20 dólares, por lo que existe un ahorro de 8.95 dólares por vaca gestante.

VI. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede realizar las siguientes recomendaciones:

- Efectuar la sincronización del celo y utilización de la inseminación a tiempo fijo (IATF), en las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, aplicando el día 0 el implante de progesterona más 2 mg de Cipionato de estradiol, el día 7 retirar el implante y aplicar 25 mg de prostaglandina y el día 9 realizar la IATF más la aplicación de 2 cc de GnRH, por cuanto se mejora los índices de concepción y se reducen los costos por vaca gestante.
- Replicar el trabajo, pero con un mayor número de animales usando diferentes grupos genéticos y diferentes condiciones corporales, para establecer si los resultados obtenidos se mantienen o si existe variación por el número de animales evaluados, así como por el manejo alimenticio y sanitario que se utilice.
- Evaluar el efecto de los sistemas de sincronización del celo estudios, pero en las ganaderías de la sierra ecuatoriana, ya que en este sector existen la mayoría de explotaciones lecheras.
- Para obtener mejores resultados a través del uso de sincronizadores, se recomienda evaluar los registros reproductivos de las vacas a sincronizar, por ejemplo: verificar si han sido vacas que anteriormente han tenido dificultad para preñarse, o si han tenido problemas en su último parto.

VII. LITERATURA CITADA

1. ANDINO, P. 2003. Sincronización del desarrollo folicular y ovulación en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brown swiss en la hacienda "La Laguna". Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 40-52.
2. BUSTAMANTE, J., ALLÉS, A., ESPADAS, M., MUÑOZ, J. Y SEGUÍ, A. 2008. Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias (CCEA), de Mahón (Menorca), información Técnica. La condición corporal en vacuno de leche. Archivo de Internet .pdf.
3. CAZCO, M. 2001. Evaluación de la utilización de HCG+PF2 α VS GnRH+PF2 α en la sincronización de la ovulación en vaconas Holstein mestizas en el cantón Morona. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 32-45.
4. ECUADOR, MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA (MAGAP), Pastaza. 2010. Estación Agrometeorológica. Puyo, Pastaza.
5. HERNÁNDEZ, M. FIELDS, J. WARNICK, A Y THATCHER, W. 2000. Fertilidad resultante de la ovulación sincronizada con PGF 2 alfa y hormona liberadora de gonadotropina en bovinos, universidad de zootecnia Jusepín. Venezuela. Vol 4. Zootecnia Tropical. Archivo de Internet .pdf.
6. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Progesterona.
7. <http://html.rincondelvago.com>. 2010. Uso de hormonas en la producción ganadera.
8. <http://mundo-pecuario.com>. 2010. Producción bovina.

9. <http://reproducciondeanimales.blogspot.com>. 2010. Reproducción de las vacas.
10. <http://vet.unne.edu.ar>. 2010. Uslenghi, G.; Chayer, R. y Callejas, S.: Efectividad del ciproionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva.
11. <http://www.aapa.org.ar>. 2010. Callejas, S., De Dominici, O., Madero, S y Cantallop, F. Evaluación de dos sales de estradiol aplicadas a las 24 hs de terminado un tratamiento con progesterona sobre la preñez de vacas con cría
12. <http://www.ansci.umn.edu>. 2010. Lamb, G. Estrous synchronization for beef cattle. University of Minnesota, EE.UU.
13. <http://www.brangus.org.ar>. 2008. Stahringer, R. Cartilla descriptiva del grado de Condición Corporal en vacas de cría. EEA - INTA Colonia Benítez.
14. <http://www.cattleday.com>. 2000. Blezinger, S. Estrous synchronization available tool in management of cows and heifers. Texas, EE.UU.
15. <http://www.ext.ut.edu>. 2010. Hall, J. The cow-calf manager. Virginia, EE.UU.
16. <http://www.ianr.unl.edu>. 2000. Rasby, R. Synchronizing estrus in beef cattle. Nebraska, EE.UU.
17. <http://www.infocarne.com>. 2008. Condición corporal en la vaca.
18. <http://www.inform.umd.edu>. 2000. Gilson, W. 2000. Estrous synchronization programs for dairy Cattle. EE.UU. The University of Georgia College of agricultural environmental sciences.
19. <http://www.inia.gob.pe>. 2010. Almeyda, J. Primeros resultados del

mejoramiento genético de vacunos en las zonas altoandinas utilizando la transferencia de embriones de razas puras en el útero de vacas criollas. Revista Agro Enfoque. Año XXI – N°149.

20. <http://www.inta.gov.ar>. 2005. Fertig, M. y Luchetti, D. Bovinos: Manejo nutricional y condición corporal de la vaca de cría. Estación Experimental Agroforestal Esquel, Chubut. Carpeta Técnica, Ganadería N° 17, Octubre 2005. EEA INTA Esquel.
21. <http://www.msue.edu>. 2010. Walker, D., Ritchie, H., Hawkins, D. Estrus synchronization of beef cattle, Michigan beef production. Michigan, EE.UU. Department of animal science, Michigan State University.
22. <http://www.outreach.missouri.edu>. 2010. Larson, B. Sincronización del estro. Missouri, EE.UU., El periódico Angus.
23. <http://www.planparto.com.br>. 2003. Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de junio de 2003. pp 119-132.
24. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2000. Peralta, R., Péndola, C., Paramidani, E. y Scena, C. La inseminación artificial en los rodeos de cría. Reunión Técnica del Ciale, 2000. Capitán Sarmiento, Pcia. Bs.As.
25. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2001. Aguilar, J.. 2001. Cursos de Producción Animal I. FAV UNRC.
26. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2002. Ben, G., Goitia, O., Mujica, I., Munar, C. y Valdez, A. Programa de Inseminación artificial a tiempo fijo, manual de procedimientos.
27. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2002. Bó, G., Cutaia, L. y Tríbulo, R.

Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina.

28. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2002. De la Sota, R. Detección de celos: como calcular su intensidad y exactitud. Inst. de Teriogenología, Fac. de Ciencias Veterinarias, UNLP.
29. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2003. Brogliatti, G. 2003. Inseminación artificial a tiempo fijo.
30. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2003. Fernández, A. Dinámica folicular: funcionamiento y regulación. Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
31. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2005. Agro Capacitación Argentina (AGROCOR). Curso teórico práctico de inseminación artificial en bovinos. Córdoba, Argentina.
32. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2005. Bavera, G. A. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
33. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010. Bussi, P. Inseminación artificial y sincronización de celos y ovulaciones.
34. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010. Fisiología reproductiva del bovino.
35. <http://www.produccionbovina.com>. 2001. CAMPS, D. GONZÁLEZ, G. TORRES, J. CAIMI. A Y ZOPPI. M. Condición corporal: una interesante herramienta para monitorear el programa nutricional de los rodeos de cría. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.
36. <http://www.progressivedairy-hay.com>. 2010. Bienestar de la vaca: Reproducción.

37. <http://www.sani.com.ar>. 2010. Cipionato de Estradiol. CIPIOSYN®.
38. <http://www.selectsires.com>. 2002. Jarnette, M. Estrous synchronization in cattle using GnRH and PGF.
39. <http://www.selectsires.com>. 2010. Mel DeJarnette, M. y Nebel, R. Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina.
40. <http://www.tecnovet.com.mx>. 2008. Sincronización del estro, una Revisión de los Sistemas.
41. <http://www.unt.edu.ar>. 2000. O'Connor, M. 2000. Manejo reproductivo de la vaquillona lechera.
42. <http://www.virbac.com.mx>. 2010. González, G, Reproducción.
43. <http://l.vetednaria.org>. 2010. Echeverria, J. Aspectos farmacologicos en el manejo reproductivo de la perra. Revision Bibliografica. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET - ISSN 1695-7504. Vol. VI, N° 3, Marzo 2005
44. INTERVET. 1999. Compendium de reproducción animal. 3 ed. Madrid, España, Edit. INTERVET. p 254.
45. LAROCCA, C., LAGO. I., FERNANDEZ, A. ROSES, G., LANZA, R., ARMAND, P. 2005 Alternativas para la sincronizacion del estro en vaquillonas holstein uruguayo (HU). Revista Científica, diciembre, vol. XV, numero 006. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp. 512-516.
46. NARVÁEZ, D. 2002. Evaluación de la gonadotropina coriónica en la inducción del estro e incremento de la fertilidad en vacas Holstein mestizas de la hacienda Rumipamba de UP-9 Patria. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 44-50.

47. PRUNA, E. 2002. Evaluación de la utilización de HCG+PF2 α VS GnRH+PF2 α en la sincronización de la ovulación en vaconas Holstein mestizas en el cantón Morona. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 35 - 42.
48. RICAURTE, R. 2008. Inducción y sincronización de celos en hembras bovinas primíparas y múltiparas de la raza holstein mestiza con intervalo de 55 y 65 horas para la inseminación artificial en la hacienda Sillaguan. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 48 - 58.
49. RODRÍGUEZ, M. 2003. Efecto de la sincronización estral con un progestágeno y del método de sincronización de la ovulación sobre la tasa de preñez en ganado de doble propósito, en finca San Julian. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala pp. 4 – 37.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados experimentales del comportamiento de vacas lecheras de la provincia de Pastaza, por efecto de la aplicación de diferentes métodos de sincronización de celo.

T 1 = IMPLANTE P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PROSTAGLANDINA + PMSG + GNRH

T2 = IMPLANTE P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PGF2 α + CIPIONATO DE ESTRADIOL

T3 = IMPLANTE P4 + CIPIONATO DE ESTRADIOL + PGF2 α + GNRH

T4= CELO NATURAL CON I.A

Tratam	Repet.	Edad (años)	P. inicial (kg)	P. final (kg)	Gan. Peso (kg)	C.C Inicial (5 puntos)	C.C Final (5 puntos)	Preñez	Preñadas (%)	Vacías (%)
T1	1	4,00	370,00	400,00	30,00	3,00	3,25	si	70,00	30,00
T1	2	5,00	355,00	390,00	35,00	2,50	2,75	no		
T1	3	5,00	385,00	420,00	35,00	2,50	2,75	si		
T1	4	6,00	375,00	400,00	25,00	3,75	4,00	si		
T1	5	10,00	368,00	400,00	32,00	2,75	3,00	si		
T1	6	6,00	378,00	410,00	32,00	2,75	3,00	no		
T1	7	8,00	470,00	500,00	30,00	3,50	3,75	si		
T1	8	3,00	275,00	300,00	25,00	2,75	3,00	no		
T1	9	10,00	365,00	400,00	35,00	2,50	2,75	si		
T1	10	7,00	325,00	350,00	25,00	3,25	3,50	si		
T2	1	4,00	370,00	400,00	30,00	2,75	3,00	no	60,00	40,00
T2	2	7,00	225,00	350,00	125,00	2,50	2,75	no		
T2	3	5,00	388,00	420,00	32,00	3,00	3,25	si		
T2	4	6,00	350,00	380,00	30,00	2,50	2,75	si		
T2	5	6,00	385,00	420,00	35,00	2,75	3,00	no		
T2	6	8,00	420,00	450,00	30,00	3,50	3,75	si		
T2	7	6,00	370,00	400,00	30,00	2,75	3,00	si		
T2	8	5,00	350,00	380,00	30,00	2,50	2,75	si		
T2	9	5,00	330,00	360,00	30,00	2,50	2,75	si		
T2	10	6,00	423,00	450,00	27,00	3,75	4,00	no		

continua ..

Continuación Anexo 1

Tratam	Repet.	Edad (años)	P. inicial (kg)	P. final (kg)	Gan. Peso (kg)	C.C Inicial (5 puntos)	C.C Final (5 puntos)	Preñez	Preñadas (%)	Vacias (%)
T3	1	5,00	385,00	420,00	35,00	2,75	3,00	si	80,00	20,00
T3	2	4,00	368,00	400,00	32,00	2,50	2,75	si		
T3	3	10,00	420,00	450,00	30,00	3,00	3,25	no		
T3	4	7,00	370,00	400,00	30,00	2,75	3,00	si		
T3	5	7,00	365,00	400,00	35,00	2,50	2,75	si		
T3	6	10,00	445,00	480,00	35,00	3,25	3,50	si		
T3	7	6,00	365,00	400,00	35,00	2,50	2,75	si		
T3	8	5,00	360,00	390,00	30,00	2,50	2,75	si		
T3	9	7,00	372,00	400,00	28,00	3,25	3,50	si		
T3	10	7,00	330,00	350,00	20,00	3,00	3,25	no		
T4	1	6,00	335,00	360,00	25,00	3,25	3,50	si	50,00	50,00
T4	2	8,00	360,00	390,00	30,00	2,50	2,75	si		
T4	3	10,00	375,00	400,00	25,00	3,75	4,00	si		
T4	4	9,00	392,00	420,00	28,00	3,50	3,75	no		
T4	5	5,00	352,00	380,00	28,00	3,00	3,25	no		
T4	6	5,00	365,00	400,00	35,00	2,50	2,75	no		
T4	7	7,00	370,00	400,00	30,00	2,75	3,00	no		
T4	8	10,00	352,00	385,00	33,00	2,75	3,00	si		
T4	9	6,00	280,00	300,00	20,00	3,25	3,50	si		
T4	10	7,00	395,00	420,00	25,00	3,75	4,00	no		

C.C Inicial: Condición corporal inicial

C.C Final: Condición corporal final

Anexo 2. Análisis estadísticos de la edad (años), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamientos	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
T1	10	6.4000	2.36643	0.74833	3.00	10.00
T2	10	5.8000	1.13529	0.35901	4.00	8.00
T3	10	6.8000	1.98886	0.62893	4.00	10.00
T4	10	7.3000	1.88856	0.59722	5.00	10.00
Total	40	6.5750	1.90663	0.30147	3.00	10.00

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH

T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH

Control = Celo natural con Inseminación artificial

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	12,075	3	4,025	1,117	0,355 ns
Error	129,700	36	3,603		
Total	141,775	39			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas

C. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Tratamientos hormonales	Nº obs.	Medias homogéneas
2,00	10	5.8000
1,00	10	6.4000
3,00	10	6.8000
4,00	10	7.3000

Anexo 3. Análisis estadísticos del peso inicial (kg), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamientos	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
T1	10	366.600	48.8789	15.4569	275.00	470.00
T2	10	361.100	56.2641	17.7923	225.00	423.00
T3	10	378.000	32.4345	10.2567	330.00	445.00
T4	10	357.600	32.8200	10.3786	280.00	395.00
Total	40	365.825	42.8305	6.7721	225.00	470.00

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH

T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH

T4= Celo natural con Inseminación artificial

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2388,075	3	796,025	0,414	0,744 ns
Error	69155,700	36	1920,992		
Total	71543,775	39			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas

C. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Tratamientos hormonales	Nº obs.	Medias homogéneas
4,00	10	357.6000
2,00	10	361.1000
1,00	10	366.6000
3,00	10	378.0000

Anexo 4. Análisis estadísticos del peso final (60 días postratamiento, kg), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamientos	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
T1	10	397.000	50.5635	15.9896	300.00	500.00
T2	10	401.000	34.4642	10.8985	350.00	450.00
T3	10	409.000	35.1030	11.1006	350.00	480.00
T4	10	385.500	34.9960	11.0667	300.00	420.00
Total	40	398.125	38.7908	6.1334	300.00	500.00

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH

T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH

T4= Celos naturales con Inseminación artificial

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	2871,875	3	957,292	0,617	0,608 ns
Error	55812,500	36	1550,347		
Total	58684,375	39			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas

C. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Tratamientos hormonales	Nº obs.	Medias homogéneas
4,00	10	385.5000
1,00	10	397.0000
2,00	10	401.0000
3,00	10	409.0000

Anexo 5. Análisis estadísticos de la ganancia peso (kg) a los 60 días postratamiento, de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamientos	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
T1	10	30.400	4.1687	1.3183	25.00	35.00
T2	10	39.900	29.9683	9.4768	27.00	125.00
T3	10	31.000	4.6904	1.4832	20.00	35.00
T4	10	27.900	4.3831	1.3860	20.00	35.00
Total	40	32.300	15.5534	2.4592	20.00	125.00

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH

T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH

T4= Celos naturales con Inseminación artificial

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	824,200	3	274,733	1,149	0,343 ns
Error	8610,200	36	239,172		
Total	9434,400	39			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas

C. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Tratamientos hormonales	Nº obs.	Medias homogéneas
4,00	10	27.9000
1,00	10	30.4000
3,00	10	31.0000
2,00	10	39.9000

Anexo 6. Análisis estadísticos de la condición corporal inicial (sobre 5 puntos), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamientos	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
T1	10	2.925	0.4418	0.1397	2.50	3.75
T2	10	2.850	0.4441	0.1404	2.50	3.75
T3	10	2.800	0.3073	0.0972	2.50	3.25
T4	10	3.100	0.4743	0.1500	2.50	3.75
Total	40	2.919	0.4213	0.0666	2.50	3.75

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH

T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH

T4= Celo natural con Inseminación artificial

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,517	3	0,172	0,969	0,418 ns
Error	6,406	36	0,178		
Total	6,923	39			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas

C. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Tratamientos hormonales	Nº obs.	Medias homogéneas
3,00	10	2.8000
2,00	10	2.8500
1,00	10	2.9250
4,00	10	3.1000

Anexo 7. Análisis estadísticos de la condición corporal final (60 días postratamiento, sobre 5 puntos), de las vacas mestizas de la provincia de Pastaza, en las que se aplicó diferentes métodos de sincronización de celo.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Tratamientos	Nº obs.	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
T1	10	3.175	0.4418	0.1397	2.75	4.00
T2	10	3.100	0.4441	0.1404	2.75	4.00
T3	10	3.050	0.3073	0.0972	2.75	3.50
T4	10	3.350	0.4743	0.1500	2.75	4.00
Total	40	3.169	0.4213	0.0666	2.75	4.00

T1 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + PMSG + GNRH

T2 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + Cipionato de estradiol

T3 = Implante P4 + Cipionato de estradiol + PGF2 α + GNRH

T4= Celos naturales con Inseminación artificial

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,517	3	0,172	0,969	0,418 ns
Error	6,406	36	0,178		
Total	6,923	39			

Prob. > 0.05; no existen diferencias estadísticas

C. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN

Tratamientos hormonales	Nº obs.	Medias homogéneas
3,00	10	3.0500
2,00	10	3.1000
1,00	10	3.1750
4,00	10	3.3500

Anexo 8. Análisis estadístico del porcentaje de concepción de las vacas lecheras de la provincia de Pastaza, por efecto de la aplicación de diferentes métodos de sincronización del celo.

Observados

Estado	T1	T2	T3	T4	Total
Preñadas, %	70	60	80	50	260
Vacias, %	30	40	20	50	140
Total	100	100	100	100	400

Esperados

Estado	T1	T2	T3	T4
Preñada	65	65	65	65
Vacia	35	35	35	35

(O - E)²/E

Estado	T1	T2	T3	T4
Preñada	0,3846	0,3846	3,4615	3,4615
Vacia	0,7143	0,7143	6,4286	6,4286

$$gl = \{(filas-1) * (Columnas - 1)\} = (2-1)(4-1) = 3$$

$$X^2 \text{ cal} = 21,98$$

Con 3 grados de libertad

$$X^2 \text{ tab } 0.05 \quad X^2 \text{ tab } 0.05$$

$$7,81 \quad 11,34$$

$X^2 \text{ cal} > X^2 \text{ tab}$; por lo tanto existen diferencias estadísticas