



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

“EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN EN
VACAS BRAHMÁN UTILIZANDO GONADOTROPINA CORIÓNICA
(HGC) Y PROSTAGLANDINA (PF2 α) EN DIFERENTES DÍAS DEL
CICLO ESTRUAL”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR;

LUIS ANÍBAL ÁLVAREZ GORDILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

2007

ESTA TESIS FUE APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL

Ing. M.Cs. Julio Usca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Cs. Edgar Hernández Cevallos
DIRECTOR DEL TESIS

Ing. M. Cs. Vicente Trujillo
BIOMETRISTA DE TESIS

Dr. Rafael Trujillo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Riobamba, Marzo 2007

AGRADECIMIENTO

Mi sincero Agradecimiento a la ESPOCH y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, por haberme formado profesionalmente.

A los miembros del tribunal en las personas del Ing. M Cs Edgar Hernández C., Director de Tesis, Ing. M Cs Vicente Trujillo G., Biometrista, e Dr. Rafael Trujillo Arévalo A., Asesor de Tesis, quienes con sus conocimientos y sugerencias aportaron para un buen desarrollo de mi investigación.

Mi gratitud a aquellas personas que dirigen la facultad, la representan y mantienen su nombre muy alto con el objetivo fundamental de servir y formar científicamente a la juventud estudiosa.

DEDICATORIA

A mis padres, Luís y María por el esfuerzo y por tener la confianza de apoyarme en los momentos más difíciles para culminar la más deseada para el futuro de mi vida.

A mis hermanos Malle, José, Digna por su cariño incondicional y brindarme siempre su apoyo.

A mi amigo que siempre me ayudo y apoyo Diego en cada una las acciones de mi vida estudiantil.

A toda mi familia y amigos que me han entregado su amor y ayuda siempre.

A todas las personas que han creído en mí.

CONTENIDO

	Página
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	25
A. CONSIDERACIONES DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO	25
1. <u>Ovarios</u>	25
2. <u>Oviductos</u>	26
3. <u>Útero</u>	26
4. <u>Cervix</u>	27
5. <u>Vagina</u>	27
6. <u>Vulva</u>	27
B. CICLO ESTRUAL BOVINO	28
1. <u>Proestro</u>	28
2. <u>Estro</u>	28
3. <u>Metaestro</u>	29
4. <u>Diestro</u>	29
5. <u>Anestro</u>	29
C. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CELO	29
1. <u>Especie animal</u>	29
2. <u>Raza</u>	29
3. <u>Edad</u>	30
4. <u>Medio ambiente</u>	30
5. <u>Estado nutricional</u>	30
6. <u>Estado de salud</u>	30
7. <u>Condición corporal</u>	31
a. Efecto de la condición corporal sobre la fertilidad	31
b. Relación de condición corporal con liberación hormonal	32
8. <u>Estacionalidad reproductiva</u>	32
D. CONTROL HORMONAL DEL CICLO ESTRAL	32
E. CONTROL DEL DESARROLLO FOLICULAR DURANTE EL CICLO ESTRAL	33

	6
1. <u>Reclutamiento</u>	33
2. <u>Atresia</u>	34
3. <u>Dominancia folicular</u>	34
F. NIVELES HORMONALES POST - PARTO	34
1. <u>Hormona Folículo Estimulante (FSH)</u>	35
2. <u>Hormona Luteinizante (LH)</u>	35
3. <u>Progesterona (P4)</u>	35
4. <u>Estrógenos (E2)</u>	36
G. MECANISMOS DE CONTROL FISIOLÓGICO DEL ANESTRO E INFERTILIDAD POSPARTO EN VACAS DE CARNE	36
1. <u>El componente de infertilidad general</u>	37
2. <u>La involución uterina</u>	37
3. <u>Ciclos estrales cortos</u>	37
4. <u>Anestro posparto</u>	39
H. FERTILIDAD POSPARTO	39
I. INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE CALORES	39
1. <u>Ventajas de la sincronización</u>	41
J. TIPOS DE SINCRONIZADORES DEL ESTRO	41
1. <u>El sincronizador oral</u>	42
2. <u>Sincronizador intramuscular</u>	43
3. <u>Sincronizador por implante</u>	43
K. HORMONAS USADAS EN LA SINCRONIZACIÓN	44
1. <u>Gonadotropina Coriónica Humana (HCG)</u>	44
2. Sincronización de estros con PGF 2 alfa	45
3. <u>GnRH</u>	46
4. <u>GnRH más PGF2α</u>	46
L. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	47
1. Ventajas de la inseminación artificial	49
2. Por qué las vacas a veces no se cargan	49
3. A qué edad se puede inseminar una hembra	49
M. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y DE LA OVULACIÓN	50
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	52
A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	52

	7
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	52
C. MATERIALES Y EQUIPOS	52
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	53
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	53
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	54
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	54
1. <u>Tratamiento 1</u>	54
2. <u>Tratamiento 2</u>	54
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	57
A. EVALUACIÓN DE LA TASA DE CONCEPCIÓN A LA PRIMERA INSEMINACIÓN	57
B. CONCEPCIÓN A LA SEGUNDA INSEMINACIÓN	60
C. NUMERO DE SERVICIOS POR CONCEPCIÓN	61
D. EVALUACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD	63
E. EVALUACIÓN ECONÓMICA	67
V. <u>CONCLUSIONES</u>	69
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	70
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	71
ANEXOS	53

Cuadro 4. EVALUACIÓN DE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN VACAS BRAHMÁN POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE TRATAMIENTOS HORMONALES (HCG + PGF2 α + HCG) EN DIFERENTES DÍAS DEL CICLO ESTRAL (10 Y 13 DÍAS) PARA LA INDUCCIÓN A LA OVULACIÓN

VARIABLE	1 ^{ra} IA		2 ^{da} IA		TOTAL
	Nº	%	Nº	%	Nº
HCG + PGF2 α + HCG (días 1 -8 -10)					
Nº Inseminaciones	5		1		6
Vacas gestantes	4	80.0	1	100	5
Vacas vacías	1	20.00	0		0
IA por gestación					1.20
HCG + PGF2 α + HCG (días 1 -8 -13)					
Nº Inseminaciones	5		3		8
Vacas gestantes	2	40.00	2	66.67	4
Vacas vacías	3	60.00	1	33.33	1
IA por gestación					2.00

HCG: Gonadotropina Coriónica Humana

PGF2 α :

Prostaglandina F2 Alfa

IA: Inseminación Artificial

X² a la primera inseminación = 120; altamente significativa

X² a la segunda inseminación = 155.56; altamente significativa

Cuadro 5. EVALUACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS BRAHMÁN POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE TRATAMIENTOS HORMONALES (HCG + PGF2 α + HCG) EN DIFERENTES DÍAS DEL CICLO ESTRAL (10 Y 13 DÍAS) PARA LA INDUCCIÓN A LA OVULACIÓN

ESTADO	HCG + PGF2 α + HCG (días 1 -8 -10)		HCG + PGF2 α + HCG (días 1 -8 -13)	
	Nº	%	Nº	%
FERTILIDAD	5	100	4	80.00
INFERTILIDAD	0	0	1	20.00
TOTAL	5	100	5	100

HCG: Gonadotropina Coriónica Humana

PGF2 α : Prostaglandina F2 Alfa

X² = 168; altamente significativa

Cuadro 6. RESUMEN DE GASTOS EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN EN VACAS BRAHMÁN POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE TRATAMIENTOS HORMONALES (HCG + PGF2 α + HCG) EN DIFERENTES DÍAS DEL CICLO ESTRAL (10 Y 13 DÍAS)

CONCEPTO	Cantidad		Costo unidad	COSTO TOTAL	
	animal	Total		Vaca normal	Vaca Gestante
HCG + PGF2 α + HCG (días 1 -8 -10)					
Nº de vacas		5			
Nº vacas gestantes		5			
HCG (Gonadotrofina)	2000 UI	10000 UI	0.0036	7.20	36.00
PGF2 α (Ileren)	2 cc	10 cc	1.87	3.74	18.70
Nº pajuelas	1	6	20.00	20.00	120.0
Jeringa	2	15	0.25	0.50	3.75
Guantes	2	12	0.27	0.54	3.24
Cateter	1	6	0.14	0.14	0.84
TOTAL GASTOS				32.12	182.53
Costo vacona					36.51
gestante					
HCG + PGF2 α + HCG (días 1 -8 -13)					
Nº de vacas		5			
Nº vacas gestantes		4			
HCG (Gonadotrofina)	2000 UI	10000 UI	0.0036	7.20	36.00
PGF2 α (Ileren)	2 cc	10 cc	1.87	3.74	18.70
Nº pajuelas	1	8	20.00	20.00	160.0
Jeringa	2	15	0.25	0.50	3.75
Guantes	2	16	0.27	0.54	4.32
Cateter	1	8	0.14	0.14	1.12
TOTAL GASTOS				32.12	223.89
Costo vacona					55.97
gestante					

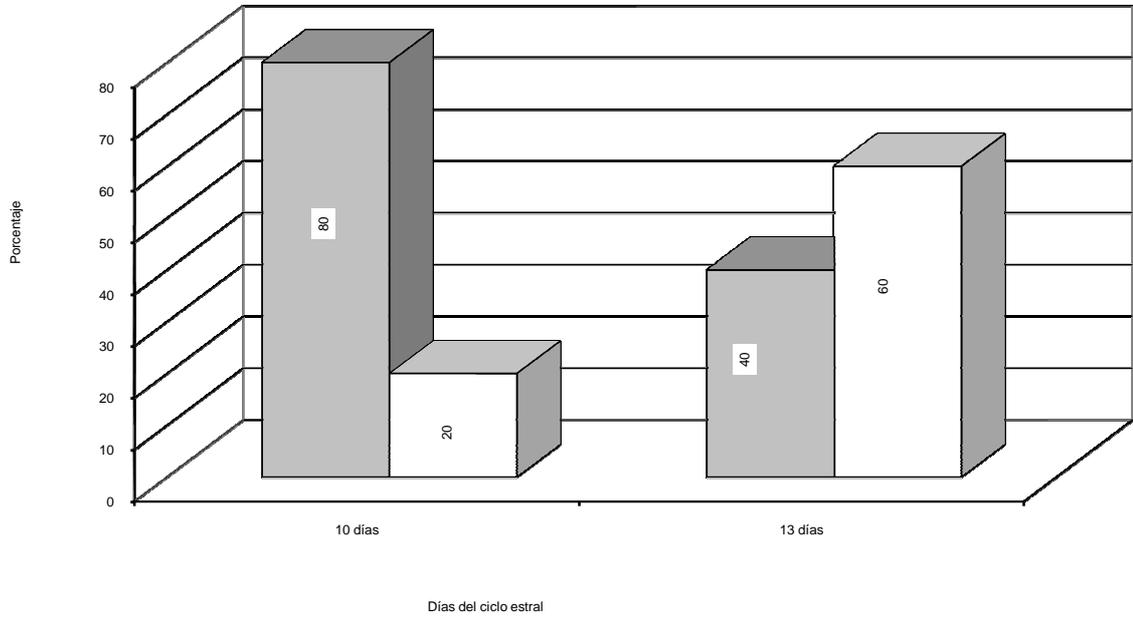


Gráfico 3. Porcentaje de concepción a la 1ra inseminación de vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

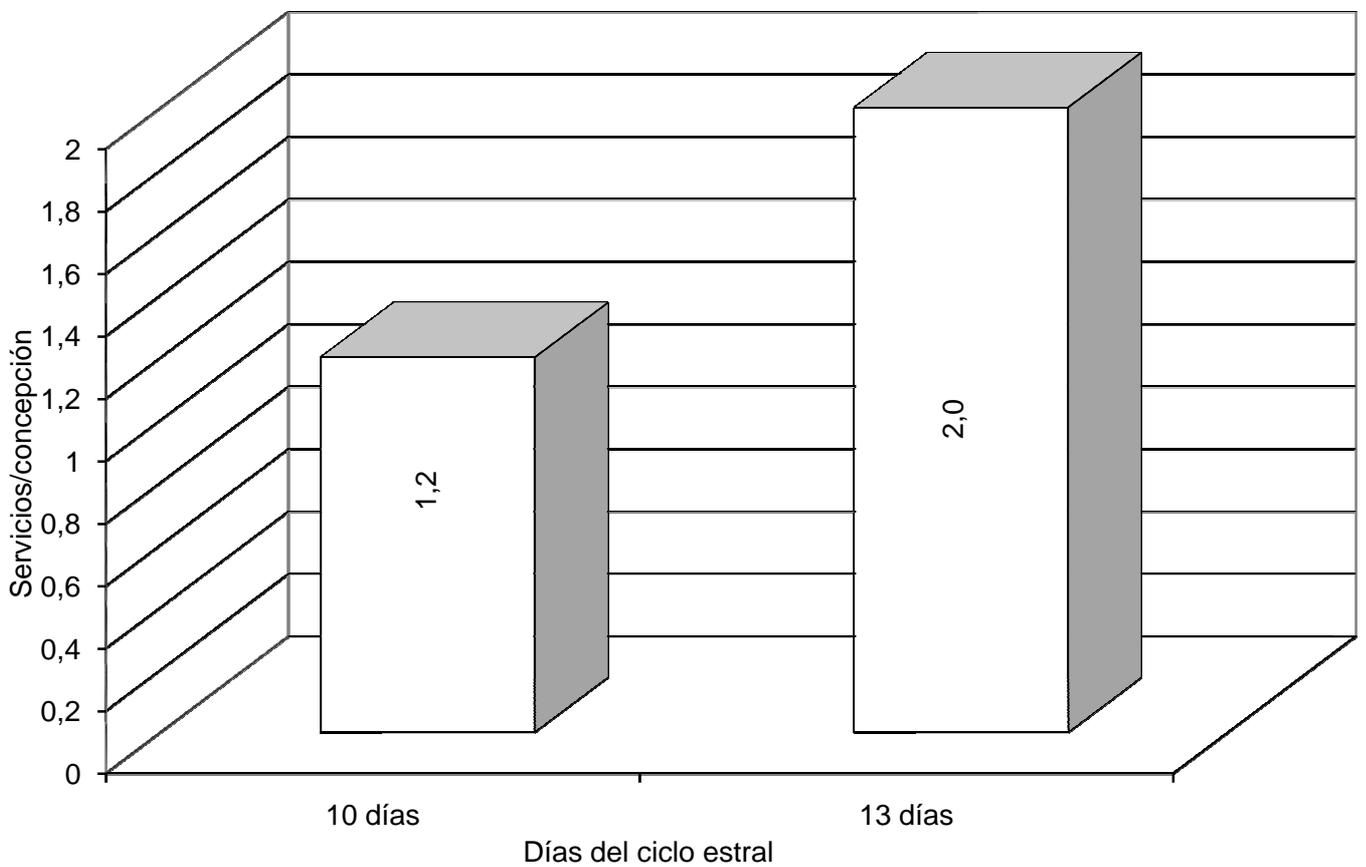


Gráfico 4. Número de servicios por concepción requeridos por vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

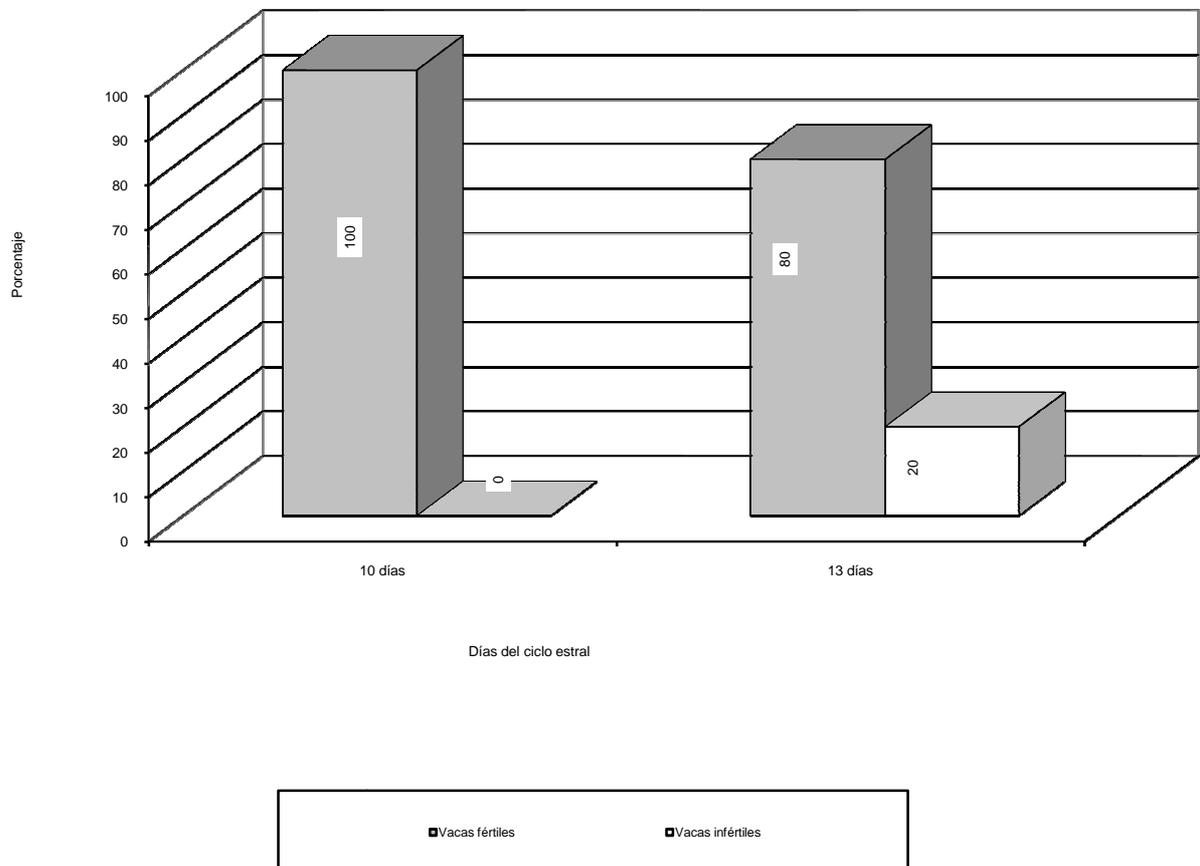


Gráfico 5. Porcentaje de fertilidad de vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

LISTA DE CUADROS

Nº		Página
1.	SINCRONIZADORES MÁS COMUNES EN EL COMERCIO	20
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN SANTO DOMINGO, PROVINCIA DE PICHINCHA	30
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	31
4.	EVALUACIÓN DE LA TASA DE CONCEPCIÓN EN VACAS BRAHMÁN POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE TRATAMIENTOS HORMONALES (HCG + PGF2 α + HCG) EN DIFERENTES DÍAS DEL CICLO ESTRAL (10 Y 13 DÍAS) PARA LA INDUCCIÓN A LA OVULACIÓN	36
5.	EVALUACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS BRAHMÁN POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE	

TRATAMIENTOS HORMONALES (HCG + PGF₂ α + HCG) EN
DIFERENTES DÍAS DEL CICLO ESTRAL (10 Y 13 DÍAS) PARA
LA INDUCCIÓN A LA OVULACIÓN

42

6. RESUMEN DE GASTOS EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA
OVULACIÓN EN VACAS BRAHMÁN POR EFECTO DE LA
UTILIZACIÓN DE TRATAMIENTOS HORMONALES (HCG +
PGF₂ α + HCG) EN DIFERENTES DÍAS DEL CICLO ESTRAL (10
Y 13 DÍAS)

45

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Página
1.	Aplicación del tratamiento hormonal (HCG + PGF2 α + HCG) a los 10 días del ciclo estral	33
2.	Aplicación del tratamiento hormonal (HCG + PGF2 α + HCG) a los 13 días del ciclo estral	33
3.	Porcentaje de concepción a la 1ra inseminación de vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación	37
4.	Número de servicios por concepción requeridos por vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación	40
5.	Porcentaje de fertilidad de vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación	43

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados de la utilización de HCG más PGF2 alfa en los diferentes días del ciclo estral
2. Prueba de asociación entre tratamientos sobre el porcentaje de concepción a la primera inseminación en vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación
3. Prueba de asociación entre tratamientos sobre el porcentaje de concepción a la segunda inseminación en vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación
4. Prueba de asociación entre tratamientos y la tasa de fertilidad en vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

Anexo 1. Resultados de la utilización de HCG más PGF2 alfa en los diferentes días del ciclo estral

Tratamiento 1 (HCG + PGF2 α + HCG; días 1 -8 -10):

N°Animal	Primera Inseminación		Segunda Inseminación	
	Concepción	Vacía	Concepción	Vacía
2005	P			
2059	P			
2084	P			
2111	P			
2068		V	P	

Tratamiento 2 (HCG + PGF2 α + HCG; días 1 -8 -13):

N°Animal	Primera Inseminación		Segunda Inseminación	
	Concepción	Vacía	Concepción	Vacía
2176	P			
2305	P			
2070		v	p	
2098		v		v
2042	P			

Anexo 2. Prueba de asociación entre tratamientos sobre el porcentaje de concepción a la primera inseminación en vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

Matriz de prueba para tratamientos (%)

VARIABLE	Día 10	Día 13
Gestantes, %	80	40
Repetidoras, %	20	60
TOTAL, %	100	100

$X^2 = 120$; Existe diferencias significativas altas

X^2 con 3 g.l. 0.05 = 7.815

X^2 con 3 g.l. 0.01 = 11.341

$$X^2 = \frac{(O_1 - E)^2}{E} + \frac{(O_2 - E)^2}{E} + \dots + \frac{(O_n - E)^2}{E}$$

$$X^2 = (80-100)^2/100 + (20-100)^2/100 + (40-100)^2/100 + (60-100)^2/100 = 120$$

Anexo 3. Prueba de asociación entre tratamientos sobre el porcentaje de concepción a la segunda inseminación en vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

Matriz de prueba para tratamientos

VARIABLE	Día 10	Día 13
Gestantes, %	100	66.67
Repetidoras, %	0	33.33
TOTAL, %	100	100.0

$X^2 = 155.56$; Existen diferencias significativas altas

X^2 con 3 g.l. 0.05 = 7.815

X^2 con 3 g.l. 0.01 = 11.341

$$X^2 = \frac{(O_1 - E)^2}{E} + \frac{(O_2 - E)^2}{E} + \dots + \frac{(O_n - E)^2}{E}$$

$$X^2 = \frac{(100-100)^2}{100} + \frac{(0-100)^2}{100} + \frac{(66.67-100)^2}{100} + \frac{(33.33-100)^2}{100} = 155.56$$

Anexo 4. Prueba de asociación entre tratamientos y la tasa de fertilidad en vacas Brahmán por efecto de la utilización de tratamientos hormonales (HCG + PGF2 α + HCG) en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días) para la inducción a la ovulación

Matriz de prueba para tratamientos

VARIABLE	Día 10	Día 13
Fertilidad, %	100	80
Infertilidad, %	0	20
TOTAL, %	100	100

$X^2 = 168$; Existen diferencias significativas altas

X^2 con 3 g.l. 0.05 = 7.815

X^2 con 3 g.l. 0.01 = 11.341

$$X^2 = \frac{(O_1 - E)^2}{E} + \frac{(O_2 - E)^2}{E} + \dots + \frac{(O_n - E)^2}{E}$$

$$X^2 = (100-100)^2/100 + (0-100)^2/100 + (80-100)^2/100 + (20-100)^2/100 = 168$$

I. INTRODUCCIÓN

En toda explotación pecuaria, es indispensable conocer y practicar la sincronización de celos especialmente en ganadería de carne ya que al programar una sincronización de celos estamos induciendo a que se presente el estro, para que en lo posterior con la utilización de la inseminación artificial quede gestante y se obtenga una cría al año por vaca, lo cual incrementará el porcentaje de fertilidad en nuestros hatos.

Dentro de la explotación Bovina de carne del país se manejan índices productivos y reproductivos bajos, lo cual implica no obtener una cría por año. Para lo cual es necesario poner énfasis en el manejo, Principalmente en estrategias y planes en: alimentación, sanidad y sincronización de estros; ya que los ciclos estruales en las razas de ganado de carne son cortos y un 43% se presentan en las horas de la madrugada que difícilmente son detectados los celos, e aquí la importancia de la sincronización

En nuestro país hay una disminución de la eficiencia reproductiva de los hatos ganaderos de carne, especialmente aquellos hatos de los pequeños, medianos y grandes productores por la falta de conocimiento en la detección de celo a tiempo, lo que conlleva a un alargamiento del intervalo entre paros más allá de lo óptimo (12-13 meses) y por lo tanto el incremento de animales para ese hato será en un tiempo más largo de lo recomendado técnicamente.

Para el establecimiento de un programa de inseminación artificial en las fincas es necesario que el ganadero o empresario le dé importancia tomando alternativas ya que se relacionan diferentes factores como el conocer la anatomía de los animales funcionamiento del tracto genital de la vaca, la detección del celo y el momento óptimo de la inseminación, sistema de registros, semen de calidad requisitos previos para la inseminación.

Con el presente trabajo se pretende incentivar a los pequeños, medianos y grandes productores apliquen esta técnica en sus hatos ganaderos productores de carne. Además este programa de sincronización de estros de ayudara a

mejorar los problemas reproductivos de los hatos, es así se mejora la fertilidad, la tasa de concepción. Logrando tener mayores nacimientos en el acto, lo cual permite a futuro tener reemplazos de animales para una selección

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

- Evaluar el efecto de la gonadotropina Coriónica más prostaglandinas en la inducción del celo en diferentes días del ciclo estral, a través del porcentaje de fertilidad por medio de la aplicación de la inseminación artificial en vacas brahmán.
- Determinar cual de los métodos en estudio presenta un mayor porcentaje de concepción.
- Establecer el costo de cada vaca gestante en cada uno de los ensayos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CONSIDERACIONES DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

Según Trujillo, R (1996), el aparato reproductor femenino consta de:

- Dos ovarios
- Dos trompas uterinas o de Falopio
- Útero
- Vagina
- Vulva

1. Ovarios

Los ovarios son los órganos esenciales en la reproducción de la hembra, tienen forma de almendras, generalmente el ovario derecho es mayor que el izquierdo, aunque el tamaño está influenciado, con la edad, el estado físico y estado funcional. La función es producir células sexuales femeninas u óvulos y hormonas, como son los estrógenos y la progesterona. En una vaca no preñada, los ovarios son ovales (forma de huevo), de cerca de cuatro a seis cm de largo y dos a cuatro cm de diámetro (Trujillo, R. 1996).

Según el mismo autor, las funciones más importantes del ovario son:

- Producir un óvulo maduro cada 21 días cuando la vaca posee un ciclo estral normal;
- Secretar hormonas que:
 - Controlan el crecimiento del óvulo dentro del ovario;
 - Cambian la conducta de la vaca durante el celo;
 - Preparan el tracto reproductivo para posibles preñeces.

Una de dos estructuras predominan en la superficie del ovario: ya sea el folículo que contiene al óvulo maduro o el cuerpo lúteo, que crece de lo que queda del folículo luego de que el óvulo ha sido liberado (Wattiaux, M. 2000).

2. Oviductos

Se las llama también trompas de Falopio, son unos conductos sinuosos que a cada lado llevan el óvulo del ovario respectivo al cuerno del útero y a la vez sirven como lugar natural donde el óvulo queda fecundado por el espermatozoide. La función consiste en recoger el óvulo cuando se rompe el folículo y transportarlo hasta el útero. Además es el lugar donde ocurre la fecundación (Trujillo, R. 1996).

Los oviductos son dos tubos contorneados que unen cada uno de los cuernos del útero con el ovario respectivo; ellos son de más de 20 cm de largo y solamente 0,6 cm de diámetro. El final de cada oviducto se abre en una estructura en forma de embudo (infundíbulo); esta estructura colecta al óvulo que es liberado del ovario durante el celo. La fertilización, o la unión de un óvulo con un espermatozoide, se producen en el oviducto. El embrión permanece en el oviducto por tres o cuatro días antes de desplazarse al útero. Este período de tiempo es necesario para que el útero se prepare a sí mismo para recibir al feto en crecimiento (Wattiaux, M. 2000).

3. Útero

Consta de un cuerpo, cuello y dos cuernos, este órgano continua con las trompas de Falopio y por detrás con la vagina. Como muchos órganos internos este se reviste de una capa mucosa, bajo de la cual se extiende la capa de músculo liso y encima el revestimiento del peritoneo. La función fundamental del útero es anidar al huevo, proporcionarle las condiciones ambientales necesarias para su desarrollo e intervenir en la expulsión en el momento del parto. El cuello uterino o cerviz es la formación dura y cilíndrica de paredes rígidas y gruesas, situadas en la cavidad pelviana, presenta un esfínter que sirve para separar el útero de la vagina (Trujillo, R. 1996).

El útero es la parte del tracto reproductivo donde el feto en desarrollo es mantenido. En una vaca no preñada, el cuerpo del útero es de menos de cinco centímetros de largo, y posee cuernos izquierdo y derecho que se curvan como

los de un carnero. El útero es un órgano muscular capaz de una enorme expansión para alojar al feto en crecimiento. Hacia el final de la preñez, el útero contiene un ternero de 35 a 40 kg, 20 a 30 kg de fluidos, y cinco kg de placenta (secundina). Luego del parto, toma aproximadamente 40 días para que el útero y otras partes del aparato reproductivo alcancen nuevamente el tamaño no-gestante, este proceso es llamado involución (Wattiaux, M. 2001).

4. Cervix

El cervix es un fuerte músculo de alrededor de 10 cm de largo y 2,5 a 5 cm de diámetro. Se encuentra perforado en el centro por un angosto canal. El canal se encuentra usualmente cerrado (y sellado durante la preñez) excepto durante el celo y el parto. El cervix es una "puerta de control" que previene a cualquier material extraño de invadir el útero y, en efecto, lo aísla del mundo exterior (Wattiaux, M. 2000).

5. Vagina

La vagina es un conducto músculo-membranoso, que recibe el órgano copulador del macho durante el acto del coito. Se encuentra situada horizontal en la cavidad pelviana, entre el recto y la vagina urinaria, detrás del cuello uterino (Trujillo, R. 1996).

La vagina es un tubo aplastado, de normalmente 30 cm de largo. Es el lugar de deposición del semen durante el servicio natural. La vagina sirve como un pasaje para los instrumentos utilizados para inseminación artificial y para la salida del feto durante el parto (Wattiaux, M. 2000).

6. Vulva

Es una porción externa extendidos desde la vagina al exterior. La unión de la vagina y vulva se marca por la presencia del orificio uretral externo, así como un pliegue que representa un vestigio de himen. El clítoris está provisto de dos raíces un cuerpo y un glande, abundantemente innervado (Trujillo, R. 1996)

B. CICLO ESTRUAL BOVINO

Peters, A y Bali, P (1986), determinaron que el ciclo estrual es el tiempo transcurrido entre dos estros o períodos de receptibilidad sexual. Existen varios reportes acerca de la duración del ciclo estrual en bovinos; así, Garverick, H. et al (1988) opinan que dura 19.6 días.

Peters, A y Bali, P (1986), manifiestan que el ciclo estral se ha dividido en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro, dependiendo de los niveles hormonales presentes, por lo que es difícil distinguir cada fase resultando más conveniente dividir el ciclo estral sobre la base de la presencia de estructuras ováricas en: fase lútea y fase folicular, siendo durante esta última donde ocurre el estro.

El ciclo estral se define como el tiempo que hay entre dos períodos de estro. El tiempo promedio de los ciclos estrales es similar en todas las especies de granja, aunque ligeramente más corto en la oveja (Bearden, J. 1989).

1. Proestro

El periodo de proestro es de preparación para el apareamiento. El sistema entero se encuentra en un estado de desarrollo y excitación. Los niveles de estrógeno se elevan en ese momento y está es la principal causa de los cambios (Sorensen, A. 1991).

2. Estro

El estro también recibe el nombre de "celo" o "calor", ya que el animal se encuentra muy excitado interna y externamente, y éste es el único momento en que aceptará al macho. Se produce a causa de altos niveles de estrógenos y en la mayoría de las especies la ovulación ocurre en ese período; la vaca es una excepción (González, R. et al. 1980).

Pedroza, M (1992), define que la vaca está en calor cuando presenta deseo

sexual, y es durante éste período cuando la vaca se deja montar por el toro o por otra vaca.

3. Metaestro

En el período de metaestro, los niveles de estrógenos y progesterona son bajos y el animal se recupera de la excitación del apareamiento y se prepara para la gestación (González, R. et al. 1980).

4. Diestro

En el diestro, el nivel de progesterona es alto y el animal se encuentra en un periodo latente entre los periodos de excitación sexual (Albarran, I. 1990).

5. Anestro

El término anestro puede referirse a un animal que no exhibe libido durante un tiempo prolongado, como ocurre en las especies poliéstricas estacionales, que ciclan en forma normal durante cierto tiempo, y luego pasan por un período de inactividad. O puede referirse a una situación temporal, como el período en el que se espera el estro, pero la ovulación tiene lugar sin que haya signos externos. Esto sería una ovulación anestrual. Muchas referencias lo designan como un "calor silencioso" (Sorensen, A. 1991).

C. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CELO

1. Especie animal

Cada especie tiene un ciclo ovárico diferente. Mientras en una vaca dura 21 días, en una perra puede durar seis meses (Huertas, J. 1991).

2. Raza

Aún dentro de la misma especie hay pequeñas variaciones en el ritmo

del ciclo. Por ejemplo en la especie bovina, la duración del celo es diferente en una vaca de raza Holstein que en una de raza Cebú, que es más corto (Albarran, I. 1990).

3. Edad

En la mayoría de los casos el ciclo del celo se inicia en la pubertad, que para cada especie es diferente. Existen casos en que la pubertad se adelanta o se retarda por tiempo prolongado. También se conocen casos en que las hembras continúan presentando celo mucho tiempo después del considerado normal (Huertas, J. 1991).

4. Medio ambiente

El celo se inhibe o se manifiesta de acuerdo con el clima y la temperatura ambiental, si hay demasiada luz o oscuridad, si el animal se encuentra solo o en grupo, si está en libertad o confinado, si está tranquilo o en condiciones estresantes (Albarran, I. 1990).

5. Estado nutricional

La buena alimentación es necesaria desde la misma concepción, pues de ahí se deriva el desarrollo armónico de los órganos del cuerpo. En el estado nutricional se tiene en cuenta la calidad de los nutrientes, la cantidad de la ración alimenticia y la frecuencia con que se provee. Una alimentación no balanceada puede llevar al animal a contener más grasa que músculo, o menos músculo que hueso, influyendo en el comportamiento de las glándulas endocrinas (Huertas, J. 1991).

6. Estado de salud

La presencia de infecciones o de enfermedades incide en la regularidad de los ciclos, alterándolos en forma permanente o temporal. En una vaca vacía apreciaremos calores regulares cada 18-21 días en promedio, pero debemos de tener en cuenta que mientras más tiempo dura una hembra sin presentar los

síntomas o señales externas de demostrarse preñada más dinero perderá nuestra empresa ganadera. Por esto es muy importante conocer que se aprecian en una hembra bovina en calor (Albarran, I. 1990).

7. Condición corporal

La condición corporal es un factor importante la cual determina la capacidad reproductiva del animal. El método más utilizado es el visual bajo el rango de uno a nueve, donde uno es una vaca delgada y nueve extremadamente gorda (Rodríguez, T. et al. 1986).

a. Efecto de la condición corporal sobre la fertilidad

Randel, D y Bastidas, N (1987), trabajando con hembras con cría en una condición corporal buena y alimentadas con una dieta baja en energía post-parto tuvieron intervalos al primer estro más largos en comparación con hembras alimentadas con una dieta alta en energía post-parto (57 vs 35 días).

Richards, J (1986), en hembras multíparas estudió el manejo nutricional post-parto sobre la subsiguiente fertilidad. Las vacas fueron mantenidas con una condición preparto de 4 a 7 y los regímenes nutricionales fueron altos, moderados, bajos y ligera sobrealimentación (low flush). En vacas que parieron con una condición corporal ≥ 5 los diferentes niveles de alimentación post-parto no influyen sobre el intervalo post-parto al estro. El mismo autor hace mención que la condición corporal al parto es el factor más importante para establecer la actividad ovárica cíclica y preñez que el ofrecimiento de alimento post-parto.

Además, indica que pocas vacas que parieron en condiciones corporales delgadas quedaban preñadas durante los primeros 20 días y a los 60 días de la época de empadre. Las vacas que parieron en una condición corporal delgada y que mantuvieron o ganaron peso y alimentadas con un régimen nutricional alto o ligera sobrealimentación tuvieron más altas tasas de preñez que las vacas que perdieron peso y alimentadas con un régimen nutricional bajo durante este periodo (92, 85 % vs. 68% respectivamente).

b. Relación de condición corporal con liberación hormonal

Richards, J (1986), encontró que las condiciones de LH se redujeron ($P < 01$) en vacas que recibieron una alimentación restringida en donde perdieron el 1% de su peso corporal semanal hasta que los animales dejaron de ciclar. Concluyendo que el anestro ocurre cuando las vacas pierden peso, tienen una condición corporal pobre y una disminución en la frecuencia de los pulsos de LH.

8. Estacionalidad reproductiva

Randel, D y Bastidas, N (1987), encontraron que el ganado *Bos indicus* disminuye su función reproductiva al disminuir la longitud de los días. Se ha reportado anestro en ganado *Bos indicus* durante las estaciones desfavorables. El número de embriones transferibles recuperados por cada vaca donadora está afectado por la estación ($P < .06$). La mayor recuperación de embriones por donadora se obtuvo en el otoño (4.2) y la menor (2.9) en el invierno. También encontró que el porcentaje de preñez por vaca Brahmán donadora era menor ($P < .02$) en los meses de invierno. Estos autores indican que la combinación de menor número de embriones transferibles y menor tasa de preñez por vaca donadora resultó en menos vacas receptoras preñadas por cada vaca Brahmán donadora durante el invierno.

D. CONTROL HORMONAL DEL CICLO ESTRAL

Humprey, W y Convey, M (1976), manifiestan que la interacción de varias hormonas hipotalámicas e hipofisiarias, estimulan al ovario para responder mediante la formación de un óvulo y la presencia del lívido, el nivel de GnRH y FSH antes y después del primer ciclo estral.

Nevárez, C (1986), manifiesta que después de la ovulación y como resultado de la colaboración de la actividad luteinizante y la secreción ovárica (E_2 y P_4), el folículo roto es inducido a la formación del cuerpo amarillo cuya actividad depende en los bovinos del impulso de la LH.

Nalbandov, C (1989), manifiesta que el ciclo estrual está regulado principalmente por un balance recíproco entre las hormonas esteroides del ovario y las hormonas proteínicas gonadotropinas de la hipófisis anterior. El mismo autor manifiesta que durante el diestro cuando las concentraciones de progesterona son altas, las concentraciones de FSH, LH y estrógenos a la mitad del diestro son bajas, pero no se observan el rápido crecimiento folicular típico del día 2 o 3 antes de la ovulación. De la misma manera, durante la preñez, las grandes concentraciones de progesterona evitan la liberación de hormonas gonodotrópicas evitando la liberación de hormonas gonodotrópicas que iniciarán el comportamiento del estro, al final del Diestro, la $PGF_{2\alpha}$ uterina provoca la regresión del cuerpo lúteo, junto con una marcada disminución de las concentraciones sanguíneas de progesterona. Estas bajas concentraciones sanguíneas de progesterona pueden servir como estímulo o quitar un bloque del hipotálamo o hipófisis anterior, lo que ocasionará liberación de FSH, LH y prolactina, además existe una elevación de estrógenos durante el proestro. Se puede observar elevaciones de FSH y LH que tienen una duración de 8 a 10 horas durante el estro, 24 horas antes de la ovulación.

Sorensen, A (1991), indica que durante el período pre-puberal y la pubertad, la vaquilla exhibe un cambio en el nivel de LH, ocurre una primera elevación de LH unos 10 días antes del celo, luego antes del celo, luego la otra de aproximadamente la misma magnitud, durante el estro. En el segundo caso el ascenso de nivel es necesario para la ovulación.

E. CONTROL DEL DESARROLLO FOLICULAR DURANTE EL CICLO ESTRAL

El desarrollo folicular en bovinos, más que en todos los folículos antrales pasan por las tres fases que son:

1. Reclutamiento

Esta fase algunos mencionan que comienza con un número de 6 - 12, consiste en el primer crecimiento de la primera onda folicular, es un proceso recurrente en el cual 1 o 2 folículos dominantes anovulatorios, se desarrolla antes de que se

ocorra del folículo que se va a ovular, el desarrollo de los folículos en la vaca puede ser de 2 a 3 ondas de folículos durante el ciclo estral. El crecimiento del folículo de primera onda es muy predecible en circunstancias normales, el folículo es anovulatorio que es bastante visible al quinto día del ciclo estral. Aumenta de tamaño hasta el día 8 y disminuye su tamaño después de una fase estacionaria entre los días 8 y 10 del ciclo estral. La primera onda empieza con un grupo de folículos después de la secreción de FSH (Hernández, T y Rivadeneira, V. 1999).

2. Atresia

Es el proceso que continua el crecimiento junto con los folículos que van a la atresia, la secreción de FSH parece que es catalítica para el reclutamiento de los folículos, la variabilidad de los procesos endocrinos y bioquímicos entre los folículos determina cual folículo reclutado está determinado ha ser seleccionado (Hernández, T y Rivadeneira, V. 1999).

3. Dominancia folicular

Es el periodo en el cual el folículo seleccionado inhibe el reclutamiento de los folículos adicionales para la próxima onda folicular. La primera onda folicular se manifiesta hasta el día diez del ciclo estral, en este momento la dominancia de la primera onda es arrestada y empieza la fase de reclutamiento de la segunda onda folicular. Se ha establecido que la secreción de LH que en el caso de las vacas la onda pulsátil disminuye con el desarrollo del cuerpo lúteo con el incremento de la progesterona en el plasma. Una secreción insuficiente de LH no sustenta el continuo crecimiento y función de folículo dominante, entonces la dominancia del folículo de la primera onda se hará atrésico, desaparece gradualmente y emerge el segundo folículo (Hernández, T y Rivadeneira, V. 1999).

F. NIVELES HORMONALES POST - PARTO

Beearden (1989), señala que en las vacas durante el período post - parto hay un lapso en que los ovarios se encuentran inactivos después de haber un aumento de esteroides ováricos en la sangre durante la gestación y cantidades dramáticas

en la concentración sanguínea en hormonas que ocurre durante el parto debido a la expulsión de la placenta y regresión del cuerpo lúteo.

1. Hormona Folículo Estimulante (FSH)

La concentración plasmática de esta Gonadotrofina es baja al momento del parto, se incrementa en pocos días y se mantiene con cambios poco significativo, disminuyendo durante el periodo post - parto temprano, hecho que fue verificado por Foote, W (1972).

Peters. A y Bali, P (1986), mencionan que podría existir un nivel Humoral de esta hormona por abajo del cual se limita la actividad ovárica (vacas en anestro por más de 100 días presentaron niveles plasmáticos menores de FSH-LH y además que con el tiempo se puede establecer una regulación de su secreción por algún producto no determinado (ligera disminución de su concentración plasmática y de su liberación hipofisiaria en respuesta al GnRh).

2. Hormona Luteinizante (LH)

El cambio más consistente antes de la primera ovulación post parto y que es considerada como un requisito esencial para que esta ocurra, está constituida por el aumento gradual de las concentraciones plasmáticas de LH, las cuales son bajas al momento del parto y se van incrementando como reflejo del restablecimiento de la secreción pulsátil de esta hormona y del aumento en frecuencia y amplitud de sus pulsos. Además la deficiente secreción del LH después del parto parece ser inicialmente debido a su bajo contenido hipofisiario, el cual sufre un incremento considerable para el día 10 post- parto sin importar que esta no presente el estímulo el amamantamiento, y además a una menor capacidad de respuesta hipofisiaria del estímulo del GnRH (Kesler, D y Favero, W. 1985).

3. Progesterona (P4)

Humphrey W y Convey, M (1976), señalan que la concentración plasmática de P4

se mantiene baja y sin cambios en los primeros días post - parto y hasta un tiempo después del restablecimiento del patrón de secreción pulsátil de LH es cuando ocurre un primer incremento en su concentración plasmática, la cual en el 50 a 60% de los casos es de corta duración. Aun no se ha determinado con exactitud si este ciclo corto de P4 se produce después de una primera ovulación sin manifestación de estro y posterior formación de cuerpo lúteo que sufre una regresión prematura o si se produce a partir de folículos que no ovularon pero sufrieron una luteinización parcial y precede a la primera ovulación post – parto.

4. Estrógenos (E2)

Se ha demostrado que poco tiempo después del parto el ovario es capaz de secretar E2 en respuesta al estímulo de LH y que esta capacidad no cambia al avanzar el posparto, por lo que ni el crecimiento folicular ni la secreción de E2 se consideran limitantes para el reinicio de los ciclos ováricos (Peters, A y Bali, P. 1986).

La concentración de E2 en la sangre es variable durante el período de post - parto y puede estar relacionada con los diferentes picos de FSH. Después de la caída de los niveles plasmáticos después del parto, estos se mantienen bajos por un corto tiempo (6 a 10 días), posteriormente se incrementan a partir de entonces sufren fluctuaciones que no siguen un patrón determinado y que probablemente sea un reflejo del desarrollo folicular (Stvenson, 2000).

G. MECANISMOS DE CONTROL FISIOLÓGICO DEL ANESTRO E INFERTILIDAD POSPARTO EN VACAS DE CARNE

La reproducción es el primer factor limitante en la producción eficiente de ganado de carne, los grandes descensos en el potencial productivo de los terneros ocurre a causa del fracaso en la preñez de las vacas. La esterilidad postparto está influenciada por cuatro factores: infertilidad general, anestro, ciclos estruales cortos, falta de involución uterina (Wiltbank, J. 2000).

1. El componente de infertilidad general

Es común a cualquier ciclo y reduce la fertilidad potencial a través de 20 a 30%. Por estros no detectados después del parto o en otros estados reproductivos (Wiltbank, J. 2000).

2. La involución uterina

Kiracofe, G (1980), revisó detalladamente literatura y concluyó que la involución uterina no tiene relación con la longitud del período anéstrico, sin embargo la involución uterina es un obstáculo para la fertilidad durante el posparto temprano. En distintos experimentos vacas servidas mostraron estro posparto (Short, R. et al. 1974) la mitad de las vacas fueron servidas por I.A normal y la mitad de las vacas recibieron inseminación artificial en los cuernos uterinos. Los ovarios fueron palpados tres días después de la I.A para determinar tizas de fertilidad. La inseminación dentro del cuerno uterino redujo el intervalo de concepción por incremento de la proporción de vacas con óvulos fertilizados cuando la inseminación fue antes de 20 días posparto. Las tasas de fertilización después de veinte días post parto son causadas por barreras fisiológicas para el transporte de semen y no por algún defecto inherente en el ovario u otro mecanismo fisiológico. Nosotros no tenemos datos si en posparto temprano podría mantenerse una preñez si un óvulo fertilizado estuviera presente.

El útero no involucionado podría ser obstáculo no solo para el transporte espermático e implantación. Desde un parcial punto de vista, la involución uterina no es un problema para vacas de carne, porque estas no están afectadas por anestro. Muy pocas vacas podrían presentar estros tempranos después del parto con involución uterina que interrumpa la concepción y largos periodos infecciosos que impidan la normal involución uterina (Short, R. et al. 1974).

3. Ciclos estrales cortos

Los ciclos estrales cortos solo contribuyen para la infertilidad posparto durante los 30 – 40 días después del parto. Los ciclos estrales después de 40 días posparto

tienen una duración normal aunque hay algunas evidencias de que estas podrían estar presentándose después. El fenómeno de los ciclos estruales cortos es una de las primeras anomalías observadas en el posparto de vacas. El cuerpo lúteo formado durante un ciclo estrual corto es pequeño, la secreción de progesterona es menor y disminuye la respuesta a la estimulación (Short, R. et al. 1974).

La estimulación gonadotropina del cuerpo lúteo del ciclo corto aparentemente es normal y no es una limitante en su desarrollo (Garverick, H. et al. 1988), aunque las concentraciones de FSH pueden ser bajas antes de esa ovulación (Ramírez, J, et. al. 1982). El cuerpo lúteo de los ciclos cortos no es hipersensitivo ante las prostaglandinas (Copelin, J. et al. 1987) Esta evidencia no responde la pregunta señalada anteriormente, esto solamente refuerza la evidencia de que el cuerpo lúteo de un ciclo corto es funcionalmente diferente.

La prostaglandina PGf2 alfa parece ser un signo fisiológico normal según el útero causa regresión del cuerpo lúteo al final del ciclo estrual. Durante el período de posparto temprano, altas concentraciones de PGF2 alfa probablemente prolongan el intervalo de la función normal del cuerpo lúteo puesto que la histerectomía reduce la concentración de PGF2 α y mantiene la función normal del cuerpo lúteo (Copelin, J. et al. 1987).

El útero en el posparto temprano produce y metaboliza grandes cantidades de prostaglandinas y la supresión de prostaglandinas implica un rol en el control de la función del cuerpo lúteo en el posparto de vacas. La capacidad funcional del cuerpo lúteo en el posparto temprano es normal, pero la regresión de C. L. es prematura por concentraciones anormalmente altas de prostaglandinas producidas por el útero. El síndrome del ciclo estrual corto es un problema práctico en bovinos de carne porque algunas vacas presentan celos y son cubiertas durante el periodo en que ese ciclo estrual ocurre especialmente en operaciones intensivas donde el intervalo posparto es corto y la sincronización de celos es usada. Para posparto temprano de vacas el tratamiento de sincronización de celos incluye un progestágeno que podría ser una ventaja (Guibant, L. et al. 1984).

4. Anestro posparto

El anestro es el componente mayor de esterilidad del posparto, por lo tanto el anestro es un problema más serio que la involución uterina o los ciclos estruales cortos. El anestro posparto generalmente es identificado como intervalo entre el primer parto y el primer estro. La primera decisión considerada para lograr un mejor impacto sobre la fertilidad posparto es la longitud de cruzamiento o crianza estacional, Si el cruzamiento estacional es de 45 días o menos todas las vacas tienen una alta probabilidad de preñez porque las vacas están más allá de los efectos de la involución uterina y los ciclos estruales cortos. Maneje la nutrición para que mantenga la calificación de una condición corporal de 5 a 7 antes de parir la vaca, minimice efectos de distocia y estimule actividad del estro con un toro estéril y sincronización de los estros y el uso juicioso de destete completo, parcial o a corto plazo (Guibant, L. et al. 1984).

H. FERTILIDAD POSPARTO

La razón principal por la cual más vacas Brahmán y derivadas de Brahmán resultan vacías al final de la temporada de monta en comparación con las vacas de razas europeas es porque no retornan en estro (celo) durante la temporada de monta, Reynolds, W (1987), encontró que el intervalo medio entre parto y estro era menor en Angus, intermedio en Brangus, y más largo en vacas Brahmán. La fertilidad de las vacas brahmán o derivadas de brahmán es similar a la de vacas de raza europea, si presentan celo. El intervalo entre parto y concepción en rebaños brahmán bien manejados indica que la fertilidad en vacas brahmán o derivadas de brahmán puede ser muy alta, con una longitud de gestación media de 290 días, una vaca tiene que concebir dentro de los siguientes 75 días posparto para tener un intervalo entre partos de 365 días o menos. Todos los rebaños brahmán reportados tuvieron intervalos entre parto y concepción menores de 75 días.

I. INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE CALORES

Rodríguez, T. et al (1986), indican que la sincronización del estro tiene usos

prácticos importantes en la explotación pecuaria, como una ayuda en la implementación exitosa de programas de inseminación artificial. Previos esfuerzos para controlar el ciclo reproductivo del bovino han sido hechos usando progesterona sintética, pero aún cuando la sincronización ha sido exitosa, la fertilidad es baja.

En <http://patrocipes.uson.mx>. (1992), se reporta que la sincronización del estro o del calor es una práctica sencilla y ampliamente utilizada. La sincronización de estros emplea medicamentos a base de productos hormonales, con los que se logra que un grupo de vacas o vaquillas, entren en calor casi simultáneamente en un período de 2 a 3 días postratamiento.

Ávila, L (2002), señala que gran parte de la literatura habla sobre sincronización del estro, pero en realidad, existe un mayor interés en la ovulación que en el estro. El término “sincronizado” indica agrupamiento y el propósito de este programa es reunir la concepción y, por ende, el parto y la venta del producto en tiempo determinado. Conociendo los elementos para inducir el estro en un animal, podemos trabajarlos de tal manera que logramos acomodar o ajustar el celo o calor de varios animales para que se presente en todos los escogidos en una fecha predeterminada. Con esta técnica se obtienen porcentajes de preñez que oscilan entre el 40 y 50%. Hay que considerar que estamos preñando, en un solo día, la mitad de un grupo determinado. Para tener éxito con la sincronización de estro y la inseminación artificial un productor necesita tomar en cuenta lo siguiente:

- Las vacas y novillas deben tener una buena condición corporal y ser suplementadas con minerales energéticos proteicos.
- Las vacas deben tener un buen reposo post-parto y estar ciclando. Esto significa esperar de 45 a 60 días, por lo menos, después del parto para intentar la sincronización.
- Asegúrese que los animales que van a entrar en el programa de sincronización estén ciclando. Esto se lo realizará por medio de tacto rectal.
- Es recomendable no trabajar más de veinte animales, ya que existe fatiga de la mano del inseminador.

- Maneje las animales lo más tranquilamente posible para evitar estrés y mal manejo, así aumentarán las probabilidades de éxito.

1. Ventajas de la sincronización

Ávila, L (2002), indica que la sincronización presenta las siguientes ventajas:

- La sincronización permite a los criadores acortar los períodos abiertos en las hembras, pues se recomienda que este período abierto sólo sea de dos meses, lo que significa que la vaca se debe cargar sesenta días después del parto y en el caso de que se extienda este período, podemos inducirla a que entre en celo para que nuestra empresa ganadera no pierda dinero.
- Organizar y programar los períodos de preñez y de parto para obtener lotes más uniformes, tanto de crías como de vacas productivas.
- Permite que se dedique más trabajo a otras tareas necesarias para la reproducción.
- Alcanza índices más altos de éxito en programas de inseminación artificial y transferencia de embriones.
- Ganar tiempo y dinero, pues en algunos lugares distantes es difícil la permanencia del inseminador, de tal manera que si se sincronizan las vacas, éstas podrán ser inseminadas entre uno y dos días, dependiendo del programa elaborado.
- Mejora las prácticas de manejo. El ganado tiene que agruparse, lo que permite, cuando menos, hacer una observación más estrecha de los animales, mejorar su alimentación y cuidar su salud.

J. TIPOS DE SINCRONIZADORES DEL ESTRO

En <http://patrocipes.uson.mx>. (1992), se indica que en forma comercial existen varias marcas, pero en general (os tipos de sincronizadores son de tres tipos: Los inyectables (celosil, lutalyse, etc.), los cuales se aplican por vía intramuscular, los dispositivos intravaginales (PRID) que permanecen en la vaca por espacio de 12 días y los implantes subcutáneos (Sinchro Mate-B) que se colocan en la oreja por 9 días.

reporta que de acuerdo a su forma de aplicación existen varios, siendo los más comunes los siguientes como se demuestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. SINCRONIZADORES MÁS COMUNES EN EL COMERCIO

Forma de administración	Producto activo	Nombre comercial	Laboratorio
Oral	Acetato Melengestrol	MGA 100	Tuco
Intramuscular	Progesterona	Progesterona	Syntex
	Prostaglandina F2 alfa	Lutalyse	Tuco
	Prostaglandina F2 alfa	Celosil	Ciba-Geigy
	Prostaglandina F2 alfa	Prosolvin	Intervet
Implante	Norgestomet y Valerato de estradiol	Syncro Mate B	Ceva
	Norgestomet y Valerato de estradiol	Crestar	Intervet
Intravaginal	Progesterona, Benzoato de estradiol	y PRID	Ceba

Fuente: Pedroza, M (1992)

1. El sincronizador oral

En <http://patrocipes.uson.mx>. (1992), se señala que el sincronizador oral más común es el Acetato de Melengestrol (MGA); para que este producto tenga éxito, es necesario mezclarlo en el alimento que va a ser consumido por los animales durante períodos de 9 a 14 días. Generalmente se da mezclado con salvado de trigo o en concentrados.

Según Stevenson, J (2000), hace años se introdujo el acetato de melengestrol (AMG) como progesterona sintética (progestina) como aditivo alimenticio para vaquillas en engorda, en dietas de finalización, para prevenir comportamiento masculino la consecuente reducción en eficiencia en conversión de alimento. El AMG reduce esa actividad y es usado comúnmente en la actualidad. Por muchos años se ha utilizado la alimentación con AMG a vaquillas en corrales de engorda más una inyección de prostaglandina (PGF2 Alfa) como protocolo de sincronización de estros demostrándose el uso de acetato de melengestrol.

¿Cómo funciona esto? Las vaquillas son alimentadas durante 14 días con AMG usando grano como vehículo y después se permite que entren en calor, ya que presentan estro después de retiro del AMG del alimento. En aquellas vaquillas que están entre los días 7 a 20 de su ciclo estral, el cuerpo lúteo habrá sufrido regresión antes o durante la alimentación con AMG y las becerras se mantendrán anéstricas (sin presentar calor) durante el período de alimentación con AMG. Estas becerras mostrarán un estro subfétil 48 a 72 horas después del último día de suministro de AMG. Las vaquillas gestantes, en estro entre los días 0 a 6, mostrarán un estro normal, fértil, 48 a 120 horas después de suspender el AMG. Como resultado, ninguna vaquilla debe ser inseminada cuando presente estro inmediatamente después de suspender el régimen de AMG; en vez de eso, hay que esperar de 17 a 19 días para inyectar PGF2 α . Al esperar, casi todas las vaquillas estarán ciclando entre los días 12 a 17 y responderán bien a la PGF2 alfa. Esto dará por resultado un estro normal, fértil.

2. Sincronizador intramuscular

En <http://patrocipes.uson.mx>. (1992), se manifiesta que los sincronizadores intramusculares más comunes son la progesterona y las prostaglandinas F2 alfa. Debido a que la Progesterona debe aplicarse por períodos largos que van de 9 a 14 días, se ha visto que estos productos presentan bajos índices de fertilidad y su empleo como sincronizador va siendo cada día menor. Las prostaglandinas F2 alfa se aplican en animales que cuentan con cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo es una estructura del ovario y las prostaglandinas producen una regresión (muerte) de esta estructura, para reiniciar con el estro

3. Sincronizador por implante

Los sincronizadores en forma de implante que se pueden encontrar en el comercio son dos:

- Sincro - Mate B (S M B)
- Crestar

En <http://patrocipes.uson.mx>. (1992), se manifiesta que estos sincronizadores consisten en un implante sub-cutáneo que se coloca en el pabellón de la oreja por 9 días. El implante está empapado de una sustancia hormonal (Norgestomet). Asimismo, el implante se acompaña con una inyección intramuscular al momento de implantar de otras sustancias hormonales 5 mg de Valerato de estradiol y 3 mg de Norgestomet. Estos productos además de contar con la función de sincronizar los calores, también tienen el uso de provocar el estro en vacas o vaquillas que se encuentran en anestro.

K. HORMONAS USADAS EN LA SINCRONIZACIÓN

1. Gonadotropina Coriónica Humana (HCG)

La gonadotropina Coriónica humana se sintetiza a partir de las células del citotrofoblasto de la placenta de primates preñados y se la encuentra tanto en la sangre como en la orina. Se ha descubierto en la orina, a los ocho días de la concepción mediante métodos sensibles de radio inmuno ensayos; esto es, solamente un día después de la implantación en el ser humano. La gonadotropina Coriónica humana tiene acciones tanto de LH como de FSH, pero predominan las de LH. Es capaz de convertir el cuerpo lúteo de la preñez (Hafez, E. 1989).

Debido a que la HCG aparece en etapa temprana de la preñez en la mujer, la detección de HCG en la orina representa la base de la prueba inmunológica de preñez disponible para tratar quistes ováricos en el ganado lechero. El tratamiento con HCG en una vaca con quistes ováricos requiere por lo general de 5000 a 10000 UI de HCG, después de lo cual, los folículos ovalan y forman un cuerpo lúteo o, lo que sucede más a menudo, se luteinizan. En cualquier caso, las estructuras lúteas producen progesterona y el cuerpo lúteo continúa ejerciendo sus funciones por 20 días, cuando involuciona normalmente y permite que la vaca cumpla un ciclo aproximadamente a los 21 días después del tratamiento, tiempo en el cual se espera que el animal tenga el mismo éxito de concepción que una vaca sin quistes.

<http://www.pic.com> (1999), indica que para inducir el estro y la ovulación en

hembras pueden utilizarse hormonas gonadotropinas exógenas que simulen la acción de la hormona luteinizante y la hormona folículo estimulante. Un producto que contiene una combinación de estas es el PG600® (400 UI PMSG y 200 UI.HCG). Estas hormonas gonadotropinas exógenas sirven para inducir el estro y la ovulación. Este producto se usa exitosamente en hembras jóvenes. El PG600® trabaja como las gonadotropinas endógenas en la fase folicular del ciclo estral, es decir, desencadenando los cambios foliculares que permiten la presentación del calor y la ovulación. Se han documentado casos en los que un porcentaje de las hembras presentan calor silencioso (aunque sí ovulan) y hembras que sí presentan calor muestran retornos irregulares al estro. Las hembras cíclicas no se pueden sincronizar efectivamente usando este tipo de hormonas porque la progesterona natural inhibe la actividad de las hormonas.

De igual manera se reporta que hay varios estudios en donde se documenta la combinación de gonadotropina sérica (PMSG) y hormona Coriónica humana (HCG) para la inducción de la ovulación. Es importante diferenciar la inducción de la presentación del calor, de la inducción de la ovulación. La inducción de la ovulación se puede lograr administrando una hormona (PMSG) para simular el crecimiento folicular seguida 72 a 96 horas después con otra (HCG) que provoque la ovulación. Los animales pueden servirse de 12 a 24 horas después del último tratamiento. Este tratamiento se puede dar a hembras destetadas al destete o a hembras cíclicas regulares en el día 15 de su ciclo estral. Cuando no se conoce la fase del ciclo estral en el que se encuentran las hembras primerizas, puede usarse una" combinación de progestágeno y gonadotropinas exógenas para controlar la presentación del estro.

2. Sincronización de estros con PGF 2 alfa

Shultz, R (1982), reporta que éstas son sustancias extremadamente potentes que se producen de forma natural en gran variedad de tejidos y afectan casi todas las funciones orgánicas. Sus vidas medias biológicas son cortas. La propiedad más importante de la prostaglandina F2 Alfa es la de producir la regresión funcional y morfológica del cuerpo del lúteo, que es uno de los factores que controlan el ciclo estrual bovino.

Farias, R (1990), indica que hay varias teorías acerca del mecanismo de acción. Por medio del cual la PGF 2 Alfa ejerce su efecto luteolítico, el primero; es por la vasoconstricción de los vasos útero - ováricos produciendo isquemia y muerte de las células lúteas; la segunda interfiere de manera directa en la síntesis de P4; la tercera compite con la LH por los sitios receptores del cuerpo lúteo y la cuarta destruye los sitios receptores de la LH.

3. GnRH

Varias investigaciones han tratado de inducir la actividad ovárica en vacas post-parto con Factores de Liberación de las Gonadotrofinas (GnRH) o esteroides. La habilidad del GnRH para inducir una ovulación ha sido variable en ganado lechero (Kesler, D y Favero, W. 1985) y en vacas productoras de carne amamantando (Wiltbank, J. 2000).

La respuesta ovulatoria al GnRH, parece depender del tamaño folicular antes del tratamiento. El GnRH induce la ovulación en vacas en ordeño y en vacas productoras de carne amamantando solo en folículos mayores de 1.5 y 1.0 cm de diámetro respectivo (Garverick, H. et al., 1988).

La administración de GnRH en vacas después del parto resulta en la liberación de LH; Sin embargo la respuesta óptima de la pituitaria es restablecida en vacas lecheras hasta 7 a 10 días después del parto (Kesler, D y Favero, W. 1985) y en vacas productoras de carne hasta los 15 días post-parto. Generalmente el cuerpo lúteo que resulta de la ovulación inducida con GnRh es de vida corta, el cual es determinado por un incremento transitorio de progesterona en la sangre, esta ovulación es caracterizada por una falta de actividad estroal.

4. GnRH más PGF_{2α}

Wiltbank, J (2000), de la Universidad de Wisconsin, en Madison, señala que otro plan de la sincronización de la ovulación que existe, ofrece la gran ventaja de que no requiere invertir tiempo en detección de calores. Este plan incluye usar tanto

prostaglandina $\text{PGF}_{2\alpha}$ con dos inyecciones de hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH). Se llama Ovsynch porque se sincroniza la ovulación, no el momento del estro o el calor. La primera inyección de GnRH se aplica un día de la semana a las vacas en cualquier fase del ciclo estral. Siete días después se inyecta $\text{PGF}_{2\alpha}$ para causar la regresión del cuerpo lúteo. Dos días (48 horas) después de la inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ se aplica una inyección de GnRH para que ovule el folículo. Las vacas son inseminadas 16 a 20 horas después de la segunda inyección de GnRH.

Los tratamientos hormonales funcionan en esta forma: la primera inyección de GnRH causará ovulación de cualquier folículo grande que este presente, un folículo ovulará en más del 80% de las vacas que reciben ésta inyección de GnRH. Esto asegura que este presente un cuerpo lúteo en el ovario para hacer que las vacas entren en calor en la siguiente semana. Esta inyección causará crecimiento de una nueva onda de folículos debido a la secreción de hormona folículo estimulante. Por lo tanto, la primera inyección de GnRH asegura la presencia de un cuerpo lúteo para sincronizar el crecimiento de una nueva onda folicular, el folículo que ovulará provendrá de esta onda de folículos.

Al igual que con otros protocolos, el uso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ está diseñado para causar la regresión de cualquier cuerpo lúteo presente en el ovario. Esto permite que el nuevo folículo dominante prosiga su desarrollo hasta llegar a la ovulación. Justo antes que las vacas empiecen a mostrar signos de calor, se les da una segunda inyección de GnRH. En este momento, el nuevo folículo dominante ha alcanzado un tamaño ovulatorio grande; esta segunda inyección hará que ovule ese folículo grande. Este sistema de reproducción funciona muy bien en vacas lactantes sin embargo, el programa no funciona bien en vaquillas, de reemplazo, ya que la primera inyección de GnRH no induce la ovulación de un folículo en aproximadamente 50% de las vaquillas; una cifra muy inferior a la observada en vacas en lactancia, que es de 83% (Stevenson, J. 2000).

L. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

En <http://www.unne.edu.ar>. (2000), se reporta que cumplir la exigencia de un ternero anual por vaca en un sistema de producción bovina, significa que, restando a los 365 días del período de gestación y 40 a 60 días de recuperación de la capacidad reproductiva después el parto, la hembra debería estar nuevamente preñada a los 82 días de parida. De modo que las hembras adultas, disponen sólo de uno o dos estros para lograr la preñez. Teniendo en cuenta lo anterior la pérdida de un ciclo es particularmente crítica en programas de inseminación artificial (IA.) donde la detección de celos depende del hombre. El ciclo estral dura 21 días y la oportunidad de servicio es de muy pocas horas, por lo que la detección de celos es una actividad clave del trabajo de IA. Esta ha sido, quizás, una de las mayores limitantes para la utilización masiva de la IA. en rodeos bovinos y ha afectado en gran parte una de las técnicas reproductivas de mayor impacto en la producción. La posibilidad de modificar los ciclos para que todas las hembras presenten celo en un período breve de tiempo se presenta como la técnica complementaria ideal para solucionar las limitantes de la IA. Con la aparición de la ultrasonografía fue posible a fines de la década de los ochenta caracterizar el desarrollo folicular bovino.

La inseminación artificial es una práctica de manejo, a través de la cual se cargan las vacas sin presencia del toro y consiste en depositar manualmente, semen en el aparato reproductor de la vaca, al momento preciso, obteniendo resultados iguales o superiores a la monta natural. Para inseminar una vaca es necesario dominar la técnica recto vaginal o recto-cervical (palpación), ya que a través del recto se va a llevar a cabo la palpación de los órganos reproductores, localizando el cervix o cuello del útero, por donde se va a pasar y depositar el semen con ayuda de una pipeta (Peralta, E y Zapien, A. 1985).

Los pasos a seguir para la inseminación artificial son los siguientes:

- Una vez identificado el animal a inseminar, se inmoviliza, ya sea a través de una trampa o manga para inseminación, luego se procede a:
- Sacar la pajilla del termo y mantenerlo bien cerrado. Se descongela el semen y se coloca en la pipeta.
- Colocación del guante de plástico.

- Introducción de la pipeta en la vagina.
- Introducción de la mano enguantada por el recto, para localizar el cuello del útero o cérvix.
- Depositar el semen en la parte anterior del cérvix o inicio del útero.
- Retirar pipeta.

Todos estos pasos deben ser firmes pero sin lesionar al animal y en forma tranquila, evitando movimientos bruscos o ruidos que provoquen nerviosismo en el animal.

1. Ventajas de la inseminación artificial

Peralta, E y Zapien, A (1985), manifiestan que dentro de las ventajas más sobresalientes están: el uso intensivo del semen de toros muy destacados genéticamente; el utilizar toros de cualquier lugar del mundo o de la raza que sea; se pueden utilizar toros muy valiosos que por problemas físicos los hace incapaces de montar, como por ejemplo: peso excesivo, reumatismo, edad avanzada, se reduce el riesgo de transmitir enfermedades, se mejora el nivel de manejo del hato y, además, es más barato usar semen de un semental valioso que comprar un toro y utilizarlo por monta natural.

2. Por qué las vacas a veces no se cargan

Existen algunas situaciones en que las vacas no se cargan, aún cuando son inseminadas en el momento oportuno y esto puede deberse a (Richards, J. 1986):

- Que el manejo del semen no fue adecuado.
- Que el semen no se depositó en el sitio adecuado.
- Que la vaca tenga alguna enfermedad en el aparato reproductor.
- No se detectó calor a tiempo.
- No fue inseminada en el momento oportuno

3. A qué edad se puede inseminar una hembra

En ganado de carne, las vaquillas pueden inseminarse desde los 14-15 meses, con un peso mínimo de 280 Kg. asegurándose que siga aumentando de peso. En el CIPES esta práctica se ha realizado desde hace más de 7 años con buenos resultados (Richards, J. 1986)

M. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y DE LA OVULACIÓN

Zapien, S. et al (1979), realizó el estudio sobre el efecto de los dispositivos intravaginales (PRID), en la inducción de calores en vacas con cría al pie, obteniéndose para presentación de calores 4 animales de 8 para el testigo, 7 de 9 para PRID y 8 de 9 para P+E, nuevamente se observa que tiende a ser mejor los grupos tratados que el testigo, el número de animales que quedaron gestantes fue de 3 de 8 para testigo, 7 de 9 para dispositivos intravaginales (PRID) y 5 de 9 para P+E. (progesterona más estrógenos)

Castro, C. et al (1996), compararon la tasa de gestación obtenida en vacas cebú inseminadas en la mañana (grupo AM), el día después de observar el estro, con la de vacas inseminadas 12 horas después de observado el estro (grupo AM/PM). La tasa de gestación del grupo AM (36.6%) no difirió ($P>0.05$) del grupo AM/PM (48.2%). Las tasas de preñez observado en los dos grupos para las inseminaciones realizadas dentro de los intervalos de 0-6, 7-12, 13-18, 19-24 horas después del inicio del estro, fueron de 37.5% (n=8), 43.7% (n=16), 42.8% (n=28) y 42.8% (n=7) respectivamente. La diferencia entre estos porcentajes no fue significativa ($P>0.05$).

Michael, J. et al (1990), al estudiar el porcentaje de aparición / horas del celo y porcentaje de preñez en vacas Angus x Pardo Suizo, tratadas con Prostaglandinas PGF2 alfa, obtuvieron porcentajes de concepción en los tres tratamientos establecidos valores de 88%, 94% y 63%.

El mismo autor realizó estudios en Novillas Brahmán con dos tratamientos usando diferentes dosis de PGF2 alfa; obteniendo tazas de preñez en la primera inseminación del 71% y 50% para cada tratamiento.

Delpiano, N. et al (1976) al estudiar la influencia del destete temporal sobre la fertilidad de vacas angus en lactancia, se compararon las tasas de concepción, Grupo T: 74,28 %(26 preñadas sobre 35 vacas) y Grupo C: 65,78 %, (25 preñadas sobre un total de 38 vacas). La tasa de concepción general fue de 69,86% (51 preñadas sobre 73 inseminadas).

Stevenson, J (2000), obtuvo una diferencia del 9% entre los dos grupos tratados; este trabajo ha tenido el mismo resultado. Las tasas de preñez para ambos grupos difirieron con el mismo trabajo del autor: Grupo con destete 61% y sin destete 51% Vs 74,28 % con destete y 5,78% sin destete.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevo a cabo en la Provincia de Pichincha, Cantón Santo Domingo de los Colorados, Parroquia de Valle Hermoso a 8 Km, vía Esmeraldas perteneciente a la Empresa VAL GANADERÍA. Las condiciones meteorológicas imperantes en Santo Domingo de los Colorados, se citan en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN SANTO DOMINGO, PROVINCIA DE PICHINCHA

Parámetro	Promedio
Altitud, m.s.n.m.	500
Temperatura, °C	19
Precipitación Anual (mm/ año)	3500
Humedad relativa, %	90

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2003).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la realización de la presente investigación se utilizó una muestra de 10 vacas de la Raza Brahmán que hayan tenido dos partos, provenientes de una población bovina Brahmán, representado cada animal una unidad experimental.

C. MATERIALES Y EQUIPOS

Los equipos y materiales utilizados fueron los siguientes.

- 10 dosis de Prostaglandinas (PGF2 alfa)
- 20 dosis de gonadotropina coriónica
- Jeringas desechables de 20 ml
- Registros reproductivos
- Equipo de Inseminación Artificial

- Manga de Manejo
- Guantes de plástico para palpación Rectal
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos experimentales que se utilizaron para la sincronización del celo en vacas brahmán, estuvieron diseñados en el primer caso por la aplicación de HCG el día 1 y 10 y el día 8 por la aplicación de Prostaglandina F2 alfa y el segundo tratamiento por la aplicación de HCG el día 1 y 13 y el día 8 se aplicará prostaglandina F2 alfa.

Las unidades experimentales se asignaron bajo una distribución completamente al azar, de acuerdo al siguiente esquema del experimento

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Tratamiento	Días de aplicación	Código	Repet.	T.U.E	Anim/ Trat
HCG+	1 y 10	T1	5	1	5
PGF2 α	7				
HCG+	1 y 13	T2	5	1	5
PGF2 α	7				
TOTAL VACAS					10

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se evaluaron en la comparación de la aplicación de productos hormonales en diferentes días (10-13) del ciclo estral en la inducción de la ovulación fueron:

- Taza de concepción después de la primera inseminación, %.
- Taza de concepción después de la segunda inseminación, %.

- Número de servicios o inseminaciones por concepción, N°
- Taza de fertilidad, %.
- Costo/vaca gestante, dólares.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados experimentales fueron expresados en base a datos de numeración y porcentaje, en los índices de concepción y de fertilidad, así como la prueba de Chi cuadrado (X^2).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Precedente a la iniciación de la aplicación de los diferentes tratamientos experimentales, 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, y después de este examen se procedió a someter a las vacas a los diferentes tratamientos para la sincronización, que se detalla a continuación.

1. Tratamiento 1

Luego de realizado el chequeo ginecológico a todas las vacas se procedió a la aplicación del programa Ovsynch que consistió en aplicar una inyección de la hormona liberadora de la Gonadotropina Coriónica el día 1 a las 5 vacas que se encontraban en cualquier fase del ciclo estral, para provocar la ovulación del folículo dominante e iniciar una nueva onda de crecimiento folicular, luego de 7 días (día 8) se inyectó PGF2 α para causar la regresión del cuerpo lúteo y 48 horas después se inyectó una nueva dosis de gonadotropina Coriónica, luego de 16 a 20 horas se realizó la inseminación artificial (gráfico 1).

2. Tratamiento 2

De igual forma que el tratamiento anterior una vez que las vacas hayan sido chequeadas ginecológicamente, el día 1 se inyectó a las 5 vacas restantes

gonadotropinas Coriónica, el día 8 se puso la dosis de $\text{PGF2}\alpha$ y luego el día 13 se aplicó la segunda dosis de gonadotropinas Coriónica, a las 16 a 20 horas se realizó la inseminación artificial. La aplicación de los tratamientos experimentales se resume en los siguientes gráficos.

1  HCG	2	3	4	5	6	7
8  $\text{PGF2}\alpha$	9	10  HCG	11 Inseminación Artificial	12	13	14

Gráfico 1. Aplicación del tratamiento hormonal ($\text{HCG} + \text{PGF2}\alpha + \text{HCG}$) a los 10 días del ciclo estral

1  HCG	2	3	4	5	6	7
8  $\text{PGF2}\alpha$	9	10	11	12	13  HCG	14 Inseminación Artificial

Gráfico 2. Aplicación del tratamiento hormonal ($\text{HCG} + \text{PGF2}\alpha + \text{HCG}$) a los 13 días del ciclo estral

Para la inseminación Artificial se utilizó material de la Empresa Alta genetics de la raza Piamontés (Iridium) para el tratamiento número uno y para el tratamiento número 2 se uso de la raza Limousine (Nerón), para lo cual se procedió a preparar la pajueta, 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.

Después de la primera inseminación, al cabo de 21 a 30 días se observó las posibles repeticiones de celo, utilizando un macho con pene desviado en caso de presentar celo se volvió a inseminar a los animales recurrentes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LA TASA DE CONCEPCIÓN A LA PRIMERA INSEMINACIÓN

Las respuestas obtenidas de la tasa de concepción por efecto de la sincronización de la ovulación con la aplicación de los tratamientos hormonales a base de HCG y PGF2 α en diferentes días del ciclo estral, se reporta en el cuadro 4, donde se observa que mejores resultados presentaron los animales cuando se aplicó la segunda dosis de la HCG a los 10 días de iniciado el tratamiento, por cuanto del total de animales tratados, el 80 % de ellos presentaron gestación y solamente el 20 % (un animal en el presente estudio), presentó celo a los 21 días posteriores al tratamiento; en tanto, cuando se aplicó la segunda dosis de HCG a los 13 días el porcentaje de concepción fue de apenas el 40 % de los animales (gráfico 3), existiendo un alto índice de vacas repetidoras (60 % presentaron celo posteriormente), por lo que a través de la prueba de X² (Chi cuadrado = 120) se establecieron diferencias altamente significativas en el porcentaje de concepción a la primera inseminación por efecto de la aplicación de la segunda dosis de HCG en diferentes días del ciclo estral (Anexo 2).

Estas respuestas pueden ser efecto de lo que indican Kesler, D y Favero, W (1985), en que generalmente el cuerpo lúteo que resulta de la ovulación inducida por la primera dosis de gonadotropinas (HCG) son de vida corta, siendo esta ovulación caracterizada por una falta de actividad estral, aunque el uso de la PGF2 α causa la regresión de cualquier cuerpo lúteo presente en el ovario, lo que permite que el nuevo folículo dominante prosiga su desarrollo hasta llegar a la ovulación, pero recalca que justo antes que las vacas empiecen a mostrar signos de calor, se les debe aplicar la segunda inyección de gonadotropinas, para que el nuevo folículo dominante ovule y conseguir así una mayor tasa de concepción al aprovecharse esta sincronización de la ovulación, presentando un mejor efecto a los 10 días posteriores que a los 13 días donde posiblemente el efecto de HCG se reduce.

Al comparar los resultados obtenidos con varias investigaciones de explotaciones

de ganado de carne, entre las que se anotan las siguientes: Michael, J. et al (1990), al estudiar el porcentaje de preñez en vacas Angus x Pardo Suizo, tratadas con Prostaglandinas $PGF2\alpha$ obtuvo porcentajes de concepción entre 63 a 94%, además en un lote de novillas Brahmán usando diferentes dosis de $PGF2\alpha$; obtuvo tasas de preñez a la primera inseminación entre 50 y 71%; de la misma manera Santos, E. et al (1990), al evaluar el efecto de la gonadotropina coriónica sobre los porcentajes de preñez en vacas receptoras de embriones bovinos, donde se aplicó 5,000 UI de HCG obtuvo el 66.7% de concepción, por lo que se puede indicar que las respuestas señaladas por estos investigadores varían notablemente, y más aun con el presente trabajo, que se registró respuestas entre el 40 y 80 %, pero que puede deberse al número de animales evaluados, ya que en grandes hatos, el manejo y control de los animales es más complejo.

Respecto a las respuestas de los estudios en bovinos lecheros, en los que se utilizó los mismos productos hormonales, Pruna, E (2002), en vacas Holstein mestizas en el cantón Morona, alcanzó una tasa de concepción a la primera inseminación de 75.0 %, cuando el intervalo entre aplicaciones fue de 9 días, en cambio Buenaño, W (2002), en vacas Holstein puras la tasa de concepción a la primera inseminación fue de 42.86 %, por lo que los resultados del presente trabajo se enmarcan entre los señalados por estos investigadores, por cuanto con la aplicación de HCG con un intervalo de 10 días se alcanzó el 80 % que es ligeramente superior al reporte de Buenaño, W (2002) y cuando el intervalo de aplicación fue de 13 días la respuesta es similar a la obtenida por Pruna, E (2002), por lo que se ratifica que la sincronización de la ovulación parece depender de varios factores como la capacidad y forma de aplicación de los tratamientos, del estado corporal de los animales, de la habilidad y destreza del inseminador.

B. CONCEPCIÓN A LA SEGUNDA INSEMINACIÓN

Con relación a los resultados obtenidos de la aplicación de la segunda inseminación en las vacas que presentaron celo alrededor de los 21 días después de la aplicación de los tratamientos hormonales, se registró que del 20 % del

grupo de animales que no concibieron al aplicarse la segunda dosis de HCG a los 10 días, todas concibieron (100 %), en cambio en el grupo de animales que recibieron la segunda dosis de HCG a los 13 días únicamente el 66.67 % de las vacas repetidoras concibieron, quedando el 33.33 % nuevamente sin preñarse, por lo que según la prueba de χ^2 existen diferencias altamente significativas entre tratamientos ($\chi^2 = 155.56$, anexo 3), por lo que se puede considerar posiblemente que hubo fallas al momento de realizar la selección de las vacas a través de la palpación rectal para determinar el estado de los ovarios, ya que existen vacas vacías o no gestantes luego de la segunda inseminación, lo que demuestra que esta segunda aplicación se debe más a las características reproductivas en que se encuentren los animales, por cuanto supera lo señalado por Hafez, E (1989), en que la HCG se utiliza para que los folículos ovulen y formen un cuerpo lúteo y este cuerpo lúteo continúe ejerciendo sus funciones por 20 días, ya que el celo registrado en las vacas repetidoras superan este tiempo de acción.

C. NUMERO DE SERVICIOS POR CONCEPCIÓN

En el numero de servicios o inseminaciones requeridos para que las vacas queden gestantes (gráfico 4), se puede indicar que cuando se realizó la sincronización con la aplicación de la segunda dosis de HCG al día 10 se requirieron de 1.2 inseminaciones por gestación, por cuanto de las 5 vacas evaluadas de este grupo, una sola repitió celo y todas quedaron gestantes, por lo que se requirió de un total 6 inseminaciones para obtener 5 vacas gestantes, en cambio que cuando se aplicó de la segunda dosis de HCG al día 13, de la primera inseminación 2 de las 5 vacas quedaron gestantes y en la segunda inseminación 2 de las 3 vacas repetidoras gestaron, es decir que se aplicó un total de 8 inseminaciones con las que se consiguieron preñar 4 vacas, requiriéndose por consiguiente 2.0 inseminaciones por concepción, por lo que se considera que estas respuestas pueden deberse en gran parte a las características de las vacas, así como a la habilidad del inseminador, por cuanto, estos resultados parecen ser más eficientes que los determinados por Buenaño, W (2002), quien al emplear GnRH + PGF2 α + GnRH, requirió de 1.29 servicios/concepción, elevándose a 1.57 servicios/concepción cuando este investigador utilizó la HCG en reemplazo de la GnRH, de igual manera son superiores respecto al estudio de Pruna, E (2002), -

quien indican que al utilizar el sistema HCG + PGF2 α + HCG, requirió de 1.4 inseminaciones, por lo que se puede recomendar al sincronizar la ovulación de vacas Brahmán utilizar el sistema HCG + PGF2 α + HCG, aplicándose la segunda dosis de HCG al día 10 del ciclo estral.

D. EVALUACIÓN DE LA TASA DE FERTILIDAD

Al realizar la evaluación de la gestación por medio de palpación, se determinó que las vacas del primer tratamiento (aplicación de la segunda dosis de HCG al día 10 del ciclo estral) presentaron el 100 % de fertilidad (cuadro 5), mientras que con el segundo tratamiento (segunda dosis de HCG al día 13 del ciclo estral) el porcentaje de fertilidad alcanzado fue del 80 %, con un 20.00 % de infertilidad (gráfico 5), por lo que el análisis de la prueba de χ^2 estableció diferencias altamente significativas entre tratamientos ($\chi^2 = 168$, anexo 4). Respuestas que permiten señalar que al aplicar la segunda inyección de HCG al día 10 del ciclo estral, se asegura la sincronización de la ovulación, elevándose, por consiguiente, la tasa de fertilidad, debiendo tenerse en cuenta en lo que indicó Cazco, M (2001) al citar a Paredes (1994), quien manifestó que en la palpación debe ponerse especial cuidado, ya que puede detectarse gestaciones falsas al chequeo ginecológico o a su vez, por una mala manipulación se puede provocar reabsorciones fetales.

Además de las consideraciones señaladas, se puede indicar que es necesario tener en cuenta que estos resultados pueden variar de acuerdo a la población bovina evaluada, por cuanto en lotes grandes las respuestas pueden ser relativamente diferentes, ya sea por el número de animales o también, por que dentro de un hato bovino va a existir grandes diferencias individuales, ya que resultados de varios estudios presentan diferencias entre sí, por lo que se puede citar como ejemplo la de Michael, J, et al. (1990), quienes al emplear PGF2 α en diferentes días y dosis del ciclo estral en ganado brahmán y ganado con influencia brahmán alcanzó tasas de fertilidad entre 63 y 94 %, indicando que estos valores son aceptables y prometedores a usar en las explotaciones de crianza de ganado de carne. En cambio Cazco, M (2001), Buenaño, W (2002) y Nevares, C (1986),

al emplear como base de la sincronización la HCG más $\text{PGF2}\alpha$ en bovinos lecheros, obtuvieron porcentajes de fertilidad de hasta el 100 % cuando evaluaron grupos pequeños (6 animales por tratamiento), no así Pruna, E (2002), quien al emplear el sistema HCG+ $\text{PGF2}\alpha$ +HCG alcanzó el 87.5 % de fertilidad, que indica además que pudo ser efecto de una mala manipulación de la palpación, llegando posiblemente a provocar reabsorciones fetales, por la falta de experiencia en estas actividades.

E. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el cuadro 6 se resumen los gastos ocasionados en la sincronización de la ovulación en vacas Brahmán con la utilización de HCG+ $\text{PGF2}\alpha$ +HCG aplicando la segunda dosis de HCG en diferentes días del ciclo estral (10 y 13 días), estableciéndose que los costos por aplicación por vaca normal es de 32.12 dólares, valores que se incrementan al tomar en cuenta el número de inseminaciones y vacas gestantes obtenidas en cada uno de los tratamientos, registrándose al aplicar la segunda dosis de HCG en día 10, un costo de 36.51 dólares/vaca gestante, incrementándose a 55.97 dólares/vaca gestante cuando se aplicó la segunda dosis de HCG en el día 13, debiéndose este costo a que se requirieron de 2.0 pajuelas por animal y se registró un porcentaje de fertilidad del 80 %, existiendo por tanto una diferencia entre los tratamientos evaluados de 19.46 dólares por animal gestante, por lo que se puede recomendar utilizar la sincronización de la ovulación de vacas brahmán con la aplicación de la primera inyección de la hormona Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) el día uno a las vacas que se encuentran en cualquier fase del ciclo estral, siete (7) días después inyectar $\text{PGF2}\alpha$ para causar la regresión del cuerpo lúteo, tres días después (10 días del ciclo estral) aplicar la segunda inyección de HCG para que ovule el folículo y las vacas sean inseminadas a las 24 horas presenten o no celo.

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en función de la importancia que reviste la sincronización de la ovulación en ganado de carne se puede manifestar las siguientes conclusiones:

1. Con la utilización del sistema HCG + PGF2 α + HCG para la sincronización de la ovulación, realizando la segunda aplicación de HCG en el día 10 del ciclo estral se alcanzó a la primera inseminación el 80 % de concepción, en tanto que por efecto de la segunda aplicación de HCG en el día 13 fue de apenas el 40 %.
2. El número de inseminaciones por vaca gestante con la segunda aplicación de HCG en el día 10 del ciclo estral fue de 1.2, no así con la segunda aplicación de HCG en el día 13 que fue de 2.0, debido a que se registro un alto índice de vacas repetidoras a la primera inseminación (60 %).
3. La tasa de fertilidad alcanzada con la utilización de la segunda aplicación de HCG en el día 10 fue de 100 %, valor que difiere estadísticamente con la registrada al aplicar la segunda dosis de HCG en el día 13, cuyo porcentaje fue menor (80 %), registrándose un índice de infertilidad del 20 %.
4. El costo vaca por gestante es más elevado (\$55.97) cuando se aplicó la segunda dosis de HCG en el día 13, que al aplicar la segunda dosis de HCG en el día 10 (\$36.21), por lo que existe una diferencia de \$19.46, debido a que en el primer caso se requiere un mayor número de servicios por concepción y su porcentaje de concepción es inferior.

VI. RECOMENDACIONES

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

1. Efectuar la sincronización de la ovulación en vacas de la raza Brahmán con la aplicación de una inyección de HCG el día uno, siete días después inyectar PGF2 α y dos días después (día 10 del ciclo estral) la segunda inyección de HCG e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas posteriores, ya que con este sistema se obtuvo la mayor tasa de concepción a la primera inseminación (80 %), mejor índice de fertilidad (100 %) así como el menor costo por vaca gestante (\$36.51).
2. Replicar el trabajo, pero con un mayor número de animales usando diferentes razas de ganado de carne y que tengan por lo menos dos partos consecutivos, 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.
3. Difundir los resultados obtenidos a pequeños y medianos productores de bovinos de carne en la zona tropical, para poder especializar este tipo de explotaciones, ya que en los momentos actuales la mayoría se dedica al engorde de animales considerados descartes de las explotaciones lecheras de la sierra.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALBARRAN, I. 1990. Reproducción Animal. Ministerio de Educación Superior. sn. La habana, Cuba, Edit. ENPES. pp 10 -15.
2. ÁVILA, L. 2002. Revista agricultura y Ganadería .sn. Buenos Aires, Argentina. Edit. .Limusa p 89.
3. BEARDEN, J. 1989. Producción animal aplicada. 2a ed. México, México. Edit. Manual Moderna. p 259.
4. BUENAÑO, W. 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 28-43.
5. CASTRO, C., CASTRO, V., MONTES, R. 1996. Sincronización de celo con prostaglandinas f2 alfa en cruzas agnus x pardo zuizo. Archivo de internet, página .pdf.
6. 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.
7. COPELIN, J. SMITH, M. GARVERICK, H. Y YOUNGQUIST, R. 1987. Effect of the uterus on subnormal luteal function in anestrus beef cows. Archivo de internet, página .pdf.
8. DELPIANO, N. ALIVERTI, M. ALZUET, L. Y ALVERTI, V. 1976. Influencia del destete temporal sobre la fertilidad en vacas agnus amamantando usando hcg. Archivo de internet, página .pdf.

9. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. 1986. Nevárez, C. Memorias curso de Reproducción en bovinos. Riobamba, Ecuador.
10. ECUADOR, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). 2003. Reportes Meteorológicos. Quito, Ecuador.
11. FARIAS, R. 1990. Sincronización del estro con PGF₂∞ y cipronato de estradiol en vaquillas Holstein. Tesis, Ing. Zoot. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Resumen. p2
12. FOOTE, W. 1972. Induced Ovulation and Fertility in prepuberal cattle. Archivo de internet, página .pdf.
13. GARVERICK, H. PARFET, J. LEE, C. COPELIN, J. YOUNGQUIST, R. AND SMIT, H. 1988. Relation of pre-ano- post- ovulatory gonadotropin concentrations to subnormal luteal function in post partum beef cattle. Archivo de internet, página .pdf.
14. GONZÁLEZ, R. ALVAREZ, A. RIOS, M. Y SALGADO, C. 1980. Fisiología veterinaria. Facultad de Veterinaria. ISAAC. La Habana Cuba. EIAMAV. Archivo de internet, página .pdf.
15. GUIBANT, L. THATCHER, W. Y FOSTER, D. 1984. Influence of a physiological inclusion of prostaglandin f2 alfa into postpartum cows with partially suppressed endogenous production of prostaglandins. Archivo de internet, página .pdf.
16. HAFEZ, E. 1989. Trad. por Ramón Mata. Functional anatomy of the cervix uteri in domestic animals and primates. Proc. 7th Int. Congr. On Anim. Reprod. And A.I. Mexico, Mexico. Edit. McGraw – Hill. pp 2304 - 2307.

17. HERNÁNDEZ, T. Y RIVADENEIRA, V. 1999. Manual de Agricultura y Ganadería. sn. Quito, Ecuador. Edit. Desde el Surco. pp 4-6.
18. <http://patrocipes.uson.mx>. 1985. Peralta, E y Zapien, A. ¿Qué es la inseminación Artificial? Resumen de avances de investigaciones del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora.
19. <http://patrocipes.uson.mx>. 1992. Pedroza, M. ¿Qué ventajas ofrece el uso de sincronizadores del estro? Resumen de avances de investigación del Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora.
20. <http://www.pic.com>. 1999. Intervención hormonal en el manejo reproductivo de hembras.
21. <http://www.unne.edu.ar>. 2000. Crudeli, G. Efecto de la sincronización sobre la cantidad hembras inseminadas y preñadas por toro o inseminación artificial en rodeos cruza cebu del NEA argentino. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
22. HUERTAS, J. 1991. Manual práctico y moderno de inseminación; Transferencia de embriones. sn. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Edit. Reproducir Ltda. pp 7-12.
23. HUMPREY, W. Y CONVEY, M. 1976. Physiology of the estrous cycle. Archivo de internet, página .pdf.
24. KESLER, D. y FAVERO, W. 1985 The effect of the stage of estrous cycle on corpus luteum function on heifers treated with syncromate - B theriogenology . Archivo de internet, página .pdf.
25. KIRACOFE, G. 1980. Uterine involution; its Role in Regulation Postpartum. Intervals. XIV Biennial symposium on Reproduction. Archivo de internet, página .pdf.

26. MICHAEL J. FIELDS, E. Y SANTOS, E. 1990 Sincronización de celo en Ganado de carne: un Nuevo enfoque. Archivo de internet, página .pdf.
27. NALBANDOV, C. 1989. Curso de reproducción en bovinos. 2a ed. Zaragoza, España. Edit Acribia. pp 18-24.
28. NEVARES, C. 1986. 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 31-42.
29. PETERS, A. Y BALI. P. 1986. Reproduction in cattle. Butter woeths Londó, England. Archivo de internet, página .pdf.
30. PRUNA, E. 2002. Evaluación de la utilización de HCG+PF2 α VS GnRH+PF2 α en la sincronización de la ovulación en vacas Holstein mestizas en el cantón Morona. Tesis de Grado, FCP, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 35-42.
31. RAMIREZ, J. KIRACOFÉ, G. CARNAHAN, D. SPIRE, F. BEEMAN, K. STEVENSON, J. AND SCHALLES, P. 1982. Evidence for ovulation and fertilization in beef cows with short estrous cycles. Archivo de internet, página .pdf.
32. RANDEL, D. Y BASTIDAS, N. 1987 Strues cycle Caracteres Reproductivos con Control Endócrino. Montana Agr. Exp. Sta. Bull. Archivo de internet, página .pdf.
33. REYNOLDS, W. 1987. Relation fertitl in the post partum beef cow associated with weaning a comparison a the short and subquent normal cycles. Archivo de internet, página .pd
34. RICHARDS, J. 1986. Obstetricia Veterinaria. 2a ed. Bolonia, Italia. Edit GRASO. pp 25-27.

35. RODRIGUEZ, T. HERNÁNDEZ, M. FIELDS, J. WARNICK, A Y THATCHER, W. 1986 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, página .pdf.
36. SANTOS, E. FIELDS, E. Y MICHAEL J. 1990. Sincronización de celo en Ganado de carne: un Nuevo enfoque. Archivo de internet, página .pdf.
37. SHORT, R,. RANDEL, R. Y BELLOWS, A. 1974. Factors affecting in reproductions in the postpartum cows. Archivo de internet, página .pdf.
38. SHULTZ, R. 1982. Postpartum endocrine function of cattie sheep and swine XIV hiennial on reprovation. Archivo de internet, página .pdf.
39. SORENSEN, A. 1991. Reproducción animal. 1a ed. México, México. Edit. McGROW – Hill. pp 56-58.
40. STEVENSON, J. 2000. Hoard's. Dairyman en español. Inseminación Artificial. Pueden mejorarse los porcentajes de concepción de Ovsynch. Archivo de internet, página .pdf.
41. TRUJILLO, R. 1996. Anatomía y Fisiología Aplicada Animales Zootecnicos. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. Edicentro. Vol 3. pp 8-14.
42. WATTIAUX, M. 2000. Digestion en la vaca lechera. Departamento de Ciencia de Ganado Lechero. Archivo de internet, página .pdf.
43. WILTBANK, J. 2000. Hoard's. Dairyman en español. La revista lechera de Vanguardia. Enero. sn. Madird, España. Edit. Agropecuarios . pp 10-14.

44. ZAPIEN S. SÁNCHEZ, R. RODRÍGUEZ, O. Y BOURGUETTS, L. 1979.
Resumen de avances de investigación del Centro de Investigaciones
Pecuarias del Estado de Sonora. Archivo de internet, página .pdf.

ANEXOS

