



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CENTRO DE POSTGRADO**

Maestría en

**“REPRODUCCIÓN ANIMAL”**

**“EVALUACIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL  
CONVENCIONAL Y PROFUNDA, CON LA APLICACIÓN DE  
PROSTAGLANDINAS EN VACONAS HOLSTEIN FRIESIAN”**

**Tesis Previo a la obtención del título de  
MAGISTER EN REPRODUCCION ANIMAL**

Autor:

**Dr. RAFAEL ANTONIO OCHOA MÉNDEZ**

Director:

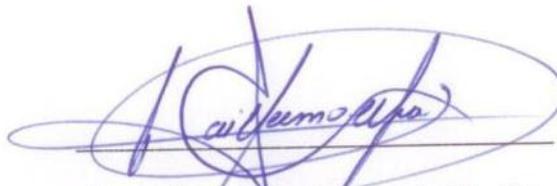
**DR. GUILLERMO SERPA GARCÍA Mg. Sc.**

**Cuenca – Ecuador**

## CERTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CONVENCIONAL Y PROFUNDA, CON LA APLICACIÓN DE PROSTAGLANDINAS EN VACONAS HOLSTEIN FRIESIAN”, ha sido correctamente elaborado por su autor, Rafael Antonio Ochoa Méndez; de lo cual doy fe y certifico que cumple fielmente con los requisitos establecidos en la Maestría de Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca.

Cuenca, 11 de abril del 2013



Dr. Guillermo Serpa García Mg. Sc.

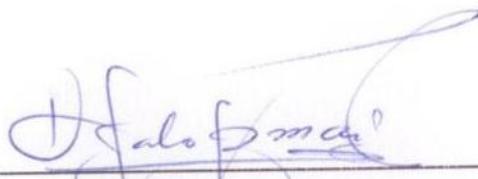
DIRECTOR DE TESIS

## EL TRIBUNAL DE TESIS DE GRADO

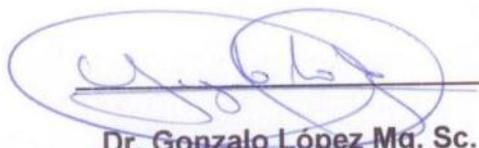
### CERTIFICA:

El presente trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CONVENCIONAL Y PROFUNDA, CON LA APLICACIÓN DE PROSTAGLANDINAS EN VACONAS HOLSTEIN FRIESIAN”, elaborado por el Doctor Rafael Antonio Ochoa Méndez, ha sido revisado minuciosamente quedando autorizado su presentación.

Cuenca, 11 de abril del 2013



Dr. Galo Guzmán Mg. Sc.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Gonzalo López Mg. Sc.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad de Cuenca a todo el personal docente y administrativo por haberme permitido participar en esta maestría y por darme la oportunidad de continuar con mis estudios.

Al Dr. Guillermo Serpa García por su buena voluntad y paciencia en el desarrollo de mi investigación.

A la memoria de mi Difunto padre Don Emilio Ochoa Barahona por todo el apoyo brindado para mi formación, por su ejemplo de responsabilidad y trabajo.

A todos los ganaderos de la parroquia Victoria del Portete y Cumbe de manera especial Al Coronel William Granda quien en forma desinteresada presto todo el apoyo para el desarrollo de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

La Presente investigación le dedico a mis tres hijos Anthony, Cristian y Rafael, para que sigan el ejemplo de superación, teniendo presente; que la responsabilidad, el esfuerzo y la humildad son valores para alcanzar el éxito.

.

Este trabajo lo dedico a mi esposa la Sra. Dra. Daysi García. Por todo el apoyo que supo darme durante todo el tiempo, para la culminación de esta meta.

## INDICE

<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUDITORÍA.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Palabras clave: prostaglandina PGF2<math>\alpha</math>, Folículo Preovulatorio.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<i>Objetivo General .....</i>	<i>4</i>
<i>Objetivo Específico. ....</i>	<i>4</i>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Ciclo estral en la hembra bovina.....</i>	<i>5</i>
2.2. <i>Etapas del ciclo estral.....</i>	<i>6</i>
2.2.1. Proestro.....	6
2.2.2. Estro.....	6
2.2.3. Metaestro. ....	7
2.2.4. Diestro.....	7
2.3. <i>Control neuroendocrino del ciclo estral.....</i>	<i>8</i>
2.3.1. Hipotálamo. ....	8
2.3.2. Hipófisis.....	9
2.3.3. Ovarios.....	9
2.3.4. Útero .....	10
2.3.5. Oviducto .....	10
2.3.6. Folículos .....	12
2.4. <i>Dinámica folicular bovina.....</i>	<i>12</i>
2.5. <i>. Síntomas de celo.....</i>	<i>14</i>
2.6. <i>Sincronización de celo.....</i>	<i>18</i>
2.6.1. Hormonas para eliminar la actividad del cuerpo lúteo.....	18
2.6.2. Prostaglandinas.....	18

2.6.3.	Prostaglandina F2 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ ).....	19
2.7.	<i>Aplicación única de prostaglandina después de un periodo de observación de celos:</i> .....	24
2.8.	<i>Condición corporal</i> .....	25
2.9.	<i>Condición corporal vs dinámica folicular</i> .....	27
2.10.	<i>Técnicas de inseminación artificial</i> .....	27
2.10.1.	Inseminación recto vaginal .....	28
2.10.2.	Inseminación profunda o intracornual .....	29
2.10.3.	Las ventajas potenciales de la inseminación profunda incluyen: ..	31
2.10.4.	Transporte de espermatozoides y fecundidad. ....	33
2.10.5.	Sitio de fertilización vs. Sitio de deposición en la vaca.....	34
2.11.	<i>Gestación</i> .....	35
2.12.	<i>Ecografía reproductiva</i> .....	37
<b>3.</b>	<b>MÉTODOS.</b> .....	<b>38</b>
3.1.	<i>Localización</i> .....	38
3.2.	<i>Técnicas de campo</i> .....	39
3.3.	<i>Población</i> .....	40
3.3.1.	Características de la población .....	40
3.4.	<i>Manejo</i> .....	40
3.5.	<i>Tratamientos</i> .....	41
3.6.	<i>Variables analizadas</i> .....	41
3.7.	<i>Diseño estadístico</i> .....	42
3.8.	<i>Análisis estadístico</i> .....	42
3.9.	<i>Recursos</i> .....	42
3.9.1.	Recursos Humanos .....	42
3.9.2.	Recursos Biológicos .....	43
3.9.3.	Hormonas.....	43
3.9.4.	Otros .....	43
<b>CAPITULO IV</b>	.....	<b>44</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
<b>CAPITULO V</b>	.....	<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>49</b>
<b>CAPITULO VI</b>	.....	<b>52</b>

<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>53</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>54</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Etapas del ciclo estral del bovino .....	7
Figura 2: La unión uterotubal, el istmo y el ámpula son regiones del oviducto con funciones distintas .....	11
Figura 3: Ondas foliculares .....	14
Figura 4: 1° dosis de PGF - detección de celo 5 días e IA – 2° dosis de PGF e IATF 72 y 96 Hs.....	23
Figura 5: 1° dosis de PGF - detección de celo 5 días e IA – 2° dosis de PGF – detección celo a IA 5 días.....	23
Figura 6: Palpación Ovarios y 1° dosis PGF – IATF 72 y 96 hs. o DC e IA 4 días .....	23
Figura 7 Puntos anatómicos de referencia para determinar la condición corporal .....	26
Figura 8 Lugar de investigación .....	38

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1 Tratamiento A Inseminación convencional y B Inseminación profunda .....	41
Cuadro 2 Porcentajes promedio de preñez, por tratamiento, para un DCA con 4 repeticiones. ....	44
Cuadro 3 Pruebas de homogeneidad de la muestra .....	45
Cuadro 4 ADEVA, para tratamientos. ....	47
Cuadro 5 Prueba de significación de Duncan al 5 Y 1 %, para separación de los promedios de preñez de tratamientos.....	47

## **INDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Foto 1: Síntomas de celo .....	15
--------------------------------	----

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Costo total de la investigación .....	60
Anexo 2 Base de datos de los resultados IA convencional .....	62
Anexo 3 Base de datos de los resultados IA profunda .....	63
Anexo 4 Pruebas de homogeneidad de la muestra.....	64
Anexo 5 Fotografías .....	66
Anexo 6 Hoja de campo.....	71



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
Fundada en 1867

Yo, RAFAEL ANTONIO OCHOA MÉNDEZ, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGISTER EN REPRODUCCION ANIMAL. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rafael Ochoa Méndez'.

RAFAEL ANTONIO OCHOA MÉNDEZ  
0101816478

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316  
e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103  
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Yo, RAFAEL ANTONIO OCHOA MÉNDEZ, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters 'RAO'.

RAFAEL ANTONIO OCHOA MÉNDEZ.  
0101816478

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316  
e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103  
Cuenca - Ecuador

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Provincia del Azuay cantón Cuenca, Parroquias Cumbe y Victoria del Portete, se seleccionaron 40 vacas de la raza Holstein Friesian, en iguales condiciones de manejo, sanidad, condición corporal 2.5 a 3.5, mayores a 18 meses, con peso superior a los 300 Kg; para el efecto se dividieron en dos grupos cada uno conformado por 20 vacas donde se consideró al tratamiento 1 (TA) la inseminación convencional y el tratamiento 2 (TB) la inseminación intracornual, cada tratamiento estuvo compuesto por cuatro repeticiones y cada repetición por 5 vacas.

La sincronización de celo para los dos tratamientos fue a través de la aplicación de PGF2 $\alpha$  (250 mcg d-cloprostenol), previo a la aplicación de la misma se determinó por ultrasonido que posean cuerpo lúteo funcional; a las 48 y 72 horas se presentó celo y se midió el tamaño del folículo preovulatorio y se inseminó con las dos técnicas; a los 30 días se realizó el chequeo ginecológico para evaluar el porcentaje de preñez.

Como resultado se obtuvo que en el tratamiento TA se presentó un porcentaje de preñez de un 35% mientras que en el TB obtuvo un 70% de preñez donde se pudo considerar un incremento de 35% por parte del TB que estadísticamente se considera como significativo.

El incremento de la tasa de preñez en vaconas del tratamiento B con respecto al tratamiento A, fue del 35%, superior a la hipótesis de investigación del 20%; en consecuencia se acepta la hipótesis de investigación, de que la inseminación artificial profunda o intracornual, en hembras Holstein Friesian, produjo un incremento real de la tasa de preñez.

**Palabras clave: prostaglandina PGF $2\alpha$ , Folículo Preovulatorio.**

## **ABSTRACT**

The present investigation realized in the Province of the Azuay - Cuenca, Parishes Cumbe and Victory of Carry You, we selected the 40 cows Holstein Friesian race, in equal conditions of managing, health, corporal condition 2.5 to 3.5, bigger than 18 months, with top weight to 300 Kg; for the effect they divided in two groups each one shaped by 20 cows where considered to the treatment 1 (TA) the conventional insemination and the treatment 2 (TB) the insemination intracornual, every treatment was composed by four repetitions and every repetition by 5 cows.

The synchronization of zeal for both treatments was across the application of PGF2a (250 mcg d-cloprostenol), before the application of the same one it decided for ultrasound that they possess body luteum functionally; at 48 and 72 hours one presented zeal and the size of the follicle measured up preovulatory and was inseminated by both technologies; to 30 days the gynaecological checkup was realized to evaluate the percentage of pregnancy.

Since result obtained that in the treatment TA there appeared a percentage of pregnancy of 35 % whereas in the TB it obtained 70 % of

pregnancy where it was possible to consider to be an increase of 35 % on the part of the TB that statistically is considered to be like significant.

The increase of the rate of pregnancy in caws of the treatment B with regard to the treatment To, it was 35 %, top to hypothesis of investigation of 20 %; in consequence there is accepted the hypothesis of investigation, of which the artificial deep insemination or intracornual, in females Holstein Friesian, it produced a royal increase of the rate of pregnancy.

Key words: prostaglandin PGF2a, Follicle preovulatory.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas se viene observando una disminución de la fertilidad en el ganado lechero. Según los especialistas, este hecho es consecuencia principalmente de los desórdenes reproductivos asociados al aumento de la producción; sin embargo, es aconsejable revisar todos los factores que pueden influir el problema.

Entre ellos se encuentra el lugar de la descarga del semen durante la inseminación artificial. Algunos investigadores proponen inseminar en los cuernos uterinos. Su recomendación se fundamenta en que el principal reservorio espermático debe encontrarse en la unión útero-tubárica y no en el cérvix y en que las inseminaciones "profundas" evitan las descargas intra cervicales que tienen menor fertilidad. (LOPEZ-GATIUS, 2000).

La falta de eficiencia en la inseminación artificial conlleva a proponer una alternativa en el sitio de depósito tradicional del semen en los bovinos, en virtud de que la inseminación uterina profunda asegurara el depósito de espermatozoides cerca de la unión útero tubárica, considerada como el principal reservorio de espermatozoides antes de la ovulación. La detección del estro, continua presentando dificultades ,siendo esta la razón para utilizar

Prostaglandinas , con la finalidad de sincronizar celo , los mismos que se presentan dentro de dos a tres días post aplicación del agente luteolítico. (HAFEZ, 2002)

La descarga seminal más cercana al oviducto, puede ser una alternativa viable para lograr mayores porcentajes de preñez cuando se utilizan dosis bajas, como ocurre con el semen sexado. La descarga intracornual disminuye la pérdida de espermatozoides a consecuencia del flujo retrógrado de mucus cervical y de la fagocitosis durante la migración por el útero. (VERBERCLANOES, 2004)

## JUSTIFICACIÓN

El cérvix de los rumiantes fue considerado el principal reservorio espermático durante mucho tiempo; sin embargo, diversos trabajos realizados a fines de la década de los 80, demostraron que el reservorio más importante de espermatozoides son los oviductos y más precisamente el segmento denominado istmo.

La descarga seminal más cercana al oviducto, puede ser una alternativa viable para lograr mejores porcentajes de preñez cuando se utilizan dosis inseminantes bajas, como ocurre con el semen sexado. La descarga intracornual disminuye la pérdida de espermatozoides a consecuencia del flujo retrógrado de mucus cervical y de la fagocitosis durante la migración por el útero.

Por todo lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue comparar la eficacia de la inseminación artificial profunda vs convencional en vacas Holstein Friesian con la utilización de  $PGF2\alpha$  para sincronización de celos. Se utilizaron dos tratamientos, T1: con la aplicación de la inseminación convencional, mientras que T2 con la aplicación de la inseminación profunda. Para de esta manera mejorar las tasas de preñez en las diferentes ganaderías de la región

## **HIPÓTESIS**

La Inseminación artificial profunda o intracornual, en bovinos produce un incremento en la tasa de preñez, en un 20% frente a la inseminación convencional o cervical que tiene una tasa de preñez de un 40% siempre y cuando, se disponga de buenas condiciones como: vaconas, semen fértil y personal capacitado para aplicar la técnica de inseminación artificial .

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Mejorar las tasas de preñez en las ganaderías de la región y de esta manera aportar a mejorar la productividad en los diferentes hatos.

### **Objetivo Específico.**

Comparar la eficacia de Ya inseminación artificial profunda vs convencional en vaconas Holstein Friesian.

## **CAPITULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. Ciclo estral en la hembra bovina**

Consiste en una serie de eventos reproductivos predecibles que comienzan en el estro y terminan en el estro siguiente. Se continúan a lo largo de la vida adulta y son interrumpidos por la gestación, lactancia, nutrición inadecuada o cuando las condiciones ambientales son estresantes. Condiciones patológicas del tracto reproductivo como infecciones uterinas y momificación fetal también pueden causar anestro, período en el cual la ciclicidad se ve interrumpida. El ciclo estral provee a las hembras repetidas oportunidades para quedar gestadas. La receptividad sexual y copulación son los eventos comportamentales principales que ocurren durante el estro. La copulación generalmente ocurre temprano en el ciclo estral. Si no ocurre la concepción comienza otro ciclo estral, proporcionándole a la hembra otra oportunidad para concebir. Es un fenómeno rítmico, con períodos regulares pero limitados de receptividad sexual, asociado, en la mayoría de los casos, con la liberación de óvulos capaces de ser fertilizados. (BEARDEN & FUQUAY, 2005).

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción. (ECHEVERRIA, 2006)

## **2.2. Etapas del ciclo estral**

Los ciclos estrales regulares de las vacas adultas tienen una duración promedio de 21 días y presentan 4 etapas: Proestro, estro, Metaestro y diestro. (GASQUE R. , 2008)

### **2.2.1. Proestro.**

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se observa la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior, la secreción creciente de FSH, con el consiguiente desarrollo de un nuevo folículo.

### **2.2.2. Estro.**

La duración es de 6 a 30 horas, el folículo está maduro bajo la influencia de la FSH y la secreción de estrógenos es abundante. Durante esta etapa la hembra acepta ser cubierta por el macho, en esta etapa se presenta la

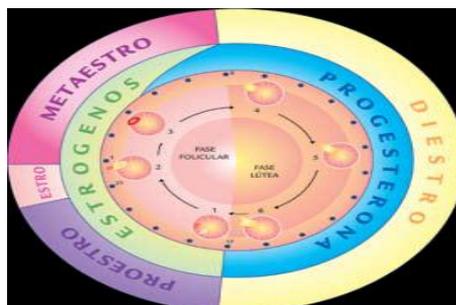
ovulación. El óvulo pasa al oviducto para encontrarle con los espermatozoides y se produzca la fecundación.

### 2.2.3. Metaestro.

Tiene una duración de 3 a 4 días. Durante esta fase se inicia la formación del cuerpo lúteo bajo la influencia de la LH, disminuye rápidamente los niveles de estrógenos y se inicia el silencio genital con la producción creciente de progesterona. (GARCIA, 2010)

### 2.2.4. Diestro.

A partir del 5 día se observa un cuerpo lúteo maduro. La concentración en la sangre de P4 es mayor a 1ng/ml. (GONZALES, 2006).



**Figura 1 Etapas del ciclo estral del bovino**  
*Fuente: GONZALES, GUSTAVO 2006*

### **2.3. Control neuroendocrino del ciclo estral**

El ciclo estral resulta de la coordinación fundamental de cuatro órganos: cerebro, hipófisis, ovarios y útero. La comunicación se realiza fundamentalmente a través de un sistema hormonal. Las principales hormonas involucradas son la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), secretada por el hipotálamo; la hormona Luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH); el estradiol (E2), la inhibina y la progesterona (P4) de origen ovárico; y la prostaglandina F2 alfa, secretada por el útero. Otras hormonas como la prolactina o los andrógenos también participan en la regulación del ciclo estral. (Donate, 1998).

#### **2.3.1. Hipotálamo.**

Forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas o (GnRH): la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisario y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias. Hormona folículo estimulante (FSH) y hormona Luteinizante (LH) entre otras. (RIPPE, 2009).

### **2.3.2. Hipófisis.**

La glándula hipofisaria se divide en tres partes un lóbulo anterior denominado adenohipófisis, un lóbulo intermedio llamado parte intermedia y uno posterior denominado neuro hipófisis. La adenohipófisis produce hormonas proteicas de gran importancia en el control de la reproducción dos gonadotrofinas la hormona folículo estimulante (FSH), y la hormona Luteinizante (LH), y una tercera la prolactina. Otras hormonas hipofisarias la hormona del crecimiento (GH), la corticotropina (ACTH) y la tirotrópina (TSH). (CUNNINGHAM, 2009).

### **2.3.3. Ovarios**

Son glándulas que tienen básicamente dos funciones: una exocrina que es la liberación de óvulos y otra endocrina que es la producción y secreción de hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina. (RIPPE, El Ciclo Estral, 2009).

#### **2.3.4. Útero**

Produce la prostaglandina  $F2\alpha$  ( $PGF2\alpha$ ), la cual interviene en la regulación neuroendocrina del ciclo estral mediante su efecto luteolítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto. (SINTEX, 2005)

#### **2.3.5. Oviducto**

Los oviductos, como su nombre lo indica, transportan los óvulos de la vaca. La porción más baja, la más cercana al Útero, es llamada Istmo . La conexión entre el Útero y el Istmo, es llamada Unión útero-Tubal (UUT). La Unión Uterotubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermas hábiles. Los espermatozoides llegan al Istmo, estos se adhieren a las paredes. Durante este periodo de adherencia, ocurren muchos cambios fisiológicos a las paredes espermáticas, los cuales son esenciales para que los espermas puedan fertilizar el óvulo. Estos cambios son colectivamente llamados Capacitación.

Tarda aproximadamente cinco a seis horas, a partir del momento de la inseminación, para que en el Istmo haya una población espermática capacitada para ejercer la fertilización.

La porción más alta del Oviducto, cercana al Ovario, es llamada Ámpula. El diámetro interno del Ámpula, adecuando al paso del Ovulo, es mayor que el del Istmo. Es en este segmento del Oviducto donde ocurre la fertilización.

Es la que estimula la liberación de los espermatozoides de las paredes del Istmo, permitiéndoles continuar su viaje al sitio de la fertilización en el Ámpula. La estructura en forma de embudo al final del Oviducto, llamado Infundíbulo, rodea los ovarios y cosecha los huevos, evitando que éstos caigan a la cavidad abdominal. (MEL DEJARNETTE, 2012).



**Figura 2: La unión uterotubal, el istmo y el ámpula son regiones del oviducto con funciones distintas**  
**Fuente: (MEL DEJARNETTE, 2012)**

### **2.3.6. Folículos**

Son estructuras globosas en la superficie ovárica. Los folículos son redondos y blandos, con superficie lisa. Incrementan su diámetro desde aproximadamente 1 cm de diámetro durante el diestro hasta aproximadamente 2.5 cm en su máximo desarrollo. Los folículos tienden a parecer mayores cuando se desarrollan en el ovario en el cual el CL está regresando. Los límites de los folículos no son fácilmente definibles pero se puede detectar las fluctuaciones de líquido. Se debe recordar que los folículos pueden estar presentes en cualquier momento del ciclo estral o durante la preñez. (RG & RG, 2012).

### **2.4. Dinámica folicular bovina**

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última.

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia:

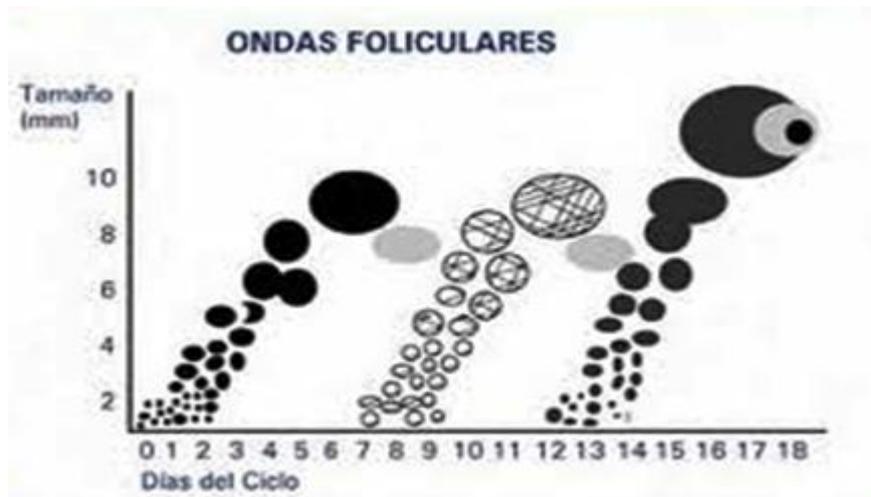
**Reclutamiento:** es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación.

**Selección:** Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

**Dominancia:** Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos.

La causa por la cual regresa el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular.

En la siguiente figura se puede observar un esquema de la dinámica folicular durante un ciclo estral bovino, surgido de estudios realizados por medio de ultrasonografía. (SINTEX, 2005).



**Figura 3: Ondas foliculares**  
*FUENTE: SINTEX, 2005*

### 2.5.. Síntomas de celo

Los síntomas de estro en la vaca se caracterizan por múltiples manifestaciones de conducta homosexual. El grado de actividad sexual se relaciona en general con la cantidad de estrógeno presente. Las vaquillonas por lo común tienen síntomas más acentuados que las vacas, con estro están por lo general inquietas, y a menudo, se mantiene en pie y no echada. Pueden reducirse levemente el apetito, la rumia y la producción de leche. Es frecuente el gruñido, especialmente en vacas que fueron separadas del rodeo.

La vaca con estro tratará de montar a otras y soportará que la monten. La vulva de la vaca con estro es olfateada por otras, nunca se observa que la vaca con estro olfatee los genitales externos de los demás animales.

La vaca puede tener la cola levantada y a menudo hay un largo filamento de mucus claro que cuelga por la vulva o sobre la cola o nalgas. La vulva esta por lo común algo congestionada, flácida, edematosa y relajada



**Foto 1: Síntomas de celo**

*Fuente: Ochoa R.*

Al examen vaginal, la mucosa, especialmente la porción craneal, está congestionada y levemente edematosa. Se constata una gran cantidad de mucus filamentososo, de entre 50 a 100 ml. En el momento del estro la viscosidad del mucus es mínima y su falencia es máxima. (STEVEN VERBERCKMOES, 2007).

El orificio externo del canal cervical está por lo común rosado, congestionado, edematoso y levemente relajado y abierto en el período

del estro. El examen rectal realizado durante el estro revela un útero por lo común erecto, túrgido y algo edematoso debido a la estimulación estrogénica del musculo y los tejidos uterinos. (Callejas & Tagle, 2009).

La palpación rectal a comienzos del estro revela un folículo ovárico de 1,2 cm de diámetro o menos, y su aspecto es liso, convexo, tenso y levemente fluctuante debido a la presencia de líquido folicular. El folículo de Graaf en maduración antes de la ruptura tiene 1,5 a 2 cm de diámetro. En el momento de la ovulación solo se produce una pequeña hemorragia en el sitio de la ruptura.

Alrededor de 15 a 36 horas después de la ovulación, más o menos 24 a 48 horas después del estro (Metaestro), puede ocurrir en muchas vacas la descarga de sangre y mucus por la vulva. Esta metrorragia del endometrio edematoso en las zonas carunculares se produce debido a la ruptura de los capilares congestionados.

En el Diestro la vulva exteriormente se ve rugosa. La vagina está pálida y seca y el mucus es escaso y más bien viscoso. El espéculo, por lo tanto, penetra con mayor dificultad que durante el estro. Por acción del estrógeno (E2) que es transportado a varias partes del cuerpo, en la vaca presenta distintas manifestaciones de aceptación sexual al macho conocidas también como celo.

Entre las principales podemos señalar:

- a. Baja en la producción.
- b. Inquietud, molesta a otros animales.
- c. Enrojecimiento u tumefacción bulbar.
- d. Monta a otros animales y luego se deja montar.
- e. Descarga bulbar de una secreción mucosa transparente.

Estos síntomas duran alrededor de 24 horas, y es el indicador de aceptación al macho, demuestra su aptitud para una inseminación. (Callejas & Tagle, 2009).

Una indicación importante que puede significar una alta tasa de error en la detección del celo, es el alto porcentaje de ciclos que no se ajusten dentro del periodo normal que es de 18-24 días. Por ejemplo, que elevados intervalos de celos sean de 12 a 18 o de 24 a 30 días; esto significa entonces que la tasa de error es muy elevada. Se reitera: el intervalo de celos normal es de: 18-24 días. Por eso es importante el uso de los registros reproductivos. Existen tablas de previsión del celo donde se indican las fechas probables de aparición. (Blanco, 2006).

## **2.6. Sincronización de celo**

### **2.6.1. Hormonas para eliminar la actividad del cuerpo lúteo**

Consiste en administrar un agente luteolítico que acorte el periodo de vida natural del cuerpo lúteo. Cuando se administra el agente luteolítico, la regresión del cuerpo lúteo se presenta de 48 a 72 horas, es decir que el estro se presentan de dos a tres días después. Cabe recalcar que los agentes luteolíticos no causan la regresión del cuerpo lúteo durante los primeros cuatro o seis días del ciclo. Los principales agentes luteolíticos son el estrógeno y la prostaglandina o sus análogos. (HAFEZ, 2002)

### **2.6.2. Prostaglandinas**

“Son ácidos grasos derivados del ciclo pentano, que se sintetizan a partir de un precursor común, el ácido araquidónico prostanoico. Este se deriva a su vez, de diversos fosfolípidos, como los de la membrana celular o bien se obtienen directamente de la dieta o indirectamente por la acción de una enzima acilhidrolasa”. (SUMANO, 2006).

Las prostaglandinas relacionadas más estrechamente con la reproducción principalmente son  $\text{PGF}_2\alpha$  y la prostaglandina  $\text{PGE}_2$ . Las prostaglandinas no se localizan en ningún tejido en particular, son transportados en la

sangre para actuar en un tejido blanco lejos del lugar de producción. Algunas formas nunca aparecen en la sangre mientras que otras son degradadas después de la circulación a través del hígado y pulmón. (HAFEZ, 2002)

### **2.6.3. Prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α)**

“La PGF<sub>2</sub>α es un agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea (de cuerpo amarillo) del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de fertilización, esta es particularmente potente para finalizar la preñez temprana”. (HAFEZ, 2002).

En el ovario, la concentración de PG dentro de los folículos aumenta a medida que éstos maduran (Narumiya et al, 1999). Particularmente, la PGF<sub>2</sub>α genera contracciones en la musculatura lisa uterina al mismo tiempo que provoca la apertura del cuello (ECHEVERRIA, 2006)

### **2.6.4. Farmacodinamia**

La PGF<sub>2</sub>α pasa del endometrio a la vena uterina y de esta a la arteria útero-ovárica, que corre paralela a la vena en una sección por medio de gradientes de concentración. El mecanismo de regresión del cuerpo amarillo por efecto de la PGF<sub>2</sub>α se debe a que disminuye el riesgo de

dicho cuerpo, lo que interfiere en el aporte hormonal a éste; además, la  $\text{PGF2}\alpha$  parece tener efecto lítico directo sobre las células luteínicas. En el aparato reproductor femenino estimula la actividad del miometrio e induce a relajación del cuello uterino (cérvix). (SUMANO, 2006).

### **2.6.5. Farmacocinética**

Las prostaglandinas se generan en todo el cuerpo y su vida media biológica es corta. Por ser un Fosfolípido de alto peso molecular se recomienda su aplicación solo parenteral intramuscular, en vacas se recomienda 150 mg como dosis única en presencia de cuerpo lúteo. Ingresa a través del sistema circulatorio, se metaboliza en el hígado y pulmones, por la arteria uterina media llega al útero y ovario, alcanzado su nivel plasmático máximo una hora después de su aplicación y se elimina por completo en seis horas, a través de la orina y heces. (SUMANO, 2006).

“La vida media plasmática de la  $\text{PGF2}\alpha$  es aproximadamente de ocho minutos y en los pulmones es metabolizada inicialmente a 13-14 dihydro 15 keto-  $\text{PGF2}\alpha$  (PGFM)”. (Hincapie, Brito, & Campo, 2005).

“Se pueden considerar como hormonas que controlan varios fenómenos fisiológicos y farmacológicos como la contracción del músculo liso en los

aparatos gastrointestinal y reproductivo, la erección, la eyaculación, el transporte de espermatozoides, la ovulación, la formación del cuerpo amarillo, el parto y la eyección de la leche". (HAFEZ, 2002).

Las prostaglandinas son un conjunto de sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 carbonos (eicosanoides), que contiene un anillo ciclo pentano y constituyen una familia de mediadores celulares, con efectos diversos, a menudo contrapuestos.

Se pueden resumir las funciones de las prostaglandinas en cinco puntos:

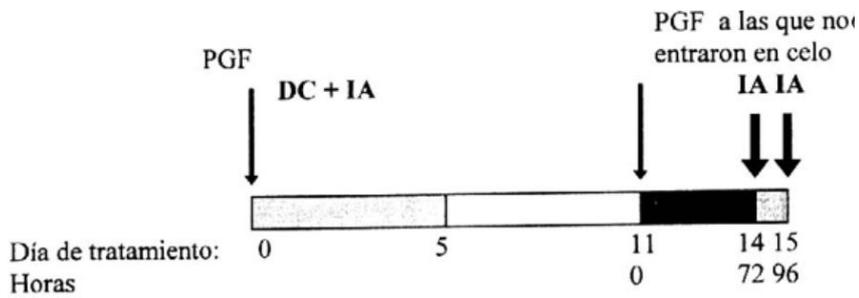
1. Intervienen en la respuesta inflamatoria: vasodilatación, aumento de la permeabilidad de los tejidos permitiendo el paso de los leucocitos, antiagregante plaquetario, estímulo de las terminaciones nerviosas del dolor.
2. Aumento de la secreción de mucus gástrico, y disminución de secreción de ácido gástrico.
3. Provocan la contracción de la musculatura lisa. Esto es especialmente importante en la del útero de la mujer. En el semen humano hay cantidades pequeñas de prostaglandinas para favorecer la

contracción del útero y como consecuencia la ascensión de los espermatozoides a las trompas uterinas (trompas de Falopio). Del mismo modo, son liberadas durante la menstruación, para favorecer el desprendimiento del endometrio. Así, los dolores menstruales son tratados muchas veces con inhibidores de la liberación de prostaglandinas.

4. Intervienen en la regulación de la temperatura corporal.
5. Controlan el descenso de la presión arterial al favorecer la eliminación de sustancias en el riñón (Chiesa & Petersen, 2003).

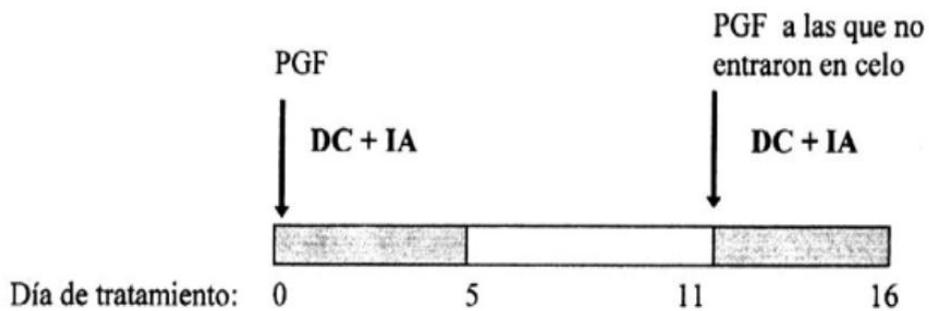
Surgió el uso de las Prostaglandinas (Pgf<sub>2</sub>) cuya acción lúteo lítica (inhibe o elimina el cuerpo lúteo), era igual a la buscada manualmente, muy costosas en un Comienzo y muy accesibles hoy, tenían la limitante de que en algunos de los ovarios del Vientre tratado debía existir un cuerpo lúteo para ser efectiva. Pero sigue siendo hasta el Día de hoy una de las herramientas más utilizadas, por los buenos resultados y de menor Costo. (Poodts, 2009).

Existen múltiples protocolos de utilización de la prostaglandina



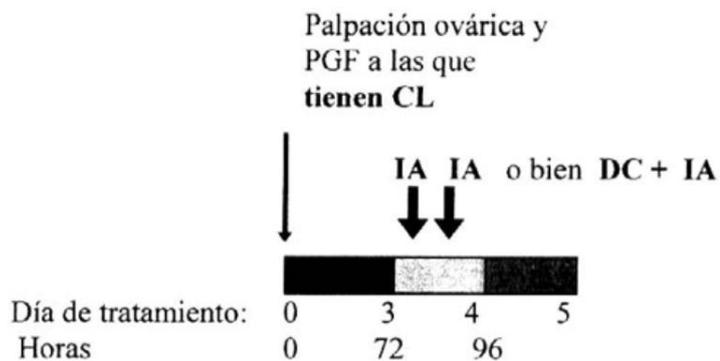
**Figura 4: 1° dosis de PGF - detección de celo 5 días e IA – 2° dosis de PGF e IATF 72 y 96 Hs.**

*Fuente: Dr. Gonzalo Poodts*



**Figura 5: 1° dosis de PGF - detección de celo 5 días e IA – 2° dosis de PGF – detección celo a IA 5 días**

*Fuente: Dr. Gonzalo Poodts*



**Figura 6: Palpación Ovarios y 1° dosis PGF – IATF 72 y 96 hs. o DC e IA 4 días**

*Fuente: Dr. Gonzalo Poodts*

## **2.7. Aplicación única de prostaglandina después de un periodo de observación de celos:**

Este protocolo se basa en la observación de celos de las vacas en un periodo de 7 días e inseminación de las verificadas en celo, siendo aplicada al séptimo día una dosis de prostaglandina en todas las vacas que no ciclaron. El periodo de observación de siete días debe dar tiempo para que todas las vacas en el momento del segundo tratamiento se encuentren en diestro.

Todos los protocolos con prostaglandinas solamente son indicados para animales cíclicos, resultando en completo fracaso cuando lo aplicamos en animales con condiciones nutricionales deficitarias y en estado de acíclia. (Becaluba, 2006).

La fertilidad del celo inducido al administrar un análogo sintético de PGF. En vacas lecheras con cuerpo lúteo palpable es igual al logrado con un celo natural. (Cairolí, et al., 2006).

Existen evidencias de que los bovinos inyectados con PGF en diestro avanzado tienen una respuesta de celo mayor y tasa de concepción más

elevada que los animales inyectados durante el diestro temprano o medio. (Diskin M. G, Austin E. J, & Roche J.F, 2002).

## **2.8. Condición corporal**

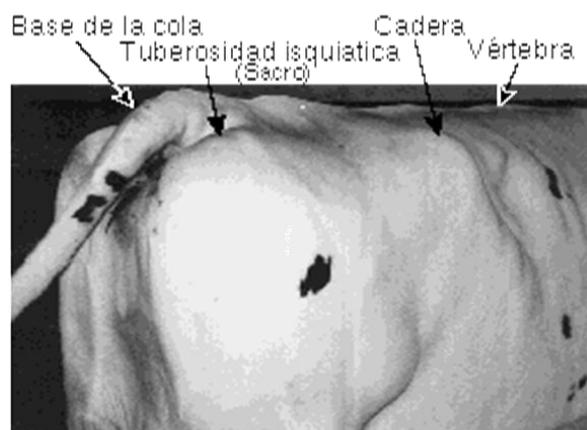
La condición corporal tiene una escala de uno a cinco, (1 es flaca, 5 gorda) es una medida para valorar la cantidad de tejido graso subcutáneo o el grado de pérdida de masa muscular. Esta refleja el estado nutricional del mismo.

La condición corporal y sus cambios son más confiables como indicadores del estado nutricional que el peso corporal. La evaluación de la condición corporal es recomendable que haya cierta constancia en la persona que la realiza. La frecuencia depende del desempeño productivo y los momentos claves son: parto, época de monta y destete.

Se efectúa estimando la cantidad de tejido graso subcutáneo y observando el grado de acumulación en ciertas áreas del cuerpo o el grado de pérdida de masa muscular. Los puntos anatómicos para la apreciación visual son: apófisis transversas (procesos laterales de las vértebras lumbares y prominencia de los bordes del espacio intercostal), fosa del lijar, vista posterior coxo-coxal (huesos de la cadera) y base de la cola. (HESS, 1999).

La cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones al momento del parto o inmediatamente después del mismo, en la producción de leche, y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia. Las vacas que se encuentran demasiado delgadas poseen:

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



**Figura 7: Puntos anatómicos de referencia para determinar la condición corporal**

*Fuente: (Wattiaux, 2002)*

## **2.9. Condición corporal vs dinámica folicular**

La nutrición es el mayor factor que determina la eficiencia reproductiva en ganado de leche. Una reducción en la toma de nutrientes, demora el comienzo de la pubertad en novillas Holstein e incrementa el intervalo parto concepción.

En cuanto al desarrollo folicular, una restricción alimenticia deprime el tamaño del folículo dominante y del cuerpo lúteo. Se fundamenta, que animales con restricciones alimenticias obtienen un diámetro folicular de 10.5mm Vs 15.8mm, a su vez la tasa de crecimiento del cuerpo lúteo es menor con 0.89 Vs 1.4mm/d y el tamaño máximo del cuerpo lúteo 15.5 Vs 19.7mm, también se ve afectado negativamente. Una restricción prolongada de energía en la dieta, tiene como resultado una pérdida de peso y condición corporal y por ende un decremento en la actividad del ciclo estral, debido principalmente a que se suprime la secreción de LH.

Reduce las concentraciones del factor liberador de insulina tipo I (IGF-I) y de glucosa. Incrementa las concentraciones en el plasma de hormona de crecimiento (GH) y ácidos grasos no esterificados. (Lopez, 2006).

## **2.10. Técnicas de inseminación artificial**

### **2.10.1. Inseminación recto vaginal**

Se logra insertando una mano enguantada y lubricada con un poco de gelatina quirúrgica en el recto de la vaca. La mano localiza y agarra la cérvix, el instrumento de inseminación se introduce a través de la vagina hasta que hace contacto con la cérvix y la mano izquierda. Se debe limpiar ligeramente los labios de la vulva cuando se inserta el instrumento de inseminación, previniendo así la contaminación por la superficie externa de la vulva. La cérvix se debe sostener de su parte posterior con los dedos índice, medio y pulgar y dejando los otros dedos libres para ayudar a guiar el instrumento de inseminación. El instrumento se guía hacia la abertura de la cérvix y se utiliza la mano izquierda para meter con movimientos ondulantes la punta del instrumento a través del conducto cervical, los pliegues de la cérvix hacen necesaria la manipulación de la misma en todas las direcciones, con un objeto de pasar el instrumento.

A medida que el instrumento avanza a través de la cérvix, se mueve hacia adelante todos los dedos, incluyendo el pulgar, de manera que la manipulación ocurra un poco adelante del extremo del instrumento de inseminación. Se puede determinar el progreso del instrumento por la rigidez que este confiere a la cérvix. Debe de tenerse en instrumento de inseminación tan pronto como llegue al fin de la cérvix para realizar el

depósito del semen, considerándose este el lugar de depósito del material genético o comúnmente conocido como el flaco del inseminador. (BEARDEN & FUQUAY, 2005)

### **2.10.2. Inseminación profunda o intracornual**

Esta técnica consiste en utilizar todos los pasos de la inseminación recto vaginal anteriormente descrita o inseminación convencional estableciendo una diferencia marcada que se debe de atravesar las tres cuartas partes del cuerno uterino del ovario que tenga el folículo preovulatorio, para poder establecer que ovario sea izquierdo o derecho se encuentra con el folículo dominante es necesario realizar una palpación utilizando la sonda recto vaginal de 7.5 mg para a través de la imagen ecográfica establecer el ovario que se encuentra con el folículo dominante.

El lugar de la descarga del semen durante la inseminación artificial. Algunos investigadores proponen inseminar en los cuernos uterinos. Su recomendación se fundamenta en que el principal reservorio espermático debe encontrarse en la unión útero-tubárica y no en el cérvix y en que las inseminaciones "profundas" evitan las descargas intracervicales que tienen menor fertilidad. (LOPEZ-GATIUS, 2000).

Para aplicar el sistema de inseminación intracornual es necesario utilizar una pistola de inseminación más grande que la convencional. La pérdida

de espermatozoides de la cervix al útero es de 500 veces en la inseminación intravaginal. Por ello se pensó q el reducido número de espermatozoides en una inseminación artificial profunda no afecta la tasa de preñez. (Palma, 2005).

Técnica intracornual profunda que consiste en llevar la pistola de inseminación a la porción craneal del cuerno ipsilateral al ovario donde se producirá la ovulación. Tiene lógica esta teoría pues teniendo una menor cantidad de células espermáticas es recomendable depositar estos más cerca de la unión útero-tubárica (UUT) (SERRANO, 2009).

Un nuevo dispositivo de depósito de semen en inseminación artificial es cerca de la unión útero-tubárica en el ganado bovino (dispositivo de Gante) se ha desarrollado en la Universidad de Gante (Bélgica). En este estudio, el efecto del dispositivo, se evaluó la calidad del esperma. Por otra parte, en un ensayo de campo 4064 lecheras las vacas fueron inseminadas por 12 inseminadores para examinar la eficacia del dispositivo en condiciones de campo. Se puede concluir que el dispositivo de Gante es adecuado para la unión útero-tubárica la inseminación de vacas lecheras en condiciones de campo. Si el dispositivo de Gante también es adecuado para la inseminación con menores dosis inseminación dosis es en la actualidad bajo investigación. (STEVEN VERBERCKMOES, 2007).

La mayoría de las inseminaciones artificiales en vacas en la actualidad se están realizando en el cuerpo uterino con una rígida inseminación dispositivo. Unión uterotubal inseminación sólo puede llevarse a cabo en el ganado vacuno con un dispositivo que es lo suficientemente rígido para pasar el cuello del útero y suficientemente flexible para seguir la curvatura de los cuernos uterinos. En la Facultad de Medicina Veterinaria en Gante, una nueva inseminación dispositivo ha sido desarrollado para la deposición del semen cerca de la unión útero-tubárica en el ganado y otros animales. Efecto de una inseminación uterina profunda sobre la accesibilidad de los espermatozoides al óvulo en el ganado vacuno: Un estudio de la inseminación competitiva. La inseminación uterina profunda uso este semen en una dosis dividida y un dispositivo de lado la entrega favorece la accesibilidad de los espermatozoides al óvulo en comparación con la inseminación convencional de cuerpo uterino. (Dalton, Nadir S, & Saacke R, 2004).

### **2.10.3. Las ventajas potenciales de la inseminación profunda incluyen:**

1. Aumento de la fertilidad de los toros genéticamente valiosos cuyas tasas de retorno no son sub-óptimos.

2. Reducir el número de espermatozoides en cada inseminación dosis.
3. La explotación de los números limitados de sexo seleccionados los espermatozoides (X e Y-bearing cromosoma espermatozoides) disponibles en la cartometría de flujo.
4. La cría de toros valiosos, pero oligospermia.

Una modificación de la técnica de la inseminación debe ser viable en condiciones comerciales, podría ser, junto con las tecnologías nuevas de esperma, y daría un impulso a la industria de la inseminación artificial.

El número de espermatozoides por inseminación y el sitio de deposición del semen en el cuerno uterino parecen interactuar para influir en la tasa de embarazo.

En dos experimentos, el efecto de una sola dosis baja ( $2 \times 10^6$  espermatozoides) inseminación intracornual (LD-ICI) en la tasa de embarazo bovina se comparó con la de intracornual (SD-ICI) y convencionales (SD-AI) inseminaciones de  $40 \times 10^6$  espermatozoides, siendo que la tasa de embarazos era mayor cuando se realizaba el depósito de semen intracornual. (Hunter, 2003).

En un futuro próximo, los ensayos de campo similares se llevarán a cabo con dosis aún más bajas de la esperma. Es sólo en estos casos que

realmente esperamos poder mostrar un efecto positivo de la unión útero de inseminación con semen de baja calidad. (VAN SOOM UN, 2004).

#### **2.10.4. Transporte de espermatozoides y fecundidad.**

El flujo continuo de espermatozoides desde la cérvix está asociado con fagocitosis de espermatozoides dentro del útero y pérdida de esperma dentro de la cavidad peritoneal. Por tanto, la población de espermatozoides fértiles es mantenida en el sitio de la fecundación, cerca de la unión istmicoampular del oviducto.

El porcentaje de espermatozoides morfológicamente normales es más alto en oviductos y útero que en el eyaculado. Algunos espermatozoides morfológicamente anormales llegan al oviducto, aunque en menor cantidad que los normales.

La filtración de espermatozoides muertos, anormales e incompetentes durante su pasaje por las vías del aparato reproductor asegura la mayor viabilidad del cigoto. Los eyaculados con alta concentración de espermatozoides anormales están asociados a una alta tasa de abortos.

La aglutinación espermática cabeza con cabeza y cola con cola, causa inhibición de transporte espermático.

Ciertos componentes del plasma seminal estimulan su motilidad, en tanto que en otros inhiben se conoce bastante acerca de la duración de la motilidad del espermatozoide, pero muy poco de la duración de la capacidad de la fecundación, la que se pierde mucho antes que la motilidad. Existe relación entre el pH de la mezcla seminal intravaginal y la motilidad del espermatozoide.

La acidez o alcalinidad excesiva del moco inmoviliza al espermatozoide; el moco moderadamente alcalino aumento su motilidad. El moco cervical secretado en el momento de la ovulación proporciona el medio apropiado para el mantenimiento de la actividad metabólica del espermatozoide. (HAFEZ, 2002).

El cérvix de los rumiantes fue considerado el principal reservorio espermático durante mucho tiempo. Sin embargo, diversos trabajos realizados a fines de la década del 80 demostraron que el reservorio más importante de espermatozoides son los oviductos, y más precisamente el segmento denominado itsmo. (VERBERCLANOES, 2004).

#### **2.10.5. Sitio de fertilización vs. Sitio de deposición en la vaca**

Para alcanzar el óvulo, los espermatozoides deben pasar algunas duras pruebas que les presentan los órganos Reproductores de la hembra.

**Estos incluyen:**

1. Las barreras físicas representadas por los estrechamientos y complejos pliegues del cérvix (en los servicios naturales) y la unión útero-tubal en el istmo inferior (tanto en el servicio natural como en el artificial).
2. El flujo retrógrado de mucosidades y secreciones del tracto reproductivo unido a las contracciones musculares que tienden a llevar la esperma hacia atrás, hacia la vagina y a expulsarla por la vulva.
3. Los invasores glóbulos blancos de la sangre que están presentes en cantidades abundantes en los órganos reproductores durante el celo y que son altamente eficaces para ingerir y digerir espermatozoides. Son los mismos glóbulos blancos que tienen tanta importancia en la eliminación de bacterias y en la prevención de infecciones en el tracto reproductor durante el celo. (Cabodevila., 2009).

**2.11. Gestación**

El desarrollo embrionario está influenciado por los niveles de progesterona producidos por el cuerpo lúteo (CL) que controlan el ambiente del oviducto y del útero. La secreción de progesterona por parte del CL estimula la actividad secretora de las glándulas endometriales que producen sustancias encargadas de mantener el embrión hasta que se formen los placentomas.

El embrión es activo desde el punto de vista endócrino desde muy temprano, produciendo esteroides, prostaglandinas y varias proteínas. Desde la ovulación hasta el día 15, la secreción de progesterona y el ambiente uterino son similares en vacas gestantes y vacas no gestantes, pero a partir del día 16, es necesario que el embrión emita una señal para evitar la luteólisis.

Durante la gestación, la inactividad uterina se atribuye a la progesterona, que inhibe cualquier actividad contráctil, previniendo así que los embriones o fetos sean expulsados. La concentración sanguínea de progesterona materna se mantiene elevada durante la gestación. (MARTINAT - BOTTE & al, 2005).

“La progesterona secretada por el CL (6-15 ng/ml), que se mantiene activa desde la fecundación hasta el parto, es la encargada de mantener la gestación. No obstante la placenta también produce progesterona (1-4

ng/ml) a partir del día 120 y puede mantener la gestación en caso de producirse la luteólisis desde el día 150 en adelante”. (BARTOLOMÉ, 2009).

## **2.12. Ecografía reproductiva**

En la actualidad existen modernos recursos tecnológicos disponibles en el mercado para apoyar los programas de manejo y control reproductivo del ganado bovino.

La ecografía reproductiva ha sido ampliamente utilizada en el estudio de los diferentes aspectos de la función reproductiva de la vaca, tanto en el campo de la investigación científica y en el área clínica,).

Esto ha facilitado el desarrollo de un método de diagnóstico y de interpretación clínica y funcional del estado reproductivo durante el ciclo estral, la gestación y el posparto.

## CAPITULO III

### 3. METODOS.

#### 3.1. Localización

Esta investigación se realizó en la provincia del Azuay, Cantón Cuenca, en las Parroquias Cumbe y Victoria del Portete sectores: La Merced, Los Álamos, Irquis y San Agustín, zonas dedicadas a la producción de leche y a la explotación bovina de la raza Holstein.



**Figura 8** Lugar de investigación

*Fuente: Google Earth*

### 3.2. Técnicas de campo

Las actividades cumplidas en el campo durante el desarrollo de la presente investigación fueron las siguientes:

- Revisión de registro para tomar datos, de edad y fechas de celos anteriores.
- Preparación de equipo ecográficos.
- Sujeción de las vaconas en una manga.
- Examen físico para determinar condición corporal y peso de los animales.
- Mediante el examen ecográfico utilizando la sonda de 7,5 MHz se revisó las estructuras del útero, cérvix, cuernos y cuerpo para verificar que no exista malformaciones ni presencia de gestación, se revisó ovarios derecho e izquierdo para identificar la presencia de cuerpo lúteo indispensable para la aplicación de 250 mcg de D-Cloprostenol (PGF $2\alpha$ ).
- A las vaconas seleccionadas se procedió la aplicación de prostaglandina (250 mcg de D-Cloprostenol).
- Luego de transcurrido 48 o 72 horas y habiéndose constatado la presencia de celo visible. Se realizó el examen con ultrasonido para, seleccionar el ovario, sea izquierdo o derecho que tenga el folículo preovulatorio para proceder a la medición del tamaño.

- Una vez medido el folículo preovulatorio se procedió a la Inseminación Artificial realizando un sorteo de las dos técnicas convencional y profunda.
- Luego de 30 días procedí a la última ecografía para determinar la presencia o ausencia de preñez
- Con los datos obtenidos se llenaron las hojas de campo, con el fin de disponer de datos para el análisis estadístico.

### **3.3. Población**

La población en estudio fue de 40 vacas Holstein.

#### **3.3.1. Características de la población**

Para la presente investigación se utilizaron 40 vacas Holstein, con las siguientes características: edad de 18 meses en adelante, condición corporal entre 2,5 y 3,5, con un peso superior a los 300kg, que dispongan de un cuerpo lúteo funcional; y que hayan ciclado anteriormente.

### **3.4. Manejo**

Todas las vacas en estudio se encontraron en las mismas condiciones de manejo, alimentación y sanidad, en explotación a pastoreo libre, con

una buena mezcla forrajera de kikuyo, rye grass, trébol, la misma que aporta: proteína el 17%, energía metabolizable 2.2 Mcal/ Kg MS con un consumo de 6 kg de MS por vaca / día y con un aporte de sales minerales 80 g /día.

### 3.5. Tratamientos

**Cuadro 1 Tratamiento A Inseminación convencional y B Inseminación profunda**

Días	Tratamientos	
	TA	TB
0	250 mcg PGF2 $\alpha$ (prostaglandina)	250 mcg PGF2 $\alpha$ (prostaglandina)
3	Medición folículo preovulatorio (ultrasonografía) Inseminación convencional	Medición folículo preovulatorio (ultrasonografía) Inseminación profunda

*Fuente: Investigación del Trabajo  
Elaborado por: Ochoa R.*

### 3.6. Variables analizadas

Las variables analizadas fueron:

- Tasa de preñez
- Inseminación artificial convencional
- Inseminación artificial profunda

### **3.7. Diseño estadístico**

Para la investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos: tratamiento " A " Inseminación convencional y tratamiento " B " Inseminación profunda y (cada uno incluye 20 vaconas Holstein).

### **3.8. Análisis estadístico**

Para el estudio de los datos se realizó el procedimiento de Análisis de Varianza (ADEVA); Para las pruebas de significancia se utilizó DUNCAN al 5% y 1%. Los cálculos fueron realizados en Excel 2010.

### **3.9. Recursos**

#### **3.9.1. Recursos Humanos**

- Investigador
- Director de la investigación
- Personal de las Haciendas

### **3.9.2. Recursos Biológicos**

- ✓ Vaconas de la raza Holstein Friesian de la Zona en estudio.
- ✓ Pajuelas de bovinos de la raza Holstein

### **3.9.3. Hormonas**

- ✓ PGF2  $\alpha$  D- cloprostenol.

### **3.9.4. Otros**

Ecógrafo MINDRAY digital Ultra Sonic 6600 VET con sonda lineal de 7.5 MHz Monitor de 10" 75L 50EAV/50L60EAV (anexos).

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

El proceso de investigación se desarrolló contando con los materiales físicos y biológicos para los 2 tratamientos. Asimismo se cumplieron todos los pasos establecidos en la investigación.

Concluido el trabajo de campo y en base a los objetivos propuestos, a continuación se presentan los resultados.

**Cuadro 2 Porcentajes promedio de preñez, por tratamiento, para un DCA con 4 repeticiones.**

Repeticiones	Tratamientos	
	A	B
I	20	40
II	40	80
III	40	80
IV	40	80
$\bar{X}$	35%	70%

*Fuente: Investigación del Trabajo  
Elaborado por: Ochoa R.*

#### Simbología:

A = Inseminación convencional

B = Inseminación intracornual

Las 20 vacas del tratamiento A fueron sometidas a inseminación artificial convencional; mientras que en las 20 del B, se aplicó la profunda o intracornual.

Con el tratamiento A, el número de vacas gestantes fue de 7/20, que equivale al porcentaje promedio del 35%. En el tratamiento B presentaron preñez, 14 de las 20 vacas, dando un porcentaje promedio del 70%. Como se puede observar el incremento de preñez alcanzado con el tratamiento B, verificado a través del Análisis de Varianza fue del 35%.

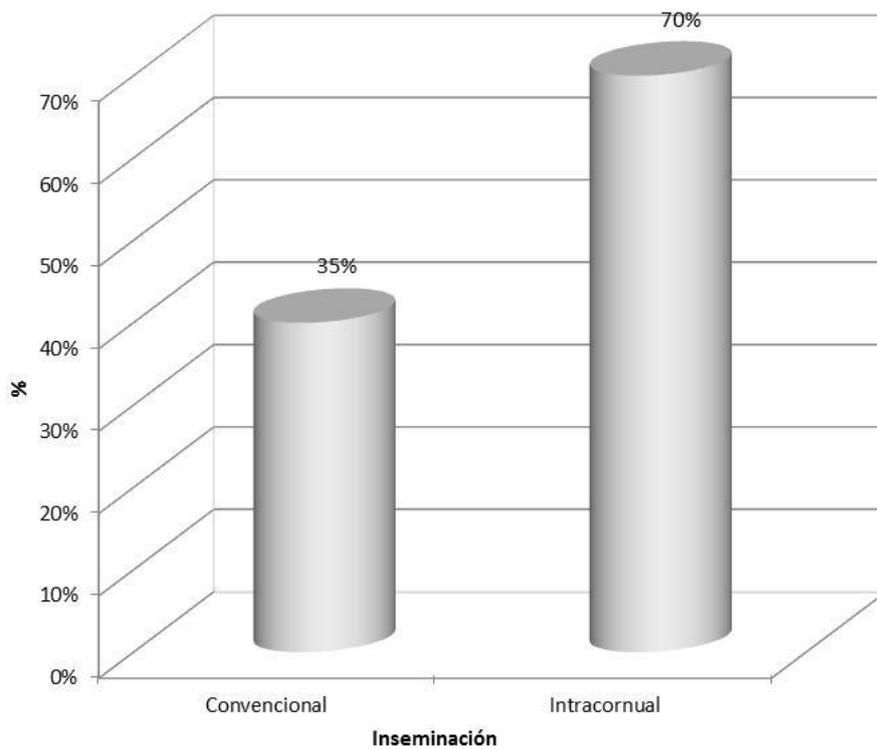
**Cuadro 3 Pruebas de homogeneidad de la muestra**

Repeticiones	Condición corporal		Edad (meses)		Peso (kg)		Tamaño folicular (mm)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
I	3,1	3,2	20,0	19,4	321,2	308,0	12,6	11,2
II	3,2	3,1	20,8	20,0	344,0	340,0	12,3	13,7
III	3,1	3,1	19,2	21,2	354,0	354,8	12,2	11,1
IV	3,3	3,2	21,6	21,2	352,6	369,4	12,3	12,8
<b>0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>20,4</b>	<b>20,5</b>	342,95	343,05	<b>12,4</b>	<b>12,2</b>
Diferencias	ns		ns		ns		ns	

*Fuente: Investigación del Trabajo  
Elaborado por: Ochoa R.*

Durante el experimento, a través del análisis de varianza, se constató la homogeneidad de la muestra observada con respecto a las variables incluidas en este estudio (condición corporal, edad, peso, Tamaño del folículo.)

**Gráfico 1 Porcentajes de preñez por tratamiento**



*Fuente: Investigación del Trabajo  
Elaborado por: Ochoa R.*

El ADEVA, indica que las diferencias observadas entre los tratamientos son significativas, en consecuencia las discrepancias que se observan en el gráfico son reales y no ocurrieron por casualidad.

**Cuadro 4 ADEVA, para tratamientos.**

F. de V.	gl	SC	CM	F.Cal	F. Tabular	
					5%	1%
Total	7	0,40				
Tratamientos	1	0,24	0,24	9,80 *	6,0	13,7
E.Exp	6	0,15	0,03			

CV = 30,12%

$\Sigma \bar{F} = 0,0791$

*Fuente: Investigación del Trabajo  
Elaborado por: Ochoa R.*

El cuadro 4 muestra el Análisis de Varianza, puesto que el valor 9,80 calculado es superior al tabular 6,0 al 5% se verificó que las diferencias entre los tratamientos son significativas, por lo tanto la gestación en vaconas Holstein Friesian, de los dos tratamientos, se dio en forma diferente con cada técnica de inseminación.

**Cuadro 5 Prueba de significación de Duncan al 5 Y 1 %, para separación de los promedios de preñez de tratamientos.**

A (IA convencional)	B (IA profunda)	Diferencia	Duncan (Valor de comparación)
35%	70%	35%*	27%

*Fuente: Investigación del Trabajo  
Elaborado por: Ochoa R.*

Como se puede observar en el cuadro 5, el valor de la diferencia entre los porcentajes de preñez obtenidos de las dos técnicas de inseminación

artificial del 35%, es superior al valor de comparación del 27% de la prueba de Duncan al 95%.

Los resultados del ADEVA, fueron confirmados con la prueba de significación de Duncan al 95%, con lo cual se tienen las evidencias suficientes que estas diferencias entre las dos técnicas de inseminación artificial, se dieron en forma real, en un porcentaje más alto, con la técnica que deposita el semen a nivel intracornual.

El incremento de la tasa de preñez en vaconas Holstein Friesian, del tratamiento B con respecto al tratamiento A, fue del 35% (Cuadro 6 y 7), superior a la hipótesis de investigación del 20%; en consecuencia se acepta la hipótesis de investigación, de que la inseminación artificial profunda o intracornual, en hembras Holstein Friesian, produjo un incremento real de la tasa de preñez.

## CAPITULO V

### 5. DISCUSIÓN

#### **Inseminación profunda**

Se debe resaltar que en el resultado de la inseminación influyen también otros factores. La sumatoria de trabajos analizados demostró que intervienen diferentes "EFECTOS", establecimiento, toro, categoría de vientre número de servicios, intensidad del celo y experiencia del inseminador.

De acuerdo a los datos obtenidos en el ADEVA (Cuadro 4), para la inseminación intracornual del tratamiento B el F calculado es mayor al F tabulado al 5% por lo tanto la inseminación intracornual con el protocolo de PGF2 $\alpha$  mejoró el porcentaje de preñez en comparación con la inseminación convencional del tratamiento A . Esto nos indica que existe suficiente evidencia para aceptar la hipótesis planteada. Puesto que la inseminación artificial intracornual produce un incremento de un 20 % frente a la inseminación convencional. Cabe mencionar que en esta investigación se obtuvo un incremento de la preñez en un 35% en comparación con la inseminación convencional.

Esto coincide con lo que afirma (MEDINA, 2001), "Los porcentajes de preñez obtenidos con semen sexado variaron entre 35 y 63 % y con el semen convencional entre 37 y 100 %. En 4 de los 12 experimentos se obtuvo un porcentaje de preñez menor".

Algunos investigadores proponen inseminar en los cuernos uterinos, fundamentando su recomendación en que el principal reservorio espermático se encuentra en la unión útero-tubárica y no en el cérvix, y en que las inseminaciones "profundas" evitan las descargas intracervicales que tienen menor fertilidad, esto confirma. (LOPEZ-GATIUS, 2000).

La descarga seminal más cercana al oviducto puede ser una alternativa viable para obtener buenos porcentajes de preñez cuando se utilizan dosis inseminantes bajas, como ocurre con el semen sexado. La descarga intracornual disminuye la pérdida de espermatozoides consecuencia del flujo retrógrado de mucus cervical y de la fagocitosis durante la migración por el útero. (VAN SOOM UN, 2004).

Sartori, manifiesta sobre el uso de la prostaglandina  $PGF_{2\alpha}$  para los programas de sincronización de celo se da siempre y cuando su aplicación ha sido en vaconas cíclicas con presencia de cuerpo lúteo; apoyándose en el autor de la investigación se realizaron ecografías para

comprobar la presencia de cuerpos lúteos funcionales lo que significó que las vaconas estuvieron cíclicas en un periodo de diestro entre el día 6 y 17 del ciclo, período en el cual se pudo aplicar la prostaglandina por lo que los receptores se encuentran activos. Razón por la cual los animales sometidos a esta investigación respondieron bien desencadenando así en la presencia de celos visibles.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES

En este trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Las vaconas Holstein Friesian del tratamiento B, en las cuales se aplicó la técnica de inseminación artificial profunda, presentaron el 70% de preñez; mientras que en las del tratamiento A, que recibieron inseminación convencional, fue del 35%.
2. Con apoyo en los métodos estadísticos propuestos para el análisis de los resultados de esta investigación, se confirma que la diferencia del 35% existente entre las citadas tasas de preñez de los dos tratamientos, ocurrió en forma real.
3. El incremento de la tasa de preñez del 35% fue superior al de la hipótesis de investigación del 20%; en consecuencia se acepta la hipótesis de que la inseminación artificial profunda, en vaconas Holstein Friesian, produjo un incremento de la tasa de preñez.

## CAPITULO VII

### 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar otro protocolo de sincronización o realizar la I.A a celo natural y en un solo sector.
- Utilizar la I.A profunda o intracornual cuando se esté utilizando semen sexado por lo que el número de unidades espermáticas son menores y se deposite el material genético próximo al lugar de la fertilización que es la Ámpula Ovárica.
- Debido a que existe poco o ninguna información sobre este tema se recomienda repetir la investigación con una muestra integrada por un mayor número de vacas y vaconas.
- Ya que no existen trabajos en la región, ni en el país, pongo a la disponibilidad esta investigación, con la finalidad de que se utilice esta técnica como herramienta de trabajo para mejorar la eficiencia reproductiva bovina, que a su vez brindará un gran aporte al sector ganadero con el incrementando del número de crías por año en sus hatos.

## CAPITULO VIII

### 8. BIBLIOGRAFIA

1. **BARTOLOMÉ J** [www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cr%C3%ADa\\_parto/05parto\\_fisio.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cr%C3%ADa_parto/05parto_fisio.pdf).Pag2 [En línea] = Endocrinología y Fisiología de la Gestación y el Parto en el Bovino. - 2009. - 2 de 01 de 2013.
2. **BEARDEN H. JOE Y FUQUAY JOHN** Reproducción Animal Aplicada [Libro] = Applied Animal Reproduction / trad. López Dr. Héctor Sumano. - México DF: El Manual Moderno. SA de CV, 2005. - Vol. 1: 1: pág. 186 190. - ISBN.
3. **BECALUBA FACUNDO** Especialista en Reproducción [En línea]. - 2006. - [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/92-metodos\\_sincronizacion.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf).
4. **BELLANDA O.** [www.ecografiavet.com/pdf/Ecografia\\_en\\_ovejas\\_y\\_Cerdas.pdf](http://www.ecografiavet.com/pdf/Ecografia_en_ovejas_y_Cerdas.pdf) [En línea] = El ultrasonido o ecografía aplicados en la reproducción animal. - 15 de 11 de 2011.
5. **BLANCO ROBERTO** Prof. Dr. Roberto ABC DIGITAL - EL CELO EN VACAS LECHERAS [En línea]. - 2006. - Noviembre de 2011. - <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=424995>.
6. **CABODEVILA. CALLEJAS, S., OSES, V.,** Inseminación artificial en bovinos: el lugar de descarga del semen y la dosis [En línea]. - 25 de 1 de 2009. - [http://www.ganaderia.com.mx/uploads/temp/Articulo\\_Inseminacion\\_artificial\\_en\\_bovinos\\_el\\_lugar\\_de\\_descarga\\_del\\_semen\\_y\\_la\\_dosis\\_inseminante\\_factores\\_en\\_constante\\_revision%2833%29.pdf](http://www.ganaderia.com.mx/uploads/temp/Articulo_Inseminacion_artificial_en_bovinos_el_lugar_de_descarga_del_semen_y_la_dosis_inseminante_factores_en_constante_revision%2833%29.pdf).
7. **CAIROLI F [Y OTROS]** Comparasionbetween'cloprostenol-induced ansspontaneusoestrus fertility in dairy cows.ReproduccionDomestic Anima [En línea]. - 2006. - [www.biblioteca.unl.pam.edu.ar/pubppdf](http://www.biblioteca.unl.pam.edu.ar/pubppdf).

8. **CALLEJAS B Y TAGLE, R.** Fisiología de la Reproducción Animal [Libro]. - Cuba: Félix Valera, 2009.
  
9. **CAVESTANI, D.; NAVA, G.** Estrategias de manejo reproductivo para una mejora de la fertilidad del ganado bovino [En línea]. - 2010. - 10 de 01 de 2013. - <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/genetica/articulos/estrategias-manejo-reproductivo-mejora-t3164/103-p0.htm>.
  
10. **CHIESA LUIS J.A. Y PETERSEN ANA C.B.** El ABC de las prostaglandinas [En línea]. - Ediciones Toray, SA Barcelona, 2003. - 2012. - <http://es.wikipedia.org/wiki/Prostaglandina>.
  
11. **CUNNINGHAM JAMES** Fisiología Veterinaria [Sección de libro] // Fisiología Veterinaria. - España: EL SERVIER, 2005. - Vol. 3.
  
12. **ECHVERRIA J.** Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina f2alfa en vacas [Libro]. - 2006. - Vol. II. - ISSN 1695-7504.
  
13. **GARCIA JAVIER CIGAL** [En línea]. - 23 de 06 de 2010. - 4 de 11 de 2012. - <http://www.cigal.biz/ponencias/23junio.pdf>.
  
14. **GASQUE RAMÓN** Reproducción Bovina [Libro]. - [s.l.] : UNAM, 2008.  
- PRIMERA EDICIÓN.
  
15. **GONZALEZ GUSTAVO** Reproducción [En línea]. - Virbac, 2006. - 23 de septiembre de 2012. - [http://www.avpa.ula.ve/libro\\_desarrollosost/pdf/capitulo\\_42.pdf](http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_42.pdf)
  
16. **HAFEZ E. S. E.** Reproducción e Inseminación en Animales Domésticos [Libro]. - México: McGraw Hill Interamericana, 2002. - ISBN 970-10-3719-7.

17. **Hafez E.S.E.** Reproducción e inseminación artificial en animales [Libro]. - México: McGraw-Hill (2002, 7ª edición), 2002. - ISBN: 6-8121-1013-7.
18. **HINCAPIE J.** Reproducción Animal Aplicada: Fundamentos de Fisiología y Biotecnología [Libro]. - Honduras: Litocom Editores, 2005. - ISBN 99926-29-26-6.
19. **Hunter RHF** Advances in deep uterine insemination: a fruitful way forward to exploit new sperm technologies in cattle [En línea]. - 2003. - <http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anirep/article/S0378-4320%2803%2900163-5/abstract>. - PII: S0378-4320(03)00163-5.
20. **J. C. DALTON NADIR S, BAME J.H, R.G Saacke** Departamento de ciencia Lechera, Instituto Politécnico de Virginia y Universidad Estatal en Blacksburg. EE UU [En línea].
21. **JAIRO SERRANO** Uso semen sexado [En línea]. - 2009. - <http://jairoserano.com/2009/02/usando-semen-sexado/>.
22. **KURYKIN J JAAKMA U, WALDMANN A, JALAKAS M, AIDRINK M, MAJAS L, PADRIK P. KREUTZWALDI ST** [Publicación periódica]. - Tartu, Estunia: Department of Reproductive Biology, Institute of Veterinary Medicine and Animal Science, 2010. - 51006.
23. **MARTINAT - BOTTE F.** y al et Ultrasonografía y Reproducción en Cerdas [Libro]. - Buenos Aires: Inter-médica, 2005. - 1º edición: pág. 104. - ISBN 950 - 555 - 292 - 0. MelDeJarnette Especialista en reproducción Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina [En línea] // Select Reproducctive Solution. - 13 de 06 de 2012. - 22 de 01 de 2013. - [http://www.selectsires.com/dairy/SpanResources/reproductive\\_anatom\\_y\\_spanish.pdf](http://www.selectsires.com/dairy/SpanResources/reproductive_anatom_y_spanish.pdf).
24. **MEDINA, M., CATTANEO, L., CABALLERO, J., CERRATE, H., PANARACE, M., FERRÉ, L. Y DALLA LASTA, M.** 2001. Semen bovino sexado y congelado en Argentina. Taurus, 13: 4-8.

25. **OSÉS, V. CALLEJAS, S Y CABODEVILA, J.** [www.produccionanimal.com.ar](http://www.produccionanimal.com.ar) [En línea]. - 2008. - Becaria de entrenamiento de la comisión de Investigaciones científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC).
26. **PALMA GUSTAVO** Biotecnología de la Reproducción [Libro]. - Buenos Aires : Ciencia, Tecnología y Sociedad, 2005.
27. **POODTS GONZALO** Esquemas de sincronización de celos.doc [En línea]. - Acrobat, 14 de 02 de 2009. - 10 de 01 de 2013. - [www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_\(RG & RG, 2012\)información \\_técnicas\\_inseminación Artificial/139 esquema pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_(RG_&_RG,_2012)informacion_tecnicas_inseminacion_Artificial/139_esquema.pdf).  
RG, E., & Rg, B. (2012). Palpacion y reproduccion Irac.
28. **RIPPE CHRISTIAN** Dairy Cattle Reproduction Conference, [En línea] // El ciclo estral de la vaca. - 2009. - 20 de noviembre de 2012. - <http://es.scribd.com/jcampillo86/d/58403293-16-Rippe-El-CicloEstral-Final>.
29. **RIPPE CHRISTIAN** El Ciclo Estral [Libro]. - Minneapolis: [s.n.], 2009. - pág. 6.
30. **SINTEX** Fisiología Reproductiva del Bovino [En línea]. - 2005. - 20 de 01 de 2013. - [www.produccion-animal.com.ar/informacion técnica/inseminación artificial /71-Fisiologia Reproductiva del bovino pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial_/71-Fisiologia_Reproductiva_del_bovino.pdf).
31. **STEPHEN J. ROBERTS** D.V.M.SA. OBSTETRICIA VETERINARIA Y PATOLOGÍAS DE LA REPRODUCCIÓN [Libro]. - 2004.
32. **STEVEN VERBERCKMOES ANN VAN SOOM UNA, INGRID DE PAUW UNO, JEROENDEWULF UNO, CHRIS VERVAET B, AART DE KRUIF** un Salud del Hato [Libro]. - Bélgica: [s.n.], 2007.
33. **SUMANO H. OCAMPO, L.** Farmacología Veterinaria [Libro]. - México: McGraw Hill Interamericana, 2006. - ISBN 970-105696-5.

34. **VAN SOOM UN VERBERCKMOES S Y A, DE KRUIF.** Intra-uterine insemination in farm animals and humans.[En línea]. - 2004. - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15182297>. - PMID: 15182297.
35. **VERBERCLANOES S., VAN SCOOM, A., DE PAUW, I., DEWULF, J., VERVAET, C. AND AART DE KRUIF** Assessment of a new Útero-tubal junction insemination device in dairy cattle. [Libro]. - 2004.
36. **WATTIAUX MICHEL** [On line] <http://www.beadsland.com/weapas> [F. [En línea] // Revista Esenciales Lecheras Reproducción y Selección Genética. Instituto Babcock. - [On line] <http://www.beadsland.com/weapas> [F., 2009. - 20 de 12 de 2012. - [On line]



## ANEXOS

### Anexo 1 Costo total de la investigación

Materiales y equipos	Unidad de medida	cantidad	Precio/unidad	Total USD
guantes ginecológicos	Caja	1	18.00	18
Catéter de inseminación	Funda	1	9.00	9
Catéter de transferencia	Fundas	5	22	120
Gel lubricante	Galón	1	30	30
Ecógrafo	Alquiler por vaca	40	10	400
PGF2 $\alpha$	Una dosis	60	5.00	300
Nitrógeno líquido	Kg	20	4.50	90
Pajuela de inseminación	Unidad	40	15.00	600

Hojas de impresión	Paquete	2	5.00	10
Tinta de impresión	Frascos	4	8.00	32
Cuaderno	Unidad	1	3.00	3
Empastado		4	8.00	32
Transporte y alimentación				100
Subtotal				1774
Imprevistos 10%				174,4
<b>TOTAL</b>				<b>1.918,4</b>

## Anexo 2 Base de datos de los resultados IA convencional

Num	Repet	Trat	Tipo Insem	Gestante	Cond corp	Peso Kg	Edad	Tamaño	Parroquia	Sector
1	1	A	Conv	No	3,0	360	22	10,2	V. del Portete	San Agustín
2	2	A	Conv	Si	3,0	321	19	10,2	V. del Portete	San Agustín
3	3	A	Conv	No	3,0	300	18	14	V. del Portete	San Agustín
4	4	A	Conv	No	3,0	320	18	11,1	V. del Portete	San Agustín
5	1	A	Conv	No	3,0	305	21	10,4	V. del Portete	San Agustín
6	2	A	Conv	Si	3,3	301	18	10,7	Cumbe	Los Álamos
7	3	A	Conv	Si	3,3	390	18	11,1	Cumbe	Los Álamos
8	4	A	Conv	No	3,5	420	28	15,4	Cumbe	Los Álamos
9	1	A	Conv	No	3,3	415	20	14	Cumbe	Los Álamos
10	2	A	Conv	Si	3,3	327	20	10,8	Cumbe	Los Álamos
11	3	A	Conv	No	3,3	402	22	12	Cumbe	La Merced
12	4	A	Conv	No	3,0	320	19	12,2	Cumbe	La Merced
13	1	A	Conv	Si	3,3	380	18	15,4	Cumbe	La Merced
14	2	A	Conv	Si	3,3	400	24	15,4	Cumbe	La Merced
15	3	A	Conv	No	3,0	350	20	12,6	Cumbe	La Merced
16	4	A	Conv	No	3,3	380	19	10,5	V. del Portete	Irquis
17	1	A	Conv	Si	3,0	340	19	12,8	V. del Portete	Irquis
18	2	A	Conv	No	3,0	350	23	14,5	V. del Portete	Irquis
19	3	A	Conv	No	3,0	350	18	11,5	V. del Portete	Irquis
20	4	A	Conv	Si	3,5	400	24	12,3	V. del Portete	Irquis

### Anexo 3 Base de datos de los resultados IA profunda

1	1	B	Prof	Si	3,2	300	18	10,3	V. del Portete	San Agustín
2	2	B	Prof	No	2,8	305	18	15,06	V. del Portete	San Agustín
3	3	B	Prof	No	3,0	325	20	10,7	V. del Portete	San Agustín
4	4	B	Prof	Si	3,0	304	20	12,9	V. del Portete	San Agustín
5	1	B	Prof	No	3,0	306	18	12,9	V. del Portete	San Agustín
6	2	B	Prof	Si	3,3	320	18	12,9	Cumbe	Los Álamos
7	3	B	Prof	Si	3,3	400	22	10,7	Cumbe	Los Álamos
8	4	B	Prof	No	3,3	391	21	18,2	Cumbe	Los Álamos
9	1	B	Prof	Si	3,3	400	20	12,5	Cumbe	Los Álamos
10	2	B	Prof	Si	3,0	410	20	12	Cumbe	Los Álamos
11	3	B	Prof	Si	3,0	340	18	11,2	Cumbe	La Merced
12	4	B	Prof	No	3,3	390	23	10,9	Cumbe	La Merced
13	1	B	Prof	Si	3,3	394	21	10,2	Cumbe	La Merced
14	2	B	Prof	Si	3,3	420	24	12,8	Cumbe	La Merced
15	3	B	Prof	Si	3,0	320	20	10,9	Cumbe	La Merced
16	4	B	Prof	No	3,0	314	18	11	V. del Portete	Irquis
17	1	B	Prof	Si	3,3	380	20	10,2	V. del Portete	Irquis
18	2	B	Prof	Si	3,0	390	20	15,7	V. del Portete	Irquis
19	3	B	Prof	Si	3,3	400	26	11,8	V. del Portete	Irquis
20	4	B	Prof	Si	3,5	420	24	10,9	V. del Portete	Irquis

#### Anexo 4 Pruebas de homogeneidad de la muestra.

Repeticiones	Condición corporal		Edad (meses)		Peso (kg)		Tamaño folicular (mm)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
I	3,1	3,2	20,0	19,4	321,2	308,0	12,6	11,2
II	3,2	3,1	20,8	20,0	344,0	340,0	12,3	13,7
III	3,1	3,1	19,2	21,2	354,0	354,8	12,2	11,1
IV	3,3	3,2	21,6	21,2	352,6	369,4	12,3	12,8
<b>0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>20,4</b>	<b>20,5</b>	342,95	343,05	<b>12,4</b>	<b>12,2</b>
Diferencias	ns		ns		ns		ns	

#### Esquema del ADEVA

Fuentes de Variación	Gl	Valores tabulares	
		0,05	0,01
Total	7	6	13,7
Trat	1		
Error Exp	6		

#### Fórmula para obtener el coeficiente de variación

$$CV = \sqrt{\frac{CMEE_{Exp}}{\bar{X}}}$$

$$CV = 30.12 \%$$

### Cálculos prueba de DUNCAN

$$D = Q(\alpha; p; fe)S_0$$

$$D = Q(0,05; 1; 6)S_0$$

$$D = 3,46 \times 0,08$$

$$D = 0,27$$

### Promedios de gestación por tratamiento

	B	A		
	(Profunda)	(Convencional)		
	0,7	0,35		
Comparación de medias				Diferencia
B - A =	0,35	-	0,7	0,35

## Anexo 5 Fotografías

Equipo de ecografía mindray 6600 vet



Presencia del cuerpo lúteo con ecógrafo



## Selección de la muestra de vaconas



## Control del peso



Celo después de aplicación de prostaglandina



Medición del tamaño del folículo preovulatorio



## Inseminación convencional



## Inseminación profunda



## Diagnóstico de gestación



**Anexo 6 Hoja de campo**

No....

Nombre del animal.....

Número.....

Peso.....

Condición corporal.....

Parroquia.....

Sector.....

Propietario.....

Cuerpo lúteo funcional.....ovario derecho.....Izquierdo.....

Fecha de aplicación de prostaglandina.....

Fecha de inseminación.....

Inseminación convencional.....

Inseminación Profunda.....

Tamaño de folículo preovulatorio.....

Fecha de diagnóstico de gestación.....

Preñada .....no preñada.....