

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**“Efecto de dos protocolos de sincronización de celo en vacas de la raza
Aberdeen Angus en el Altiplano Peruano”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Richer Edwin Adco Medina

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS:

“EFECTO DE DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN VACAS DE LA RAZA ABERDEEN ANGUS EN EL ALTIPLANO PERUANO”

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Richer Edwin Adco Medina

PARA REALIZAR EL INFORME DE INVESTIGACIÓN Y OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

.....
Dr. Manuel Guido Pérez Durand

PRIMER MIEMBRO

.....
Ing. Alfredo Durand Zúñiga

SEGUNDO MIEMBRO

.....
MVZ. Harriold S. Portocarrero Prado

DIRECTOR

.....
Dr. Natalio Luque Mamani

ASESOR

.....
Mg. Sc. Uri Harold Pérez Guerra

ASESOR

.....
Mg. Sc. Hugo Wenceslao Deza Calsín

Área: Reproducción animal
Tema: Hormona en Bovinos

DEDICATORIA

Todos estos años de dedicación y esfuerzo, acompañados de las eventualidades que ocurrieron, los dedico sobre todo a quien ha sido mi aliado y mi benefactor, a Dios, que sin Él, nada hubiese sido posible, por la culminación de mi carrera por haberme dado la Vida, Sabiduría y Oportunidad de haber logrado llegar a ser un profesional.

A mis padres por su mutuo apoyo incondicional Francisco Adco León y Lucía Medina Ari, que me motivaron a cumplir un paso importante en mi vida.

A mis queridos hermanos, Elvira, Yuli, Alex y Noemí, por su constante apoyo y colaboración de siempre durante mi formación profesional.

Al Dr. Juan Pompeyo Zevallos Aragón (†), por su apoyo y consejos, siendo Él Director del CIP – Chuquibambilla al facilitar las instalaciones del centro.

RICHER

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno por ser alma mater de mi formación profesional.
- A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a los docentes que me brindaron sus conocimientos y sus sabias enseñanzas durante mi formación profesional.
- Al CIP – Chuquibambilla y por haberme facilitado sus instalaciones y ganado para la realización de la presente tesis.
- A mi gran Amigo y Maestro, mi más sincero agradecimiento, con admiración y respeto al Mg. Sc. MVZ. Uri Harold Pérez Guerra, asesor del presente trabajo de investigación, quien desinteresadamente me brindo su orientación, apoyo y demás consejos.
- Al Dr. Natalio Luque Mamani, por su acertada dirección y colaboración durante la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.
- A los docentes Dr. Guido Manuel Pérez Durand, Ing. Alfredo Durand Zuñiga y MVZ. Harnold Portocarrero Prado, por su colaboración y comprensión desinteresada como miembros del jurado.
- A mis Amigos MVZ. Rassiel Macedo Sucari, MVZ. Cesar Salvador Duran Mantilla, por el aliento y motivación durante el transcurso de mis estudios, además del apoyo en la ejecución de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. ABERDEEN ANGUS.	6
2.2. CICLO ESTRAL.....	7
2.2.1. Fases y endocrinología del ciclo estral.....	8
2.2.1.1. Diestro	8
2.2.1.2. Proestro	8
2.2.1.3. Estro	9
2.2.1.4. Metaestro.....	10
2.3. EL PROCESO DE LA FOLICULOGÉNESIS	11
2.3.1. Folículos prenatales	11
2.3.1.1. Folículos primordiales:	11
2.3.1.2. Folículo primario:	12
2.3.1.3. Folículo secundario:.....	12
2.3.1.4. Folículos antrales, terciarios o madurantes.....	13
2.3.2. Folículos preovulatorio, ovulatorios o maduros	13
2.4. DINÁMICA FOLICULAR	14
2.4.1. Fases del desarrollo de la dinámica folicular.....	15
2.4.1.1. Reclutamiento folicular.....	15
2.4.1.2. Selección folicular	15
2.4.1.3. Divergencia y dominancia	15
2.4.2. Endocrinología y factores intraováricos del crecimiento folicular	17
2.4.3. Mecanismos de atresia folicular	17
2.4.4. Características de la dinámica folicular entre estados fisiológicos y condiciones ambientales en hembras bovinas.....	18
2.4.5. Duración de las ondas de desarrollo folicular (intervalo entre ondas). 19	
2.4.6. Diámetro máximo del folículo dominante	19
2.5. CUERPO LÚTEO DURANTE EL CICLO ESTRAL EN VACAS	19
2.5.1. Formación del Cuerpo Lúteo.....	19
2.6. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO.	20
2.6.1. TIPOS O FORMAS DE SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO	21
2.6.1.1. CIDR (Dispositivo Intravaginal de Liberación Controlada).	21
2.6.1.2. Prostaglandinas.	21
2.6.1.3. Hormona liberadora de Gonadotropinas (GnRH).....	22
2.6.1.4. Combinación de la GnRH y Prostaglandina.....	23
2.6.1.5. Protocolos de sincronización de celo.....	23

2.6.1.6. Ovsynch.....	23
Figura 1: Días de tratamiento del tratamiento Ovsynch. La IATF se realiza de 0 a 24 horas (lo óptimo es de 16 a 18 horas) post 2da aplicación de GnRH.....	26
2.6.1.7. CIDR – Synch	26
Figura 2: Esquema de tratamientos de CIDR - Synch.....	27
2.7. ULTRASONOGRAFÍA REPRODUCTIVA.....	30
2.7.1. Equipos y transductores.....	30
2.7.2. Modo de utilización del ecógrafo.....	31
2.7.3. Aplicaciones de la ecografía en la reproducción bovina	32
2.7.3.1. Examen general de los ovarios.....	32
2.7.3.1.1..... Determinación de la dinámica folicular	32
2.7.3.1.2..... Determinación del momento de la ovulación	33
2.7.4. Morfología y crecimiento del cuerpo lúteo (CL)	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	36
3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....	36
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	36
3.3. METODOLOGÍA.....	37
3.3.1. Selección de Vacas.....	37
3.3.2. Condición Corporal	38
3.3.3. Día 0 Ultrasonografía, definición de la funcionalidad ovárica....	38
3.3.4. Día 0 Ultrasonografía presencia de cuerpo lúteo	38
3.3.5. Determinación de la tasa de crecimiento del Folículo Ovulatorio	38
3.3.6. Determinación del diámetro máximo del Folículo Ovulatorio. ...	39
3.3.7. Determinación de tasa de preñez.	39
3.3.8. Descripción del proceso de ultrasonografía.....	39
3.3.9. Procedimiento para la utilización de los protocolos de sincronización.....	41
3.3.9.1. Ovsynch:.....	41
Figura 03: protocolo hormonal para la ovulación sincronizada "OVSYNCH"	41
3.3.9.2. CIDR – SYNCH.....	41
Figura 04: protocolo CIDR	42
3.4. Análisis estadístico	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. Funcionalidad ovárica en vacas de Carne.....	44
4.2. Presencia de Cuerpo Lúteo (CL) en ovario funcional	45
4.3. Tasa de Crecimiento del Folículo Ovulatorio.	46
4.4. Diámetro Máximo del Folículo Ovulatorio	48
4.5. Dinámica Folicular de los Tratamientos de Sincronización.....	50

4.6. Tasa de preñez.....	53
4.7. Condición Corporal (CC) de Vacas de Carne.....	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES.....	58
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	59
VIII. ANEXOS.....	78
A1. PANEL FOTOGRÁFICO DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.....	79
A2. PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO.....	82
A3. OVARIOGRAMA DEL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN CIDR SYNCH Y OVSYNCH.....	91
A4. PANEL FOTOGRÁFICO DE ULTRASONOGRAFIA.....	100
IX. Resultados del protocolo de sincronización Ovsynch.....	101

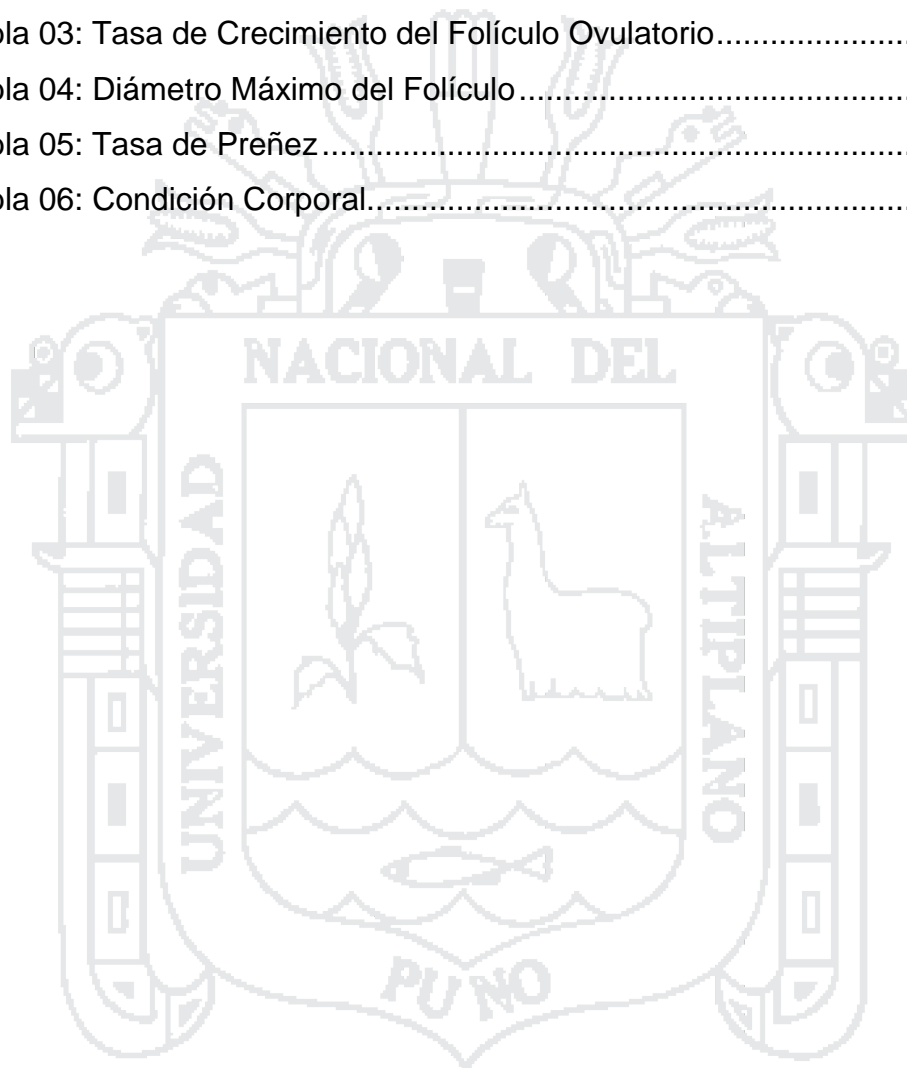


ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Días de tratamiento del tratamiento Ovsynch. La IATF se realiza de 0 a 24 horas (lo óptimo es de 16 a 18 horas) post 2da aplicación de GnRH.....	26
Figura 2: Esquema de tratamientos de CIDR - Synch.....	27
Figura 03: protocolo hormonal para la ovulación sincronizada "OVSYNCH"	41
Figura 04: protocolo CIDR	42
Figura 5: Dinámica Folicular.....	51
Figura 06: Selección de vacas de la raza Aberdeen Angus utilizadas para la sincronización de celo.....	80
Figura 07: identificación de vacas con collarín verde para el protocolo de sincronización Ovsynch con su número respectivo.....	80
Figura 08: identificación de vacas con collarín de color naranja para el protocolo de sincronización CIDR – Synch con su número respectivo.....	81
Figura 09: traslado de las vacas hacia la manga del centro CIP – Chuquibambilla.....	83
Figura 10: selección de las vacas del experimento en el corral de aparte del CIP.....	83
Figura 11: realizando sujeción en la manga para realizar el experimento.....	84
Figura 12: Se realizó la ultrasonografía a cargo del especialista a los dos grupos de vacas del experimento.....	84
Figura 13: método de exploración de la ultrasonografía del aparato reproductor de la vaca.....	85
Figura 14: Cargado en la jeringa de GnRH para su administración en los grupos de experimentación (Ovsynch y CIDR – Synch).....	87
Figura 15: administración de GnRH en la región de la grupa de la vaca, en los dos grupos de experimentación.....	
Figura 16: Armado del dispositivo intravaginal que se colocó en vacas del grupo experimental del CIDR.....	88
Figura 17: limpieza, desinfección y lubricación de la vulva para el colocado del CIDR.....	
Figura 18: Colocado del CIDR.....	89
Figura 19: Inseminación a los dos grupos de vacas de experimentación.....	89
Figura 20: se realizó la ultrasonografía para determinar la tasa de preñez.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Funcionalidad Ovárica en vacas de Carne.....	44
Tabla 02: Presencia de Cuerpo Lúteo en Ovario Funcional.....	45
Tabla 03: Tasa de Crecimiento del Folículo Ovulatorio.....	47
Tabla 04: Diámetro Máximo del Folículo.....	48
Tabla 05: Tasa de Preñez.....	53
Tabla 06: Condición Corporal.....	55



RESUMEN

Efecto de dos protocolos de sincronización de celo en vacas de la raza Aberdeen Angus en el Altiplano Puneño, los objetivos fueron evaluar el efecto de dos protocolos de sincronización de celo en vacas de la raza Aberdeen Angus en el Altiplano peruano, describir el efecto de la sincronización de celo sobre la tasa de preñez y describir la dinámica folicular mediante Ultrasonografía en vacas de raza Aberdeen Angus. En el Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla de la Universidad Nacional del Altiplano en el año 2016, el experimento se realizó con 20 vacas que al inicio fueron evaluados para comprobar que estén en estado no gestante para realizar el estudio, se dividió en dos grupos de 10 vacas para dos tratamientos, el primer tratamiento (TI) se usó un protocolo Ovsynch que consiste en una dosis inicial de GnRH, seguida de la aplicación de PGF2 α siete días después y una segunda dosis de GnRH 48 horas más tarde realizando la inseminación a Tiempo Fijo (IATF) 12 horas luego de la última inyección de GnRH. En el segundo tratamiento (TII) CIDR – Synch al protocolo Ovsynch se adiciona el CIDR en el día 0 y retiro el día 7. Se obtuvo los siguientes resultados: La funcionalidad ovárica para el TI 50% tanto para el ovario derecho e izquierdo, mientras que para el TII 75 y 25% para ovario derecho e izquierdo respectivamente; presencia de cuerpo lúteo (CL) al inicio del estudio TI 75% presencia de CL y 25% ausencia de CL para el TII presencia de CL 60% y ausencia 40%; tasa de crecimiento del Folículo Ovulatorio TI fue de 0.5 ± 0.87 la tasa de crecimiento y para el TII es de 1.2 ± 0.74 ; Diámetro Máximo del Folículo Ovulatorio TI el promedio del diámetro máximo es 8.09mm con un DS de 3.23 mm y para el TII el promedio fue de 10.2 mm y DS de 3.11 respectivamente; En el estudio la ovulación sincronizada tuvo un resultado adecuado; Tasa de preñez para el Ovsynch 30% y para el CIDR – Synch 70%; La condición corporal asociado a la preñez para el TI 3.33 preñadas y no preñadas 3.25 en promedio y para el TII 3.55 preñadas y 3.16 no preñadas. En conclusión se demostró que el protocolo de sincronización CIDR – Synch (70%) es un excelente sistema más eficiente.

Palabras Claves: Sincronización, celo, Aberdeen Angus, Folículo, Cuerpo lúteo, Preñez, Ovsynch, CIDR – Synch.

ABSTRACT

Effect of two estrus synchronization protocols on Aberdeen Angus cows in the Puneño Altiplano, the objectives were to evaluate the effect of two estrus synchronization protocols on Aberdeen Angus cows in the Peruvian Altiplano, to describe the effect of estrus synchronization of the Aberdeen Angus breed on the pregnancy rate and to describe the follicular dynamics using Ultrasonography in Aberdeen Angus cows. At the Chuquibambilla Research and Production Center of the National University of the Altiplano in 2016, the experiment was performed with 20 cows that at first were evaluated to verify that they were in a non-pregnant state to carry out the study, it was divided into two groups of 10 cows for two treatments, the first treatment (TI) was used an Ovsynch protocol consisting of an initial dose of GnRH, followed by the application of PGF2 α seven days later and a second dose of GnRH 48 hours later performing insemination at 12 hours After the last injection of GnRH, In the second treatment (TII) CIDR - Synch to the Ovsynch protocol the CIDR is added at day 0 and withdrawn on day 7. The following results were obtained: Ovarian functionality for TI 50% for both right and left ovary, while for TII 75 and 25% for right and left ovary respectively; Presence of corpus luteum (LC) at the beginning of the study TI 75% presence of CL and 25% absence of CL for TII presence of CL 60% and absence 40%; Growth rate of the Ovulatory Follicle IT was 0.5 ± 0.87 the growth rate and for the TII it was 1.2 ± 0.74 ; Maximum Diameter of Ovulatory Follicle TI The average maximum diameter is 8.09mm with a DS of 3.23mm and for the TII the average was 10.2mm and DS of 3.11 respectively; In the study, synchronized ovulation had an adequate outcome; Pregnancy rate for Ovsynch 30% and for CIDR - Synch 70%; Body condition associated with pregnancy for TI 3.33 pregnant and non-pregnant 3.25 on average and for TII 3.55 pregnant and 3.16 non-pregnant. In conclusion, it was demonstrated that the CIDR - Synch synchronization protocol (70%) is an excellent and efficient system.

Keywords: Synchronization, estrus, Aberdeen Angus, Follicle, Corpus luteum, Pregnancy, Ovsynch, CIDR - Synch.

I. INTRODUCCIÓN

La inclusión del Perú a la economía mundial genera las posibilidades de integrar los alimentos de origen animal producidos en la región de Puno en los mercados nacionales e internacionales. En este contexto se ha trabajado intensamente para que los procesos productivos sean eficientes en la crianza de ganado vacuno mediante el desarrollo de la mejora animal (Gobierno Regional de Puno, 2016).

El año 2013 la población nacional de ganado vacuno fue de 5, 555,988 unidades. La región de Puno posee mayor número de unidades de ganado vacuno 12.50%, después le siguen en tamaño de cabezas las regiones de Cajamarca (11.74%), Ayacucho (9.63%), Cuzco (7.44%), y Junín (5.62%); estas cinco principales regiones concentran el 46.93% de las cabezas de ganado en el país (INIEA, 2014)

En el caso del ganado para carne, una de las causas fundamentales de los bajos ingresos que se obtenían por el engorde era la baja productividad de la crianza del ganado, debido al restringido acceso a recursos productivos, a la escasa aplicación de técnicas de alimentación, sanidad y selección de ganado y, finalmente, a la carencia de infraestructura adecuada, todo lo cual generaba que el incremento diario de peso vivo fuera mínimo. Ello obligaba a los productores a utilizar periodos de tiempo prolongados para la saca, generalmente entre uno y un año y medio (IRAC, 2004).

La baja eficiencia y los altos costos que representa la detección de celo, limitan la introducción de programas de inseminación artificial y consecuentemente el desempeño de las hembras en ganado de carne. Es

decir, que una porción de las vacas que ciclan, los celos no son detectados. Los esfuerzos por mejorar la eficiencia reproductiva de los hatos, incluyen el uso de hormonas para manipular el cuerpo lúteo y la expresión del celo. Se ha demostrado que el uso de prostaglandina F_{2α} y gonadotropinas inicia la actividad ovárica de vacas anéstricas (Diaz *et al.* 2002)

La pérdida de un ciclo es crítica en cualquier sistema, pero especialmente en programas de inseminación artificial donde la detección de los celos depende del hombre. Esta ha sido posiblemente una de las mayores limitantes para utilización masiva de la inseminación artificial, por esta razón se han creado protocolos de sincronización de celo el Ovsynch, CIDR – Synch, Co - Synch y otros que ayudan a mejorar la detección de celo y la inseminación artificial a tiempo fijo IATF (IRAC, 2004)

Los eventos que suceden en la dinámica folicular de vacas de la raza Aberdeen Angus criadas en altura tras el inicio de un protocolo de sincronización de celo es aún desconocido, siendo necesario el estudio de estos ay que su uso se encuentra en aumento en nuestra región, como consecuencia de una marcada disminución de las tasas de detección de celo y por ende una disminución en las tasas de concepción de las vacas, pues una gestación y posterior nacimiento del ternero es imprescindible para lograr una eficiencia en la producción; es por ello que se plantea realizar el presente trabajo en el que realizará el seguimiento ecográfico de la dinámica folicular de vacas de la raza Aberdeen Angus sometidas a un protocolo de sincronización de celo.

Los objetivos del estudio fueron describir el efecto de dos protocolos de sincronización de celo de raza Aberdeen Angus sobre la tasa de preñez y describir la dinámica folicular mediante ecografía en vacas de raza Aberdeen Angus sometidas a dos protocolos de sincronización de celo.



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ABERDEEN ANGUS.

Es de origen escocés, y una raza de ganado de carne muy extendida en el mundo, que ahora está siendo criada en distintas variedades. El nombre hace referencia a los dos condados, donde se crían las variedades principales. Inicialmente, se trataba de una raza pequeña maduración temprana. Como resultado de una selección y emparejamiento planeado durante décadas (Bavera, 2007).

En general, el color de la capa es negro uniforme; el pelo es corto o de longitud media, sedoso y de grosor medio, la piel también está pigmentada en negro, aunque existen animales de capa roja, que ya están diferenciados como grupo genético (Angus rojo); estos últimos son tan buenos como los negros, considerando todas sus características, tanto físicas como funcionales. La longitud de la cabeza es entre corta y media, amplia en la frente y ancha en el morro; nunca presenta cuernos. El cuerpo es largo con un dorso recto y ancho, una gran profundidad corporal y torácica y con la línea ventral paralela a la dorsal, el esternón es prominente, el lomo ancho y los cuartos traseros largos, anchos y musculosos. Las patas son cortas y de huesos finos. La pezuña es sólida y bien angulada y fuerte en el macho. Los Aberdeen Angus son más pequeños que los Hereford y los Shorthorn y su cuerpo es más cilíndrico. Por su tamaño, los Angus son animales intermedios y equilibrados: poseen una masa muscular abundante, lo que implica un animal terminado, mostrará una masa muscular indiferenciada y abundante ligada al buen tamaño de los testículos, mientras que en las vacas, la expresión debe ser de gran femineidad, de cabeza pequeña y cuello suave, bien insertado al cuerpo. Los

cuartos y las nalgas son anchos de musculatura sólida. Las patas bien aplomadas y separadas indican buena aptitud cárnica. La ubre es de tamaño medio, con pezones finos, de tamaño medio (UNAM, 2010).

Esta raza es resistente a las enfermedades y posee demandas moderadas en cuanto a las condiciones de alimentación y de alojamiento. La característica más prominente de estas razas es su buena capacidad reproductiva y excelentes características maternas. Las novillas son productivas a la edad de 13 a 15 meses, y el procedimiento de cría es sencillo. El peso de los terneros recién nacidos es de 25-30 kg. La vaca produce leche suficiente y cuida de sus crías. El peso medio de los terneros después de un periodo de 205 días puede alcanzar los 300 kg. La raza materna es ideal para combinaciones cruzadas. Su capacidad de engorde es media. La ganancia diaria de peso de los terneros que pastan regularmente a lo largo de los primeros 8 meses es de un promedio de 900 a 1.000 gramos. Es una raza que presenta un rápido crecimiento (Bavera, 2007).

A lo largo de un proceso intensivo de engorde, el aumento de masa puede ser alto, pero una vez alcanzados los 500 kg de peso, el cúmulo de grasa se desarrolla rápidamente. La carne es de grano fino, entreverado y muy sabroso, una carne especial de bistec (UNAM, 2010)

2.2. CICLO ESTRAL

De acuerdo con Palma (2008), la hembra cuando alcanza la pubertad está apta para reproducirse e iniciar su apetencia sexual por el sexo opuesto, la pubertad varía considerablemente de acuerdo con la raza, nutrición, clima, manejo, etc., manifiesta cambios rítmicos en su conducta sexual, denominada

celo o estro. Los acontecimientos que comienzan en un celo y finalizan en el siguiente reciben el nombre de ciclo estral.

2.2.1. Fases y endocrinología del ciclo estral

Para Roberts (1971) y Arthur (1975), el ciclo estral consta de cuatro fases o periodos: diestro, proestro, estro y metaestro.

2.2.1.1. Diestro

El diestro, dura de 12 a 15 días, caracterizado principalmente por la presencia del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona es mucho más que en la fase anterior (Rojas, 2007). Es el periodo de reposo sexual, en el cual se produce la lisis del cuerpo lúteo (Roberts, 1971). Se cumple la máxima función luteal. Para Duchens y De los Reyes (2008), se extiende entre los días 4 y 18 del ciclo, y comienza cuando el cuerpo lúteo secreta concentraciones significativa de progesterona, las que generalmente sobrepasan 1ng mL^{-1} (aprox $3,2\text{ nmol L}^{-1}$) hacia el día 4 del ciclo. Mientras el cuerpo lúteo esté en funcionalidad y se mantengan niveles altos de progesterona en circulación, no hay manifestación de estro, favoreciendo el feedback negativo para gonadotrofinas en la fase luteal, los patrones de secreción de LH se modifican nuevamente hacia una baja periodicidad pero con pulsos de mayor amplitud (Hafez, 1996).

2.2.1.2. Proestro

Dura aproximadamente 1 a 3 días, en esta fase disminuye la secreción de progesterona como consecuencia de la regresión del cuerpo lúteo. El folículo de Graff crece y aumenta los niveles de estrógenos en sangre, y continua con el estro (Rojas, 2007). Para Arthur (1975), es la fase inmediatamente anterior al estro, donde hay un marcado incremento de la

actividad de los órganos reproductivos, se evidencia luteólisis, los folículos crecen rápidamente, el útero se amplía, su mucosa se vuelve congestionada y edematosa y sus glándulas activas, la mucosa vaginal se vuelve hiperémica y sus células epiteliales se cornifican y su secreción se incrementa.

Palma (2008), también expresa que este período, cuya duración es 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo pues la $PGF2\alpha$ (prostaglandina $F2\alpha$), de origen uterino, es el principal agente luteolítico que llega al ovario mediante un mecanismo de contracorriente establecido entre la vena uterina y la arteria ovárica.

2.2.1.3. Estro

Para Rojas (2007) la duración de la fase del estro en ganado bovino es variable, en promedio es de 18 horas la ovulación se produce a los 10 o 14 horas después del final del estro. Durante esta fase la hormona ovárica que predomina es el estrógeno (estradiol 17 beta). Bath *et al* (1982), expresan que las señales de estro incluyen el ponerse en pie cuando la montan otras vacas, montar a otras vacas, el flujo claro de moco de la vulva, la vulva dilatada, la inquietud y, a veces, los mugidos y el estrógeno es la hormona ovárica predominante durante esta fase del ciclo. Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH (Roberts, 1971). Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feedback negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH (Sintex, 2005).

Posteriormente, 4 a 12 horas después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular (Bath *et al.* 1982).

2.2.1.4. Metaestro

El metaestro es el período post – estival que dura entre 3 a 4 días, disminuye los niveles de estrógeno y el cuerpo lúteo comienza a desarrollarse. En esta fase hay secreción de la hormona progesterona con un incremento progresivo durante este tiempo, además se puede observar descarga de sangre por la vagina en un 50 % en las vacas adultas y un 90 % en vaquillas, sin que este sangrado se relacione con la fertilidad, es útil este sangrado porque hace 2 a 4 días estuvo en celo y que no se observó por lo que es inútil realizar la monta natural o inseminar artificialmente (Rojas, 2007).

Hay ciertas características internas que suceden durante esta fase como son: el folículo se rompe y se produce la ovulación, el útero presenta un tono erecto, mientras el endometrio se prepara para recibir el posible embrión, a la vez se estimula el crecimiento inicial del cuerpo lúteo (Roberts, 1971).

Sin embargo hay autores que clasifican el ciclo estival en forma diferente a la clasificación tradicional así, según Callejas (1995), el ciclo estival se puede dividir en tres fases: fase folicular o de regresión lútea (proestro), fase preovulatorio (estro y metaestro), fase luteal (diestro).

Bajo condiciones normales, el ciclo estival tiene una duración de 20 días en novillas y 21 días en vacas, el rango normal es de 18 a 22 y 18 a 24 días, respectivamente (Arthur, 1975), La conducta sexual de manera rítmica en las vacas se manifiesta o se inicia durante la pubertad y continúa en la vaca por el resto de su vida reproductiva a intervalos regulares, interrumpiéndose en la

concepción. El intervalo de celo hasta el otro celo se denomina ciclo estrual. La duración de este ciclo varía, inicio de la pubertad entre 18 a 22 días, en vacas adultas este puede variar desde 17 a 25 días siendo en forma general un promedio de 21 días. El ciclo estrual consta de 4 fases: estro, metaestro, diestro y proestro. Las fases de proestro y estro se le denomina como la fase folicular ó estrogénica y las fase de metaestro y diestro se le conoce como la fase lutea o progestacional (Rojas, 2007). Según Roberts (1971), la duración del ciclo estral es de 18 a 24 días con una media de 21 días, la duración del estro para zonas templadas es de 18 horas en promedio con variación entre 12 a 28 horas, la ovulación ocurre de 10 a 15 horas después de finalizado el estro.

2.3. EL PROCESO DE LA FOLICULOGÉNESIS

La foliculogénesis es el proceso de formación de folículos maduros capaces de ovular a partir de los folículos primordiales que yacen estáticos en el ovario. Este proceso puede ser dividido, de acuerdo con las características fisiológicas de cada grupo de folículos, en las siguientes etapas (Fricke, 2007):

2.3.1. Folículos prenatales

Los folículos prenatales e dividen en:

2.3.1.1. Folículos primordiales:

Formados prenatalmente, no permanecen más allá de los 6 meses de vida postnatal. Están constituidos por ovocitos primarios rodeados de una única capa de células de la granulosa⁵, aplanadas, sin zona pelúcida⁶, rodeados por algunas células de la pregranulosa y envueltos por la membrana basal (D`Occhio, 2000). Su evolución es independiente de las gonadotrofinas. Componen el stock de folículos formados durante la vida fetal que se van a desarrollar durante la vida reproductiva de la hembra. Esos folículos en estado

de que en esencia son caracterizados por un ovocito en la *profase* de la primera división meiotica (Adams, 1993).

2.3.1.2. Folículo primario:

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

2.3.1.3. Folículo secundario:

Proliferan las células de la granulosa formando varias capas y uniéndose entre ellas mediante GAPS. En las áreas en que se pierde la unión entre las células de la granulosa se forman unas lagunas conocidas como cuerpos de Call-Exner, previo a la formación del antro por su confluencia. Se diferencian e hipertrofian las células tecales, las internas al final del estadio primario están separadas de la granulosa por una membrana basal impermeable y las externas formadas por compresión del estroma circundante ante la expansión folicular (Adams, 1993).

La granulosa desarrolla receptores para FSH, estrógenos y andrógenos. Con la teca el folículo adquiere un suministro sanguíneo (1 o 2 arteriolas que acaban en una red capilar adyacente a la membrana basal) y las células tecales desarrollan receptores para la LH (Ascoli et al., 1996).

Estos folículos parecen abrirse paso hacia la superficie del ovario a través del cono de Strassmann (un penacho cónico que se forma en un polo de la teca) (Asprón, 2004). Los folículos estrogénicos también sobresalen por su habilidad para resistir la atresia y pasar a los estadios finales de maduración (Adams, 1993). Estos folículos tienen el potencial de tornarse ovulatorios cuando son expuestos a un ambiente endocrino adecuado, especialmente en la presencia de un patrón pulsátil de LH con alta frecuencia (Ascoli et al., 1996).

2.3.1.4. Folículos antrales, terciarios o madurantes

La coalescencia de los cuerpos de Call-Exner conduce a la formación del antro folicular, inicialmente semilunar, desplazando a las células de la granulosa que, rodeando el ovocito, permanecen íntegras formando el *cumulus oophorus* (cúmulo prolífero). El líquido folicular, que alcanza unas 1.000, está lleno de esteroides, péptidos¹⁹ y otras sustancias (Baird, 1978).

La formación del fluido que pre-llena la cavidad antral ocurre en folículos con diámetro alrededor de 0,2 – 0,4 mm (Turnbull *et al.*, 1977). Luego, posterior a la formación del antro, los folículos entran en un rápido periodo de crecimiento, marcado por la alta proliferación celular (granulosa y teca), en consecuencia los elevados índices mitóticos se observan en folículos entre 0,7 y 1,5 mm declinando cuando alcanzan los 2,2 mm (Echeverrías, 2006).

2.3.2. Folículos preovulatorio, ovulatorios o maduros

Los folículos preovulatorios, denominados también folículos estrogénicos, alcanzan un desarrollo máximo de 15 mm. El *cumulus oophorus* está arrinconado y constituido por la corona radiada (células de la granulosa que envuelven al ovocito), la zona pelúcida (*microvillis*²⁰ en el espacio previtelino), la membrana vitelina (membrana del ovocito), la vesícula germinal

(citoplasma del ovocito) y la mancha germinal (núcleo del ovocito) (Fricke, 2007).

2.4. DINÁMICA FOLICULAR

Ginther *et al.* (1989c), Adams *et al.* (1992), Bó *et al.* (1994) y Wiltbank *et al.* (1996), sugieren que el crecimiento de folículos bovinos ocurre en un patrón denominado ondas de crecimiento folicular.

Con el apoyo de técnicas de biología molecular, ultrasonografía y otras, ha sido posible realizar estudios importantes sobre las variaciones que puede presentar la dinámica folicular en ganado *Bos taurus* y *Bos indicus*, encontrándose diferencias representativas entre y dentro de especies, ocasionadas entre otros, por efectos genéticos y ambientales (Henao, 2010). Es muy importante realizar estudios sobre la función reproductiva teniendo en cuenta las diferencias de la dinámica folicular entre estados fisiológicos y condiciones ambientales de hembras *B. taurus*, con el fin de optimizar los resultados en biotecnología de la reproducción animal (Henao, 2010).

Pearson y Ginther (1984) realizaron el primer estudio ultrasonográfico de ovarios bovinos, determinando la presencia de ondas foliculares durante el ciclo estral. Aunque se ha logrado un gran avance en el conocimiento de la fisiología ovárica aún se desconocen muchos eventos relacionados con el crecimiento y desarrollo de los folículos (Henao, 2010).

Una onda de desarrollo folicular se puede definir como el desarrollo armónico y simultáneo de varios folículos antrales pequeños, en promedio 24 por onda con un rango de 8 a 41, funcionando a través de estadios integrados de reclutación, selección y dominancia folicular (Fernández, 2003).

2.4.1. Fases del desarrollo de la dinámica folicular

2.4.1.1. Reclutamiento folicular

El reclutamiento es un proceso por el que, bajo la responsabilidad de factores intraováricos (factores de crecimiento ligados a la insulina y sus proteínas de enlace IGFBP) estimulados por la FSH, un conjunto de folículos antrales tempranos (2-3 mm de diámetro) comienzan a crecer en un medio con suficiente soporte gonadotrófico que les permita progresar a la ovulación (Fernández, 2003). Del grupo grande de folículos que inician su desarrollo solamente un pequeño porcentaje logra su potencial completo (endocrino y gametogénico), a lo que se denomina proceso de selección y crecimiento folicular (Adams, 1993).

Es el proceso por el cual un grupo de folículos, provenientes del conjunto de folículos en crecimiento lento (desarrollados durante los anteriores cuatro a seis meses), inicia un crecimiento rápido (Webb *et al.*, 1999) bajo el estímulo de la oleada de FSH (Ginther *et al.*, 1996).

2.4.1.2. Selección folicular

La selección de un folículo dominante se refiere al mecanismo que determina cual folículo de la cohorte es seleccionado para continuar creciendo y convertirse en dominante evadiendo la atresia (Webb *et al.*, 1999). El principal evento morfológico en el proceso de selección es la divergencia (Ginther *et al.*, 1996).

2.4.1.3. Divergencia y dominancia

La divergencia del folículo dominante corresponde al tiempo durante el cual el folículo dominante y el subordinado más desarrollado crecen a tasas diferentes, antes de que el subordinado manifieste atresia (Bodensteiner *et al.*,

1996). Cuando se hace monitoreo ultrasonográfico diario de los ovarios, la primera onda folicular de un ciclo estral se inicia probablemente el día de la ovulación, no siendo posible determinar en este momento cuál será el folículo que dominará, pero al segundo día puede existir divergencia entre el diámetro del folículo que llegará a convertirse en dominante y el de los demás: 8.5 ± 0.5 mm y 7.3 ± 0.7 mm, respectivamente (Henao y Trujillo, 2003).

En estudios retrospectivos el folículo más grande los días uno, dos, tres, cuatro y seis fue el dominante en 40%, 75%, 90%, 99% y 100% de los casos, respectivamente (Bodensteiner *et al.*, 1996).

Otra característica del folículo más grande con respecto a los más pequeños, al segundo día de iniciada la onda, es su menor concentración de andrógenos (2.7 ± 0.6 y 13.2 ± 2.9 ng/mL, respectivamente) en el fluido folicular, debido a que en los primeros las células de la granulosa los están transformando en estradiol. Una característica del folículo dominante es su alta relación estrógeno/progesterona (Bodensteiner *et al.*, 1996), sin embargo al día dos, los niveles de progesterona no presentan diferencias significativas entre ambos tipos de folículos: 12.2 ± 2.3 y 20.1 ± 8.6 ng/mL, respectivamente (Fortune, 2002).

En un ciclo sexual fisiológico, el factor fundamental que determina el destino del folículo dominante (ovulación o atresia) es el nivel de progesterona cuando este folículo finaliza su fase de crecimiento, ya que cuando los niveles de progesterona son elevados (fase luteínica del ciclo) se produce la regresión del folículo dominante, mientras que en la fase folicular del ciclo, sin el "freno" de la progesterona, el destino del folículo dominante es la ovulación (Fernández, 2003).

2.4.2. Endocrinología y factores intraováricos del crecimiento folicular

El crecimiento, maduración, ovulación y luteinización del folículo de Graaf dependen de patrones apropiados de secreción, concentraciones suficientes y proporciones adecuadas de FSH y LH en el suero. Entre las hormonas participantes se incluyen esteroides, prostaglandinas y glucoproteínas, todos secretados por las células B del lóbulo anterior de la hipófisis (Galindo, 2004).

Entonces la selección folicular y el desarrollo de dominancia involucran la integración de mecanismos sistémicos y locales y la integración óptima de esos mecanismos determina la respuesta de folículos individuales a las gonadotropinas (Espinoza *et al.*, 2007).

2.4.3. Mecanismos de atresia folicular

Según Erickson *et al.* (1976), prácticamente todos los folículos de los ovarios de la hembra sufren atresia, “evento que puede ocurrir en el periodo prenatal”, porque una vaca de 10 a 14 años tiene hasta 25000 ovocitos presentes, (cerca del 99,9% de los folículos no llegan a la ovulación); según Erickson *et al.* (1976), una vaca a los 10 años teniendo un parto al año, tan solo puede ovular de 30 a 50 ovocitos. Además, esto puede ser demostrado si se calcula que, un animal ciclando normalmente en un periodo de 15 años va a ovular menos de 300 ovocitos (ovulando cada 21 días o 17,4 veces al año, en 15 años igual a 260 ovulaciones y que por cada folículo que llega a término, 12 folículos sufren atresia) dentro de los 0,7 millones existentes al nacimiento.

Según Buttker y Sandstrom (1994), los mecanismos que delinean la atresia folicular no son bien conocidos, daños en el ADN, así como el inicio de la liberación de radicales libres de oxidación han sido propuestos como

posibles mecanismos que permiten la activación de la cascada de apoptosis en los folículos atrésicos. Para Hsueh *et al.* (1994), la atresia es principalmente inducida durante la fase de dominancia folicular y afecta folículos de todos los tamaños, según estos autores, el 85% de los folículos ováricos tomados en cualquier fase del ciclo estral son atrésicos.

Según Hussein (2005), la apoptosis mecanismo de muerte celular programada, ha sido implicada en los procesos de normal funcionamiento del ovario y del crecimiento folicular, así como la atresia y regresión del cuerpo lúteo. Según este autor, este proceso ocurre en el periodo fetal y en la vida adulta. Para Johnstone *et al.* (2002), la apoptosis es mediada por factores intrínsecos y extrínsecos que, para Johnson (2003), son el estrés oxidativo, irradiación, activación de los genes promotores de apoptosis, daño del ADN, citoquinas, capa de proteínas virales, o el retiro de células de factores de crecimiento.

2.4.4. Características de la dinámica folicular entre estados fisiológicos y condiciones ambientales en hembras bovinas.

El desarrollo de la dinámica folicular se produce durante los períodos prepuberal (Adams *et al.*, 1993; Calderón *et al.*, 2000; Reis *et al.*, 2005), puberal (Sunderland *et al.*, 1996; Figueiredo *et al.*, 1997; Calderón *et al.*, 2000), anestro posparto (Murphy *et al.*, 1990; Henao, 1998; Henao *et al.*, 2002), primeros meses de gestación (Sunderland *et al.*, 1996; Monniaux *et al.*, 1997; Henao y Trujillo, 2003) y ciclo estral (Murphy *et al.*, 1990; Savio *et al.*, 1990; Henao, 1998).

2.4.5. Duración de las ondas de desarrollo folicular (intervalo entre ondas).

El intervalo interonda se define como la diferencia en días entre el inicio de una oleada folicular caracterizada por el crecimiento de un gran número de folículos al mismo tiempo, seguido por la posterior selección de un folículo dominante y la regresión y atresia de los folículos más pequeños o subordinados y el inicio de una nueva oleada folicular con las mismas características (Fernández, 2003).

En vacas postparto de raza Angus y Criolla Argentina fue de 8.48 días (Robson *et al.*, 2008). En novillas F1 Simental x Brahman se recomienda el tratamiento superovulatorio alrededor del día 12 del ciclo, ya que este es el día en que la mayoría de los animales inician una nueva onda de crecimiento folicular (Araúz *et al.*, 2010).

2.4.6. Diámetro máximo del folículo dominante

El diámetro máximo del folículo dominante se refiere al mayor diámetro que toma el folículo dominante iniciarse su regresión u ovulación (D`Enjoy *et al.*, 2012).

El diámetro máximo de los folículos dominantes en el ganado *B. indicus* es menor que el que se presenta en *B. taurus* y esto parece obedecer a una respuesta genética (Henao, 2010).

2.5. CUERPO LÚTEO DURANTE EL CICLO ESTRAL EN VACAS

2.5.1. Formación del Cuerpo Lúteo.

Durante la ovulación, el ovocito y el líquido folicular que le rodea, salen hacia la zona fímbrica del oviducto, creándose una cavidad y tras la ovulación

los restos del folículo se reorganizan en el Cuerpo Lúteo bajo la influencia de la LH (Tejero, 2008). El folículo contiene un lecho avascular de células de la granulosa rodeadas por una membrana basal, una capa de teca interna y una capa más exterior: la teca externa. Después de la ovulación se producen una serie de cambios estructurales: la membrana basal se rompe, la teca interna vascular y las células de la granulosa invaden la cavidad folicular, las células de la granulosa y de la teca interna crecen y se dividen (se denominan células luteales, las cuales están provistas de numerosas vesículas de sangre), al mismo tiempo que proliferan nuevos vasos para proporcionar una red vascular al Cuerpo Lúteo, el cual contiene dos tipos de células, las cuales se pueden diferenciar por su tamaño (Milvae *et al.*, 1996).

El flujo de sangre ovárico aumenta a medida que el Cuerpo Lúteo crece (Tejero, 2008). Los cambios en el riego sanguíneo al ovario que alberga un Cuerpo Lúteo pueden atribuirse a los cambios vasculares de éste, el cual recibe la mayor parte del aporte sanguíneo que llega al ovario y parece que el riego sanguíneo al Cuerpo Lúteo tiene un papel importante en la regulación de esta glándula y de la actividad de las hormonas gonadotrópicas a nivel de la célula luteal. Una acción secundaria de la LH puede consistir en incrementar el riego sanguíneo del Cuerpo Lúteo y PGF_{2a} afecta a los componentes vasculares de dicha glándula (Hafez, 1996).

2.6. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO.

Para demostrar el comienzo del estro o para inducirlo en el momento oportuno se ocurre a la administración de hormonas naturales y sintéticas. La administración de progesterona o de progestágenos sintéticos durante periodos prolongados mantiene el nivel sérico de progesterona e imita la actividad del

cuerpo lúteo (CL) durante la fase lutea; cuando se interrumpe la administración de la hormona, el estro ocurre a los pocos días. La administración de una sustancia lutelítica o análogo durante la fase lutea destruye el cuerpo lúteo (luteólisis) y concluye esa fase, dando lugar a estro ovulatorio en pocos días (Fraser, 1998).

2.6.1. TIPOS O FORMAS DE SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO

2.6.1.1. CIDR (Dispositivo Intravaginal de Liberación Controlada).

Este dispositivo es en forma de “Y” formado por una espina dorsal de nylon cubierta con un elastómero que contiene 1,9g de P4, la excepción de este es que ante la ausencia de una capsula de estradiol debe usarse siempre PGF2 α en el día de la retirada o en cualquier momento a partir de 6 días tras la inserción; el estro aparecerá 48 – 96 horas tras la retirada del dispositivo, siendo inseminadas las vacas en el momento normal tras un plazo fijo de 36 horas (Noakes, 1999). En Nueva Zelanda se hizo un tratamiento de 10 rebaños, vacas lecheras anéstricas con CIDR durante 7 días administrando 400 – 500 UI de eCG, al retirar el dispositivo, cerca del 70% de las vacas de cada hato mostraron estro, dentro de los 5 días de haber retirado el CIDR y alrededor del 60% quedaron gestantes al primer servicio (Gordon, 1996).

2.6.1.2. Prostaglandinas.

Las prostaglandinas **no se localizan en ningún tejido en particular**. La mayor parte de ellas actúan localmente en el sitio en donde son producidas, por medio de una acción parácrina aunque también se las puede transportar en la sangre, para actuar en un tejido blanco lejos del tejido de producción. Las prostaglandinas existen en por lo menos seis compuestos principales y numerosos metabolitos que tienen una gran variedad de efectos

farmacológicos. Intervienen en el control de la presión sanguínea, la lipólisis, las secreciones gástricas, la coagulación de la sangre y otros procesos fisiológicos como la función renal y respiratoria. **En general, las concentraciones sanguíneas de prostaglandinas son bajas, pero se elevan en ciertas condiciones como en el caso del parto.** Son degradadas rápidamente en la sangre y solamente después de su inyección en dosis farmacológicas pueden obtenerse efectos fisiológicos notables. Todas las prostaglandinas son ácidos grasos no saturados, de 20 carbonos. El **ácido araquidónico**, que es un ácido graso esencial, es el precursor de las prostaglandinas **más relacionadas con la reproducción**, en particular, la prostaglandina F_{2α} (**PGF_{2α}**) y la prostaglandina E₂ (**PGE₂**) (McDougall, 2005).

La PGF_{2α} causa la regresión del cuerpo lúteo a partir del día 5 del ciclo y su efecto luteolítico es máximo entre los días 12 y 17; sin embargo el estado del folículo dominante en el momento de la aplicación de PGF_{2α} va a producir una variación del momento del celo y la ovulación de 2 a 7 días (Jara, 2006). De las prostaglandinas y análogos disponibles más comunes para el ganado vacuno son: el Dinoprostol, el Cloprostenol, el Lutaprostiol y el Tiaprost (Noakes, 1999).

2.6.1.3. Hormona liberadora de Gonadotropinas (GnRH)

La GnRH es un decapeptido (10 aminoácidos) con un peso molecular de 1.183 daltons. Induce la liberación de LH de la hipófisis anterior que actúa directamente sobre el folículo dominante induciendo su ovulación (Pursley, 1995). Al evaluar la aplicación de 5 dosis diferentes de GnRH en vacas lecheras, se observó que la concentración de LH aumenta en forma proporcional a la dosis de GnRH administrada (Mee *et al.*, 1993).

La GnRH administrada siete días antes de la aplicación de prostaglandina ofrece el potencial de reducir la incidencia de ciclos estrales cortos (Perry *et al.*, 2004) de este modo se reduce la variación de tiempo de la ovulación después de la inyección de prostaglandinas, viabilizando la IA a tiempo fijo en vacas. La utilización de GnRH en vacas que están ciclando puede sincronizar el desarrollo folicular como consecuencia de la ovulación del folículo dominante presente en el momento del tratamiento o luteinización del mismo (Thatcher *et al.*, 2000), de esta manera se posibilitaría la presentación de una nueva onda folicular 2 ó 3 días después del inicio del tratamiento con GnRH (Perry *et al.*, 2004; Pursley *et al.*, 1995; Twagiramungu *et al.*, 1995).

2.6.1.4. Combinación de la GnRH y Prostaglandina.

El tratamiento con GnRH prostaglandina es un método práctico para controlar las funciones ováricas incrementando la precisión de la sincronía del estro y ofrece el potencial de disminuir la incidencia de un ciclo estral corto (Perry *et al.*, 2002). Esto se debe básicamente a la selección sincronizada del crecimiento de un nuevo folículo dominante para convertirse en folículo ovulatorio después de la lisis del CL inducido por la inyección de prostaglandina 6 días después de la primera dosis de GnRH (Tiwagiramungu *et al.*, 1995).

2.6.1.5. Protocolos de sincronización de celo

2.6.1.6. Ovsynch

El protocolo Ovsynch ha existido desde hace más de 10 años. Este protocolo se ha utilizado ampliamente en hatos alrededor del mundo. Aunque la base fundamental del protocolo sigue siendo la misma, recientemente se han probado diferentes variaciones en los tiempos de administración de hormonas y la inseminación artificial (IA) en un intento por optimizar el protocolo. El

propósito de este comunicado es revisar algunas de estas variaciones e identificar algunas consideraciones para la implementación de estos protocolos en hatos lecheros (Hernando, 2005).

Es un protocolo basado en GnRH + PGF + GnRH, el cual lograba por primera vez sincronizar el momento de la ovulación, aboliendo por fin la tediosa detección de celos, este tratamiento se conoce con el nombre de Ovsynch. Los resultados son favorables para ganados *Bos Taurus*. Ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche y de carne. Sin embargo, los resultados de su aplicación en rodeos de cría manejados en condiciones pastoriles no han sido satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro. Por lo tanto, la elección de este protocolo en rodeos de cría va a depender de la categoría de animales a utilizar y del estado de ciclicidad del rodeo (Bó y Cutaia, 2006).

Las bases de Ovsynch siguen siendo las mismas. La primera GnRH se da para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular; es decir, para devolver a la vaca "al comienzo de ciclo estral". La prostaglandina administrada 7 días después se utiliza para regresar el nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. La inseminación a tiempo fijo (IATF) se lleva a cabo de 16 a 24 horas después; o antes del tiempo esperado de ovulación el cual es aproximadamente 24 a 34 horas después de la segunda GnRH en el protocolo Ovsynch clásico (López, 2006).

- La IATF debe ocurrir entre 8 a 18 horas después de la segunda inyección de GnRH.

- El intervalo entre PGF2 α y la segunda GnRH normalmente es de 48 horas, pero a 56 horas se podría obtener mayor tasa de concepción.

El 70 % de las vacas que recibieron sólo solución salina (primer tratamiento) ovularon en forma dispersa durante los 7 días posteriores a la PGF. Las vacas que recibieron la segunda inyección de GnRH ovularon en forma más concentrada que las anteriores. Las que recibieron sólo la primera inyección de GnRH tuvieron un desarrollo folicular sincronizado pero la ovulación no fue tan concentrada. Las vacas tratadas con las dos inyecciones de GnRH mostraron un porcentaje mayor de ovulación durante el período de 7 días con respecto a las que recibieron solución salina (GnRH-PGF-GnRH- 97% vs. GnRH-PGF-Salina- 77%). Esta diferencia se debió a que algunas vacas del grupo GnRH-PGF-Salina no mostraron signos de celo y no ovularon a pesar de que tenían un folículo grande. Quedó demostrado entonces que se requieren las dos inyecciones de GnRH para sincronizar la ovulación en el mayor porcentaje de hembras en lactancia. Varios trabajos realizados en rodeos lecheros, han estudiado la tasa de concepción y de preñez en vacas lactantes comparando un protocolo de Ovsynch con uno de celo detectado (Pursley, *et. Al.* 2001). La tasa de concepción fue definida como el número de vacas preñadas sobre el número de vacas inseminadas a celo detectado. El porcentaje de preñez fue definido como el número de vacas preñadas sobre el número de vacas en el grupo en estudio. Debido a que en los grupos de Ovsynch todas las vacas fueron inseminadas sin detectar celo, la tasa de concepción y de preñez fue igual. Las vacas en los grupos de celo detectado fueron sincronizadas con PGF solamente o con la combinación de GnRH y

PGF (select syncr) y fueron inseminadas entre 60 y 289 días posparto. En general, es factible en rodeos lecheros alcanzar un porcentaje de preñez entre un 35 % y 40 % con la aplicación de un protocolo de Ovsynch.

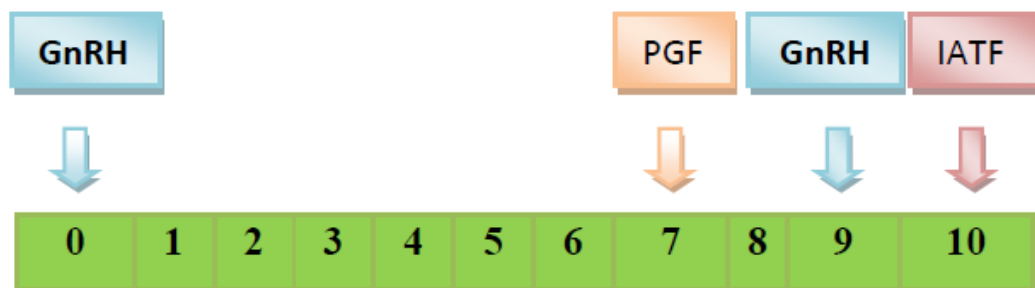


Figura 1: Días de tratamiento del tratamiento Ovsynch. La IATF se realiza de 0 a 24 horas (lo óptimo es de 16 a 18 horas) post 2da aplicación de GnRH.

Fuente: Pérez, 2013.

2.6.1.7. CIDR – Synch

El GnRH como tratamiento inicial en el protocolo Ovsynch es la inducción de la ovulación o de la luteinización de un folículo en vacas anovulatorias. La consecuente exposición a la progesterona en las vacas anovulatorias actúa para evitar un ciclo corto después de la segunda inyección de GnRH, observando aumento en los índices de preñez en ganado lechero anovulatorio.

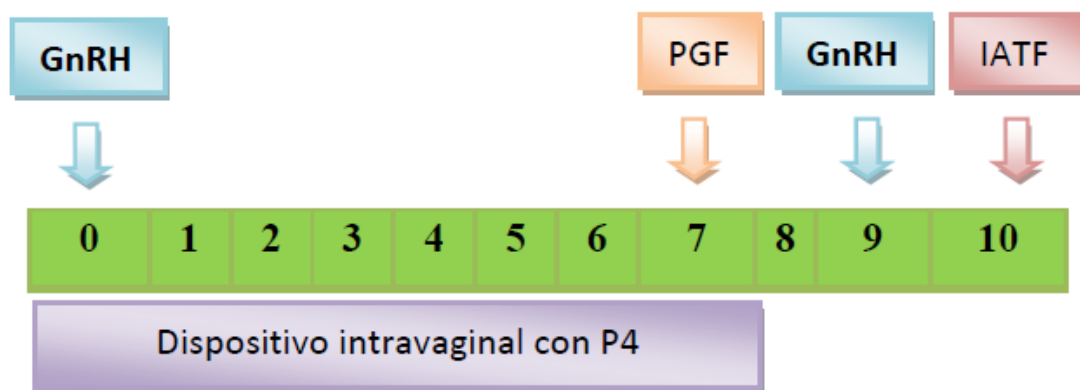


Figura 2: Esquema de tratamientos de CIDR - Synch.

Fuente: Pérez, 2013.

Protocolo CIDR – Synch

- Día 0. Palpación rectal para identificar estructuras ováricas antes de la sincronización. Se utilizaron dispositivos intravaginales según tratamiento asignado (de 1,0 g de Progesterona y aplicación intramuscular de 0.00084g de GnRH. (Horas de la mañana).
- Día 8. Retiro de dispositivos y aplicación intramuscular de Prostaglandina 0.25mg (Horas de la mañana). Se realiza identificación de estructuras ováricas por medio de palpación rectal.
- Día 9. Aplicación intramuscular de 0.00084g de GnRH.
- Día 10. Se realizó inseminación artificial a tiempo fijo a las 56 horas.

Diagnóstico de preñez. A los 35 días luego de la IA se realizó ecografía Transrectal para el diagnóstico primario y a los 60 días palpación rectal para el diagnóstico definitivo y se determinó cuales animales se encontraban preñados, detectando al menos uno de los signos verdaderos de preñez (vesícula amniótica, doble membrana positiva y feto a los 60 días),

acompañado de los signos probables de preñez (asimetría uterina, cuerpo lúteo, contenido uterino) (Espinal, 2009)

La acción del CIDR permite que la progesterona liberada a partir de la colocación del dispositivo presente un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>4 ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (Bó, 2006).

El CIDR está indicado para control del ciclo estral en vaquillonas y vacas; Tratamiento del anestro post-parto y acortamiento del período parto concepción. Se encontró que en el grupo CIDR las vacas con CL, presentaron un porcentaje de preñez del 78.9%, mientras que para las vacas sin estructuras en los ovarios obtuvieron un 53,3% de preñez y con diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$)

La fertilidad después de la IA con este tratamiento fue evaluada en otro experimento posterior y el porcentaje de preñez del grupo tratado con CIDR-B solo+GnRH fue inferior (14/33, 42,4%) que el de las vacas tratadas con CIDR-

B+E- 17 β +GnRH (33/43, 76,7%). Por lo tanto, el tratamiento con CIDR-B+E-17 β +GnRH es otra alternativa para sincronizar la ovulación.

Un estudio reciente del proyecto de investigación multiestatal NC-113 evaluó el efecto del CIDR-B combinado con el protocolo Ovsynch (CIDR-B-synch) en vacas de leche en lactancia (38). En general, mejoraron los índices de concepción en vacas tratadas con CIDR-B-synch a comparación de aquellas tratadas con Ovsynch (41% vs. 51%; n=634). Es interesante mencionar, que no hubo diferencia en los índices de concepción entre Ovsynch y CIDR-B-synch en vacas que estaban ciclando. Sin embargo, el CIDR-B aumentó notablemente los índices de preñez en vacas que no estaban ciclando (34,7% vs. 55,2%; n=182). El tratamiento con CIDR-B no tuvo efecto sobre el porcentaje de vacas que ovularon sincrónicamente después de la 2° inyección de GnRH. Por lo tanto, el CIDR-B puede aumentar la fertilidad en vacas de leche en lactancia que no están ciclando. A pesar de las grandes diferencias entre tambos comerciales, el porcentaje promedio de vacas lecheras de alta producción que no ciclan durante los 60 días posteriores al parto aparentemente varía entre el 20 y el 25%.

En un interesante conjunto de experimentos, Ryan et al. (Ryan, *et al.* 1997) evaluaron el efecto de los CIDR-B sin ningún tratamiento adicional, combinados con GnRH o con una inyección de benzoato de estradiol administrada en el momento de la inserción del CIDR-B. Siete días después de la inserción, se administró una inyección de PGF y se removió el CIDR-B 24 h más tarde. El grupo de vacas que fueron tratadas con GnRH al momento de la inserción del CIDR-B tuvieron los mayores índices de detección de celo y preñez. Además, las vacas tratadas con sólo un CIDR-B y PGF tuvieron

índices de detección de celo comparables, pero el índice de concepción fue menor, probablemente, como resultado de la ovulación de un folículo persistente. Un informe posterior del mismo grupo (Ryan, *et al.* 1999) indicó que agregando una inyección de benzoato de estradiol 10 h después de retirar el CIDR-B hubo mejores índices de detección de celo, sincronía de celo y preñez comparado con la ausencia de un tratamiento con estradiol. Esta información indica claramente, que un protocolo con CIDR-B debería incluir una inyección de GnRH al momento de la inserción del CIDR-B y que la IA a tiempo fijo es una de las opciones luego de retirado el CIDR-B.

2.7. ULTRASONOGRAFÍA REPRODUCTIVA

La técnica de ultrasonografía en reproducción bovina se incrementa cada día por el veterinario clínico y el especialista en biotecnología de la reproducción, pues su utilización es demandada cada vez más por los ganaderos y los centros científicos, ya que su aplicación confirma o desestima la valoración realizada por palpación rectal, constituyendo un medio diagnóstico de certeza en la dinámica de las ondas foliculares, desarrollo del cuerpo lúteo, la determinación del estado de gestación precoz, sexado de las crías y la evaluación de los procesos patológicos del sistema reproductor, entre otros usos (Tamayo, 2002).

2.7.1. Equipos y transductores

Los instrumentos de ultrasonografía usados actualmente en veterinaria son llamados ecógrafos de modo B y tiempo completo, equipados con transductores lineales, sectoriales y/o convexos de 3,5 MHz, 5,0 MHz o 7,5 MHz (Bo y Caccia, 2000). Modo B se refiere a que la imagen es un corte bidimensional del órgano en estudio, conformado por pequeños puntos de

diferente intensidad y tiempo completo se refiere a que los impulsos se van transmitiendo constantemente y de esta manera se tiene una visión instantánea de los tejidos examinados (Tamayo, 2002).

Hay tres tipos principales de transductores: lineales, convexos (y microconvexos) y sectoriales (Tejero, 2008).

Los lineales tienen los cristales alineados a lo largo del transductor que emiten haces paralelos de ultrasonido, por lo que se obtiene una imagen rectangular (Sirois y Fortune, 1988). De esta manera, por ejemplo, se observa el cuerpo del útero en sentido sagital y los cuernos uterinos en un sentido transversal (Tejero, 2008). Los transductores lineales son los más usados en reproducción de vacas y yeguas porque el recto posee una gran superficie plana, especial para trabajar con estos transductores (Tamayo, 2002; Rupérez, 2004).

2.7.2. Modo de utilización del ecógrafo

En el diagnóstico y valoración ecográfica del sistema reproductor de la vaca es imprescindible lograr imágenes de alta calidad, disminuyendo la proporción de artefactos, por lo que la preparación de la hembra a examinar y de las condiciones de trabajo y protección contribuye notablemente a obtener una mayor precisión en la interpretación de dichas imágenes (Tejero, 2008). En la práctica de rutina, la ecografía se realiza parecida a la exploración del sistema reproductor por vía rectal; generalmente no es necesario vaciar la ampolla del recto de su contenido de heces fecales, pero sí es recomendable hacerlo en estado de gestación de poco tiempo o en caso de vacas difíciles de ecografiar (Bellenda, 2003). Debemos precisar un buen contacto del transductor con la mucosa rectal para obtener imágenes de mejor calidad

(Tejero, 2008). La sonda se introduce por vía transrectal sujeta entre los dedos pulgar, índice y corazón y se sitúa sobre la localización del útero y ovarios, desplazándola suavemente; con movimientos controlados del transductor se logra una buena sucesión de imágenes correspondientes a los distintos cortes de los órganos o tejidos examinados – scaneados (Quintela *et al.*, 2006).

2.7.3. Aplicaciones de la ecografía en la reproducción bovina

2.7.3.1. Examen general de los ovarios

Con el ecógrafo se puede monitorizar el crecimiento y regresión de las estructuras ováricas de forma no invasiva (Tejero, 2008). Los tres componentes principales del ovario (folículos, cuerpo lúteo y estroma) son fácilmente distinguibles y éste es un método preciso para determinar estas estructuras y sus dimensiones (Peter *et al.*, 1992; Griffin y Ginther, 1992; Fricke, 2004). También de evaluar las características de la dinámica folicular, la presencia de folículos ovulatorios y a través de un seguimiento, estimar el momento de la ovulación y además se pueden ver cuerpos lúteos y estructuras patológicas en ovario (neoplasias y quistes) (Sánchez y Alfonso, 2000). Los ovarios se localizan siguiendo los cuernos uterinos (Quintela *et al.*, 2006). La movilidad del ovario hace que esta exploración sea más difícil que la del útero (Díaz *et al.*, 2002).

2.7.3.1.1. Determinación de la dinámica folicular

Gracias a la ecografía se puede afirmar que el crecimiento folicular se produce por ondas, y hay trabajos que afirman la existencia de dos, tres ondas, incluso cuatro en cada ciclo (lo más normal son dos o tres ondas) (Tejero, 2008).

Para evaluar la dinámica folicular se deben monitorear los cambios individuales de los folículos ≥ 4 mm presentes en cada ovario (Bó, 2008). La rutina de trabajo consiste en una revisión minuciosa de cada ovario durante la que se miden los folículos y van dibujándose en una planilla según su posición relativa, siendo la planilla individual para cada animal, teniendo un diagrama del ovario derecho y otro del izquierdo (Knopf *et al.*, 1989). Además de la posición de cada folículo se anotan su diámetro y la posición y diámetro del cuerpo lúteo (Díaz *et al.*, 2002; Chase *et al.*, 1998).

2.7.3.1.2. Determinación del momento de la ovulación

La ovulación en la vaca se detecta fácilmente. Si se realiza un seguimiento del animal se observa la desaparición del folículo preovulatorio (mucho más grande que los demás folículos del ovario; alrededor de 15-17 mm) y esto se corrobora con la posterior formación del cuerpo lúteo (Bó, 2008).

2.7.4. Morfología y crecimiento del cuerpo lúteo (CL)

La ultrasonografía también ha sido usada para caracterizar el cuerpo lúteo bovino durante el intervalo interovulatorio (Pierson y Ginther, 1987). El estudio transrectal tipo B de tiempo real da una imagen bidimensional del tejido luteal bovino (Tejero, 2008). La imagen ecográfica del CL es uniforme, circunscrita, menos ecogénica que el estroma ovárico que le rodea, y puede contener un área central no ecogénica o una pequeña zona densa y ecogénica (Sprecher *et al.*, 1989; Assey *et al.*, 1993).

La apariencia ecográfica de las estructuras luteales varía según el estado de desarrollo (Pierson y Ginther, 1984; Omran *et al.* 1988; Pieterse, 1999). Normalmente se distingue a lo largo de casi todo el ciclo estral e inclusive hasta cerca de la siguiente ovulación (en promedio: 1,4 días antes de

que la misma) aunque como afirma Grygar *et al.* (1992), hay sólo unas diferencias muy limitadas y frecuentemente no visibles en la ecogenicidad del CL durante las distintas fases del ciclo estral. Kito *et al.*, (1986) realizaron trabajos iniciales de morfología luteal demostraron que existen dos tipos distintos de cuerpo lúteo: con o sin cavidad central. Estos cuerpos lúteos cavitarios presentan una zona anecogénica oscura, probablemente conformada por el líquido folicular del folículo que originó al cuerpo lúteo (Tamayo, 2002), y rodeada por tejido luteal. Esta cavidad es frecuentemente oval, a veces es redonda y casi siempre es de situación central (Kähn y Leidl, 1989; Kähn, 1994).

La mayor incidencia de cavidades en los CLs se encontró en los CLs en desarrollo, y esta incidencia disminuía a medida que aumentaba el grado de desarrollo del CL y estos resultados estaban en concordancia con los obtenidos por Okuda *et al.*, (1988) quienes monitorizaron el CL con un ecógrafo en 1986.

Hasta el día 10 después de la ovulación en los ciclos normales, del 30 al 50% de los CLs poseen una cavidad visible ecográficamente. La frecuencia de CLs cavitarios disminuye luego un 3-4% por día. Así, hacia el día 13-15 del ciclo menos del 30% de los CLs presentan cavidad (Kähn, 1994; Gnemmi, 2004).

Grygar *et al.* (1992) indican que de los 3.222 CLs que se observaron ultrasonográficamente utilizando una sonda transrectal de 5 MHz, el 69% eran compactos y el 31% tenían cavidades de diversas formas y tamaños. Sin embargo, Hanzen *et al.* (1992), afirman que un CL con cavidad se puede identificar del 37 al 79% de las veces. Las diferencias observadas en las prevalencias de aparición de los CLs quísticos, pueden ser debidas a la

frecuencia de los exámenes realizados así como a las dimensiones de estas cavidades luteales centrales..

Son muchos los autores que en sus trabajos han comprobado que estas cavidades que se pueden encontrar en el interior de los CLs no interfieren en la gestación, concentración de progesterona, perfiles hormonales, con la duración del ciclo estral y con la fertilidad (Tejero, 2008).

En numerosos trabajos (Kito *et al.*, 1986), el estudio de la concentración hormonal de ambos tipos de CLs (quísticos y no quísticos), no ha revelado una disminución en la capacidad de producir progesterona en el caso de existir una cavidad. No hay una tendencia a ver una cavidad central de un ciclo a otro en un mismo animal (Kito *et al.*, 1986; Hanzen *et al.*, 1992). Cuando se encontraba una cavidad en el CL como no hay correlación entre el tamaño de la cavidad y los niveles plasmáticos de progesterona, el tamaño de esta cavidad en muchos trabajos se ignora a la hora de hacer las medidas del CL (Assey *et al.*, 1993).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LUGAR DE ESTUDIO.

El estudio se realizó durante los meses de Marzo – Junio del 2016, en el Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla – Universidad Nacional del Altiplano, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicado en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar, región de Puno, a una distancia de 156 Km de la ciudad de Puno, geográficamente se encuentra entre las coordenadas Latitud Sur 14° 47' 37", Longitud Oeste 70° 47' 50", Altitud de 3974 msnm, presenta un clima Templado – Frío la mayor parte del año, con una temperatura promedio anual de 8.6°C (máxima de 17.8°C en Abril y mínima de -16°C en Julio), una humedad relativa promedio anual de 59.58% y una precipitación pluvial promedio anual de 628 mm/año (SENAMHI, 2016).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

Para el presente trabajo se seleccionaron 20 vacas no gestantes por palpación rectal de la raza Aberdeen Angus, sin problemas reproductivos, Todas con su sistema reproductivo en condiciones de concebir y mantener una preñez (presencia de cuerpo lúteo o folículo dominante en los ovarios).

A las 20 vacas se les dividió en dos grupos, de 10 vacas a las que se sometió a dos protocolos de sincronización de celo, un examen ginecológico y se mantuvo en condiciones de pastoreo al igual que las compañeras del hato las que pastorean en pradera de pastos naturales por un tiempo de 9 horas diarias el acceso al agua será libre.

Cuadro 01: Distribución del material experimental según grupos.

	Ovsynch	CIDR – Synch
N° de Vacas	10	10

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Selección de Vacas

Los animales inicialmente fueron identificados en el CIP – Chuquibambilla, se seleccionaron 20 vacas Aberdeen Angus vacías, con ciclos estrales regulares observados de acuerdo al seguimiento mensual de los registros de celo.

Antes de iniciar el estudio, los animales fueron evaluados mediante un examen ginecológico general para verificar que no existiese alguna alteración clínica en el aparato genital, el cual consistió en una palpación vía rectal e inspección externa (Pérez, 2002), se verificó la presencia de estructuras ováricas por medio de ultrasonografía para la inclusión al estudio., fueron identificadas con el número de arete que presentaban y se incluyeron al estudio paulatinamente de acuerdo al celo natural que presentaban. Para un mejor manejo en el experimento se colocó collarines de color verde para el grupo Ovsynch y naranja para el grupo CIDR – Synch. En anexos figura 05, 06, 07, 08, 09 se muestra el corral de aparto del CIP la selección de las vacas.

3.3.2. Condición Corporal

En el experimento se utilizaron 12 vacas de CC 3.5 – 4 y 8 vacas de CC 3 – 3.5, que se anotaron en los registros que se usaron en el estudio en anexos en el cuadro 13 se detalla al inicio de los tratamientos, además que fueron seleccionados todas al azar para ambos tratamientos.

3.3.3. Día 0 Ultrasonografía, definición de la funcionalidad ovárica

Se definió la funcionalidad ovárica evaluando mediante ultrasonografía al inicio de los tratamientos. Observando las estructuras que se encuentran en el ovario y descartando las unidades de experimentación. Los datos obtenidos se muestran en anexos del ovario del Ovsynch y CIDR – Synch.

3.3.4. Día 0 Ultrasonografía presencia de cuerpo lúteo

Se evaluó mediante ultrasonografía la presencia y dimensiones de cuerpo lúteo al inicio de los tratamientos para observar los resultados que pudiesen variar al final del experimento, El cuerpo lúteo (CL) se mostrara como una imagen de forma circular con una cabeza, más o menos prominente sobre la superficie del ovario, y en un tono gris oscuro, en su interior se puede apreciar una pequeña cavidad o bien una banda blanca que lo atraviesas de un extremo al otro (Quíntela, 2006). Los resultados se detallan en anexos del ovario del Ovsynch y CIDR – Synch.

3.3.5. Determinación de la tasa de crecimiento del Folículo Ovulatorio

La tasa de crecimiento del Folículo Ovulatorio se evaluó mediante la ultrasonografía de la siguiente manera el día 7 y 9 que se detalla en anexos en

los cuadros del 04 al 11; para luego observar las estructuras ováricas de acuerdo al crecimiento de los folículos en ambos tratamientos.

3.3.6. Determinación del diámetro máximo del Folículo Ovulatorio.

En el día 9 de la evaluación con ultrasonografía se midieron los folículos máximos en los dos tratamientos en cada unidad de experimentación. Identificando al folículo máximo o de mayor tamaño que se observan en anexos en los cuadros del 04 al 11 se detallan.

3.3.7. Determinación de tasa de preñez.

Se determinó la preñez a través de exámenes con ultrasonografía a los 45 días de la inseminación artificial. En la cual ya se puede observar el embrión se detalla en anexos en el panel fotográfico de ultrasonografía.

3.3.8. Descripción del proceso de ultrasonografía.

El examen ecográfico de los bovinos (no gestantes o vacías) se hizo vía transrectal, debido a la incapacidad de las ondas de ultrasonido para penetrar hasta dichos órganos desde la piel. En anexos figura 11 se observa la sujeción en el corral de aparto del CIP para la realización de la ultrasonografía.

Procedimiento:

- a. Se sujetó al animal en la manga del corral de aparto de vacunos, para evitar posibles accidentes del personal que realizó el examen y del animal, el personal se colocó un guante desechable para palpación rectal en bovinos.
- b. Se cubrió el transductor con un protector, la cual contiene gel 20ml, se verificó que el gel esté en contacto con la totalidad de la superficie del transductor, para facilitar el paso de las ondas de frecuencia.

- c. Colocarse sobre el guante de palpación lubricante (aceite mineral) para introducir la mano, levantar la cola del animal en sentido dorsal, con cuidado se introdujo un dedo dentro del ano, introducir los demás dedos de la mano uno por uno con cuidado para ir dilatando lentamente el esfínter anal, posterior a introducir la mano por completo se procedió a introducir el brazo muy lentamente teniendo en cuenta que no se debe luchar contra los movimientos peristálticos. En caso de haber perístasis se debe detener la mano y esperar que la onda peristáltica pase. Si el animal pone resistencia se debe esperar unos minutos para poder seguir con el procedimiento,
- d. Se ubicó las partes del tracto reproductivo, se ubica la cérvix como guía para ir hacia delante hasta los cuernos uterinos tanto derecho e izquierdo, guiarse hasta llegar a los ovarios, se colocó encima del ovario derecho e izquierdo) el transductor para observar sus estructuras (tamaño, forma y diámetro). Cada imagen seleccionada en la pantalla del monitor fue congelada obteniéndose imágenes estáticas, y utilizando el calibre electrónico del ecógrafo para realizar las mediciones de las estructuras ováricas, anotadas en un ovariograma que se muestra en anexos cuadro 03, las lecturas e imágenes fueron registradas y grabadas en una cámara, para posteriormente sean minuciosamente interpretadas para los resultados del experimento.
- e. Después de haber observado las estructuras retirar el transductor, retirar el brazo y la mano hasta la palma, Introducir el transductor por debajo de la palma de la mano y sujetarlo firmemente, retirar la mano y el transductor del recto del animal.

- f. Liberar al animal de la sujeción, quitarse los guantes y depositarlo en las bolsas rojas respectiva.

3.3.9. Procedimiento para la utilización de los protocolos de sincronización

3.3.9.1. Ovsynch:

- Día 0, constituido por una **inyección de GnRH 100ug**
- Día 7, es administrada **PGF-2 α 25mg**
- Día 9, **GnRH 100ug** 48 horas más tarde para inducir una nueva ovulación sincronizada 28–32h. La inseminación artificial en tiempo fijo es realizada 12h post segunda inyección de GnRH (en anexos figura 18 se observa la inseminación). Tal como se indica en la Figura 3 y las dosis a colocar.

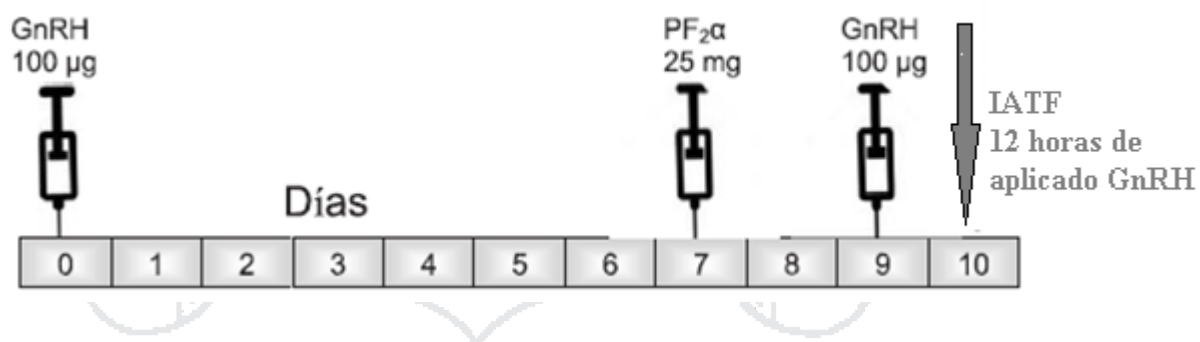


Figura 03: protocolo hormonal para la ovulación sincronizada "OVSYNCH"

3.3.9.2. CIDR – SYNCH

- Día 0, **inyección de GnRH 100ug** más la aplicación del CIDR mantiene los niveles de progesterona estable y el cuerpo lúteo se encuentra presente.

- Día 7, se retira el CIDR además de administrar **PGF-2 α 25mg**.
- Día 9, inyección de **GnRH 100ug** para inducir una nueva ovulación. La inseminación artificial en tiempo fijo es realizada 12h post segunda inyección de GnRH. En la Figura 4 se detalla el protocolo de sincronización CIDR – Synch.

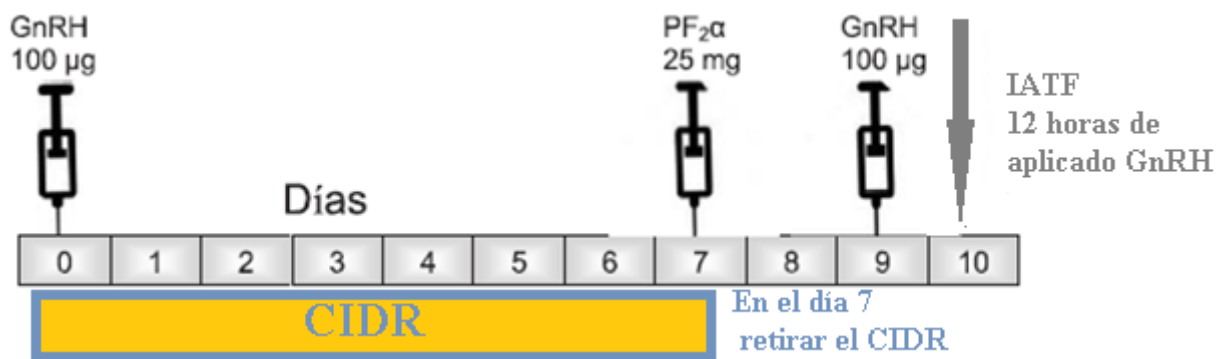


Figura 04: protocolo CIDR

3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, coeficiente de determinación) tanto en los estudios de ultrasonografía y resultados de sincronización de celo. Los datos obtenidos se registraron y anotaron en una planilla correspondiente para estos efectos que están realizados en una hoja de cálculo electrónico tipo Excel®. En caso de la comparación entre los dos grupos de vacas se utilizó la prueba de comparación de medias de T Student.

Y chi cuadrado

Formula de T

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Siendo:

t = valor de la prueba de student

n_1 y n_2 = tamaño de muestra 1 y 2, respectivamente

\bar{x}_1 y \bar{x}_2 = medias de la muestra 1 y 2, respectivamente

S_1^2 y S_2^2 = desviacion estandar de la muestra 1 y 2, respectivamente

Formula de chi cuadrado

Para evaluar las diferencias en la tasa de fertilidad, se utilizó una prueba de Chi

– Cuadrado, cuyo modelo es el siguiente:

$$X_c^2 = \frac{(O_i - O_e)^2}{O_e}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Funcionalidad ovárica en vacas de Carne

La tabla 01 muestra el porcentaje de funcionalidad ovárica en vacas de Carne evaluadas mediante ultrasonografía al inicio de los tratamientos de sincronización de celo, observándose que para el tratamiento I (TI) fue de 50% para el ovario derecho y 50% para el ovario izquierdo, mientras que para el tratamiento II (TII) fue de 75% y 25% para ovario derecho e izquierdos respectivamente.

Tabla 01: Funcionalidad Ovárica en vacas de Carne

	FUNCIONAL	
	OVARIO	OVARIO
	DERECHO (%)	IZQUIERDO (%)
OVSYNCH	50	50
CIDR SYNCH	75	25

($p > 0.05$)

Los presentes porcentajes sometidos a una prueba de Chi cuadrado no muestran diferencia estadística lo que demuestra que la selección de las unidades experimentales (vacas) fueron al azar observándose que no existe dependencia entre la funcionalidad ovárica derecho y/o izquierda distribuidas en los dos tratamientos a evaluar. Por lo tanto se podría indicar que ambos tratamiento iniciaron en las mismas condiciones. En la cual en el ovario izquierdo se encontraron folículos de 15mm, 12mm, 11mm, 8mm, 7mm y folículos pequeños de la misma forma en el ovario derecho, la diferencia que se encontraron folículos de menor tamaño de 12mm, 11mm, 7mm, y folículos pequeños de 3 y 2mm, en las unidades experimentales los mismos que se

detallan en anexos en los cuadros del 04 al 11 del día 0. De la misma forma al comparar sobre la alternancia ovárica del lado derecho e izquierdo fue de 62.5% y 35.5% respectivamente lo que indicaría que ambos ovarios comparten la funcionalidad ovárica tal como mencionan Beg y Ginther (2006).

4.2. Presencia de Cuerpo Lúteo (CL) en ovario funcional

La tabla 02 muestra el porcentaje de presencia de cuerpo lúteo en vacas de Carne evaluadas mediante ultrasonografía al inicio de los tratamientos de sincronización de celo observándose que para el tratamiento I (TI) fue del 75% la presencia del cuerpo y 25% ausencia de cuerpo lúteo, mientras que para el tratamiento II (TII) la presencia de cuerpo lúteo fue de 60% y ausencia de cuerpo lúteo 40 % respectivamente

Tabla 02: Presencia de Cuerpo Lúteo en Ovario Funcional.

	FUNCIONAL	
	PRESENCIA DE CL (%)	AUSENCIA DE CL (%)
OVSYNCH	75	25
CIDR SYNCH	60	40

($p > 0.05$)

Los presentes porcentajes sometidos a una prueba de Chi cuadrado no muestran diferencia estadística lo que demuestra que la selección de las unidades experimentales (vacas) fueron al azar observándose que no existe dependencia entre la presencia de cuerpo lúteo en ambos tratamientos. Por lo tanto se podría indicar que ambos tratamiento iniciaron en las mismas condiciones del estudio. En el estudio en anexos en el cuadro 04 en el ovario derecho se encontró un CL de 12mm, en el cuadro 05 en el ovario derecho se encontró un CL de 13mm y en el izquierdo un CL de 7mm.

Sin embargo para Cabra *et al.* (2010) al momento de la evaluación del inicio del experimento se encontró a la ultrasonografía que el 89% de vacas Aberdeen Angus presentaban cuerpo lúteo y el 11% no presentaba cuerpo lúteo. Los datos que apoyan que el mejor momento para iniciar el protocolo Ovsynch es durante la fase lútea temprana, alrededor de 5-9 días después de la ovulación (Vasconcelos *et al.*, 1999) momento en el cual los animales poseen un CL funcional y de buen tamaño.

Dentro de los tratamientos utilizados en vacas con presencia de CL, el CIDR obtuvo la mayor tasa de preñez con un 60% resultado que es parecido a lo reportado por McDougall *et al.* (2005) donde se sincronizaron vacas que presentaban CL obteniendo una tasa de preñez al primer servicio de 62.3%, quienes indican que las concentraciones de progesterona en la fase lútea anterior podrían influir de manera positiva en la tasa de preñez, a través de una mejora en la fase lútea posterior y por lo tanto en un mejor crecimiento del embrión y en su supervivencia (Poblete, 2012).

4.3. Tasa de Crecimiento del Folículo Ovulatorio.

La tabla 03 muestra la tasa de crecimiento folicular en vacas de Carne evaluadas mediante ultrasonografía durante el experimento de sincronización de celo observándose que para el tratamiento I (TI) fue de 0.5 ± 0.87 la tasa de crecimiento y para el tratamiento II (TII) es de 1.2 ± 0.74 la tasa de crecimiento del folículo ovulatorio.

Tabla 03: Tasa de Crecimiento del Folículo Ovulatorio

	N	TASA DE CRECIMIENTO
OVSYNCH	10	0.5 ± 0.87 mm
CIDR SYNCH	10	1.2 ± 0.74 mm

(p>0.05)

Los presentes porcentajes sometidos a una prueba de Chi cuadrado muestran diferencia estadística lo que demuestra que la aplicación de un dispositivo adicional al tratamiento I, resulta en la tasa de crecimiento mayor en el tratamiento I que el tratamiento II, Los folículos aparecieron en la imagen como estructuras circulares de color negro y que normalmente no hacen dominancia sobre la superficie del ovario. Son visibles como cavidades negras o anecogénicas, con un borde muy fino, y a veces de contorno irregular por la compresión de otras estructuras del ovario. En el estudio se encontraron una alternancia ovárica dispersa, ya que se encontraron folículos que al inicio eran de gran tamaño, pero por efecto del tratamiento fueron atresiaados y hubo otros que emergieron, y se volvieron preovulatorios estos datos se detallan en los cuadros del 04 al 11 en anexos de los días 7 y 9 de las unidades experimentales.

Callo (2016) reportó una tasa de crecimiento de vacas 1.17 mm y vaquillas de 1.12 mm en vacas de la raza Brown Swiss, que se asemejan a los resultados encontrados en el estudio en el tratamiento II. Macedo (2014) muestra una tasa de crecimiento de 0.37 mm en vaquillas Brown Swiss, semejantes a los datos encontrados en el tratamiento I; estos datos reportados por estos autores en sus estudios son importantes porque fueron realizados en

el CIP – Chuquibambilla y consolidan los resultados que se encontraron en este experimento.

En un estudio realizado por Kastelic y col., 1992. Presentan una tasa de crecimiento de 1.9 mm antes de la ovulación en vaquillonas que están por encima de nuestros resultados encontrados en el estudio. Con implante de progesterona se obtuvieron valores de 2.1 mm de tasa de crecimiento del folículo preovulatorio en vaquillonas Hereford (IRAC, 2004)

En otro estudio Quintelas 2006. Reporta que la tasa de crecimiento folicular es de 1.5 mm el cual es un resultado parecido a nuestro estudio en grupo de tratamiento II.

4.4. Diámetro Máximo del Folículo Ovulatorio

La tabla 04 muestra el diámetro máximo del folículo en vacas de Carne evaluadas mediante ultrasonografía durante el experimento de sincronización de celo en el día 9 del estudio. Se observa que en el tratamiento I (TI) el promedio del diámetro máximo es 8.09mm con un DS (desviación estándar) de 3.23 mm y para el tratamiento II (TII) el promedio fue de 10.2 mm y DS de 3.11 respectivamente.

Tabla 04: Diámetro Máximo del Folículo

	N	DIÁMETRO MÁXIMO DEL FOLÍCULO (mm)
OVSYNCH	10	8.09 ± 3.23
CIDR SYNCH	10	10.2 ± 3.11

($p > 0.05$)

Los presentes porcentajes sometidos a una prueba de Chi cuadrado muestran diferencia estadística lo que demuestra que el dispositivo adicional en el tratamiento II genera un mayor diámetro máximo del folículo. En el estudio se

encontró folículos de hasta 20mm, 15mm, 10mm y 8mm; además de folículos pequeños de 2mm y 3mm los datos se detallan en los cuadros 04 al 11 en anexos, de las unidades experimentales.

Para Mussard (2007) reporta que el folículo con diámetro de 10.0 ± 1.3 mm en 24 vacas alcanzó el 98% de tasa de preñez en ganado de carne, similar a nuestro estudio del tratamiento II con la aplicación del CIDR, sin embargo la tasa de preñez en nuestro experimento fue el 70% de preñez que podrían haber sido afectado por la altitud y otros factores como que no se tomaron en cuenta en el estudio, el mismo autor indica que tasas por debajo de 10mm la tasa de preñez disminuye considerablemente como ocurre en el tratamiento I (Ovsynch) que se obtuvo una baja tasa de preñez.

El diámetro máximo del folículo dominante presentó un promedio general de 15.5 ± 3.2 mm y según la presentación de ondas por ciclo estral el diámetro máximo del folículo dominante fue de 15.7 ± 1.9 , 14.7 ± 4.4 y 16.0 ± 3.4 mm para ciclos de dos, tres y cuatro ondas respectivamente (Quispe, 2013) podría explicarse debido a que estos pueden recibir un estímulo adicional para el crecimiento folicular (Baruselli *et al.*, 2002), que quizás se pueda explicar a través de un aumento de FSH o de estradiol, o descenso de inhibina, aunque no existe una causa clara y demostrada que explique estas observaciones,

Los resultados encontrados en el experimento se asemejan a lo que reporta Rhodes *et al.* (1995) en vacas Brahman que desarrollaron folículos dominantes con diámetro máximo de 10.2 ± 0.1 mm. Mientras que las estudiadas por Henao (1998), Henao *et al.* (2000), Henao y Trujillo (2003), Henao y

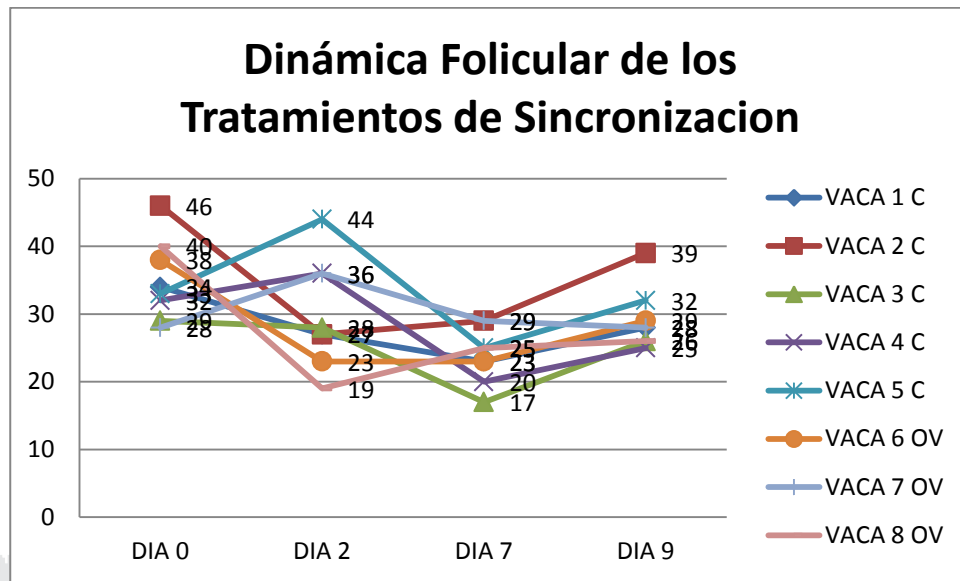
González (2008) desarrollaron un diámetro de folículo dominante de 10 a 14 mm.

El promedio del Folículo Ovulatorio fue de $12,4 \pm 0,41$ mm; similarmente D' Enjoy y col. (2012) en vacas Brahman durante ciclos estruales normales, y Roa y col. (2006) en vacas Angus sincronizadas con MAP+BE han reportado un diámetro similar de FO ($12,6 \pm 0,4$, $12,1 \pm 0,8$ mm respectivamente). Por el contrario De Ondiz y col. (2002) en vacas mestizas cebú sincronizadas con Norgestomet y eCG al momento del retiro del dispositivo reportó un menor diámetro del FO ($11,7 \pm 2,4$ mm). La influencia de la madurez del folículo ovulatorio sobre la fertilidad en ganado de carne ha sido investigada (Mussard *et al.*, 2003, 2007; Bridges *et al.*, 2010; Perry *et al.*, 2004). Una de las hipótesis planteadas es que el diámetro del folículo es el más adecuado indicador de la madurez del folículo y que las vacas inducidas a ovular folículos pequeños tendrían tasas de fertilidad por debajo de las vacas que ovulan folículos dominantes de tamaño normal en una serie de experimentos, (Mussard *et al.*, 2007).

4.5. Dinámica Folicular de los Tratamientos de Sincronización.

En el grafico 01 se observa la dinámica folicular de los dos tratamientos de sincronización de celo en vacas de carne, claramente el grafico muestra que el experimento resultó positivo, ya que la mayoría de las unidades experimentales se sincronizaron de manera correcta tal como se muestra, la tendencia al momento del inicio de los tratamientos resulta en el total de las medidas de los folículos de ambos ovarios fueron mayores, intermedios y de menor medida tal como se muestra en anexos en el cuadro N° 11, detalladamente en cada unidad experimental.

Figura 5: Dinámica Folicular.



Tanto en el tratamiento del CIDR (C) y en el Ovsynch (OV), en el día 0 iniciaron de diferente forma cada uno de las unidades experimentales, existen folículos de gran tamaño de 18mm y otros de menor diámetro de hasta 2mm a 3mm. Según Pursley *et al.* La aplicación de una dosis de GnRH provocará la ovulación del folículo dominante presente en el momento del tratamiento desde que esté en la fase de crecimiento o en el inicio de la fase estática. En el día 2 en la mayoría de los casos se provocó atresia folicular surgiendo una nueva onda folicular, al observar el grafico se nota una tendencia de reducción de la medida de los folículos. En el día 7 la medida de los folículos es mucho más pequeño, el folículo más grande tiene una de medida de 11mm y los demás folículos tienen unos tamaños de 9, 7, 5,3 y 2mm mucho más menores que en los días anteriores del estudio estos se observan en anexos en los cuadros 4 al 11 detalladamente. En el día 9 existen folículos de mayor diámetro o preovulatorios de mayor tamaño de hasta 15mm y además de folículos pequeños, un resultado de la administración de GnRH que provoca inducir una

nueva ovulación sincronizada. Entonces podemos concluir que en el experimento se ha logrado sincronizar la ovulación en ambos tratamientos.

En el Ovsynch la ovulación sincronizada consecuente con la primera inyección de GnRH ocurre en el 85% de las vacas lecheras y solo el 54% en las vacas de corte (Pursley et al., 1995). Además, el 19% de las vacas de carne presenta celo antes de la inyección con PGF2 α reduciendo dramáticamente la fertilidad por IATF (Wiltbank, 1997).

El programa de sincronización Ovsynch sincronizó la ovulación sólo en 50 % de las Vaquillonas (IRAC, 2004). En otro estudio, el comienzo de la onda folicular pos tratamiento fue más sincrónico en las vacas tratadas con CIDR-B + E-17 β confirmando los resultados obtenidos anteriormente. La proporción de vacas ovulando dentro de las 24 a 48 h pos GnRH tendió a ser mayor ($P < 0.08$) en las vacas del grupo CIDR-B + E-17 β y esto estuvo también asociado con un mayor porcentaje de folículos dominantes que se encontraban en la fase de crecimiento en el momento de la remoción del CIDR-B.

El CIDR - B es un dispositivo de liberación de progesterona que puede ser insertado en la vagina y que simulará la función lútea durante los protocolos para sincronización de celos ó superovulación (Mapletof, 2006). Lograron una sincronización del 75% de vacas.

El uso de un CIDR en un programa de 7 días tipo Ovsynch mejoraron la ovulación sincronizada por lo tanto también mejoró las tasas de preñez de 39% en animales control tratados con GnRH al 68% en vaquillonas tratadas con GnRH/CIDR. En conclusión, el uso de CIDR a los regímenes Cosynch u Ovsynch mejoró significativamente las tasas de preñez en vaquillonas (Martinez et al., 2002).

4.6. Tasa de preñez

La tabla 05 muestra la tasa de preñez en vacas de Carne evaluadas mediante ultrasonografía al final del experimento de sincronización de celo con los siguientes resultados que se detallan en anexos en panel fotográfico de ultrasonografía en el día 45 después de la inseminación artificial, para el tratamiento I (TI) se reporta 30% y para el tratamiento II (TII) 70% respectivamente.

Tabla 05: Tasa de Preñez

	N	TASA DE PREÑEZ (%)
OVSYNCH	10	30
CIDR SYNCH	10	70

($p > 0.05$)

Los presentes porcentajes sometidos a una prueba de Chi cuadrado muestran diferencia estadística lo que demuestra que el tratamiento II es diferente al tratamiento I, el CIDR resulto ser más efectiva que el protocolo de sincronización de celo Ovsynch.

El porcentaje de preñez fue definido como el número de vacas preñadas sobre el número de vacas en el grupo en estudio. En el grupo de Ovsynch todas las vacas fueron inseminadas sin detectar el celo alcanzando un porcentaje de preñez del 30% parecido al estudio que reportan Yavas *et al.*, 2000, Bo *et al.*, 2002, Cabezas *et al.*, 2006 que lograron tasas entre un 35 % y

40 % con la aplicación de un protocolo de Ovsynch en las razas puras *Bos taurus* orientadas hacia carne

Cruppe (2011) reporta tasas de preñez de 66.7% y 56.2% en vacas sincronizadas con el protocolo sincronización CIDR con 400 vacas y en dos establecimientos ubicados en el estado de Ohio que son similares a la respuesta que se reportó en este estudio del tratamiento II. Para Martínez y col. (2000) Usando CIDR nuevos o reutilizados con o sin P4 al inicio del tratamiento obtuvieron tasas de preñez que fluctuaron entre 42 y 71% en novillas Angus inseminadas 52-54 horas después de retirado el dispositivo. En otro experimento similar, encontraron una tasa de preñez de 61,5% en novillas de carne tratadas con CIDR y BE. Estudios en ganado *B. indicus* también han reportado tasas de preñez superiores. Baruselli y col. 2002. obtuvieron una tasa de preñez de 52% para vacas Brangus lactantes tratadas con CIDR más BE; estos resultados reportados por el autor antes mencionado se asemeja a nuestros resultados obtenidos por el protocolo de sincronización CIDR – Synch, debido a la constante liberación de progesterona que impide una aparición de ovulación temprana en comparación con el protocolo de sincronización Ovsynch, ya que cuando el Ovsynch es iniciado tarde en el ciclo estral, hay una probabilidad alta de que el CL pueda sufrir una luteólisis natural antes de la PG. Si esto sucede, las vacas pueden tener un celo normal y ovular tempranamente. Si las vacas no son detectadas al momento del celo, usualmente cerca del momento de la PG, las tasas de preñez son significativamente menores debido a la asincronía de la IA y la ovulación, y la IA a tiempo puede ocurrir también después de la ovulación (Pursley 2011). Pero Los protocolos de presincronización que utilizan dos inyecciones de

prostaglandina F2a (PGF) separadas por 14 días con la segunda inyección de PGF 12 a 14 días antes de iniciar un protocolo Ovsynch pueden mejorar preñez por IA (P/IA) al primer servicio en comparación con las vacas que no están presincronizadas (Moreira et al., 2001; Navanukraw et al., 2004)

Wiltbank y col. (2012) también informaron que la aplicación con Ovsynch, las tasas de preñez eran muy ineficientes ya que la GnRH produce una nueva onda folicular y la detección de estro e IA de ganado que entran en celo tempranamente no permiten que exista sincronía, por lo tanto la inserción de CIDR entre la primera GnRH y PGF, se hacen a menudo para mejorar las tasas de preñez.

4.7. Condición Corporal (CC) de Vacas de Carne.

La tabla 06 muestra la condición corporal asociado con la preñez en vacas de Carne evaluadas mediante ultrasonografía al inicio y final de los tratamientos de sincronización de celo, observándose que para el tratamiento I (TI) fue 3.50 en promedio preñadas y para 3.25 para las no preñadas; mientras que para el tratamiento II (TII) fue de 3.68 en promedio preñadas y 3.26 para las no preñadas respectivamente.

Tabla 06: Condición Corporal

CONDICIÓN CORPORAL		
	Preñadas	no preñadas
Ovsynch	3.50	3.25
CIDR – Synch	3.68	3.26

En la tabla 06 se observa que en ambos tratamientos la preñez fue mayor debido a que la condición corporal fue mayor y que la condición corporal

es menor en las unidades experimentales. Los resultados observados se asemejan a otros estudios realizados en bovinos. Al-Katanani et ál. (2002) reporta que con la aplicación del CIDR, encontró unos mejores índices en los animales con CC moderado: 64% de presencia de celos para animales de baja CC contra 82% en animales de CC moderada. Generalmente las vacas que presentan una pobre condición corporal durante la lactancia se encuentran en balance energético negativo, donde la frecuencia de pulsos de LH disminuye, afectando el tamaño final del Folículo Ovulatorio (Roche et al., 2000) en cambio en un programa Ovsynch reporta que una condición corporal de 3 a 4 más resulta en tasas de preñez de 25% resultados similares a nuestro estudio (Thatcher, 2000).

Para Zárate (2010) El mayor porcentaje de vacas criollas que mostraron estro fue para las que tenían una condición corporal de tres (condición corporal mala a regular), pero no todas ovularon a diferencia de las vacas criollas con condición corporal cuatro y cinco (condición corporal de regular a buena), las cuales en su totalidad ovularon. Reporta que los que tenían CC 3 -3.5 ovularon el 83.6% y 16.4% no ovularon, y los que tenían CC 4 ovularon el 100% en programas de tratamientos Ovsynch.

V. CONCLUSIONES

La funcionalidad ovárica para el TI 50% tanto para el ovario derecho e izquierdo, mientras que para el TII 75 y 25% para ovario derecho e izquierdo respectivamente; presencia de cuerpo lúteo (CL) al inicio del estudio TI 75% presencia de CL y 25% ausencia de CL para el TII presencia de CL 60% y ausencia 40%; tasa de crecimiento del Folículo Ovulatorio TI fue de 0.5 ± 0.87 la tasa de crecimiento y para el TII es de 1.2 ± 0.74 ; Diámetro Máximo del Folículo Ovulatorio TI el promedio del diámetro máximo es 8.09mm con un DS de 3.23 mm y para el TII el promedio fue de 10.2 mm y DS de 3.11 respectivamente. En el estudio la ovulación sincronizada tuvo un resultado adecuado. Tasa de preñez para el Ovsynch 30% y para el CIDR – Synch 70%. La condición corporal asociado a la preñez para el TI 3.33 preñadas y no preñadas 3.25 en promedio y para el TII 3.55 preñadas y 3.16 no preñadas,

VI. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones de este estudio se recomienda utilizar en la unidad de vacunos de Carne del CIP - Chuquibambilla, el protocolo de sincronización CIDR – Synch como un eficiente tratamiento de sincronización de celo, por las buenas de tasas de preñez que presentó en los resultados del experimento.

Se recomienda la construcción de instalaciones adecuadas en el CIP – Chuquibambilla para posteriores estudios en bovinos de la raza Aberdeen Angus, ya que se requiere mejor manejo por el comportamiento propio de la raza.

Realizar estudios adicionales, como la toma de muestras de sangre para determinar niveles séricos de progesterona (NSP).

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, G. P. 1993. Dinámica folicular ovárica en el bovino adulto y prepuber. Simposio Internacional de Reproducción Animal. Octubre. Córdoba, Argentina.
- AL-KATANANI YM, M. DROST, RL. MONSON, JJ RUTLEDGE, CE. KRININGER III, J. BLOCKB, WW. THATCHERA, PJ. HANSENA. 2002. Pregnancy rates following timed embryo transfer with fresh or vitrified in vitro produced embryos in lactating dairy cows under heat stress conditions. *Theriogenology*; 58: 171-182.
- ARAÚZ, E. E.; A.G. FUENTES, Y MÉNDEZ, N. 2010. Estudio de la dinámica folicular mediante ultrasonografía en novillas F1 Simental x Brahman. *Práctica Privada en Medicina Veterinaria y Fisiopatología de la Reproducción*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Panamá.
- ARTHUR, G.H. 1975. *Veterinary reproduction and obstetrics*. Fourth edition. London: Baillière- Tindall, 616p.
- ASCOLI, M. Y D.L. SEGALOFF. 1996. Hormonas adenohipofisarias y sus factores liberadores hipotalámicos. Sección XIII. Cap.55 pp 1447-1467
- ASPRÓN, M. A. 2004. *Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino*. En: Aviso. New York.
- ASSEY, R. J.; B. PURWANTARA, T. GREVE, P. HYTTEL AND M.H. SCHMIDT. 1993. Corpus luteum size and plasma progesterone levels in cattle after Cloprostenol Induced luteoysis. *Theriogenology*, 39: 1331-1342.

- BAIRD, D.T. 1978. Local Utero–Ovarian relationships. In: D. B CRIGHTON, N. B. HYNES, G. R., Control of ovulation. buthetworks, London, pp 217-233.
- BAVERA, G. A. 2007. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
- BARUSELLI, P.S. WM.O. MARQUES, N.A.T. CARVALHO, E.H. MADUREIRA, Y F.E.P. CAMPOS. 2002. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reproductiva de vacas de corte lactantes. Ver Bras de Reprod Anim. 26: 218-221.
- BATH L.H., N.F. DICKINSON, A.H. TUCKR Y D.R. APPLEMAN. 1982. Ganado lechero: Principios, prácticas, problemas y beneficios. Editorial Interamericana. Segunda edición california. EE.UU.
- BELLENDÁ, O. G. 2003. La ecografía aplicada a la reproducción en especies de interés productivo. Pie Medical. Disponible en www.Producción-animal.com.ar/portal.htm. Consultado 23-02-2012.
- BEG, M.A.; AND O.J. GINTHER. 2006. Follicle selection in cattle and horses: role of intrafollicular factors. Reproduction 132: 365-377.
- BÓ, G. A., Y L. CUTAIA. 2006. Estado del arte en IATF: factores que afectan sus resultados. Memorias XI Seminario Internacional de Reproducción en Grandes Animales. Bogota.
- BÓ, G.A. 2006. Efecto del contenido de progesterona de un dispositivo intravaginal sobre las tasas de preñez obtenidas en vaquillonas inseminadas a tiempo fijo. Congreso Mundial de Reproducción en Rumiantes. Nueva Zelanda.
- BO, G.A. 2008. Palpación y ultrasonografía reproductiva. Instituto de reproducción animal córdoba (IRAC) disponible en www.iracbiogen.com.ar. Consultado el 15-08-2011

- BÓ, G.A.; G.P. ADAMS, AND R.A. PIERSON. 1994. Follicular waves dynamic after estradiol 17β treatment of heifers with or without a progesterone implant. *Theriogenology*, v. 41, p.1555-1569.
- BO, G.A., Y M. CACCIA. 2000. Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino. Facultad de ciencias agropecuarias. Instituto de Reproducción Animal. Universidad Católica de Córdoba. Córdoba. Argentina.
- BODENSTEINER, K.J., M.C. WILTBANK, D.R. BERGFELT AND O.J. GINTHER. 1996. Alterations in follicular estradiol and gonadotropin receptors during development of bovine antral follicle. En: *Theriogenology*. Vol. 45; p. 499 – 512.
- BRIDGES G.A., M.L. MUSSARD, C.R. BURKE AND M.L. DAY. 2010. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Animal Reproduction Science* 117 208-215.
- BUTTKER, T.M. AND P.A. SANDSTROM. 1994. Oxidative stress as a mediator of apoptosis. *Immunol Today*, v.15, p.7-10.
- CABRA C. J. V., A. GARZÓN, R. TRIBULO, C. MAPLETOFT, G. JIMÉNEZ, AND G. BO. 2010. Efecto del número de aplicaciones de Cloprostenol sobre la regresión de cuerpos lúteos, el retorno al celo y la ovulación, después de un tratamiento superovulatorio en donantes de embriones bovinos. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 2011. 58(1):11-19.
- CALLO, D. 2016. Uso nuevo y reutilización de CIDR en vacas y vaquillas vaquillas Brown Swiss en el Cip Chuquibambilla, Tesis Bach. MVZ-UNA-PUNO-PERU.
- CALDERON, R., A. VILLA-GODOY, A. LAGUNAES Y P. FAJERSSON. 2000. Desarrollo folicular en novillas cebu y Suizo Pardo en condiciones tropicales. *Tecnica pecuaria Mexico* 38: 163 – 175.

- CALLEJAS, S. 1995. Fisiología del ciclo estral bovino. Jornadas de biotecnología de la reproducción en hembras de interés zootécnico, UNLZ y SYNTEX S.A., Lomas de Zamora 15-16.
- CALLO, D. 2016.
- CHASE, C. C. JR.; C.J. KIRBY, A.C. HAMMOND, T.A. OLSON AND M.C. LUCY. 1998. Patterns of ovarian growth and development in cattle with a growth hormone receptor deficiency. *J. Anim. Sci.*, 76: 212-219.
- COLAZO, M. G.; M.F. MARTINEZ, J.P. KASTELIC AND R.J. MAPLETOFT. 2000. Effects dose and route of administration of Cloprostenol on luteolysis, estrus and ovulation in beef heifers. *Animal Reproduction Science*.
- COLAZO M.G, J.A. SMALL, D.R. WARD, N.E. ERICKSON, J.P. KASTELIC AND R.J. MAPLETOFT. 2004. The Effect of presynchronization on pregnancy rate to fixed-time AI in beef heifers subjected to a Cosynch protocol. *Reprod Fertil Dev* 16:128.
- COLAZO M.G., M.B. GORDON, R. RAJAMAHENDRAN, R.J. MAPLETOFT AND AMBROSE. 2009. Pregnancy rates to timed artificial insemination in dairy cows treated with gonadotropin releasing hormone or porcine luteinizing hormone. *Theriogenology* 72:262-270.
- CRUPPE L.H. Y L. MICHAEL L. 2011. Maximización de las tasas de preñez con inseminación artificial a tiempo fijo con el programa co-synch + cidr de 5 días. ix simposio internacional de reproducción animal – irac 2011 – pag. 193
- D'ENJOY D' E., P. CABRERA, I. VIVAS Y T. DÍAZ. 2012. Dinámica Folicular Ovárica Durante el Ciclo Estral en Vacas Brahman. *Revista. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay, Aragua, Venezuela* 53 (1):39-47.

- DÍAZ T., E. J. SCHMITT, R. L. DE LA SOTA, M. J. THATCHER Y W.W. THATCHER. 2002. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. *J. Anim. Sci.*, 76: 1929-1936.
- DIEZ, N. 1997. Fundamento de la Ecografía. Curso Practico de Reproducción en Vacuno – Cursos Veterinarios Practico de Navarra. Facultad de Medicina Veterinaria. UNAH. La Habana Cuba.
- D´OCCHIO, M. J., G. FORDYCE AND WHYTE. 2000. Reproductive responses of cattle to GnRH agonists. *Animal Reproduction Science*, 60–61, 433–442.
- DUCHENS, M. Y M. DE LOS REYES. 2008. Ciclo estral de la hembra bovina. Guía docente. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Unidad de Reproducción. Santiago, Chile.
- ECHEVERRAS, J. 2006. Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2a en vacas. Revisión bibliográfica. En: *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Vol. VII, No. 01, enero.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
- ERICKSON, B.H., R.A. REYNOLDS Y R.L. MURPHREE. 1976. Ovarian characteristics and reproductive performance of the aged cow. *Biol. Reprod.*, v.15, p.555-560.
- ESPINOZA, J. L., R. ORTEGA, A. PALACIOS, J. VALENCIA Y C.F. ARÉCHIGA. 2007. Crecimiento folicular ovárico en animales domésticos. Revisión. *Interciencia*. Vol. 32 N° 2 Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

- ESPINAL A.M. Y M.A. CEDENO. 2009. Efecto de los dispositivos intravaginales DIB nuevos o usados y retirados el día 8 o 9 sobre los porcentajes de sincronización de celo y preñez en vacas cebuinas. Proyecto especial del programa de ingeniero agrónomo. Escuela agrícola panamericana, Tegucigalpa, Honduras. 14 p.
- FERNANDEZ, A. 2003. Dinámica folicular: Funcionamiento y regulación. Departamento de reproducción animal. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Montevideo, Uruguay.
- FIGUEIREDO, R. A., C.M. BARROS, O.L. PINHEIRO AND J.M.P. SOLER. 1997. Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*. 47:1489.
- FRASER, C. M. 1998. "El Manual MERCK de Veterinaria". Edición Tercera. Edit. Centrum. Barcelona – España. Pp. 1197.
- FRICKE, P. M. 2004. Aplicaciones prácticas del ultrasonido para el manejo reproductivo en ganado lechero. Disponible en www.wisc.edu/dysci/uwex/rep-phys/45pubs/ultrasound/502spanish.pdf. Consultado el 11-12-2011.
- FRICKE, P. M. 2007. Aplicaciones prácticas del ultrasonido para el manejo reproductivo en ganado lechero. Universidad de Wisconsin. Madison. Última consulta marzo.
- FORTUNE, J.E. 2002. Activation of primordial follicles. In: Eppig J., Hegele-Hartung C.H., Lessl M. (eds.). *The future of the oocyte basic and clinical aspects*. Nueva York: Springer,. p.11-21.

- GALINDO, R. C. 2004. Determinación de la actividad ovárica en vacas F1 (brahmán- holstein) durante el verano en un hato de la costa sur en Guatemala. Tesis para optar el grado de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- GINTHER O.J., J.P. KASTELIC AND L. KNOPT. 1989a. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine oestrous cycle. *Animal Reproduction Science* 20: 187-200.
- GINTHER O.J., L. KNOPF AND J.P. KASTELIC. 1989b. Ovarian follicular dynamics in heifers during early pregnancy. *Biol. Reprod.*;41: 247-254.
- GINTHER O.J., L. KNOPF AND J.P. KASTELIC. 1989c. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two or three follicular waves. *J. Reprod Fertil*; 87: 223 – 230.
- GINTHER, O.J., M.C. WILTBANK, P.M. FRICKE, J.R. GIBBONS AND K. KOT. 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. En: *Biology of Reproduction*. Vol. 55. p. 1187 – 1194.
- GNEMMI, G. 2004. La ultrasonografía en ginecología buiátrica. *Rev. Taurus, Bs. As.*, 3 (12): 26-32 y 4 (13): 22-30.
- GOBIERNO REGIONAL DE PUNO. 2016. Plan regional de desarrollo ganadero de puno al 2015. Disponible en www.gobiernoregionalpuno.gob.pe Consultado el 26-05-2016.
- GORDON, I. 1996. Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos; Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España.

- GRIFFIN, P. G. AND O. J. GINTHER. 1992. Research applications of ultrasonic imagin in Reproductive Biology. *J. Anim. Sci.*, 70:953-972.
- GRYGAR, I., F. VANATKA, A. VIKLER AND E. KUDLAC. 1992. Comparision of the accuracy of the diagnostics of physiological and phatological conditions in bovine ovaries by means of rectal palpation and ultrasonography. *Acta Veterinaria Brno* 61 (4): 219-230.
- HAFEZ, ESE. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. R Palacios Martínez. 6 ed. México, McGraw-Hill. 542 p.
- HANZEN, Ch., Y. LAURENT AND S. JAKOVLJEVIC. 1992. Applications de l'échographie en reproduction bovine. 1. L'examen des ovaries. *Ann. Méd. Vét.*, 137: 13-18.
- HENAO G. 1998. Descripción y comparación del restablecimiento del ciclo estral postparto en vacas Brahman sin y con amamantamiento en el trópico colombiano. Tesis Magister en Ciencias Reproducción Animal. Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Medellín. 28 p.
- HENAO G., L.E. TRUJILLO Y J.F. VÁSQUEZ. 2002. Actividad ovárica posparto de vacas Cebú en amamantamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 55(1): 1285-1302.
- HENAO G. 2010. Algunos factores relacionados con la dinámica folicular en *Bos indicus*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, vol.63, num.2 Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia pp. 5577-5586.
- HENAO, G, A.M. OLIVERA AND J.G. MALDONADO. 2000. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in sukled or non-

sukled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Animal Reproduction Science* 63: 127-136.

HENAO, G. Y L.E. TRUJILLO. 2003. Dinámica folicular durante la gestación temprana: Estudio de un caso en *Bos indicus*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, Colombia* 56(1): 1779-1788.

HENAO, G. Y A. GONZÁLEZ. 2008. Relación de la variación del peso vivo y de la condición corporal con la dinámica folicular posparto en vacas cebú primerizas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 61(1): 4394-4399.

HENAO, G. Y L.E. TRUJILLO. 2003. Dinámica folicular durante la gestación temprana: Estudio de un caso en *Bos indicus*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, Colombia* 56(1): 1779-1788.

HERNANDO L. 2005. Consideraciones fundamentales para la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo. *ABS Global*.

HSUEH, A.J.W.; H. BILLING Y A. TSAFRIRI. 1994. Ovarian follicle atresia: a hormonally controlled apoptotic process. *Endocr Rev*, 15(6):707-725.

HUSSEIN, MR. 2005. Apoptosis in the ovary: molecular mechanisms. *Hum Reprod Update*, 11:162-178.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA (INIEA). 2014. Resumen ejecutivo Bovinos.

IRAC. 2004. FISILOGIA DE LA REPRODUCCION DE LA VACA.

IRAC. 2004. INCRONIZACIÓN DE CELOS E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL – IRAC.

- JARA, C. 2006. Uso de progestágenos, prostaglandinas en el manejo del ciclo estral de vacas e inseminación artificial en la provincia de Canas Cusco. Tesis Bach. MVZ-UNA-PUNO – PERU.
- JOHNSON, A.L. 2003. Intracellular mechanisms regulating cell survival in ovarian follicles. *Anim Reprod Sci*, 78:185-201.
- JOHNSTONE, R.J., A.A. RUEFFI AND S.W. LOWE. 2002. Apoptosis: a link between cancer genetics and chemotherapy. *Cell*, v.108, p.153-164.
- KÄHN, W. 1994. Examen échographique des bovins. Technique de l'examen échographique des bovins. En : Atlas de diagnostics échographiques. Examen Gynecologique and Reproduction. Equin, bovin, ovin, caprin, porcin, chien, chat. Ed. MALOINE (Maloine 27, Rue de l'école de Médecine, 75006 PARIS).
- KÄHN, W. AND W. LEIDL. 1989. Ultrasonic characteristics of pathological conditions of the bovine uterus and ovaries. En: *Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. Pp:53-65.
- KITO, S. K. OKUDA, K. MIYAZAWA AND K. SATO. 1986. Study on the appearance of the cavity in the corpus luteum of cows by using ultrasonic scanning. *Theriogenology*, 25 (2): 325-333.
- KNOPF, L.; J.P. KASTELIC AND SCHALLENBERGER. 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Dom. Anim. Endocrinol.*, v.6, p.111-120.
- LAMB G.C., J.S. STEVENSON, D.J. KESLER, H.A. GARVERICK, D.R. BROWN AND B.E. SALFEN. 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2 α for ovulation

control in postpartum suckled beef cows. *J Anim Sci* 79:2253-2259, 2001.

LÓPEZ, H. 2006. Consideraciones fundamentales para la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo (Artículo técnico). ABS. México.

MACEDO, 2014. Evaluación ultrasonográfica de estructuras ováricas en vaquillas Brown Swiss sincronizadas con dos protocolos, Tesis Bach. MVZ-UNA-PUNO-PERU.

MAPLETOF. 2006. "Transfer en CIA de Embriones en Bovinos" en Acceso en [Internet]. Disponibilidad [http://es.scribd.com/doc/45616594/Transfer-en-CIA-de-Embriones-en-Bovinos-ivis-Dr-Mapletof#outer_page_7]. [fecha de acceso 19/03/11]

MCDUGALL S., C. COMPTON, D. HANLON, P. DAVIDSON, D. SULLIVAN, A. GORE AND F. ANNISS. 2005. Reproductive performance in anestrous dairy cows following treatment with two protocols and two doses of progesterone. *Theriogenology* 63, 1529-1548.

MARTÍNEZ M.F., J.P. KASTELIC, G.P. ADAMS AND R.J. MAPLETOFT. 2000a. The use of CIDR-B devices in GnRH / LH based artificial insemination programs. *Theriogenology*. 53: 202.

MARTINEZ M.F., J.P. KASTELIC, G.P. ADAMS AND R.J. MAPLETOFT. 2002b. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J Anim Sci* 80:1746-1751.

- MARTINEZ M.F., G.P. ADAMS, T.D. BERGFEL, J.P. KASTELIC AND R.J. MAPLETOFT. 1999. Effect of LH or GnRH on the dominant Follicle of the first follicular wave in heifers. *Anim Reprod Sci* 57: 23-33.
- MEE, M. O., J. ESTEVENSON, B. M., ALEXANDER AND R. G., SASSER. 1993. Administration of GnRH at estrus influences pregnancy rates, serum concentrations of LH, FSH, estradiol-17B, pregnancy-specific protein B, and progesterone, proportion of luteal cell types, and in vitro production of progesterone in dairy cows. *Journal of animal science*. 71 185-198.
- MILVAE, R. A., S.T. HINCKLEY AND CARLSON. 1996. Luteotropic and luteolytic mechanisms in the bovine corpus luteum. *Theriogenology*, 45: 1327-1349.
- MONNIAUX, D., C. HUET, N. BESNARD, F. CLÉMENT, F. BOSCH, C. PISSELET, P. MONGET AND J.C. MARIANA. 1997. Follicular growth and ovarian dynamics in mammals. En: *Journal of Reproduction and Fertility (Supplement)*. Vol. 51; p. 3-23.
- MOREIRA, F., C. ORLANDI, C. A. RISCO, R. MATTOS, F. LOPES, AND W. W. THATCHER. 2001. Effects of Presynchronization and Bovine Somatotropin on Pregnancy Rates to a Timed Artificial Insemination Protocol in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 84(7):1646-1659.
- MURPHY M.G., M.P. BOLAND AND J.F. ROCHE. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum beef suckled cows. *Journal of Reproduction and Fertility* 90: 523-533.
- MUSSARD M.L., C.R. BURKE AND M.L. DAY. 2007. Ovarian follicle maturity at induced ovulation influences fertility in cattle. *Proceedings of the Annual Conference of the Society for Theriogenology* 79 185.

- NAVANUKRAW, C., D. A. REDMER, L. P. REYNOLDS, J. D. KIRSCH, A. T. GRAZUL-BILSKA, AND P. M. FRICKE. 2004. A modified presynchronization protocol improves fertility to timed artificial insemination in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 87(5):1551-1557.
- NOAKES, D. E. 1999. Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno, 2da Edicion, Editorial Acribia, Zaragoza España.
- OKUDA, K; S. KITO, N. SUMI AND K. SATO. 1988. A study of the central cavity in the bovine corpus luteum. *Vet. Rec.*, 123(7): 180-183.
- OMRAN, S. N., T.R. AYLIFFE AND J.S. BOYDS. 1988. Preliminary observations of bovine ovarian structures using B-mode real time ultrasound. *Vet. Rec.*, 122 (19): 465-466.
- PALMA, G. 2008. Biotecnología de la reproducción. 2ed. Argentina. Producción gráfica integral.
- PEREZ, G. 2002. Diagnostico físico en vacunos. 1ra. Edición. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Peru. Guía docente.
- PEREZ U. H. 2012 Manual de sincronización de celo en vacas. Docente UNA – PUNO.
- PERRY, G.A., M. F., SMITH AND D. J. PATTERSON. (2004). Evaluation of a fixed-time artificial insemination protocol for postpartum suckled beef cows. *Journal of Animal Science*. 80: 3060-3064.
- PIERSON, R.A. AND O.J. GINTHER. 1984. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology* 21 :497.

- PIETERSE, M. C. 1999. El ultrasonido en la reproducción bovina: aplicaciones en diagnóstico y tratamiento. *Rev.Taurus*, 1(1): 18-26.
- PETER, A. T., S. JAKOVLJEVIC AND R.A. PIERSON. 1992. Use of real-time ultrasonography in bovine and equine reproduction. *Compendium Contin. Educ. Pract. Vet.*, 14 (8): 1116-1124.
- PURSLEY, J. L. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using prostaglandin and GnRH. *Theriogenology*. 44:915-923.
- PURSLEY J., R. JOÃO Y N. MARTINS. 2011. Impacto de las Concentraciones Circulantes de Progesterona Y La Edad del Folículo Ovulatorio en la Fertilidad de Vacas Lecheras De Alta Producción Department of Animal Science Michigan State University East Lansing, MI 48824
- PURSLEY, J.R., P.M. FRICKE, H.A. GARVERICK, D.J. KESLER, J.S. OTTOBRE, J.S. STEVENSON AND M.C. WILTBANK. 2001. NC-113 Regional Research Project. Improved fertility in noncycling lactating dairy cows treated with exogenous progesterone during Ovsynch. Midwest Branch ADSA 2001 Meeting, Des Moines, IA; 63 abstr.
- POBLETE D. A. 2012. Determinación del tipo de anestro mediante ecografía ovárica y del desempeño reproductivo frente a diversas opciones terapéuticas en vacas lecheras a pastoreo, memoria de título presentada como parte de los requisitos para optar al título de médico veterinario
- QUINTELA, L.A., C. DIAZ, P.J. GARCIA, A.I. PEÑA Y J.J. BECERRA. 2006. *Ecografía y reproducción en la vaca*. Primera edición. Editorial Universidad Santiago de Compostela, Servizo de Publicacions e Intercambio Científico, ed. España.

- QUISPE, A. 2013. Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular interestral en vacas Brown Swiss en el Cip Chuquibambilla, Tesis Bach. MVZ-UNA-PUNO-PERU.
- REIS, A.R.; A. DE LOS REYES, M.L. GAMBARINI, R. RUMPF, C.C. OLIVEIRA Y B. DIAS DE OLIVEIRA FILHO. 2005. Dinámica folicular por ultrasonografía en novilhas prepúberes da raza Gir. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 13(2): 51-55.
- RHODES, F. M., L.A. FITZPATRICK AND K.W. ENTWISTLE. 1995. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in Bos indicus heifers before and after nutritional anoestrus. Journal of Reproduction and Fertility, v.104, p.41-49.
- ROA, N., T. LINARES, T. DÍAS Y F. CHACÍN. 2006b. Ondas foliculares ováricas en vacas Brahman (en línea). Aragua, Ven. Consultado 2 sep. 2012. Disponible en www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc48/03cicloestral.html.
- ROCHE, J.F., D. MAKEY AND M.D. DISKIN. 2000. Reproductive management of postpartum cows. Anim. Reprod. Sci., 60: 703-712.
- ROJAS, R. 2007. Bovinos Manejo y Crianza. 1ra Edición, Editorial Universitaria, UNA-PUNO-PERÚ.
- ROBERTS, S.J. 1971. Veterinary obstetrics and genital diseases. Second edition. Ithaca-NY: Ed. Edwards brothers inc.,. p.343-375.

- ROBSON, C., J.F. ALLER, S. CALLEJAS Y R.H. ALBERIO. 2008. Dinámica folicular posparto y comportamiento del amamantamiento en razas angus y criolla argentina. Arch. Zootec. 57 (220): 477-488.
- RUPEREZ. R. 2004. Aplicación de la ecografía en la reproducción bovina. Artículos del Colegio de Veterinarios de la provincia de Buenos Aires. Argentina.
- RYAN D.P., S. SNIJDERS, H. YAAKUB AND K.J. OFARRELL. 1995. An evaluation of estrus synchronization programs in reproductive management of dairy herds. J Anim Sci; 73(12):3687-3695.
- RYAN D.P., J.A. GALVIN AND K.J. O'FARRELL. 1999. Comparison of oestrous synchronization regimens for lactating dairy cows. Anim Reprod Sci; 56:153-168.
- SÁNCHEZ R. Y E. ALFONSO. 2000. Ultrasonografía en reproducción animal. Tecnología Veterinaria. Disponible en www.produccion-animal.com.ar. Consultado en 05 – 09 – 2011.
- SAVIO J.D., L. KEKNANA, M.P. BOLAND AND J.F. ROCHE. 1988. Pattern of growth of dominant follicles during oestrus cycle of heifers. J Reprod Fertil.; 83:663-671.
- SENAMHI. 2016. Servicio nacional de meteorología. [http. //www. Senamhi. Gog.pe/](http://www.Senamhi.Gog.pe/). consultado el 25-06-16.
- SINTEX. 2005. Fisiología Reproductiva del Bovino. Laboratorio de Especialidades Veterinarias. Sitio argentino de Produccion Animal. www.produccion-animal.com.ar.

- SIROIS, J. AND J.E. FORTUNE. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol Reprod*; 39:308-317.
- SMALL J.A., M.G.COLAZO, J.P. KASTELIC AND R.J. MAPLETOFT. 2009. Effects of progesterone presynchronization and eCG on pregnancy rates to GnRH-based, timed-AI in beef cattle. *Theriogenology* 71:698–706.
- SPRECHER D. J., R.L. NEBEL AND S.S. WHITMAN. 1989. The predictive value, sensivity and specificity of palpation per rectum and transrectal ultrasonography for the determination of bovine luteal status. *Theriogenology*, 31 (6): 1165-1172.
- SUNDERLAND S.J., P.G. KNIGHT, M.P. BOLAND, J.F. ROCHE AND J.J. IRELAND. 1996. Alteration in intrafollicular levels of deferent molecular mass forms of inhibin during development of follicular and luteal phase dominant follicles heifers. En: *Biology of reproduction*, abstract. Vol. 54, No 2. p. 453 – 462.
- TAMAYO M. 2002. La ecografía como medio diagnóstico y evaluación de los procesos reproductivos en el bovino. Departamento de Clínica, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana. San José, La Habana. Cuba.
- TEJERO, J. 2008. Diagnóstico ultraprecoz de gestación en el ganado vacuno mediante la exploración ecográfica del cuerpo lúteo y determinación del sexo del feto mediante valoración de los niveles plasmáticos de testosterona. Tesis doctoral. Universidad de León, Facultad de Veterinaria. León. España.

- THATCHER W.W., F. MOREIRA AND J.E.P. SANTOS. 2000. Strategies to improve reproductive management of dairy cows. *Advances in Dairy Technology* 12:177-193,
- TURNBULL A. C., M.D. MITCHELL, M.J. KEIRSE, J.D. BRUNT AND A.B. ANDERSON. 1977. Concentrations of the prostacyclin metabolite, 6-keto-prostaglandin $f_{1\alpha}$, in amniotic fluid during late pregnancy and labour. Headington, Oxford OX3 9DU.
- TWAGIRAMUNGU, H., L. A GUILBAULT, J. G PROULX, AND J. J. DUFOUR. 1995. Influence of corpus luteum and induced ovulation on ovarian follicular dynamics in postpartum cyclic cows treated with buserelin and cloprostenol. *J. Anim. Sci.* 72:1796-1805
- UNAM. 2010. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Aberdeen Angus
- VASCONCELOS J.L.M., R. SARTORI, H.N. OLIVEIRA, J.G. GUENTHER AND M.C. WILTBANK. 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*; 56: 307-314.
- WEBB, R., R.G. GOSDEN, E.E. TELFER, AND R.M. MOOR. 1999. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. En: *Animal Science*. Vol. 68 p. 257-284
- WILTBANK, M.C. J.R. PURSLEY AND P.M. FRICKE. 1996. Development of AI and ET programs that do not require detection of estrus using recent information on follicular growth. *Proceedings of the XV annual convention AETA, memorias*, 62p.
- WILTBANK M.C. 1997. How information of hormonal regulation of the ovary has improved understanding of timed breeding programs. *Proc Ann Mtg Soc Therio* pp. 83-97.

YAVAS Y. AND J.S. WALTON. 2000. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: A review. *Theriogenology* 54: 1-23.

ZÁRATE-MARTÍNEZ J. P., J.A. RAMÍREZ-GODÍNEZ AND F.A. RODRÍGUEZ-ALMEIDA. 2010. Comportamiento reproductivo de vacas criollas con amamantamiento restringido y sincronización del estro. *Agronomía mesoamericana* 21(1):121-130. 2010 issn: 1021-7444







A1. PANEL FOTOGRÁFICO DEL MATERIAL EXPERIMENTAL



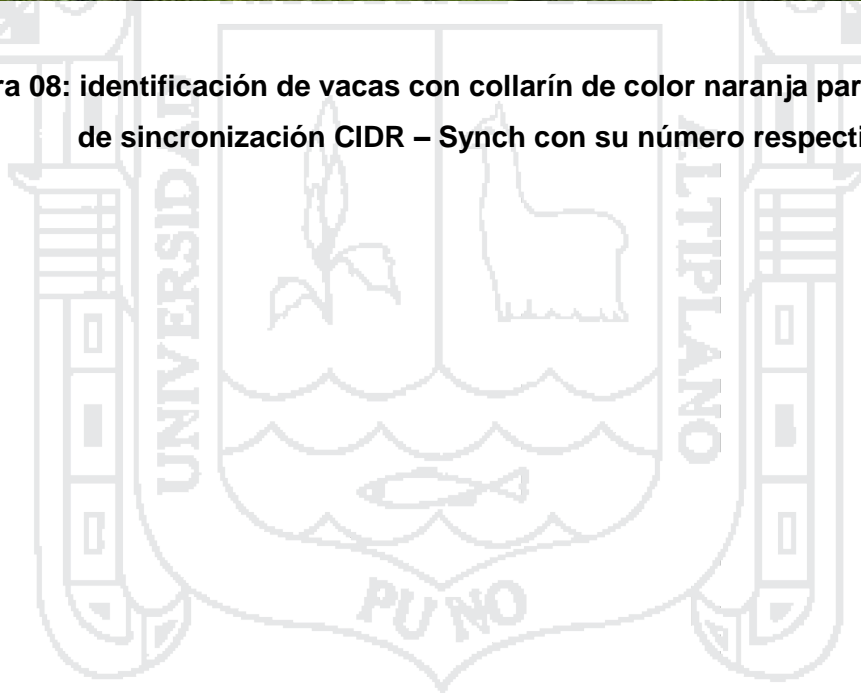
Figura 06: Selección de vacas de la raza Aberdeen Angus utilizadas para la sincronización de celo.



Figura 07: identificación de vacas con collarín verde para el protocolo de sincronización Ovsynch con su número respectivo.



Figura 08: identificación de vacas con collarín de color naranja para el protocolo de sincronización CIDR – Synch con su número respectivo.





A2. PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO



Figura 09: traslado de las vacas hacia la manga del centro CIP – Chuquibambilla.



Figura 10: selección de las vacas del experimento en el corral de aparto.



Figura 11: realizando sujeción en la manga para realizar el experimento.



Figura 12: Se realizó la ultrasonografía a cargo del especialista a los dos grupos de vacas del experimento

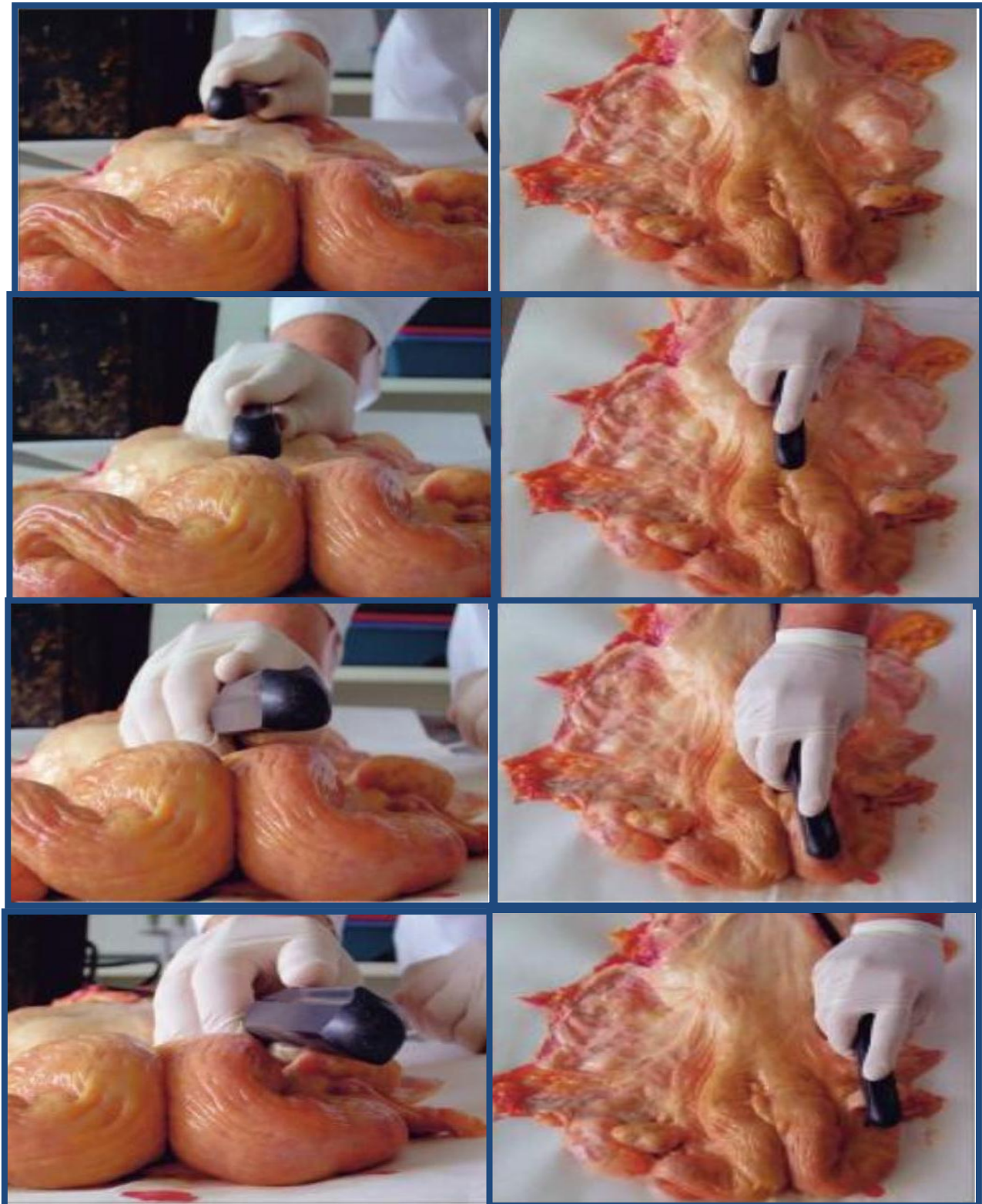


Figura 13: método de exploración de la ultrasonografía del aparato reproductor de la vaca.

OVARIOGRAMA

IDENTIFICACIÓN DEL ANIMAL.....ESTABLO.....

RESPONSABLE.....EQUIPO.....

CARACTERÍSTICA DE LA ECOGRAFÍA.....

CONDICIÓN CORPORAL.....COLLAR.....

N°	FECHA	OVARIO		OBSERVACIONES
		DERECHO	IZQUIERDO	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Cuadro 02: planilla individual de evaluación ultrasonográfica.



Figura 14: Cargado en la jeringa de GnRH para su administración en los grupos de experimentación (Ovsynch y CIDR – Synch).



Figura 15: administración de GnRH en la grupa de la vaca, en los dos grupos de experimentación.

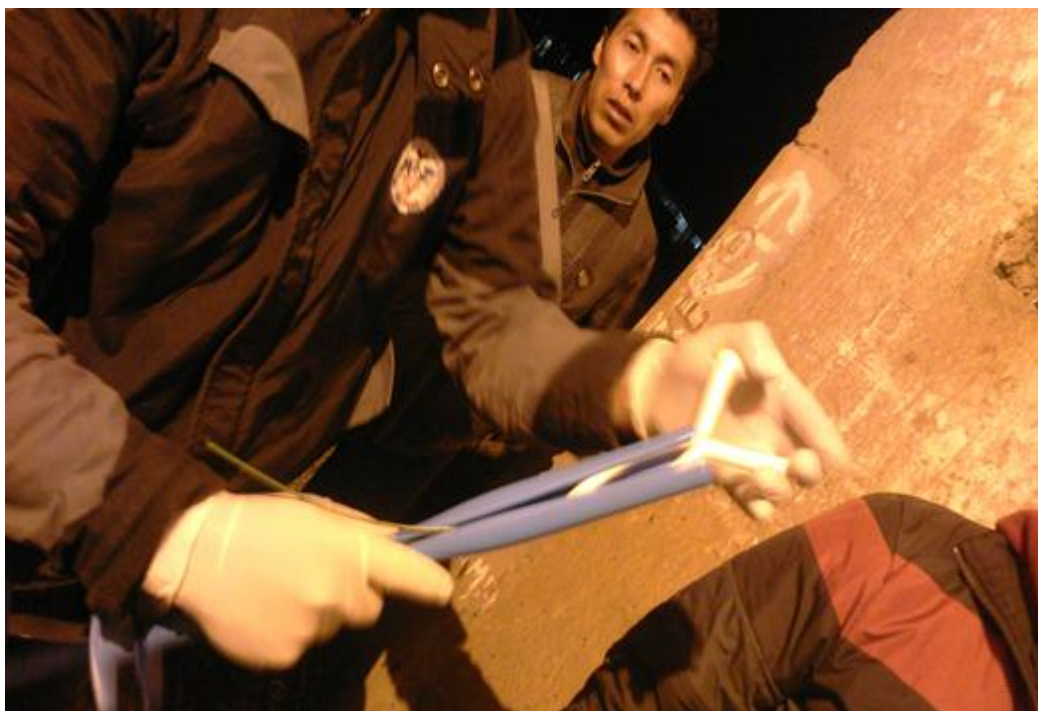


Figura 16: Armado del dispositivo intravaginal que se colocó en vacas del grupo experimental del CIDR.

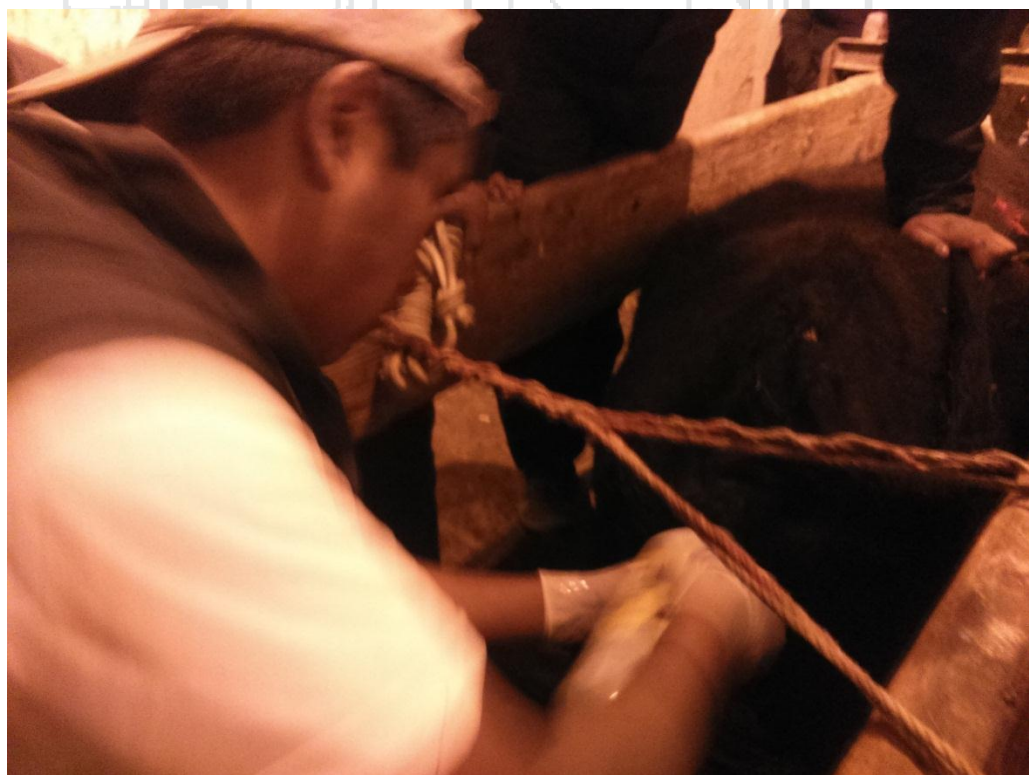


Figura 17: limpieza y desinfección y lubricación de la vulva para el colocado del CIDR.



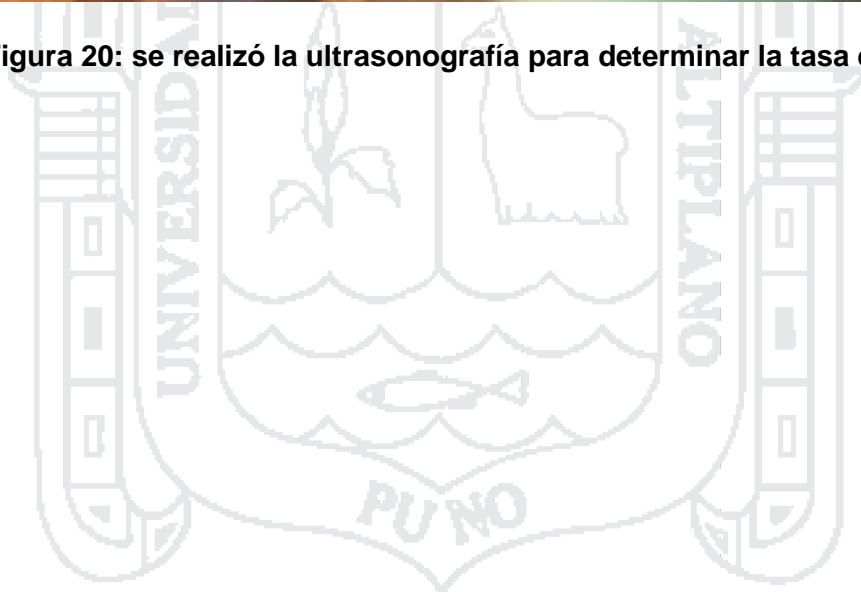
Figura 18: Colocado del CIDR

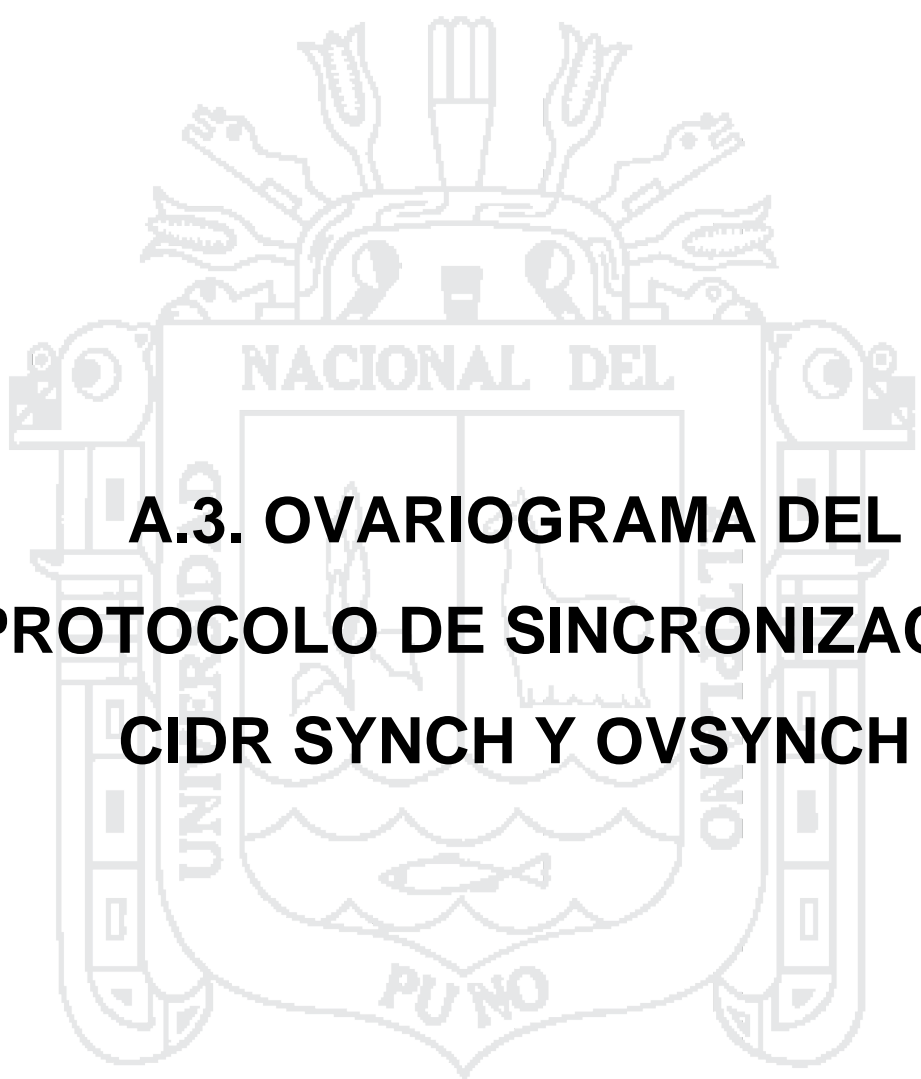


Figura 19: Inseminación a los dos grupos de vacas de experimentación.






Figura 20: se realizó la ultrasonografía para determinar la tasa de preñez.













**A.3. OVARIOGRAMA DEL
PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN
CIDR SYNCH Y OVSYNCH**

OVARIOGRAMA 01: CIDR – SYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	2F: 5mm 	2F: 7mm  1F: 10mm	Colocación del CIDR
Día 2	1F: 7mm  CL: 9mm	1F: 5mm  1F: 7mm 1F: 8mm	
Día 7	 Folículos pequeños	1F: 11mm  F. Pequeños	CIDR retirado
Día 9	1F: 8mm  Folículos pequeños	1F: 6mm  Folículos pequeños	Inseminación en el cuerno derecho
45 post inseminación			PREÑADA

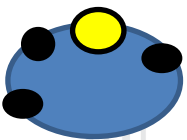


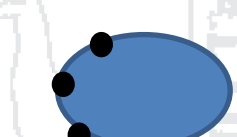


Cuadro 03: Ovariograma de la vaca 01 CIDR – Synch.

OVARIOGRAMA 02: CIDR - SYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	2F: 4mm  1F: 9mm	CL: 12mm  2F: 10mm 1F: 9mm	Colocación del CIDR
Día 2	1F: 7mm  CL: 9mm	1F: 5mm  1F: 7mm 1F: 8mm	
Día 7	2F: 4mm  1F: 9mm	3F: 4mm 	CIDR retirado
Día 9	1F: 5mm  1F: 4mm	1F: 10mm  1F. Quístico: 20mm	Inseminación en el cuerno izquierdo
45 post inseminación			PREÑADA

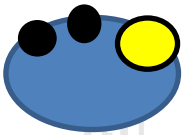
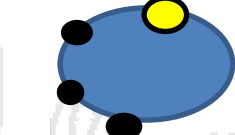
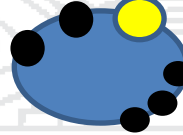
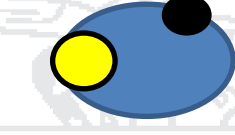
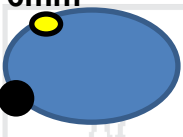



Cuadro 04: Ovariograma de la vaca 02 CIDR – Synch.

OVARIOGRAMA 03: CIDR – SYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	CL: 12mm  1F: 8mm 1F: 7mm	folículos pequeños 	Colocación del CIDR
Día 2	CL: 6mm  1F: 11mm 1F: 8mm	3F: 3mm 	
Día 7	2F: 4mm  1F: 3mm	 F. Pequeños	CIDR retirado
Día 9	1F: 7mm  Folículos pequeños	1F: 4mm  Folículos pequeños	Inseminación en el cuerno derecho
45 post inseminación			PREÑADA

Cuadro 05: Ovariograma de la vaca 03 CIDR – Synch.

OVARIOGRAMA 04: CIDR – SYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	CL: 13mm  1F: 8mm 1F: 9mm	CL: 7mm  3F: 5mm	Colocación del CIDR
Día 2	CL: 9mm 1F: 8mm  1F: 9mm 3F: 5mm	CL: 15mm  1F: 9mm	
Día 7	CL: 6mm  1F: 7mm	CL: 5mm  2F: 4mm	CIDR retirado
Día 9	1F: 8mm  1F: 8mm	 Folículos pequeños	Inseminación en el cuerno derecho
45 post inseminación			PREÑADA

Cuadro 06: Ovariograma de la vaca 04 CIDR – Synch.

OVARIOGRAMA 05: CIDR – SYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	1F: 4mm 	1F: 8mm 	Colocación del CIDR
Día 2	3F: 3mm 1F: 7mm 	2F: 6mm 	
Día 7	2F: 6mm 	1F: 12mm 	CIDR retirado
Día 9	Folículos pequeños 1F: 3mm 	F. Pequeños 1F: 15mm 	Inseminación en el cuerno izquierdo
45 post inseminación			PREÑADA

Cuadro 07: Ovariograma de la vaca 05 CIDR – Synch.

OVARIOGRAMA 06: OVSYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	1F: 13mm 1F: 6mm	2F: 8mm 1F: 3mm	Inicio del tratamiento Ovsynch
Día 2	1F: 7mm 1f: 6mm	2F: 3mm 1F: 4mm	
Día 7	Folículos pequeños	1F: 9mm F. Pequeños	
Día 9	1F: 8mm 1F: 9mm	1F: 6mm Folículos pequeños	Inseminación en el cuerno derecho
45 post inseminación			PREÑADA

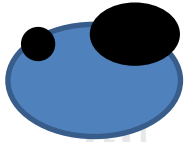

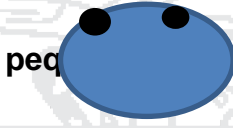



Cuadro 08: Ovariograma de la vaca 06 OVSYNCH.

OVARIOGRAMA 07: OVSYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	2F: 13mm 1F: 8mm	1F: 4mm 1F: 3mm	Inicio del tratamiento Ovsynch
Día 2	3F: 7mm 	1F: 7mm 1F: 8mm	
Día 7	1F: 8mm Folículos pequeños	1F: 9mm F. Pequeños	
Día 9	 Folículos pequeños	1F: 10mm Folículos pequeños	Inseminación en el cuerno izquierdo
45 post inseminación			PREÑADA

Cuadro 09: Ovariograma de la vaca 07 OVSYNCH.

OVARIOGRAMA 08: OVSYNCH

N°	OVARIO		OBSERVACIONES
	DERECHO	IZQUIERDO	
Día 0	1F: 18mm 	1F: 7mm 	Inicio del tratamiento del Ovsynch
Día 2	1F: 6mm 1F: 7mm 	1F: 9mm folículos pequeños 	
Día 7	 Folículos pequeños	1F: 11mm  F. Pequeños	
Día 9	1F: 8mm  Folículos pequeños	1F: 6mm  Folículos pequeños	Inseminación en el cuerno derecho
45 post inseminación			PREÑADA

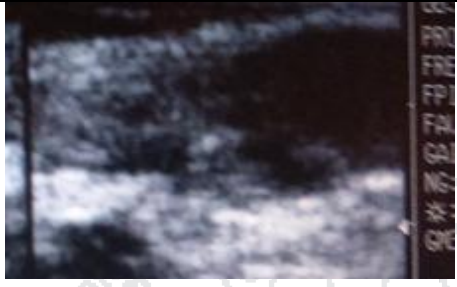
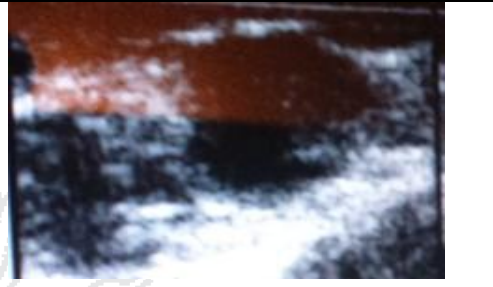

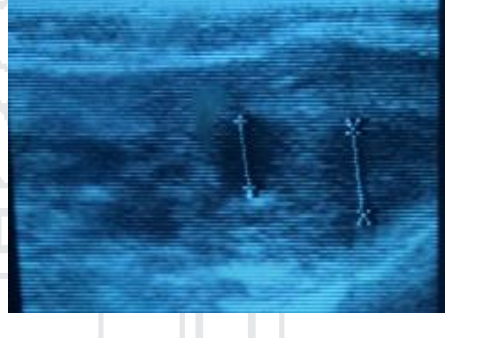
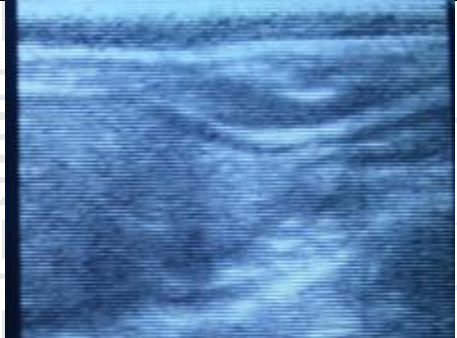
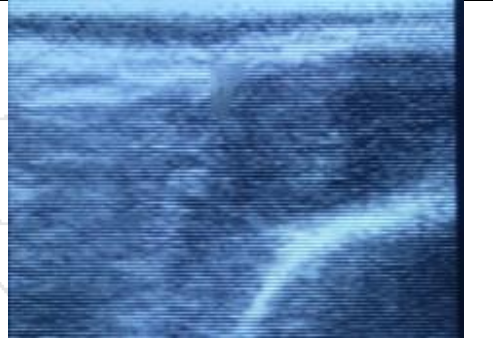
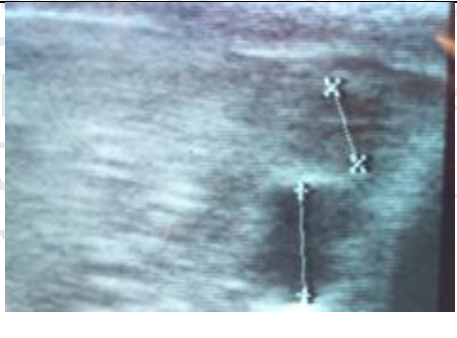
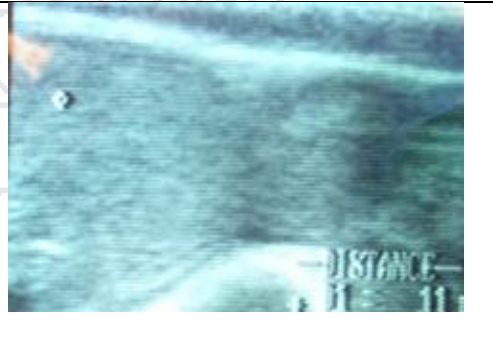
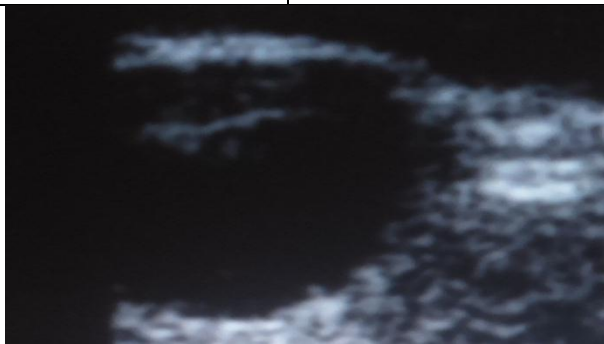
Cuadro 10: Ovariograma de la vaca 08 OVSYNCH.



**A4. PANEL FOTOGRÁFICO DE
ULTRASONOGRAFIA.**

IX. Resultados del protocolo de sincronización Ovsynch

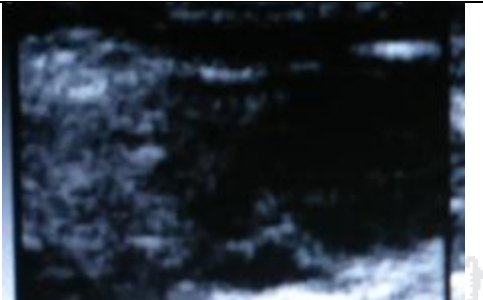
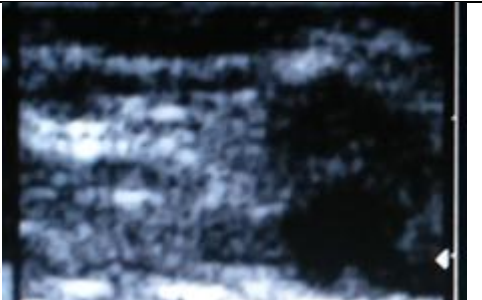
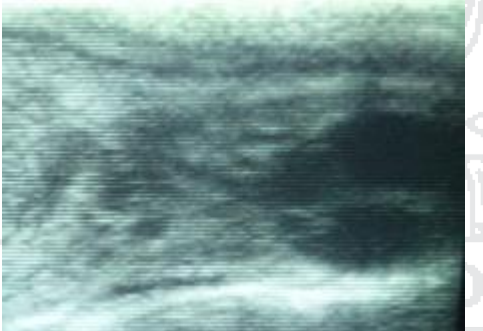
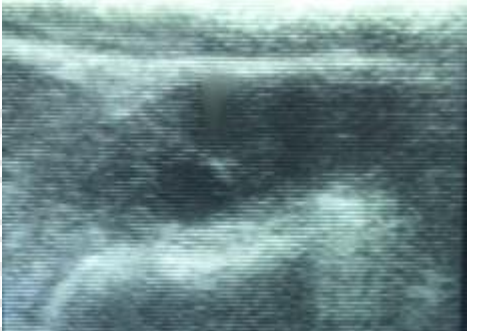




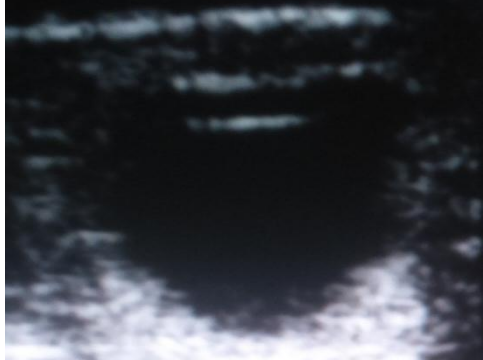
OVARIO	DERECHO	IZQUIERDO
Día 0		
Día 02		
Día 07		
Día 09		
Dx preñez Día 45 después de la IATF		

OVARIO	DERECHO	IZQUIERDO
Día 0		
Día 02		
Día 07		
Día 09		
Dx preñez Día 45 después de la IATF		

1.1.1. Resultados del protocolo de sincronización CIDR – Synch.

OVARIO	DERECHO	IZQUIERDO
Día 0		
Día 02		
Día 07		
Día 09		
Dx preñez Día 45 después de la IATF		

OVARIO	DERECHO	IZQUIERDO
Día 0		
Día 02		
Día 07		
Día 09		
Dx preñez Día 45 después de la IATF		

OVARIO	DERECHO	IZQUIERDO
Día 0		
Día 02		
Día 07		
Día 09		
Dx preñez Día 45 después de la IATF		

SUMA TOTAL DE LOS FOLÍCULOS POR TRATAMIENTO/VACA/DÍA en mm								
	VACA 1 CIDR	VACA 2 CIDR	VACA 3 CIDR	VACA 4 CIDR	VACA 5 CIDR	VACA 6 OVSYNCH	VACA 7 OVSYNCH	VACA 8 OVSYNCH
DÍA 0	34	46	29	32	33	38	28	40
DÍA 2	27	27	28	36	44	23	36	19
DÍA 7	23	29	17	20	25	23	29	25
DÍA 9	28	39	26	25	32	29	28	26

Cuadro 11: suma de los folículos por tratamiento/día/vaca

VACA	CONDICIÓN CORPORAL			
	CIDR - SYNCH		OVSYCNH	
	PREÑADA	NO PREÑADA	PREÑADA	NO PREÑADA
1	3.5	3.3	3.5	3.3
2	3.5	3.5	3.5	3.2
3	4	3	3.5	3.3
4	3.5			3
5	4			3
6	3.5			3.5
7	3.8			3.5
PROMEDIO	3.68	3.26	3.5	3.25

Cuadro 12: condición corporal de las vacas al inicio de los tratamientos, asociado con la preñez.