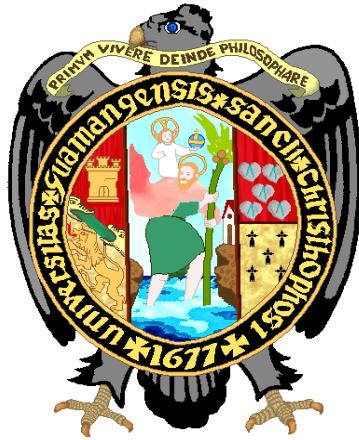


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación
a tiempo fijo utilizando GnRH y prostaglandina en vacas en la
Provincia de Huamanga - Ayacucho**

**Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

**Presentado por:
Bach. Pedro Alex Ramos Aparco**

**Asesor:
M.Sc. Raúl Roberto Caballa León**

Ayacucho - Perú

2024

A mis padres quienes en los momentos más difíciles supieron apoyarme; especialmente a mi MADRECITA LINDA por su incansable esfuerzo para alcanzar mi anhelo de realizarme como profesional.

AGRADECIMIENTO

Es grato expresar mi sincero agradecimiento y reconocimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, escuela de Formación Profesional de Agronomía y a mis profesores por su contribución para hacer realidad el presente trabajo de investigación.

Al C.E.W. y a los ganaderos de la comunidad de Rancho, por abrir las puertas para realizar el trabajo de investigación.

A mi asesor Mtro. Raúl Roberto Caballa León por brindarme sus conocimientos y experiencias durante el trabajo realizado.

También, agradezco al Señor Divino a mi Madre y mis familiares que me apoyaron, en todos los momentos difíciles de esta etapa, hoy puedo decir que he terminado y agradezco, a los profesores de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía.

Muchas gracias

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I. MARCO TEORICO.....	4
1.1 Control artificial del ciclo estral.....	4
1.2 El uso de la GnRh en la sincronización de celos.....	5
1.3 Antecedentes específicos.....	5
1.4 Ciclo estral, control endocrino y dinámica folicular de la hembra bovina.....	7
1.5 Sincronización de celos.....	11
1.6 Prostaglandina F2 α	12
1.7 Hormona estimulante de la ganodotropina (GnRH).....	13
1.8 Estrógeno (E2).....	14
1.9 Evolución de algunos protocolos de inseminación a tiempo fijo (IATF).....	14
1.10 Conclusiones de la inseminación a tiempo fijo (IATF) en vacas	20
1.11 Estado fisiológico de las vientres.....	20
1.12 Falla en la detección de celo.....	21
1.13 Control del desarrollo folicular.....	22
1.14 Sincronización de la ovulación.....	22
1.15 Calidad de semen.....	22
1.16 Instalaciones y personal.....	23
1.17 Tasa de estros prematuros (EP).....	24
1.18 Tasa de concepción (TC).....	24
1.19 Tasa de preñez (TP).....	24
CAPÍTULO II. METODOLOGIA.....	29

2.1. Características de la investigación.....	29
2.2. Metodología experimental	29
2.3. Aspecto sanitario.....	30
2.4. Diseño experimental.....	30
2.5. Diagnóstico de preñez.....	31
2.6. Variables e indicadores.....	31
2.7. Viabilidad técnica.....	32
2.8. Viabilidad económica.....	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1 RESULTADOS.....	33
3.2. DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Dinámica folicular progesterona plasmática durante un protocolo Ovsynch comenzado el día 5 del ciclo en una vaca con 2 ondas foliculares</i>	18
Figura 1.2. <i>Dinámica folicular progesterona plasmática durante un protocolo Ovsynch comenzado el día 15 del ciclo en una vaca con 2 ondas foliculares.....</i>	19
Figura 2.1. <i>Diseño del experimento.....</i>	31

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. <i>Tasa de celo en grupo control (CN) y estro prematuro (EP) con protocolo Ovsynch en vacas cruzadas y vacas Brown Swiss</i>	34
Tabla 3.2. <i>Tasa de concepción en vacas cruzadas (H x BS) y Brown Swiss inseminadas tiempo fijo y con celo natural</i>	34
Tabla 3.3. <i>Efecto del protocolo Ovsynch sobre tasa de preñez en vacas cruzadas y Brown Swiss</i>	35
Tabla 3.4. <i>Costo de inducción y sincronización de celo-ovulación e inseminación a tiempo fijo/vaca</i>	36

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Sincronización de Celo y Ovulación en Vacas Cruzadas (B x H) para Inseminación a Tiempo Fijo (IATF).....	52
Anexo 2. Sincronización de Celo y Ovulación en Vacas Brown Swiss para Inseminación a Tiempo Fijo (IATF).....	52
Anexo 3. Vacas Cruzadas Preñados por Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y Celo Natural.....	54
Anexo 4. Vacas Brown Swiss Preñados por Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y Celo Natural.....	55
Anexo 5. Panel fotográfico.....	56

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la eficiencia de la sincronización de celos y ovulaciones en vacas productoras de leche en condiciones de pastoreo extensivo y estabulado, se realizó un ensayo con dos tratamientos en una sola época del año. Se utilizaron 40 vacas; 20 vacas cruzadas (Holstein x Brown Swiss) y 20 Vacas Brown Swiss, con condición corporal igual o mayor a 2.5 (escala de 1 a 5). Los tratamientos fueron: Ovsynch y sin tratamiento (testigo). No hubo diferencias significativas en los porcentajes de preñez (PP) entre las vacas tratadas en ambos grupos (82.40% cruzadas y 83.33% Brown Swiss), y lo mismo sucede en vacas no tratadas tampoco existe diferencias significativas (75% cruzadas y 66.6% Brown Swiss) pero sí se encontraron diferencias estadísticas entre las vacas tratadas y no tratadas ($P < 0.05$). El protocolo fue eficiente, de esta manera representa una alternativa para mejorar la tasa de celo-ovulación, tasa de concepción y tasa de preñez en la ganadería lechera de la región.

Palabras Clave: Inseminación a tiempo fijo, Ovsynch, prostaglandinas, sincronización de celo y ovulación.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de vacunos productores de leche, la eficiencia reproductiva es uno de los aspectos económicos más importantes de considerar para mejorar la productividad de leche por vaca; además, esta permite determinar junto a otros indicadores productivos la rentabilidad de la ganadería lechera. El objetivo reproductivo principal de la ganadería lechera es preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto. Sin embargo, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas de leche y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo (Gutiérrez et al, 2005).

La inducción efectiva del celo y ovulación es la meta de muchos investigadores desde que la técnica de inseminación artificial está disponible. Sin embargo, la detección de celo requiere mano de obra y tiempo. Por lo tanto, en los últimos años se han desarrollado muchos protocolos para minimizar la necesidad de la detección de celos. Una alternativa útil para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la utilización de protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación, que permite la inseminación sistemática sin la necesidad de detectar celo, conocidos como protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Además, el conocimiento de la fisiología de la reproducción a través del eje hipotálamo, hipófisis, gónada y útero y el ciclo estral, ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías que representan una herramienta importante para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los rebaños y por ende la rentabilidad de la ganadería lechera. Recientemente un nuevo protocolo ha sido desarrollada y utilizado en otras latitudes para inducir y sincronizar la ovulación en vacas lecheras denominadas Ovsynch, que consiste en la utilización de combinaciones de GnRH y PGF2alfa. El objetivo del presente trabajo fue validar el protocolo de sincronización de celo y ovulación para

inseminación a tiempo fijo en vacas lecheras de Wayllapampa y en una comunidad.

Objetivo general:

Validar la efectividad del protocolo Ovsynch sobre los parámetros reproductivos en vacas cruzadas (H x SB) y vacas Brown Swiss en Ayacucho.

Objetivos específicos:

1. Evaluar los efectos de la GnRH y $\text{PGF}_{2\alpha}$ y/o coprostenol sódico en protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo en vacas cruzadas y Brown Swiss para mejorar la tasa de concepción.
2. Determinar el porcentaje de celo y la tasa de concepción con GnRH y $\text{PGF}_{2\alpha}$ y/o coprostenol sódico en vacas sincronizadas con protocolo para inseminación a tiempo fijo para mejoramiento de la tasa de natalidad en la provincia de Huamanga.
3. Estimar la viabilidad técnica del protocolo de sincronización de celo y ovulación, para inseminación a tiempo fijo, en vacas cruzadas y Brown Swiss en la provincia de Huamanga.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Control artificial del ciclo estral

Los objetivos que se persiguen son: programas de reproducción controlada; regulación de ondas foliculares para mejorar la sincronización de celos; reducción de la incidencia de los celos no detectados y mejorar la eficiencia de la inseminación artificial (Lucy, 2008). Para una aplicación práctica no deben ser costosos y deben alcanzar una buena respuesta en términos de fertilidad (Cavestany, 2000). Una adecuada sincronización de celos debe tomar en cuenta la funcionalidad del cuerpo lúteo y el desarrollo folicular, permitiendo así regular el momento de la ovulación de un folículo de buena calidad (Viñoles y Cavestany, 2000). Ello facilitaría una buena implementación de la inseminación artificial (IA) a celo detectado y dependiendo de la combinación hormonal utilizada para realizar una inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), sin la necesidad de realizar detección de celos (Callejas, 2004). Las hormonas usadas para controlar el ciclo estral son idénticas (análogas) a las hormonas reproductivas que se encuentran en la vaca (Lucy, 2008). Dentro de las principales que se utilizan para manipular el ciclo estral se encuentran la PG, GnRH, estrógenos y progesterona.

En un principio el manejo farmacológico del ciclo estral tuvo como objetivo acortar el tiempo durante el cual se detectaba celo y se inseminaba. Hoy en día con hatos más grandes y explotaciones más intensivas, donde las vacas producen volúmenes de leche realmente importantes, el problema de la detección de celo se hace mucho más grave aún. Atendiendo a esta problemática han surgido los programas de manejo reproductivo sistemáticos con el fin de mejorar la eficiencia reproductiva del rodeo disminuyendo los días abiertos (tiempo entre el fin periodo de espera voluntario y la concepción). Estos programas se basan en la

sincronización de ovulaciones y comportamiento de celo para realizar IATF o acortar al mínimo el periodo de detección de celo (Nebel *et al.*, 1998), citado por Cavestany, (2013).

Existen básicamente tres estrategias hormonales de regulación del ciclo estral (Lucy, 2008):

- 1) Producir la luteólisis y de esta forma levantar el efecto inhibitorio que la progesterona tiene sobre el eje hipotálamo-hipófisis-ovario permitiendo que si existiere un folículo dominante en el ovario en este momento el mismo ovule.
- 2) Prevenir la ovulación asegurando concentraciones luteales de progesterona en sangre durante un tiempo determinado las cuales al disminuir abruptamente en ausencia de un cuerpo lúteo funcional desencadenarán el pico de LH y la ovulación.
- 3) Regular la dinámica folicular para obtener un folículo dominante capaz de ovular en un momento predeterminado con o sin manifestación de signos externos de celo. Los protocolos comúnmente utilizados se basan en alguno de estos principios o en combinaciones de los mismos.

1.2. El uso de la GnRH en la sincronización de celos

La utilización de un tratamiento con GnRH induce la ovulación de los folículos dominantes (de por lo menos 10 mm de diámetro) y el posterior desarrollo de una nueva onda folicular (Moreira y col., 2000). La GnRH sincroniza la emergencia de una nueva onda folicular solamente cuando es administrada en presencia de un folículo dominante funcional, mientras que si es administrada antes de la dominancia parecería no afectar el progreso subsecuente de la onda, presumiblemente por la falta de receptores de LH en las células de la granulosa de los folículos en crecimiento (Diskin *et al.*, 2002), citado por Cavestany, (2013).

1.3. Antecedentes específicos

El principal factor limitante en el éxito de la inseminación artificial en bovinos es la falla en la detección de celos (Rowson *et al.*, 1972; Lauderdale, 1972; Roche, 1974; Barr, 1974; Foote, 1975; De Kruif y Brand, 1978; Larson *et al.*, 1992; Geary *et al.*, 2001; Ill-Hwa Kim *et al.*, 2003; Yamada, 2005, citado por Cavestany, (2013)). Algunas de las causas no relacionadas a la hembra son la pobre preparación o falta de entrenamiento que tienen algunos inseminadores o personal de campo y el desconocimiento en la interpretación del

comportamiento sexual tanto individual como colectivo de las hembras bovinas, hecho que, en una inseminación puede determinar el éxito o el fracaso.

Cuando se utilizan solamente prostaglandinas para sincronizar celos en vaquillonas, hay un porcentaje de animales que quedan sin inseminar ya sea por no manifestarlos, por no haber sido detectados o por no haber respondido a la hormona administrada y si bien los índices de concepción logrados son aceptables, los porcentajes de preñez no lo son. El uso restringido en la utilización de los protocolos de IATF en nuestro país, en comparación con países vecinos como Argentina y Brasil, sumado a una escasa investigación en mejorar la eficiencia de los mismos, quizás formen parte actualmente de índices de procreo no tan satisfactorios. Para la utilización de la inseminación artificial, existen una infinidad de protocolos que se han ido desarrollando de acuerdo a las necesidades que plantean las diferentes “condiciones de los rodeos y a la investigación sobre la acción de nuevas drogas que facilitan su aplicación y mejoran los resultados de preñez (Baruselli et al., 2005), citado por Hafeez, (2007).

Actualmente la mayoría de los trabajos de IA se hacen en base a sincronización de celos, pero a medida que se van conociendo nuevos protocolos y sus resultados, estas nuevas herramientas tecnológicas van sustituyendo a las anteriores. No obstante, algunos autores como Silcox et al., (1995), consideran que la categoría de las vaquillonas no responde fielmente a los protocolos IATF (probablemente por una duración menor de las ondas foliculares (recambio folicular más rápido) que las vacas en posparto (Schmitt et al., 1996; Stevenson et al., 1996; Pursley et al., 1997), citado en los estudios realizado por Cavestany et al., (2002).

Nina Choque Richard (2023). Evaluación de protocolos de sincronización y re sincronización de celo para la inseminación artificial a tiempo fijo en vacunos Brown swiss en el distrito de Ocongate - Quispicanchis – cusco. Tesis de pregrado. Observa que, en la sincronización un 96.7% de celo con el tratamiento DIB y con el DIB + eCG logra el 100% de celo.

Paucar, (2018). Reporta los resultados de su trabajo de investigación realizado en vacas Brown swiss en el distrito de Ocongate, utilizando los protocolos DIB y DIB + eCG, logrando una tasa de celo de 100%. González et al., (2001) menciona sobre parámetros reproductivos en vacas lecheras de las razas Holstein, Jersey, Pardo suizo y sus cruces con DIV-B + eCG,

lograron un 100% de celo; similares a los resultados obtenidos por Paucar en 2018. Gálvez (2015), reporta los resultados de su trabajo utilizando diferentes protocolos de sincronización de celo en vacunos Brown swiss en el distrito de Ocongate con 72 vacas en estudio, obtuvo 88% de celo, inferiores a los resultados obtenidos por Paucar en el año 2018. Con respecto a preñez, para tratamiento con solo DIB de 30 vacas inseminadas, lograron preñar 19/30 vacas (63%), para el caso del tratamiento con DIB + eCG de 30 vacas inseminadas, lograron preñar 20/30 vacas (67%).

Huillca (2015), trabajó con vacuno criollo, donde utilizó el tratamiento DIB logrando un 63.3% de preñez. González et al., (2001), trabajó con vacas lecheras de las razas Holstein, Jersey, Pardo suizo y sus cruces con DIV-B + eCG, donde lograron 50% de preñez. Tríbulo et al., (2001) reportó resultados trabajados en 83 vacunos de carne de 3 a 5 año de edad, con tratamiento DIV-B + BE, donde obtuvieron 17/32 (53.1%) de preñez.

Nina (2023) reporta el análisis de costos parciales por vaca preñada tratada con tratamiento DIB un costo de 150.04 soles y con DIB + eCG de 177.26 soles/vaca preñada. Paucar (2018), en su trabajo de tesis muestra el análisis económico un presupuesto parcial por tratamiento con DIB un costo de 118.17; 150.04; 177.26 y con DIB + eCG el costo de sincronización fue de 108.49 y vaca preñada 162.73, mientras que para el tratamiento (DIB + eCG) obtuvo un costo por vaca tratada de s/. 133.74 y vaca preñada 182.38. Huillca (2015) encontró dentro del análisis económico, un costo parcial (BE+DIB+PGF2 α) de 116, 11 nuevos soles por vaca tratada y 183,33 nuevos soles por vaca/preñada. Gálvez (2015) reporta los costos parciales para el protocolo (DIB + BE + PGF2) la suma de 118,78 soles por vaca tratada y 203,63 soles por vaca/preñada. Cuando se vuelve a utilizar productos que permiten reutilizar como es el caso que Anco (2015) reporta costos de tratamiento de resincronización de 45.28 nuevos soles con solo DIB y, utilizando DIB + eCG fue de 87.08 nuevos soles.

1.4. Ciclo estral, control endocrino y dinámica folicular de la hembra bovina

La hembra bovina es un animal poliéstrico continuo. La edad al primer estro, donde definitivamente comienza la pubertad, está afectada por la raza, la nutrición y por la estación al momento del nacimiento (Arthur et al., 1991). Según lo detalla Hafez (1989), la edad

promedio de la pubertad varía entre los 10 y 12 meses en razas lecheras, y entre 11 y 15 meses en razas productoras de carne. En la especie bovina el inicio de la pubertad se asocia más al peso corporal que a la edad (McDonald, 1991). Una vez que la pubertad ha sido alcanzada, la actividad cíclica se mantendrá excepto durante la preñez y de 3 a 6 semanas luego del parto con altas producciones de leche, en condiciones patológicas o por balance energético negativo (Drion et al., 2000).

En las vaquillonas la duración promedio del ciclo estral es de 20 días y de 21 días en vacas, con rangos normales de 18 a 22 días y 18 a 24 días respectivamente. El promedio de duración del estro es de 15 horas; sin embargo, hay un amplio rango que va de 2 a 20 horas. La ovulación es espontánea y ocurre generalmente 12 horas luego de finalizado el celo (Drion et al., 2000).

El ciclo estral está dividido en 2 fases. Una fase luteal que se extiende desde el día 2-3 luego del celo hasta el día 16-19 y una fase folicular que va desde la regresión del CL hasta el día de la ovulación. Como fue descrito por Arthur et al., (1991), estas dos grandes fases del ciclo se clasifican fisiológicamente en proestro, estro (que corresponderían a la fase folicular), metaestro y diestro (que corresponderían a la fase luteal). Cada uno de estos estadios está coordinado principalmente por 4 órganos (hipotálamo, hipófisis, ovarios y útero). Todo el mecanismo está mediado por un sistema neuroendocrino muy complejo, donde cada uno de estos órganos secreta una o más hormonas que, perfectamente sincronizadas, se unirán a los receptores específicos de los órganos reproductivos (blanco o diana) involucrados y donde éstos últimos segregarán sus propias hormonas y producirán los efectos correspondientes, muchos de ellos apreciables externamente en el animal.

El primer concepto clave es que ningún mediador químico (hormona en este caso) puede ejercer su efecto si su órgano efector no tiene adquiridos sus receptores específicos. Sin este concepto básico es imposible entender la fisiología reproductiva. El ciclo estral de la vaca es una sucesión de eventos de origen endocrino que comienzan cuando se inicia la primera ovulación en la pubertad y se continúan durante toda su vida útil, excepto en condiciones de preñez, anestro posparto u otros tipos de anestros. Drion et al. (2000), proponen otra clasificación tomando como referente a la GnRH y entonces dividen el ciclo estral en una fase gonadotropa independiente, que coincidiría con la fase luteal anteriormente mencionada y una segunda fase gonadotropa dependiente que sería la fase folicular. No obstante, Webb et al.,

(1994) demuestran que, en la vaca, la inhibición de la liberación de la FSH por administración de la GnRH no impide la evolución de ciertos folículos hasta un diámetro de 3-7 mm. Esta observación confirma la ausencia del rol esencial de las hormonas gonadotrópicas durante las primeras etapas del desarrollo folicular. En este estadio, ellas actúan probablemente más sobre la regulación de las capacidades de síntesis y de maduración de las células de la granulosa que sobre el crecimiento folicular propiamente dicho (Driancourt et al., 1991). Esta fase de desarrollo folicular estaría de hecho esencialmente asegurada por factores de crecimiento producidos localmente por los folículos (Bendell y Dorrington, 1990) y actuando de manera paracrina. Entre éstos la activina de los folículos sería un candidato potencial. La activina está formada por la asociación de dos subunidades beta no glicosidadas de la inhibina, sintetizada por las células de la granulosa de las que asegura su diferenciación de manera autocrina. La activina sería responsable de la adquisición por esas células, de receptores de FSH según lo expresa Xiao et al., (1992) lo que es un elemento regulador esencial del pasaje de los folículos de un estadio gonadotropo independiente a un estadio gonadotropo dependiente. Citado en la publicación de Cavestany, (2013).

Las principales hormonas involucradas en estas fases son: la GnRH o factor liberador de gonadotropinas hipofisarias, secretada por el hipotálamo; la FSH y la LH secretadas por la hipófisis; el E2, Inhibina y P4 producidas en el ovario y la PG secretada por el útero. La Oxitocina secretada en la hipófisis y en el ovario y los andrógenos, también juegan un papel importante en la regulación del ciclo estral. Partiendo de la base que casi todos los eventos reproductivos están dentro del ciclo estral, se considera que, particularmente la fase folicular, es la más importante ya que en los últimos 15 años con la ayuda de la ultrasonografía y la medición de las concentraciones de las hormonas en sangre mediante RIA se ha podido detallar cada uno de los eslabones de esta secuencia Cavestany, (2013).

El desarrollo folicular en los bovinos se produce de acuerdo a un patrón de ondas de crecimiento folicular. En bovinos el ciclo estral está caracterizado por la presencia de 2 ó 3 ondas de crecimiento folicular, no obstante, existe una particularidad observada entre cebuínos y taurinos respecto al número de ondas por ciclo estral. Investigaciones realizadas en vacunos Holstein han demostrado la predominancia de 2 ó 3 ondas de crecimiento folicular por ciclo estral (Savio et al., 1988; Sirois y Fortune, 1988; Ginther et al., 1989; Wolfenson et al., 2004).

En cebuínos se describe una mayor incidencia de 3 ondas, habiendo sido descrito también de 4 ondas de crecimiento folicular por ciclo estral (Brahman-Rhodes et al., 1995; Figueiredo et al., 1997; Viana et al., 2000). En las hembras taurinas cada onda folicular ocurre cada 11 días (9-14) de acuerdo a un patrón (Wilt-bank, 2002). Este desarrollo sincronizado, (reclutamiento) de folículos desde 3-4 mm en ambos ovarios está caracterizado por una baja concentración de E2, P4, aumento de [FSH] y ausencia de inhibina. Estos folículos son estimulados por acción de la FSH (Adams et al., 1992, Evans et al., 1997; Mihm et al., 1997; Senger, 2005), que se prolonga por 2-3 días hasta que uno de ellos es seleccionado por cambios en las concentraciones (dependencia) de FSH a LH (Ginther et al. 1999); esta fase se caracteriza por alta [E2], baja [FSH], moderada [LH] y moderada frecuencias de pulsos, aumenta la amplitud de la LH y no hay inhibina y además hay presencia de factores de crecimiento insulino dependientes (IGF-I) y activina-A (Evans et al., 1997, Mihm et al., 1997; Roche, 1996; Sen-ger, 2005). Hacia el día 6 se establece la dominancia de ese folículo seleccionado sobre los otros llamados subordinados que terminan atresándose. Esta fase está caracterizada por baja [FSH], alta [LH], alta [inhibina] y se incrementa la [P4] por secreción del CL. En esta fase además se incrementan los receptores de membrana de LH en el folículo dominante en crecimiento, lo que le permite responder a altas [LH] y a la amplitud de pulsos de la misma hormona (por baja secreción de E2) lo que lo induce a seguir creciendo. La secreción de FSH se mantiene baja y continúa alta [andrógenos], citado en los estudios de Evans et al., (1997). Bajo la influencia de altas [andrógenos] el folículo dominante entra en una fase estática de crecimiento aproximadamente en el día 8. Mientras continúa la fase estática, la [andrógenos] comienza a disminuir y la [FSH] comienza a aumentar. Esto estimula la emergencia de la segunda onda folicular alrededor del día 11 del ciclo. La amplitud del pulso de la LH se reduce, así como la secreción de E2 aumenta. En este momento, el incremento de E2, asociado al incremento de andrógenos, deprime la secreción de LH circulante. Los cambios cíclicos en las concentraciones de esteroides y gonadotropinas continúan para mantener el patrón de ondas foliculares hasta que ocurre la luteólisis y se concreta la fase folicular. Según Evans et al., (1997), debe enfatizarse que la secreción de inhibina por los folículos, juegan un rol importante en la regulación de la secreción de FSH y la dinámica folicular, citados por Drion et al., (2000).

Siguiendo con la descripción primaria, en una vaca con 2 ondas foliculares, el folículo dominante de la primera onda no ovulará y se atresiará porque está en medio de una fase luteal con alta concentración de P4. Este primer folículo dominante puede ovular si es inducida la regresión del CL al inyectarle PG entre los 6 y 8 días pos celo (Savio et al., 1988; Kastelic et al., 1990). En caso de proseguir normalmente, una nueva cohorte de folículos comienza a crecer hasta que un nuevo folículo es seleccionado y se transforma en dominante, el cual logrará ovular por acción de la LH en una fase previa estrogénica y coincidiendo con la luteólisis (Savio et al., 1988; Sirois y Fortune, 1988; Taylor y Rajamahendran, 1991), por lo cual el intervalo al celo será más corto. Si el folículo dominante está en una fase estática o de regresión o no ha sido seleccionado, deberá ocurrir el proceso de selección y la aparición del celo se retrasará. En las vacas con 3 ondas foliculares, que tienen un ciclo estral más largo (23-24 días) (Taylor y Rajamahendran, 1991), sucederá lo mismo con el FD en la segunda onda y el que ovulará será el FD de la tercera onda folicular. Este FD comenzará a producir cantidades mayores de E2 e inhibina, lo que hará disminuir la cantidad de FSH. Esto trae como consecuencia que con menores concentraciones de FSH los folículos que estaban creciendo junto con el FD se atresien. Este momento o mecanismo se llama desviación. Las ondas foliculares no solo ocurren en el ganado que está ciclando, sino que éstas están presentes en las terneras prepúberes desde los 2 meses de edad (Evans et al., 1994), ocurren en vacas preñadas (Thatcher et al., 1991; Ginther et al., 1996), e incluso en vacas en anestro posparto (Savio et al., 1990), citados en los trabajos de Drion et al., 2000).

1.5. Sincronización de celos

En nuestro país y en el mundo se utilizan diferentes sistemas de sincronización e inducción de celos y/u ovulaciones para realizar IACD o IATF. Los protocolos IATF que se describen abajo y que fueron diseñados como controladores tanto de la función luteal como folicular, no sólo tienen una aplicación en este tipo de manejo reproductivo sino también en los programas de superovulación y brindan grandes posibilidades en la sincronización de receptoras de embriones sin la necesidad de detección de celos. Existen cuatro drogas principales que se utilizan en la sincronización y/o inducción del celo en el ganado de carne: PG, GnRH, P4 y BE, no obstante, sólo desarrollaremos aquellas que utilizamos (PG y GnRH) (Bó et al., 2002).

1.6. Prostaglandina F2 α

Las prostaglandinas son sintetizadas en varios tejidos de los animales domésticos tanto de hembras como de machos y tienen una amplia variedad de funciones. El ácido araquidónico es precursor de las prostaglandinas más relacionadas con la reproducción, en particular de las unidades F2 α (Danet- Desnoyers et al., 1994) y E2 (Shemesh et al., 1997b; Hafez, 1989), las cuales son producidas en el útero (McDonald, 1991). La PG actúa sobre los receptores de alta especificidad a nivel del CL provocando la liberación de OXT luteal (Macmillan y Niswender, 1992; Mc Cracken et al., 1999). La oxitocina luteal provoca mayor liberación de PG endógena, estimula sus receptores de baja afinidad y provoca la caída de P4 y la liberación de más OXT luteal. El control neuroendocrino de la cascada luteolítica estaría explicado entonces según Mc Cracken et al. (1999), de la siguiente forma:

- 1- Hacia el fin de la fase luteal baja la acción de la P4 por retroalimentación negativa de la propia P4 en el hipotálamo.
- 2- Aumenta la secreción de E2 por el folículo dominante que:
 - estimula el hipotálamo para generar pulsos de OXT y
 - aumenta la concentración de los receptores endometriales de OXT.
- 3- Los niveles subluteolíticos de PG endometrial se liberan.
- 4- La PG actúa sobre los receptores de alta receptividad a nivel del CL provocando la liberación de OXT luteal.
- 5- La OXT luteal provoca mayor liberación de PG, estimula sus receptores de baja afinidad y provoca la caída de P4 y la liberación de más OXT luteal.
- 6- El sistema continúa retroalimentándose.

Estudios preliminares en los cuales se realizó detección de celos (Macmillan et al., 1984) y seguidos por estudios de ultrasonografía de los patrones de las ondas foliculares, han demostrado que el intervalo desde la administración de la PG hasta el celo y la ovulación dependen del estado de desarrollo del folículo dominante al momento de la aplicación de la misma. Cuando la administración de la PG se hace de 6-8 días luego de la ovulación, ovula el FD de la primera onda folicular en dos a tres días, mientras que, si la PG es aplicada 12 días luego de la ovulación, el resultado es una ovulación del FD de la segunda onda folicular en cinco días. Estos datos explican la variabilidad en los intervalos desde el tratamiento con PG al

estro y ovulación en animales tratados aleatoriamente dentro del ciclo estral (Pursley et al., 2001).

1.7. Hormona estimulante de la gonadotropina (GnRH)

La hormona importante en la fase folicular del ciclo estral es la GnRH. Ésta, a través de la liberación de LH y FSH, tiene la habilidad de ovular los folículos maduros para formar un CL en el primer caso e inducir el reclutamiento y estimular el crecimiento folicular en el segundo. Schally et al., (1971) y Amoss et al., (1971), describieron por primera vez la identidad y estructura del decapeptido GnRH. La síntesis y secreción de la GnRH establece la interfase crítica entre los sistemas endocrino y nervioso que controlan la reproducción. Esta interrelación entre los dos sistemas se hace por medio de mediadores hormonales como ya fue descrito en Ciclo estral y Control endocrino, cita de (Bo y Tagli, 2005).

Uno de estos sistemas es el sistema Hipotálamo-Hipofisario-Gonadal que se encuentra regulado por la GnRH, sintetizada por las neuronas hipotalámicas, transportada por el sistema portahipotálamo-hipofisario y estimulando la hipófisis a segregar dos hormonas gonadotróficas, la LH y FSH que serán volcadas a la circulación para actuar sobre el ovario y estimularlo a producir esteroides gonadales. Estos esteroides regulan a su vez tanto la función hipotalámica como la hipofisaria completando el circuito de este eje. Knobil (1980) colabora con el descubrimiento de los pulsos de GnRH en la circulación portal y demuestra que esta pulsatilidad es esencial para mantener la síntesis y la secreción de la gonadotropina. La acción dependería de la concentración y frecuencia de los pulsos que llegan a los receptores, cita hecha por Cavestany, (2013).

Ha sido ampliamente demostrado que la GnRH aumenta los niveles plasmáticos de LH y FSH dentro de las siguientes 2 a 4 horas de administrada. Esta hormona induce la ovulación del folículo maduro o regresa los folículos grandes presentes en el momento del tratamiento dependiendo del estado del mismo (Silcox et al., 1993; Twagiramungu et al., 1995), causa la ovulación o atresia del FD e induce la emergencia de una nueva onda folicular y el reclutamiento de un nuevo FD dentro de los 2 a 4 días luego del tratamiento (Macmillan y Thatcher, 1991). La capacidad de un agonista de la GnRH de inducir la ovulación, ha sido aplicada en el desarrollo de nuevos protocolos para el control de la detección de celos en

combinación con las prostaglandinas. Esto es precisamente, controlar el tiempo de la ovulación en todas las hembras que van a ser inseminadas a tiempo fijo, lo cual teóricamente equivale al 100% de detección de celos, cita de (Bó y Tribulo, 2002).

1.8. Estrógeno (E2)

Los E2 naturales son esteroides con 18 átomos de carbono y un anillo fenólico A (anillo aromático con un grupo hidrófilo en el carbono 3) y un grupo hidrófilo β cetónico en el carbono 17 del anillo D. El anillo fenólico A es la estructura responsable de la alta afinidad ligada a receptores de estrógeno (Mapletoft et al., 1999). Los E2 se producen en la teca interna y las células de la granulosa del folículo ovárico con el control sinérgico de la FSH y la LH. Están distribuidos en todo el organismo y se acumulan en las células del tejido adiposo (Mapletoft et al., 1999). El estradiol 17 β es el más potente de los principales E2 que se encuentran tanto en humanos como en animales. Es segregado por el ovario y se oxida fácilmente transformándose en estrona en el hígado y está ligado en más del 50% a proteínas plasmáticas. Este esteroide es el de acción más corta debido a que el grupo hidroxilo 17 β no está esterificado, al contrario de lo que pasa con esteroides sintéticos como el cipionato de estradiol que sí está esterificado y le brinda protección contra el ataque metabólico, por lo tanto, lo hace de acción más prolongada que el primero. Los otros dos estrógenos sintéticos son el valerato y el BE, todos de alguna forma esterificados del esteroide matriz (Mapletoft et al., 2003). El BE se produce por la esterificación del carbono 3 y tiene un período de acción más corto que el cipionato y más largo que el 17 β -estradiol (Molina y Galiano, 2008).

1.9. Evolución de algunos protocolos de inseminación a tiempo fijo (IATF)

Para solucionar el problema de la falla en la detección de celos en las inseminaciones donde coexistían grandes poblaciones de vacas principalmente en los tambos grandes de EE. UU., se desarrollaron algunos protocolos de sincronización de ovulación con inseminación artificial sin que fuera necesaria la detección de celos. Los primeros trabajos que evaluaron la combinación de una GnRH seguido de una PG luego de 7 días y comenzando con la detección de celos e inseminación un día antes de la PG y durante 7 días fueron realizados por Macmillan y Thatcher (1991). Stevenson et al. (1996), denominaron a este método SSY o GP (GnRH + PG). Twagayramungu et al. (1992), demostraron que la aplicación de una segunda

dosis de GnRH 48 horas después de la PG, lograba sincronizar la ovulación en un porcentaje elevado de los animales tratados. La primera publicación con un protocolo GPG (GnRH + PG + GnRH) completo fue hecho por Schmitt et al. (1994), en el cual administraban la PG a los 7 días y la GnRH a las 24 horas de la PG, lo cual fue demasiado temprano para lograr la completa maduración del folículo dominante, citado en trabajo de investigación de Martínez et al.; (2004).

Para Pursley et al., (1994), denominaron este protocolo Ovsynch del cual parten la mayoría de las modificaciones actuales. En éste, la administración de la PG se efectúa 7 días después de la GnRH seguida de una segunda dosis de GnRH 48 horas (modificación del protocolo de Schmitt et al., 1994) después de la PG e inseminándose los animales a tiempo fijo entre 14 y 17 horas posteriores a la administración de la última GnRH. Según Martínez et al., (1999), este protocolo demostró menor eficiencia en las vaquillonas que en las vacas. Pursley et al., (2001) hacen un exhaustivo trabajo en el cual toman como premisa el comportamiento folicular, la presencia y tamaño de CL y la ovulación. Twagiramungu et al., (1995) y Roy y Twagiramungu (1996) introdujeron una diferencia a ser usada en vaquillonas de carne, donde la PG fue administrada el día 6 en lugar del día 7 de la primera GnRH, encontrando que los índices de concepción eran mejores que con el protocolo original y además acortaba un día el esquema de trabajo. Asimismo, Stevenson y Thompson (2000) publicaron sus primeros trabajos en ganado de carne con el uso de este protocolo. De la Sota et al. (2000), presentaron un trabajo de sincronización de la ovulación e inseminación programada en vacas Brahman y Bradford comerciales con más de dos pariciones, donde se usó resincronización y los resultados de la IACD vs IATF, no difirieron. Geary y Whittier (1998), en una variación del protocolo Ovsynch, hicieron un destete temporario de 12 horas previo a la IATF y administraron la segunda dosis de GnRH en el momento de la IATF denominando a este protocolo CSY. En estos sistemas de control de las ovulaciones, se prioriza la IATF desaprovechando la oportunidad de los celos espontáneos en la mitad del protocolo y además la aplicación de la segunda dosis de GnRH inhibe el mayor porcentaje de estos celos al final del mismo. Para disminuir los costos de estos programas, Barros et al. (2000), introdujeron otra variante en el OSY original, en el cual sustituyeron la segunda dosis de GnRH por 1mg de BE 24 horas después de la PG”, del BE y el 17 β fue utilizado (Martínez et al., 2000, 2004) no

sólo para inducir la ovulación, sino que también se utilizó para sincronizar la emergencia de las ondas foliculares.

Para Pursley et al., (2001) se debe plantear 3 diferentes situaciones o escenarios para describir qué sucede cuando se comienza un protocolo OSY en diferentes estadios del ciclo estral de la vaca. Cuando se va a iniciar un protocolo OSY o cualquier protocolo con sincronización de ovulación y se proyectan los resultados de acuerdo a una situación ideal, debe tenerse presente que las vacas están distribuidas al azar en todos los estadios del ciclo estral. Asumiendo un ciclo estral de 20-21 días en ganado de carne, habrá un 4,5 a 5% de vacas en cada día del ciclo estral. Esta distribución la podríamos representar como se presenta en el cuadro I según Thatcher et al. (2000).

Cuadro I., distribución del rodeo, porcentaje de preñez esperado y preñeces en un rodeo de 100 vacas ciclando cuando se inicia un protocolo Ovsynch en estadios del ciclo estral al azar.

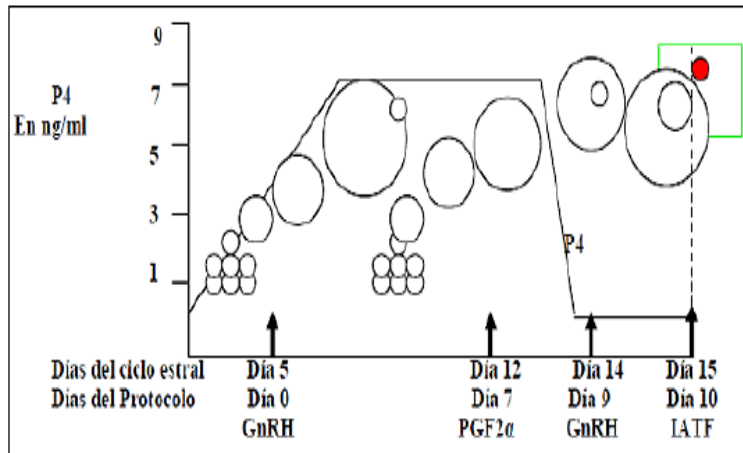
Día del ciclo	Distribución del rodeo	Porcentaje de preñez Esperado	Preñez en un rodeo de 100 vacas
0 a 4	20%	20%	4
5 a 12	40%	50%	20
13 a 17	25%	20%	5
18 a 20	15%	50%	7
Total	100%		36%
Fuente: Thatcher et al. (2000)			

De acuerdo a lo expuesto y teniendo en cuenta el cuadro I, para una mejor comprensión de lo que pasa en un rodeo comercial de vaquillonas para carne vírgenes y sin tratamientos previos, se escogieron de esta situación general tres escenarios diferentes según Thatcher et al. (2000). En el escenario 1, (figura 1) el tratamiento con GnRH se inicia el día 5 del ciclo estral, ya que coincide con la presencia de un FD que ovulará y formará un CL en respuesta a la liberación de LH inducida por la administración de GnRH. La GnRH, además, incrementa la liberación de FSH que induce el reclutamiento de un nuevo cohorte de folículos en aproximadamente 2 a 3 días (día 7 del ciclo) y uno de esos folículos será seleccionado para transformarse en el FD (Moreira et al., 2000). En el día 12 del ciclo (7 días después de la

administración de GnRH), se inyecta una dosis de PG para regresar el CL original existente al día 5 del ciclo y un nuevo CL se formará como producto de la ovulación inducida por la GnRH administrada el día 5 del ciclo. El descenso de los niveles de P4 asociado con la regresión del CL, acelera el crecimiento del nuevo folículo y la segunda inyección de GnRH que se aplica 48 horas después de la PG (día 9 del protocolo) induce su ovulación entre 24 y 32 horas más tarde (Pursley et al., 1995). Esto posibilita la IATF, que se realiza a las 16 horas aproximadamente de la segunda GnRH. La sincronización de la ovulación (ovulación dentro de las 48 horas posteriores a la segunda inyección de la GnRH) depende del estadio del ciclo estral en que se administró la primera inyección de GnRH (Wiltbank y Haughian, 2003). De acuerdo con los trabajos publicados por Macmillan et al., (1985a) y Thatcher et al., (1989), la administración de la GnRH, resulta en la completa inhibición de todas las manifestaciones de celo entre los días 0 a 5 y 9 a 14 del protocolo Ovsynch. Esta “ondición estaría dada por la alteración de la función de los folículos grandes”. Thatcher et al., (1989) y Guilbault et al., (1990) “demostraron que luego de la administración de acetato de buserelina, los folículos grandes desaparecían por atresia y/o luteinización. La Buserelina no es efectiva en la inhibición del estro si éste fue inminente al momento de la iniciación del tratamiento (Peters y Ball, 1987 citado por Twagiramungu et al., 1992). De acuerdo a lo encontrado por Twagiramungu et al. (1995), probablemente la inhibición de los celos es el resultado de la remoción de los folículos grandes ya sea porque se produce una ovulación y la consecuente formación de un nuevo CL o por la regresión y atresia del FD presente en el momento del tratamiento con GnRH, (Cavestany, 2013).

En los bovinos la única acción conocida de la Buserelina es sobre las gonadotropinas hipofisarias (Macmillan et al., 1985; Clarke, 1989, Chenault et al., 1990). Como fue descrito por Twagiramungu et al., (1992), la administración de un agonista de la GnRH, prolonga además la vida media del CL y/o lo protege parcialmente de una luteólisis espontánea. En el escenario 1 se presenta la situación ideal y los tiempos de las aplicaciones de las hormonas son considerados críticos para el buen desempeño del protocolo, Perea et al.; (2008).

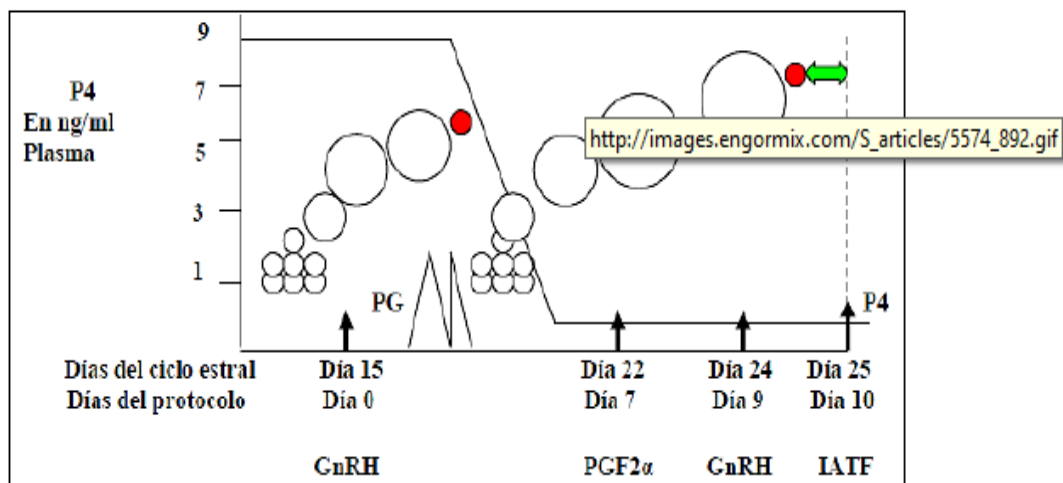
Figura 1. Dinámica folicular y progesterona plasmática durante un protocolo Ovsynch comenzado el día 5 del ciclo en una vaca con 2 ondas foliculares



En ésta y las siguientes figuras se muestra que las “concentraciones de P4 en plasma en una vaca con 2 ondas foliculares han sido monitoreadas por Thatcher et al., (2000) para asegurarse la presencia de un CL y se ha diagramado el desarrollo folicular.

En el escenario 2, cuando se inicia el protocolo en un diestro tardío, a los 13 días de comenzado un ciclo estral, una segunda onda folicular está desarrollándose. Este folículo puede o no ovular dependiendo de su estado de madurez. En algunas ocasiones, esta segunda onda folicular es muy pequeña como para ovular y no se desarrolla un nuevo CL. Entre los 2 a 4 días después de la inyección de GnRH, la vaca espontáneamente induce la regresión del CL por liberación de PG endógena. Al momento de la inyección de la PG, 7 días después de la GnRH, esta vaca estará regresando el CL de su ciclo anterior y podría estar en celo (Moreira et al., 2000). Algunas vacas pueden no estar sincronizadas y ovularán prematuramente (figura 2) y si se prosigue con el protocolo, la inseminación será asincrónica (hecha tarde) y la vaca no concebirá.

Figura 2. Dinámica folicular y progesterona plasmática durante un protocolo Ovsynch comenzado el día 15 del ciclo en una vaca con 2 ondas foliculares



En el escenario 3 se presenta cuando se comienza un protocolo IATF en metaestro (día 2 del ciclo). En este caso, la vaca ya ha estado en celo, ovuló y se están reclutando nuevos folículos. En estos folículos pequeños de 3-4 mm la inyección de GnRH en el día 2 no tiene efecto (Tisdall et al., 1995; Xu et al., 1995 Moreira et al., 2000). En esta etapa en la cual los folículos tienen 4 mm de diámetro aproximadamente, la presencia de concentraciones importantes de FSH son necesarias para el crecimiento de los mismos (Wiltbank, 2002). Como fue descrito por Jolly et al. (1994), los aumentos recurrentes de FSH son los que estimulan el crecimiento de la onda folicular y la LH no podrá actuar hasta que el folículo sea sensible a esta hormona, momento en que ésta se hace indispensable para la supervivencia de esta estructura. Por lo tanto, hasta que el folículo no alcanza los 8,5 mm (Ireland y Roche, 1982; Ginther et al., 1996) o 10 mm de diámetro (Xu et al., 1995)”, la LH presente por la inducción de la aplicación de GnRH no será efectiva en la estimulación de la ovulación y hasta que esto no suceda, este folículo dominante no será LH dependiente (Xu et al., 1995). La consecuencia de administrar la segunda dosis de GnRH en este momento (día 9 del protocolo), es que el folículo dominante (que se desarrolló después de la primera dosis de GnRH) puede considerarse “viejo” por haber expresado su dominancia por 5 días o más y haberse vuelto funcionalmente no dominante (atrésico) (Austin et al., 1999) y comienza a regresar no produciéndose la ovulación, Amoss et al.; (2005).

De acuerdo a lo expresado, cuando se inicia una IATF en etapas tempranas del ciclo estral, resulta en una menor respuesta ovulatoria de los animales y las vacas son menos fértiles (Moreira et al., 2000; Vasconcelos et al., 1999). Cuando el protocolo de Ovsynch es iniciado en este momento, los animales tratados con GnRH, producen menos P4 antes de la aplicación de la PG, tienen una concentración muy alta de E2 en el celo y un intervalo corto desde la administración de la PG al celo (Stevenson et al., 1999). Los folículos pueden ovular, pero al encontrarse en un ambiente muy bajo de P4 durante el tratamiento no pueden responder a la administración de la segunda dosis de GnRH. Los animales que comienzan un OSY o HSY en el diestro o metaestro tendrán mucho menos oportunidad de concebir ya que serán inseminados en asincronía con su ovulación (figura 2).

Teniendo presente estos trabajos, este estudio intenta minimizar el efecto de la distribución aleatoria de los ciclos estrales de los animales, haciendo una observación de celos e inseminando las vacas que van presentando celos desde el día 5 PM del protocolo hasta el día 7 PM, de acuerdo a lo sugerido por Laverdière et al., (1997), citado por Austin et al.; (2001).

1.10. Conclusiones de la inseminación a tiempo fijo (IATF) en vacas

Para Rusiñol, (2014) la utilización de la detección de celos en los protocolos con IATF entre los días 5 PM y 7 PM, mejoró el porcentaje de preñez respecto a los resultados presentados para el Ovsynch y Heatsynch clásicos y aumentó en 20,6 % el PP respecto a lo obtenido con el uso del protocolo DPG”. La DC en los días prefijados, disminuye los costos de los protocolos IATF aproximadamente un 9%. En nuestro país se justifica la implementación de la DC con personal entrenado por períodos cortos. La administración de la PG el día 6 en los protocolos IATF en vaquillonas de carne en condiciones de pastoreo extensivo no modificó los índices de concepción y de preñez presentados por otros autores en los trabajos realizados con la administración de la PG en el día 7; por el contrario, se acorta en un día ambos protocolos”. El trabajo profesional en los tratamientos IATF fue de tres días y en el tratamiento DPG, de seis días, Taylor (2010).

1.11. Estado fisiológico de los vientres

Uno de los primeros puntos a tener en cuenta a la hora de la elección del tratamiento es la categoría de vientres con la cual vamos a trabajar. Previamente a la realización de un

programa de IATF en vaquillonas es necesario cerciorarse de que estas se encuentren por lo menos en el 65 por ciento de su peso adulto. En el caso de las vacas con cría al pie debemos tener en cuenta, en primer lugar, la edad de los terneros; para esto es necesario llevar un registro de las fechas de nacimiento. Las vacas no deberían recibir IATF antes de los 60 días posparto. Por otro lado, la condición corporal (CC) es un factor crítico. En el caso de llevar a cabo un programa convencional de IATF las vacas deberían encontrarse en una CC de 5 como mínimo y en un plano de aumento de peso. Si las vacas están en CC de 3 a 4 se debería aplicar una dosis de 400 UI de eCG o destetar precozmente, tener presente que las vacas estén ganando peso (Bó, et al., 2010).

1.12. Falla en la detección de celo

El principal objetivo de la implementación de la Inseminación Artificial (IA) en establecimientos de cría es el de producir un progreso genético en el rodeo. Sin embargo, según datos publicados recientemente en la Argentina se insemina anualmente el 4,5 por ciento de los vientres de carne y, dentro de este porcentaje, el 80 por ciento de los mismos corresponden a vaquillonas. Entre las causas más importantes que dificultan el uso masivo de esta tecnología podemos citar los relacionados con el manejo y la ineficiencia en la detección de celos de los animales. Probablemente, la alternativa más útil para aumentar significativamente el número de animales inseminados es la utilización de protocolos que permiten realizar la IA sin la necesidad de detección de celos, llamada comúnmente inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Por otro lado, el desarrollo de alternativas de manejo para incluir vacas con cría al pie en programas de IATF permite la inseminación de una mayor población de animales y no sólo reducirla a las vaquillonas. En general, podemos dividir a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F2 (PGF) llamados protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos con progesterona (P4) y estradiol (Bó, 2010).

El protocolo Ovsynch 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, nos vamos a concentrar en los dispositivos con progesterona y estradiol (Cavestany, 2010).

1.13. Control del desarrollo folicular

El desarrollo folicular en vacas ocurre en "ondas", que comprenden reclutamiento, selección, dominancia y ovulación o atresia del folículo mayor o dominante (FD). El reclutamiento ocurre cada 8 a 10 días y en general un único folículo es seleccionado para finalizar el crecimiento. Esta onda folicular puede ser programada hormonalmente para lograr un desarrollo sincronizado. Para ello existen dos métodos, simple y preciso (no menos costoso) administrando dosis de GnRH capaz de inducir la liberación de LH y causar la ovulación o regresión del FD, dependiendo de su estado de crecimiento y actividad metabólica. La dosis varía con los productos comerciales, pero generalmente oscila entre 8 y 100 µg dependiendo del principio activo de los mismos. Otra opción (menos costosa) es el estradiol natural (17β) o alguna de las sales sintéticas (benzoato, valerato o cipionato); estos compuestos tienen diferente vida media en sangre (desde horas para el 17β a días para el cipionato), aspecto que debe ser considerado al utilizarlos, y la precisión en la emergencia de una nueva onda folicular es generalmente menor que cuando se utiliza la GnRH (Cavestany, 2010).

1.14. Sincronización de la ovulación

Puede ocurrir espontáneamente ya que al inicio del tratamiento se produjo el desarrollo de una nueva onda folicular, pero la misma puede ser sincronizada, especialmente cuando se intenta una IATF, eliminando la detección de celos. La administración de GnRH (generalmente 48 horas después de la PG) induce una ovulación sin manifestación de celo". A diferencia de la administración de GnRH, la administración de estradiol o sus sales no suprime los síntomas de celo, por lo que permite la opción de realizar la IA luego de la detección de celos (Cavestany, 2010).

1.15. Calidad de semen

La calidad del semen a utilizar es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar un programa. Inseminar con un semen de mala calidad tiraría por la borda todos los esfuerzos realizados con el manejo de las vacas, su nutrición, tratamiento, etc. Es recomendable realizar un examen de calidad seminal previamente a la IATF de todos los toros

a utilizar. El semen a utilizar debe tener, según las recomendaciones de la NAAB (National Association of Animal Breeders, Estados Unidos), como mínimo un 25 por “ciento de células móviles a una velocidad de 3 -0 = sin movimiento, 5 =movimiento rápido donde es difícil seguir una célula- inmediatamente después del descongelado y un 15 por ciento de células móviles a una velocidad de 2, luego de dos horas de incubación a 37°C (Bó, et al., 2010).

La concentración estándar de una dosis de semen debe ser de entre 5 y 10 millones de células móviles. Nosotros empíricamente preferimos tener más de un 30 por ciento de motilidad a la 0 hora. Sin embargo, no hay datos en la literatura donde se hayan determinado los estándares mínimos del semen para un planteo de IATF. Con respecto a la morfología, el semen debe tener un mínimo del 70 por ciento de espermatozoides normales y con no más del 15 a 20 por ciento de defectos de cabeza y del 25 por ciento de defectos de cola y acrosoma (Bó, et al., 2010).

1.16. Instalaciones y personal

Es fundamental tener en cuenta al momento de la programación de un planteo de IATF el tipo y estado de las instalaciones, y personal entrenado en el manejo de este tipo de programas. Como vimos anteriormente, el tratamiento de sincronización es bastante estricto en cuanto a los tiempos de realización de cada actividad. Antes de determinar la cantidad de animales que van a ser tratados se debería conocer los tiempos requeridos para cada actividad a desarrollar y esto va a depender fundamentalmente del tamaño de los corrales, manga, del tipo de casilla de operar y de la cantidad de personal con el cual se cuenta. Lo recomendable sería no tardar más de dos a tres horas durante cada tratamiento y, por otro lado, realizar la IATF en un período de cuatro horas, desde las 52 a 56 horas de retirado el dispositivo. Disponer de potreros cercanos a la manga y con buena disponibilidad de pasturas es de suma importancia durante todo el tratamiento ya que, de esta forma, se minimiza el traslado de animales. Es de fundamental importancia evitar toda situación que genere estrés a los animales durante los tratamientos, ya que esto afecta significativamente los resultados. Los animales deben disponer dentro de lo posible de sombra y agua. Es recomendable que los arcos sean lo más tranquilos posibles y sin la utilización de perros, gritos o golpes (Bó, et al., 2010).

1.17. Tasa de estros prematuros (EP)

Un 30.5% (11/36) de las vacas tratadas hormonalmente con el protocolo ovsynch presentaron estro prematuro (EP) antes de la finalización del tratamiento es decir, (después de la primera dosis de GnRH o después de la PGF2alfa, pero antes de la segunda dosis de GnRH), donde los resultados de campo muestra que se observó 16.2% presentaron celo después de la primera dosis de GnRH y antes de la aplicación de la PGF2alfa y, el restante 14.3% celo presentaron a las 48 horas post tratamiento con PGF2alfa y, antes de la segunda dosis de GnRH, mientras que tan solo el 8.3% (1/12) de las vacas del grupo control presentaron celo, (Gutierrez et al., 2005). Dejarnette et al., (2001) encontró en los resultados de su trabajo de investigación antes de culminar con el protocolo de sincronización para IATF; un 25% de las vacas adelantaron celo, al cual lo denomina como estro prematuro (EP), de los cuales un 20.0% adelantaron celo después de la primera dosis de GnRH y antes del tratamiento con PGF2alfa y, el restante 5.0% después del tratamiento con la PGF2 y antes del tratamiento de la segunda dosis de GnRH.

1.18. Tasa de concepción (TC)

La tasa de concepción en el grupo ovsynch estuvo estadísticamente afectada por el momento de la IATF presentando valores de 42.8% (6/14) y 9.1% (1/11) para T1 y T2 respectivamente ($P=0.06$), sugiriendo que la baja fertilidad al primer servicio para el grupo T2 (16 horas) se debió posiblemente al momento precoz de la inseminación en relación a la ovulación. Resultados similares fueron encontrados por Geary y col en vacas de carne en anestro con IATF a las 24 horas posterior a la última inyección de GnRH; en dicho trabajo la TC fue de 49.0% y concluyen que la IATF a las 24 horas después de la inyección de GnRH resulta en una alta probabilidad de ocurrencia de la concepción, así mismo Peny y col encontraron una TC entre el 47.0 y 60% en dos explotaciones de carne diferentes inseminadas 72 horas post PGF2 (Gutiérrez et al., 2005).

1.19. Tasa de preñez (TP)

Se observa la tasa de preñez en trabajo de investigación con 2 tratamientos un 50.0% (7/14) y 45.5% (5/11), respectivamente. Por otro lado, las vacas del grupo control presentaron una tasa de preñez (TP) estadísticamente menor a los tratamientos T1 y T2 ($P>0,05$) siendo este resultado un 25%. Estos resultados revelan una efectividad en cuanto a la TP en el

protocolo ovsynch sobre el 45%, muy similar a lo encontrado por otros autores en ganado de carne, y superior a lo reportado en ganadería especializada de leche. De forma general y como implicación práctica, si sumamos las vacas del grupo no tratado hormonalmente (control) tan solo se logró preñar el 25% (Gutiérrez et al., 2005).

En la Estación Experimental Oromo, Comuna de Purranque, Provincia de Osorno, desde marzo a septiembre del 2004, en 20 vacas adultas no lactantes y 30 vaquillas maduras sexualmente. Se utilizó para sincronizar el celo 2 dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (25 mg de Dinoprost contenidos en 5 ml de Lutalyse c/u). El uso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ permite concentrar los partos en un periodo de 15 días, en una alta proporción de los animales, en la época más oportuna para producir leche en “invierno”. De acuerdo al protocolo propuesto, alrededor de un 52% de las vacas lactantes y un 60% de las vacas no lactantes y vaquillas iniciarían su lactancia dentro del lapso indicado, citado en los estudios de López y Sepúlveda, (2005).

El uso de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ debe estar dirigido a los rodeos con muy buen estado corporal y metabólicamente equilibrados, simples deficiencias de macro o micro elementos (PO_4 , Ca, Zn, Mg, Cu) hacen fracasar cualquier plan terapéutico basado en el uso de la $\text{PGF}_{2\alpha}$.

El pico máximo de celos se registra a las 96 horas con el 86% de preñez confirmada luego de la segunda inyección, generalmente cerca del 80% a 85% de las vacas reciben Inseminación Artificial después de la segunda inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$, y de ellas se preñan 46% a 72%, este rango de preñez depende de varios factores como son: calidad del semen, horarios de Inseminación Artificial y estado nutricional previo y posterior al tratamiento (De Luca, 2005).

Los tratamientos con $\text{PGF}_{2\alpha}$ son los más usados para la sincronización de celos en ganado de carne. Si se administra a un grupo de vacas que están ciclando una dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$, aproximadamente el 70% de ellas deberían entrar en celo. La palpación rectal y el tratamiento de las vacas con un Cuerpo Lúteo (CL) deberían aumentar la proporción de las que responden; no obstante, errores en la palpación y la detección del celo determinan que aproximadamente el 75% de las vacas tratadas sean detectadas en celo durante los 5 a 7 días posteriores a la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Bó & Tagle, 2005).

Utilizaron 120 vacas Holstein las que fueron asignadas en un diseño completamente al azar a uno de dos tratamientos (control y experimental). Las vacas del grupo control fueron inseminadas al primer calor observado después de los 45 días postparto. Las vacas en el grupo experimental recibieron una primera aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ luego de finalizado el periodo de espera voluntario y fueron inseminadas con detección de calor en los días siguientes a esta aplicación. Las vacas no detectadas en calor recibieron una segunda aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 14 días más tarde, inseminándose aquellas que presentaron signos de calor. El resto de las vacas que permanecieron sin ser detectadas en calor, recibieron una tercera dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$, 14 días después de la segunda, procediéndose de la misma manera que en las aplicaciones anteriores. En ambos grupos la detección de calores se realizó dos veces al día, a primera hora de la mañana (7. AM) y a última hora de la tarde (7. PM), durante 1 hora cada vez, a cargo del mismo personal responsable de las inseminaciones (Drion et al., 2000).

Otro intento de utilizar prostaglandinas en pequeñas dosis ha sido por vía intravulvar en Brasil, compararon los resultados de la administración intramuscular de 500 ug de coprostenol con 125 ug por vía intravulvar, la respuesta de aparición del estro fue del 100 y del 71 %, respectivamente (Gordon, 1996).

Las vacas tratadas con el protocolo Ovsynch e inseminadas 24 horas posteriores a la última dosis de GnRH presentaron una mayor tasa de concepción y un menor intervalo tratamiento-preñez, en comparación a las vacas tratadas e inseminadas a las 16 horas. El protocolo Ovsynch representa una alternativa promisorio para el control del anestro post parto y mejoramiento de la eficiencia reproductiva de las ganaderías bovinas de doble propósito (Gutiérrez et al 2005). La tasa de celo fue similar en ambos tratamientos e inferior a la reportada en la región en vacas mestizas en anestro. Las vacas tratadas hormonalmente experimentaron una tasa de ovulación superior al grupo control, aunque sólo en el 40% de los casos la ovulación fue precedida por signos manifiestos de celo. La tasa de preñez acumulada a los 90 días no varió entre tratamientos, sin embargo, el grupo tratado superó en 18,2% al grupo control, lo cual tiene considerable importancia económica. Aunque la terapia hormonal aplicada no logró reducir los intervalos parto-1er servicio y parto-concepción, la proporción de vacas acíclicas a los 90 días de finalizados los tratamientos fue 22% superior en el grupo GC que en PH. Se recomienda continuar investigando este dispositivo intravaginal con el fin de

optimizar un protocolo capaz de inducir un alto porcentaje de celos fértiles y de reducir la tasa de anestro y el intervalo a la preñez (Perea et al 2003).

No hay un protocolo de elección para la inducción de celos en vacas en anestro, sino que depende de las condiciones particulares de cada tambo. El tratamiento para vacas en anestro posparto debe incluir una fuente de progesterona (Cavestany, 2008).

Ambas estrategias de control reproductivo fueron efectivas para inducir el celo y lograr la preñez más temprano en el postparto comparado con el control, en que las vacas no recibieron ninguna medida correctiva. Debido a que el anestro posparto genera pérdidas económicas importantes cuando el período vacío se prolonga más allá de los 90 d (Perea et al., 2002a), estos métodos constituyen una alternativa para reducir el intervalo entre partos y mejorar la eficiencia reproductiva del rebaño (Soto et al., 2002). La época de tratamiento afectó la respuesta reproductiva particularmente de los grupos DT y GC, cuyas vacas lograron mejor respuesta reproductiva durante el período febrero marzo (época más seca y fresca); adicionalmente, en esta época de tratamiento las tasas de celo y preñez fueron similares entre PI y DT, lo cual sugiere que durante los meses de menor pluviosidad, cuando las condiciones ambientales son más favorables, el destete temporal es tan efectivo para inducir celos fértiles como la terapia hormonal. Aunque ha sido reiteradamente indicado el efecto racial sobre el comportamiento reproductivo de vacas mestizas que reinician espontáneamente la ciclicidad reproductiva (González et al., 1988; Soto et al., 2000; Perea et al, 2005, 2006), en el estudio presente al igual que en otros (Portillo et al., 1999; Gutiérrez et al., 2006) las vacas con celo inducido aparentemente no respondieron a tal efecto. Las vacas multíparas de los tres grupos experimentales tendieron a preñarse más que las primíparas, aunque el intervalo a la concepción no varió por efecto de la paridad (Perea et al., 2008).

La infertilidad posparto es un serio problema que disminuye la eficiencia de los sistemas productivos. Muchos factores contribuyen a dicha infertilidad a través de una compleja interacción de mecanismos fisiológicos y endocrinos. El anestro posparto es el principal componente de la infertilidad posparto y estudios en neuroendocrinología, comportamiento del ternero y fisiología de la nutrición de la vaca posparto, pueden proveer conocimientos interesantes en el control de la anovulación mediada por el amamantamiento.

Tecnologías corrientes, tales como, manipulación del ternero, tratamientos para inducción y/o sincronización del estro, suplementación nutricional, genética y programas reproductivos adaptados a cada ambiente, ofrecen opciones reales para minimizar los efectos del amamantamiento sobre el intervalo posparto anovulatorio (Robson et al, 2007).

En la literatura no se ha encontrado trabajos similares disponibles, que reporten odds ratio cuando se utiliza reimplante hormonal dificultándose la comparación con nuestros resultados. El incremento del porcentaje de concepción como una medida indirecta de un mayor crecimiento del embrión y concentración de interferón-tau, coincide con lo hallado por Mann., Fray y Lamming et al., (2004) demostrando que el éxito en el establecimiento de la preñez depende del desarrollo del embrión, para que produzca las cantidades adecuadas de Interferón-tau. De acuerdo a nuestros resultados se recomienda el uso del reimplante del dispositivo CIDR-B en establos para mejorar el índice de fertilidad en vacas de alta producción. a la primera inseminación. post periodo de espera voluntaria (Flores et al., 2007).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Características de la investigación

2.1.1. Ubicación

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Wayllapampa y comunidad campesina de Rancho; ubicadas en los distritos de Pacaycasa y Ayacucho, provincia de Huamanga, geográficamente se encuentra entre los 13° 28' 38'', 13° 37' 53.6'' de latitud sur y entre 74° 20' 24'' y 74° 36' 48'' de longitud oeste.

2.1.2. Duración de experimento

El trabajo tuvo una duración de once meses (enero-noviembre de 2023).

2.1.3. Lugar de Inseminación

- Ambiente de espera para las vacas en celo
- Ambiente de reposo para las vacas inseminadas.

2.1.4. Fármacos

- Hormona estimulante de las gonadotrofinas (GnRH)
- PGF2 α (prostaglandina F2 α)

2.2. Metodología experimental

Se utilizaron 40 vacas (20 cruzadas (BS x H) y 20 Brown swis); con una condición corporal (cc) 2,75 a 3,0 (en una escala del uno al cinco; 1= muy flaca; 5= muy gorda). El

sistema de crianza para las vacas cruzadas fue intensivo (estabulada) y para las vacas Brown Swiss fue mixto (pastoreo en el día y en las noches en corral).

Las vacas fueron revisadas ginecológicamente a través de palpación rectal a partir de los 60 días postparto. Adicionalmente, 20 días antes de aplicar el protocolo hormonal se aplicó golpe vitamínico (A, D, E y P).

Primera fase: las 40 unidades experimentales (vacas) fueron observadas el celo durante 30 días, tres veces por día (6.00 am; 12 m y 6.00 pm); y las vacas detectadas en celo fueron inseminadas.

Segunda fase: vacas que no mostraron celo visto en la primera fase, fueron tratadas con el protocolo de sincronización de celo y ovulación que consistió en la administración de GnRH i.m. el día 0; seguida de PGF₂ ocho días después; y 48 horas posterior a ésta, una segunda dosis de GnRH; luego pasado 18 a 20 horas después de esta segunda dosis de GnRH fueron inseminadas a tiempo fijo, sin importar presencia de celo visible. Las vacas que mostraron estro prematuro antes de la culminación del tratamiento hormonal, fueron inseminadas 8 a 12 horas de iniciado el celo franco. Las pajillas de semen que se utilizaron fueron de procedencia nacional de 0.5 ml de volumen (banco de semen UNALM).

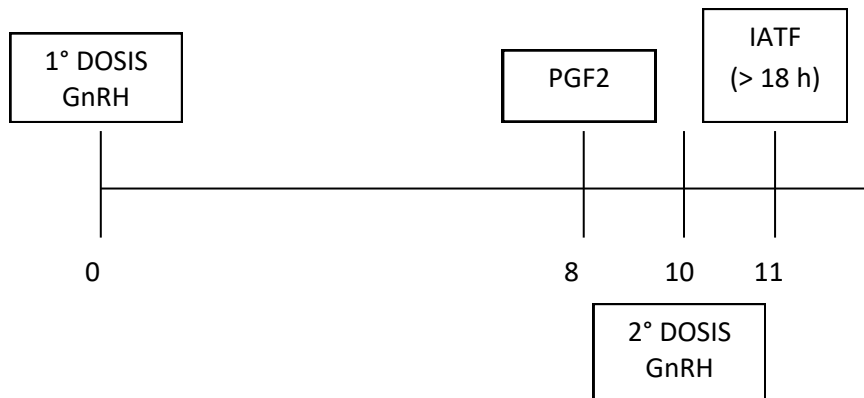
2.3. Aspecto sanitario

Las vacas del experimento fueron dosificadas contra los parásitos neumogastrointestinales y contra la fasciola hepática (*F. hepática*) con un producto comercial específico, para evitar el efecto disturbante por problemas de enfermedad parasitarias.

2.4. Diseño experimental

Las 40 vacas seleccionadas; 20 vacas cruzadas (Brown Swiss x Holstein) y 20 vacas Brown Swiss. Fueron distribuidas al azar en dos tratamientos con 20 repeticiones, en dos bloques: T₂: GnRH + PGF_{2α}; T₁: Testigo. Los datos obtenidos fueron analizados con la prueba de bondad de ajuste chi² con el paquete estadístico SPSS versión 22.

- **Figura 2.1. diseño del experimento**



Fuente: Dejarnette et al., 2001; modificado y planteado con datos de campo.

- **Leyenda**

- GnRH (hormona estimulante de las gonadotrofinas)
- PGF_{2α} (prostaglandina)
- IATF (inseminación a tiempo fijo)

2.5. Diagnóstico de preñez

Se realizó entre los 2 a 2.5 meses (70 días) después del servicio (IA) a través de la técnica de palpación rectal.

2.6. Variables e indicadores

2.6.1. Variables reproductivas

Los criterios para evaluar la respuesta al tratamiento fueron las siguientes variables:

a). Tasa de estros prematuros (EP)

Señala el número de animales que exhibieron celo antes que termine el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH y después de la dosis de PGF_{2α}), entre el número total de animales tratados. Esta variable fue tomada en consideración a pesar de que el fundamento del protocolo Ovsynch es inducir celo - ovulación en día y hora fija.

b). Tasa de concepción

Se refiere al número de vacas sin retorno de celo al primer servicio y segundo servicio, entre el número total de vacas inseminadas.

c). Tasa de preñez

Se refiere a las vacas diagnosticadas preñadas (60 a 70 días post servicio) a la primera y segunda inseminación, entre el número de vacas inseminadas.

2.7. Viabilidad técnica

Se refiere a los resultados obtenidos en el experimento medidos en eficiencia del protocolo Ovsynch versus el grupo testigo; en vacas cruzadas (B x H) y vacas Brown Swiss PPC.

2.8. Viabilidad económica

Se refiere a los costos que ocasionaron realizar los tratamientos hormonales para la inducción de celo y ovulación y la inseminación a tiempo fijo. Se observan en el numeral 3.2.5 sección resultados y discusión y en tabla 4.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Tasa de estro en el grupo control de vacas del bloque I

En la tabla 1 del bloque I (vacas cruzadas BS x H) se muestra los celos ocurridos en vacas del grupo control; las 20 vacas fueron observadas durante 30 días (doble cambio simple), y se observó 04 vacas en celo (20%). La detección se realizó tres veces por día: mañanas 6 am, medio día 12 m y tardes 6 pm respectivamente. Se evidencia en el anexo 1.

3.1.2. Tasa de estro en el grupo control de vacas del bloque II

En la tabla 2 del bloque II (vacas Brown Swiss) se muestra los celos ocurridos en vacas del grupo control; las 20 vacas fueron observadas durante 30 días (doble cambio simple), y se observó 03 vacas en celo (15%). La detección de celo se realizó tres veces por día: mañanas 6 am, medio día 12 m y tardes 6 pm respectivamente. Se evidencia en el cuadro 02 del anexo 2.

3.1.3. Tasa de estro prematuro (EP) en las vacas de los bloques I y II

El 23.4% (04/17) de las vacas sincronizadas exhibieron celo durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 5.8% (1/17) y después de la PGF₂ 17.6% (3/17) en vacas del bloque I; mientras en vacas del bloque II exhibieron celo el 24.9% durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 6.2% (1/16) y después de la PGF₂ alfa 18.7% (3/16). Se evidencia en la tabla 1.

Tabla 3.1. Tasa de celo en grupo control (CN) y estro prematuro (EP) con protocolo Ovsynch en vacas cruzadas y vacas Brown Swiss.

Grupo de vacas		
Fenotipo	(CN) Grupo Testigo (%)	(EP) Vacas con tratamiento (%)
Cruzadas (B.S x H.)	20% (4/20) a	23.4% (4/17) a
Brown. Swiss	15% (3/20) a	24.9% (4/16) a
TOTAL (CN y EP)	17.50% a	24.15% a

Nota: Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

3.1.4. Tasa de concepción (TC) en vacas cruzadas (H x BS) y vacas Brown Swiss a la primera y segunda inseminación a tiempo fijo y con celo natural en los bloques I y II.

Tabla 3.2. Tasa de concepción en vacas cruzadas (H x BS) y Brown Swiss inseminadas a tiempo fijo y con celo natural

Concepto	Bloque I		Bloque II	
	Cruzadas (H x BS)		Brown Swiss	
	Testigo	Tratadas	Testigo	Tratadas
Número de vacas	20	17	20	18
Vacas en celo	4	-	3	-
Vacas sin retorno de celo	3	10	2	11
% de concepción	75.00 a	58.80 a	66.60 a	61.00 a
Vacas con segunda inseminación				
Número de vacas	-	7	-	7
Vacas sin retorno de celo	-	4	-	4
% de concepción	-	57	-	57
Total, vacas sin retorno de celo	3	14	2	15
% de concepción	75.00 a	82.40 a	66.60 a	83.33 a

En la tabla 2 se muestra la tasa de concepción del grupo de vacas control de los bloques I y II, 75.00% y 66.60% respectivamente y del grupo de vacas con tratamiento de los bloques I y II, 82.40% y 83.33% respectivamente. Se observó que la tasa de concepción en

promedio en las vacas del grupo control es alto 70.80%, también en grupo de vacas con tratamiento la tasa de concepción es buena 59.90% al primer servicio de inseminación. Para el caso del grupo de las vacas con tratamiento de los bloques I y II se ha tenido la oportunidad de inseminar por una segunda vez en el primer celo natural a las vacas que han retornado en celo, encontrando resultados muy alentadores de 82.86% de tasa de concepción (sin retorno de celo); al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, tal como se evidencia en la tabla 2.

3.1.5. Tasa de preñez en grupo de vacas tratadas con dos inseminaciones y grupo de vacas sin tratamiento con una sola inseminación (TP)

En el anexo 3, tablas (2 y 3) se muestra en promedio el 82.88% de preñez (14/17 y 15/18) en las vacas tratadas de los bloques I y II, con dos inseminaciones (servicios/preñez) y el 71.43% (03/04 y 02/03) de preñez en vacas del grupo control (testigo) de los bloques I y II con una sola inseminación.

Tabla 3.3. Efecto del protocolo ovsynch sobre tasa de preñez en vacas cruzadas y Brown Swiss

Fenotipo	Grupo		
	Vacas con		Bloques
	Testigo	Tratamiento	
Cruces (B.S x H.)	75.00%a	82.40%a	I
Brown. Swiss	66.67%a	83.33%a	II
%Preñez total	71.43%a	82.88%a	

Nota: Letras iguales (filas) indican que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

3.1.6. Costo de inducción y sincronización de celo - ovulación e inseminación a tiempo fijo

Tabla 3.4. Costo de inducción y sincronización de celo-ovulación e inseminación a tiempo fijo/vaca.

Detalle de materiales	Cantidad por vaca	Costo unitario (s/.)	Costo por vaca
GnRH	5 ml	2.40	12.00
PGF2alfa	2 ml	4.00	8.00
Semen	1 pajuela	20.00	20.00
Funda	1 unidad	0.80	0.80
Nitrógeno líquido	100 ml	0.02	2.00
Mano de obra			
Costo profesional	15 minutos/vaca	50/hora	12.50
Gran total			55.30

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se muestra en detalle los insumos utilizados en la inducción y sincronización de celo y ovulación e inseminación a tiempo fijo y el costo de mano de obra del profesional y/o técnico inseminador, tal como se evidencia en la tabla 4.

3.2. Discusión

3.2.1. Tasa de estro en el grupo control de vacas de los bloques I y II (cruzadas y Brown Swiss)

Trabajos similares en nuestro medio son escasos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren tomar en cuenta con mucho cuidado y adoptar alternativas que ayuden al manejo reproductivo del hato con cierta eficiencia, porque los resultados encontrados es mínimo, tal como se evidencia en las tablas 1 y 2 (bloques I y II), en vacas del grupo control (testigo) se observó 20% (4/20 vacas cruzadas) y 15% (3/20 vacas Brown Swiss) de celo respectivamente en 30 días de observación; de esta manera se demuestra y confirma que la exhibición de celos en forma natural en hato de vacas es del 1% a 3% aproximadamente por día. En mejor de los casos en 40 a 50 días de observación se pueden lograr el 37.50% de celo en forma natural, realmente representa porcentaje de exhibición de celo bajo Dejarnette, (2005). En este escenario los programas de mejoramiento genético sería

bastante tedioso lograr con éxito. Al respecto Lizarbe, (2013) reporta 73.08% de celo. Sin embargo, el fundamento del protocolo de sincronización de celo y ovulación (ovsynch) no es inducir celo, precisamente utilizar el protocolo ovsynch es para evitar detección de celo visto; pero, sin embargo, trabajos realizados por otros autores (Austin et al., 1999; Moreira et al., 2000; Vasconcelos et al., 1999; Stevenson et al., 1999 y Cavestany, 2000) sugieren observar o detectar celo dos veces por día 7am y 7pm a vacas tratadas para mejorar en el logro de mayor número de hembras servidas, al cual en el presente trabajo también sugerimos esta medida de observación o detección de celo adicional.

La necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo ha motivado a diseñar protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación e inseminación a tiempo fijo y aun cuando puede existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas. En nuestras condiciones, si bien los costos de administración de protocolos de IA a tiempo fijo pueden parecer elevados, las deficiencias en la detección de celos es un problema importante y que puede afectar la productividad de un establecimiento. Sin embargo, hay que señalar que una de las grandes deficiencias de los programas de inducción y sincronización de celo y ovulación es el inadecuado manejo y alimentación de los animales (experiencia de experto y personal). Los protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación son complementarios a un buen manejo y buena alimentación de los animales, pero no reemplaza esta técnica reproductiva al mal estado nutricional de los animales al momento del servicio y un periodo de descanso postparto mayor a los 50 días (Huanca, 2001).

3.2.2. Tasa de Concepción en grupo de vacas cruzadas (bloque I) y vacas Brown Swiss (bloque II) con tratamiento y sin tratamiento (control)

Los resultados sugieren desarrollar esta técnica reproductiva, tomando en cuenta la tasa de concepción encontrado en promedio en vacas del grupo control de 70.80%, y en grupo de vacas con tratamiento la tasa de concepción de 59.90% al primer servicio de inseminación. Aún mejor si se toma en cuenta los resultados conseguidos en grupo de vacas con tratamiento de los bloques I y II con dos inseminaciones, logrando resultados promedio muy alentadores de 82.86% de tasa de concepción (sin retorno de celo). Sin embargo, Gutiérrez, (2005) en su

trabajo de investigación reporta 42.80% (6/14) y 9.10% (1/11) para vacas con tratamiento hormonal, el mismo autor reporta el 72.70% (8/11) para vacas con estro prematuro (EP), y también reporta trabajos de otros autores con 32% de tasa de concepción para vacas con estro prematuro (EP). Las diferencias que se observan en los resultados de tasa de concepción reportados por los diferentes autores, es muy probable que los estudios realizados obedecen a diferentes ambientes a diferentes formas de manejo a formas diferentes de alimentación, a vacas con fenotipos diferentes y diferentes orientaciones en su producción (leche, carne, etc.).

3.2.3. Tasa de estros prematuros (EP) en grupo de vacas de los bloques I (cruzadas H x BS) y II (Brown Swiss)

El 23.40% (04/17) de las vacas tratadas del bloque I (cruzadas H x BS) exhibieron celo durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 5.80% (1/17) y después de la PGF₂ 17.60% (3/17); y vacas del bloque II (Brown Swiss) exhibieron celo el 24.90% durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 6.20% (1/16) y después de la PGF₂ alfa 18.70% (3/16). Sin embargo, Gutiérrez et al., (2005) en su trabajo de investigación reporta 30.50% de estro prematuro, en la misma cita también reporta trabajos realizados por otros autores como Dejarnette et al., (2001) que obtiene el 25% de estro prematuro, también Lizarbe, (2013) reporta 23.08% de estro prematuro; son similares los resultados encontrados en el presente trabajo con Dejarnette et al., (2001) y Lizarbe, (2013) pero diferente a los resultados encontrados por Gutiérrez, (2005) que reporta en su trabajo de investigación un estro prematuro (EP) de 30.50%. Los resultados encontrados en el presente trabajo son ligeramente bajos a los resultados de los diferentes trabajos citados es muy probable que estos trabajos se hayan realizado en ambientes diferentes y condiciones de manejo también diferentes. El estro prematuro (EP) se considera, al celo mostrado por las vacas tratadas con el protocolo Ovsynch antes de terminar el tratamiento, fisiológicamente está demostrado y explicado en el marco teórico por los autores (Dejarnette, 2005; Austin et al., 1999; Moreira et al., 2000; Vasconcelos et al., 1999 y Stevenson et al., 1999) quienes muestran y evidencian que las vacas en tratamiento se encuentran en diferentes etapas del ciclo estral, en consecuencia la acción de la GnRH (FSH y LH) no se deja de evidenciar su acción luteinizante.

3.2.4. Tasa de preñez en el grupo de vacas cruzadas H x BS (bloque I) y vacas Brown Swiss (bloque II)

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación sugieren ventajas para mejorar los índices reproductivos y parámetros productivos a través del protocolo de inducción y sincronización de celo y ovulación con inseminación a tiempo fijo en vacas cruzadas (H x BS) y vacas de raza Brown Swiss con dos servicios de inseminación se logró en promedio 82.88% de tasa de preñez en vacas con tratamiento, y 71.43% de tasa de preñez en grupo de vacas control. Resultados superiores a los resultados encontrados por otros autores, como: Molina, (2009) en su trabajo de investigación reporta 70% de preñez para vacas tratadas con este protocolo y 30% para vacas control, esto implica a través del pasar de los años se viene ajustando mejor uso de las hormonas con mayor éxito, además el conocimiento de la fisiología de la reproducción cada día viene siendo mejor difundida y conocida por los técnicos y ganaderos. También es necesario mencionar la tasa de preñez al primer servicio en vacas de alta producción son bastante menores a 33% de preñez, en este caso el efecto es el anestro de lactancia Purseley, (1994).

Trabajos realizados en otros países reportan preñeces de 50.00% y 45.50% para vacas tratadas hormonalmente, y 25% para vacas sin tratamiento hormonal citado por (Gutiérrez, 2005); con respecto a los resultados encontrado en el presente trabajo son superiores a los resultados mencionados por Gutiérrez, (2005).

Lizarbe, (2013). En su trabajo investigación logra tasa de preñez en promedio 50% (para vacas 47.37% y para vaquillas 57.14%). Espinosa, (2010) cita los resultados encontrados en tasa de preñez a Pursly, (1997) con 44% y 40%; Brusveen, (2007) con 38% Vasconcelos, (1999) con 35% y 29%, resultados menor a la tasa de preñez obtenidos en el presente trabajo. Estos resultados bastante diferenciados son muy probables se debe al estado fisiológico, condición corporal, estado sanitario y manejo de los animales.

El efecto año es importante considerar, por el régimen pluviométrico cambiante a través de los años. Ello repercute en mayor o menor oferta, disponibilidad y calidad de forraje durante el año. Esto reafirma la importancia de la alimentación y nutrición en cuanto se refiere

a la incidencia de las hormonas metabólicas en el desarrollo folicular y el reconocimiento materno de la preñez.

3.2.5. Costo de inducción y sincronización de celo - ovulación e inseminación a tiempo fijo

Algunos autores sugieren que el costo de la preñez puede ser reducido en proporción directa al porcentaje de vacas inseminadas después de la detección del celo, si se toma en cuenta que las vacas detectadas en celo no reciben la subsiguiente inyección hormonal, disminuyendo el costo del tratamiento (DeJarnette, 2001), el cual está dado por: (1) GnRH= 3.50 \$/la dosis; (2) PGF2alfa 2.50 \$/la dosis (DeJarnette, 2001). Debido a que la tasa de concepción (TC) para las vacas con estro prematuro (EP) (DeJarnette, 2001) fue del 72.70%, se sugiere que estas vacas deben ser inseminadas bajo la regla am-pm, lo que permitiría disminuir los costos de tratamiento y mejorar la eficiencia de los mismos.

CONCLUSIONES

1. El uso de hormonas no sólo requiere de una adecuada comprensión de la fisiología y endocrinología reproductiva de la vaca; si no, tiene que ir acompañado de un buen manejo y alimentación de las vacas.
2. Las vacas tratadas con protocolo hormonal como inductor y sincronizante de celo y ovulación y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) 18 a 20 horas resulta ser una alternativa técnica eficiente para mejorar la tasa de concepción y tasa de preñez.
3. El protocolo hormonal en la inducción y sincronización de celo y ovulación es una alternativa técnica y económica viable para su difusión en la producción de ganado vacuno lechero en la región.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere seguir trabajando con mayor número de unidades experimentales (vacas) utilizando la GnRH y la PGF2alfa como inductores de la ovulación para inseminación a tiempo fijo (IATF) en las Unidades Experimentales de la UNSCH.
2. Se sugiere a los productores de ganado lechero de la región, utilizar el protocolo de inducción de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo (IATF) para que ayuden preñar a las vacas lo más rápido posible antes o después del parto, evitando el trabajo tedioso de la detección de celo.
3. La facultad de Ciencias Agrarias a través de la Dirección de Responsabilidad Social Universitaria debe difundir los resultados obtenidos para la adopción de los ganaderos de vacunos lecheros de la región.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Amoss M, Burgus R, Blackwell R, Vale W, Fellows R, Guillemin R. (2005). Purification, amino acid composition and N terminus of the hypothalamic luteinizing hormone releasing factor (LRF) of ovine origin. *Biochem Biophys Res Commun*; 44: 205-210.
- Ancco, E. (2015). Efecto de la sincronización y resincronización de celo sobre la preñez en vacas Brown Swiss utilizando progestágenos en la estación experimental Agraria ILLPA. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano [Tesis de grado]. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_5606167d6e13d986f3a1cc1bdd1a7448
- Austin EJ, Mihm M, Ryan MP, Williams DH, Roche JF. (2001). Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. *J Anim Sci* 77:2219-2226.
- Arias, et al., (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. P: 7-22.
- Bazán, et al., (2000) Uso de prostaglandina PGF_{2α}, estrógeno y oxitocina en la sincronización de celo en vaquillas Brown Swiss. 1ra ed. Lima-Peru; P: 56- 65.
- Bo, A. G. y Tagli, J.C, (2005). Sincronización de celos e Inseminación a tiempo fijo en Ganado de Carne. 1ra ed. Argentina. P: 120-132.
- Bó G, Cutaia L, Tribulo R., (2002). Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primer Parte. *Taurus* 14, 10-21.
- Bó G., Cutaia L., Veneranda G., (2006). Manejo de las Hormonas en los Programas Reproductivos del Ganado Lechero. 6º Congreso Internacional de Especialistas en Bovinos, Torreón, Coahuila, México, November 9 to 11,

- Bó G., Cutaia L., Alexandre H. Souza y Pietro S. Baruselli (2010). Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche, disponible en: [Htt:// www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar), Activo Agosto 2022.
- Cavestany, D. (2009). Inducción de celos e inseminación artificial en vacas de leche en anestro. Departamento de Reproducción, Facultad de Veterinaria; INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.
- Callejas S. (2004). Control farmacológico del ciclo estral bovino: Bases fisiológicas, protocolos y resultados. *Disponible en: www.produccion-animal.com.ar*.
- Cavestany D Fernández D, Salazar E, Sánchez A, Leyton L, Crespi D. (2008). Determinación de niveles de progesterona en sangre luego de la administración parenteral de progesterona en vacas holando ovariectomizadas o ciclando. *XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría*, Paysandú, Uruguay, p. 218-219.
- Cavestany D. (2000). Manejo reproductivo en vacas lecheras. *Serie Técnica 115*. INIA La Estanzuela, Uruguay, p. 27
- Cavestany D. (2002). Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de Uruguay. *XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú*, Uruguay, p. 143-163.
- Cavestany D. (2013). Estrus and ovulation synchronization in dairy cattle. Departamento de reproducción, Facultad de Veterinaria, Montivideo, Uruguay. *Spernova*; 3(1): 23 – 25. Email: daniel.cavestany@gmail.com
- DeJarnette, M., & Nebel, R. (24 de agosto de 2011). Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/63045579/Anatomia-y-Fisiologia-de-la-reproduccion-bovina>.
- DeJarnette JM, Salverson RR, Marshall CE. (2001). Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to satnding estrus or fixed-time inseminations after synchronization using GnRH and PGF2_. *Anim Reprod Sci*. 67:27-35.
- Drion PV, Beckers JF, Derkenne F, Hanzen Ch. (2000). Le développement folliculaire chez la vache. Mécanismes hormonaux au cours du cycle et du post-partum. *Ann. Méd. Vét* ; 144:385-402.

- De Nava Guillermo, Zoraida Nava*,1, César Obando**, Magaly Molina**, Magaly Bracamonte** y Olga Tkachuk* (2009). Programas de IATF seriadas en la cría: desafíos y oportunidades. Jornadas Uruguayas de buiatría. <https://www.engormix.com/>
- De Nava G, Romero D, Rodríguez M, Gil A. (2000). Performance reproductiva de vaquillonas Holando sometidas a dos programas de inseminación a tiempo fijo con o sin resincronización de retornos. XXI World Buiatrics Congress; 9:10201 abs: p045.
- De Luca, L. (2005). Reproducción en vacas lecheras. 1ra ed. Burnet S. A. P: 41-53.
- Diskin M, Austin E, Roche J. (2002). Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Domest Anim Endocrinol* 23:211-228.
- Flores, et al., (2007). Efectos del uso de un progestágeno (CIDR-B), tempranamente post-inseminación a tiempo fijo en la fertilidad de vacas lecheras alta productoras. APPA - ALPA - Cusco, Perú.
- Fricke, P. (2000). Manejo Reproductivo en Vaquillas de Leche.
- Gálvez, C. (2015). Comparación de diferentes protocolos de sincronización de celo sobre la eficiencia reproductiva en vacunos Brown Swiss. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [Tesis de pre grado].
- Gearry, R. B., & Barclay, M. L. (2005). Azathioprine and 6-mercaptopurine pharmacogenetics and metabolite monitoring in inflammatory bowel disease. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 20(8), 1149-1157.
- González, E., & Giono, J. (2014). Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos inseminación. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e597c310-1cb2-448d-9551-d7fa96968a16/content>.
- Gordon, L. (1996). Reproducción Controlada del Ganado Vacuno y Búfalo. 1ra ed. España-Acribia. P: 119-1254.

- Gonzales, et al., (2001). Efecto de la sincronización con Prostaglandina, en el Postparto Temprano, sobre el comportamiento Reproductivo en Vacas Lecheras de alta Producción. 1ra ed. Chile. P: 84-97.
- Gutiérrez JC, Boscán JC, Montero M, Palomares R, Sandoval J Portillo G. (2006b). Dinámica folicular de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal más eCG. III Jornadas nacionales de investigación en reproducción animal (JONIRA). Barquisimeto-Venezuela.
- Gutiérrez JC, Palomares R, Sandoval J, De Ondiz A, Portillo G, Soto E. (2005). Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. Revista científica FCV-LUZ 15:7-13.
- Hafez ES, Hafez EB. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ma ed. Mc Graw Hill. 33-60.
- Hafez HES. (2007). Reproducción e inseminación artificial en Animales. 5º Ed. Interamericana MC Graw-Hill. México D.F. México. 677 pp.
- Huillca, E. (2015). Evaluación de dos implantes intravaginales para la sincronización de celo en Bovinos criollos en el Distrito de Santa Teresa La Convención. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Zootecnista]. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/1791/253T20160615.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar, C. P. (2018). "Evaluacion economica de cuatro protocolos de sincronizacion de celo para la inseminacion artificial a tiempo fijo en vacunos bronw swiss en el distrito de Ocongate - Quispicanchis - Cusco". Tesis UNSAAC - Cusco.
- Peny, J. F., Contreras, V., Letelier, N., Saravia, F., Santa María, A., Lobos, A., & Recabarren, S. (2005). Sincronización de estros con GnRH y Prostaglandina F2a en vacas Holstein Friesian en confinamiento. *Archivos de medicina veterinaria*, 31(1), 19-25.
- Perea, et al.; (2003). Tratamiento del anestro postparto con progesterona intravaginal más ECG en vacas mestizas tropicales. *Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela*.

- Perea, et al., (2008). Factores que afectan la respuesta reproductiva de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal o con destete temporal por 120 horas. Universidad de los Andes. Trujillo. Venezuela.
- Pursley J., Witbank M., Stevenson J., Ottobre J., Garverich H., Anderson L., (1997). Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. J Dairy Sci 80, 295-300.
- Pursley J., Fricke P., Garverick H., Kesler., Ottobre J., Stevenson J., Wiltbank, M.C. (2001). NC-113 Regional Research Project. Improved fertility in noncycling lactating dairy cows treated with exogenous progesterone during Ovsynch. Midwest Branch ADSA Meeting, Des Moines, IA; 63 abstr.
- Mc Donald, L.E. (1991). Reproducción y Endocrinología Veterinaria. 466 p. (Ed. Interamericana).
- Martinez M., Kastelic J., Adams G., Mapletoft R., (2000). The use of CIDR-B devices In GnRH/LH-based artificial insemination programs. Theriogenology, 53: 202.
- Martinez M., Kastelic J., Adams G., Cook R., Olson W., Mapletoft R., (2002). The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. Theriogenology, 57: 1049-1059
- Martinez M., Adams G., Bergfelt D, Kastelic J., Mapletoft R., (2004). Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in heifers. Animal Reproduction Sciences, 57: 23-33.
- Moreira F., Risco C., Pires M., Abrose J., Drost M., Thatcher W., (2000). Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. J Dairy Sci, 83:1237-1247.
- Molina, J y Galiano, J, (2008). Efectividad de la inseminación artificial a través de la sincronización del celo en bovinos. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales “Ezquiel Zamora” UNELLEZ Venezuela.

- Robson, et al., (2007). Factores que afectan el anestro posparto en bovinos. Biotecnología de la Reproducción. E.E.A INTA Balcarce, Argentina.
- Leyva, V.; Mendoza, L. y Camacho, S, (2001). Día 7 y 13 del Ciclo Estrual con PGF_{2α} sobre las Tasas Reproductivas en Vacas. 1ra ed. Lima- Perú, 2001. P: 23- 36.
- Lopez, I. y Sepúlveda, N, (2005). XXX reunión anual de la sociedad chilena de producción animal. 1ra ed. Sochipa-Chile. P: 98- 109.
- Lucy, M. 2008. Celo: biología básica y mejoramiento de la detección de celo. Rev. Taurus Año 11 N° 43: 15 -27. ISSN 1515-3037.
- Lucy M., (2001). Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will it End J Dairy Sci 84, 1277-1293.
- Lucy M., McDougall S., Nation D., (2004). The use of treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems. Anim Reprod Sci 82-83, 495-512.
- Lammoglia M, Short R, Bellows S, Bellows R, MacNeil M, Hafs H. (1998). Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesteron-releasing insert and prostaglandin f2alfa. *J Anim Sci* 76:1662-1670.
- Nina Choqqe Richard (2023). “Evaluación de protocolos de sincronización y re sincronización de celo para la inseminación artificial a tiempo fijo en vacunos Brown swiss en el distrito de Ocongate - Quispicanchis – cusco.” Tesis de pregrado.
- Noakes, D.E, (1999). fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. 1ea ed. España-Zaragoza. P: 16-20.
- Sacristan, A. G.; Castejon, F. y De La Cruz, L.F, (1995). Fisiología veterinaria. 1ra ed. España. P: 845-855.
- Shemesh, A., Burckle, L.H. and Hays, J.D. (1997b). Incidencia de estro prematuro en vacas lecheras lactantes y tasas de concepción a estro sentado o inseminaciones a tiempo fijo después de la sincronización usando GnRH y PGF2alfa. *Anim Reprod Sci*.

- Stevenson J., (2000). Sincronización de celos y de ovulaciones en ganado de carne y bovino de leche. V Congreso Argentino de Reproducción Animal, CABIA; CD.
- Stevenson J., Pursley J., Garverick H., Fricke P., Kesler D., Ottobre J., Wiltbank M., (2006). Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. J Dairy Sci 89, 2567-2578.
- Taylor C, Rajamahendran R. (2010). Follicular dynamics, corpus luteum growth and regression in lactating dairy cattle. Can J Anim Sci; 71: 61-68.
- Tríbulo, R., Alisio, L., Tegli, J., Moreno, D., & Bó, A. (2001). Efecto de los tratamientos con dispositivos DIV-B nuevos o reutilizados en los índices de preñez en vacas y vaquillonas inseminadas a tiempo fijo (IATF). Córdoba: IV Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande.
- Vasconcelos, J.L.M; Silcox, R.W.; Rosa, G.J.M; Pursley, J.R; Wiltbank, M.C. (1999). Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. Theriogenol. 52: 1067-1078.
- Villarreal Benavides, Lucy, (2004). Eficiencia de dos protocolos de IATF en vacas Holstein, frente a la inseminación artificial convencional, en tres fincas del departamento de Nariño.
- Viñoles C, Cavestany D. (2000). Sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo en vaquillonas Holando. Temas de lechería: Reproducción. Serie Técnica 116. INIA La Estanzuela, Uruguay, p. 49-51.

ANEXO

ANEXO 1:

BLOQUE I

CUADRO N°01a: Sincronización de Celo y Ovulación en Vacas Cruzadas (B x H) para Inseminación a Tiempo Fijo (IATF)

T ₂ : GnRH + PGF _{2α}		T ₁ : Testigo		TOTAL VACAS EN ESTUDIO
VACAS: CRUZADAS (B x H)		VACAS: CRUZADAS (B x H)		
VACAS CON TRATAMIENTO	Vacas servidas (+) Vacas no servidas (-)	VACAS SIN TRATAMIENTO	Vacas en celo (+) Vacas no celo (-)	
1 servida	NO (cn)	1	+	
2	+	2	-	
3	+	3	-	
4	+	4	-	
5	+	5	-	
6	+	6	-	
7	+	7	-	
8 servida	NO (cn)	8	+	
9	+	9	-	
10	+	10	-	
11 servida	NO (cn)	11	+	
12	+	12	-	
13	+	13	-	
14	+	14	-	
15	+	15	-	
16	+	16	-	
17	+	17	-	
18	+	18	-	
19	+	19	-	
20 servida	NO (cn)	20	+	
N° VACAS TRATADAS: 16		N° VACAS EN CELO: 04		
VACAS EN CELO: 4 (EP)		% DE CELO: 20		
% CELO: 25				
SUB TOTAL	16	(16)	04	

ANEXO 2:

BLOQUE II

CUADRO N°02: Sincronización de Celo y Ovulación en Vacas Brown Swiss para Inseminación a Tiempo Fijo (IATF)

T2: GnRH + PGF2α		T1: Testigo		TOTAL VACAS EN ESTUDIO
VACAS: BROWN SWISS		VACAS: BROWN SWISS		
VACAS CON TRATAMIENTO	Vacas tratadas (+) Vacas no servidas (-)	VACAS SIN TRATAMIENTO	Vacas en celo (+) Vacas no celo (-)	
1	+	1	-	
2	+	2	-	
3	+	3	-	
4	+	4	-	
5 servida	NO	5	+	
6	+	6	-	
7	+	7	-	
8	+	8	-	
9	+	9	-	
10	+	10	-	
11	+	11	-	
12	+	12	-	
13	+	13	-	
14 servida	NO	14	+	
15	+	15	-	
16 servida	NO	16	+	
17	+	17	-	
18	+	18	-	
19	+	19	-	
20	+	20	-	
Nº VACAS TRATADAS: 17		Nº VACAS EN CELO: 03		
VACAS EN CELO: 4		% DE CELO: 15		
% DE CELO: 23.53				
SUB TOTAL	17	(17)	03	20

ANEXO 3:

BLOQUE I

CUADRO N°03a: Vacas Cruzadas Preñados por Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y Celo Natural

T1: Gnrh + Pgf _{2α}		T2: Testigo		TOTAL VACAS EN ESTUDIO PREÑADOS
VACAS: CRUZADAS (B x H)		VACAS: CRUZADAS (B x H)		
Nº DEVACAS SERVIDAS CON TRATAMIENTO	Vaca preñada (+) Vaca vacía (-) (dos servicios)	Nº DEVACAS SERVIDAS SIN TRATAMIENTO	Vaca preñada (+) Vaca vacía (-) (un solo servicio)	
1 NO	NO	1 servida	+	
2 servida	+	2	-	
3 servida	- (no preñó)	3	-	
4 servida	+	4	-	
5 servida	+	5	-	
6 servida	+	6	-	
7 servida	+	7	-	
8 NO	NO	8 servida	+	
9 servida	+	9	-	
10 servida	+	10	-	
11 NO	NO	11 servida	+	
12 servida	+	12	-	
13 servida	+	13	-	
14 servida	+	14	-	
15 servida	+	15	-	
16 servida	+	16	-	
17 servida	- (no preñó)	17	-	
18 servida	+	18	-	
19 servida	+	19	-	
20 servida	- (no preñó)	20 servida	- (no preñó)	
Nº VACAS PREÑADOS: 14 (17)		Nº VACAS PREÑADOS: 03 (04)		
% DE PREÑEZ: 82.4		% DE PREÑEZ: 75		
SUB TOTAL	14		03	17

ANEXO 4:

BLOQUE II

CUADRO N°04: Vacas Brown Swiss Preñados por Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y Celo Natural

T2: GnRH + PGF2α		T1: Testigo		TOTAL VACAS EN ESTUDIO PREÑADOS
VACAS: BROWN SWISS		VACAS: BROWN SWISS		
N° DEVACAS SERVIDAS CON TRATAMIENTO	Vaca preñada (+) Vaca vacía (-) (dos servicios)	N° DEVACAS SERVIDAS SIN TRATAMIENTO	Vaca preñada (+) Vaca vacía (-) (un solo servicio)	
1 servida	- (no preñó)	1	-	
2 servida	+	2	-	
3 servida	+	3	-	
4 servida	+	4	-	
5 servida	+	5 servida	- (no preñó)	
6 servida	- (no preñó)	6	-	
7 servida	+	7	-	
8 servida	+	8	-	
9 servida	+	9	-	
10 servida	+	10	-	
11 servida	+	11	-	
12 servida	+	12	-	
13 servida	+	13	-	
14 NO	NO	14 servida	+	
15 servida	+	15	-	
16 NO	NO	16 servida	+	
17 servida	+	17	-	
18 servida	- (no preñó)	18	-	
19 servida	+	19	-	
20 servida	+	20	-	
N° VACAS PREÑADOS: 15 (18)		N° VACAS PREÑADOS: 02 (03)		
% DE PREÑEZ: 83.3		% DE PREÑEZ: 66.6		
SUB TOTAL	15		02	17

ANEXO 5:

PANEL FOTOGRAFICO

IMAGEN 1: EVALUACION PREVIO A LA PRESENTACION DE CELO



IMAGEN 02: PRESENTACION DE CELO



IMAGEN 03: REALIZACION DE PALPACION



IMAGEN 04: PALPACION



IMAGEN 05: OBSERVACION DE PRESENTACION DE CELO



IMAGEN 06: VERIFICACION DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS



IMAGEN 07: REALIZACION DE PALPACION



IMAGEN 08: OBSERVACION DEL PLANTEL DE EXPERIMENTACION



IMAGEN 09: EVALUACION Y VERIFICACION DE CELO



**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. PEDRO ALEX RAMOS APARCO
R.D. N° 405-2022-UNSCH-FCA-D

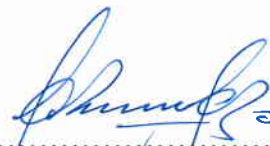
En la ciudad de Ayacucho a los once días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Mg. Julio César Soto Palacios (encargado por el señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias), los miembros del jurado conformado por el Mg. Julio César Soto Palacios, M.Sc. Raúl Roberto Caballa León como asesor, Dr. César Augusto Olaguivel Flores, Mg. Alfredo Pozo Curo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y prostaglandina en vacas en la provincia de Huamanga-Ayacucho**. Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **PEDRO ALEX RAMOS APARCO**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Mg. Julio César Soto Palacios	16	15	16	16
M.Sc. Raúl Roberto Caballa León	18	16	16	17
Dr. César Augusto Olaguivel Flores	15	14	15	15
Mg. Alfredo Pozo Curo	13	13	14	13
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Mg. Julio César Soto Palacios
Presidente


.....
M.Sc. Raúl Roberto Caballa León
Asesor

.....
Dr. César Augusto Olaguivel Flores
Jurado


.....
Mg. Alfredo Pozo Curo
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y prostaglandina en vacas en la provincia de Huamanga – Ayacucho

Autor : Pedro Alex Ramos Aparco
Asesor : Raúl Roberto Caballa León

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **dieciséis por ciento (16%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2414453591

Ayacucho, 9 de julio de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y prostaglandina en vacas en la provincia de Huamanga – Ayacucho

por Pedro Alex Ramos Aparco

Fecha de entrega: 09-jul-2024 05:17p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2414453591

Nombre del archivo: BORRADOR_TESIS_Pedro_.doc (3.45M)

Total de palabras: 16460

Total de caracteres: 84577

Protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y prostaglandina en vacas en la provincia de Huamanga – Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Fuente de Internet	3%
2	docplayer.es Fuente de Internet	3%
3	www.bioline.org.br Fuente de Internet	2%
4	www.produccion-animal.com.ar Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	1%
8	www.sochipa.cl Fuente de Internet	1%

9	www.abc.com.py Fuente de Internet	1 %
10	www.engormix.com Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Trabajo del estudiante	1 %
12	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1 %
13	www.reproduccionanimal.org Fuente de Internet	1 %
14	www.ainfo.inia.uy Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
17	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE CELO Y OVULACIÓN PARA
INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO UTILIZANDO GnRH Y
PROSTAGLANDINA EN VACAS EN LA PROVINCIA DE HUAMANGA –
AYACUCHO**

Pedro Alex Ramos-Aparco; Raul Roberto Caballa-León

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Medio ambiente y ganadería sustentable

pedro.ramos.01@unsch.edu.pe

raul.caballa@unsch.edu.pe

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo de evaluar la eficiencia de la sincronización de celos y ovulaciones en vacas productoras de leche en condiciones de pastoreo extensivo y estabulado, se realizó un ensayo con dos tratamientos en una sola época del año. Se utilizaron 40 vacas; 20 vacas cruzadas (Holstein x Brown Swiss) y 20 Vacas Brown Swiss, con condición corporal igual o mayor a 2.5 (escala de 1 a 5). Los tratamientos fueron: Ovsynch y sin tratamiento (testigo). No hubo diferencias significativas en los porcentajes de preñez (PP) entre las vacas tratadas en ambos grupos (82.40% cruzadas y 83.33% Brown Swiss), y lo mismo sucede en vacas no tratadas tampoco existe diferencias significativas (75% cruzadas y 66.6% Brown Swiss) pero sí se encontraron diferencias estadísticas entre las vacas tratadas y no tratadas ($P < 0.05$). El protocolo fue eficiente, de esta manera representa una alternativa para mejorar la tasa de celo-ovulación, tasa de concepción y tasa de preñez en la ganadería lechera de la región.

Palabras Clave: Inseminación a tiempo fijo, Ovsynch, prostaglandinas, sincronización de celo y ovulación.

**PROTOCOL FOR SYNCHRONIZATION OF ESSOR AND OVULATION FOR
FIXED-TIME INSEMINATION USING GnRH AND PROSTAGLANDIN IN COWS
IN THE PROVINCE OF HUAMANGA – AYACUCHO**

ABSTRAC

The objective of this research was to evaluate the efficiency of synchronisation of oestrus and ovulation in milk producing cows under extensive grazing and housed conditions, a

trial was conducted with two treatments at one time of the year. Forty cows were used; 20 crossbred cows (Holstein x Brown Swiss) and 20 Brown Swiss cows, with body condition equal or greater than 2.5 (scale of 1 to 5). Treatments were: Ovsynch and no treatment (control). There were no significant differences in pregnancy percentages (PP) between treated cows in both groups (82.40% crossbred and 83.33% Brown Swiss), and the same happened in untreated cows, there were no significant differences (75% crossbred and 66.6% Brown Swiss) but there were statistical differences between treated and untreated cows ($P < 0.05$). The protocol was efficient, thus it represents an alternative to improve the oestrus-ovulation rate, conception rate and pregnancy rate in dairy cattle in the region.

Key words: Fixed-time insemination, Ovsynch, prostaglandins, oestrus synchronisation and ovulation.

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de vacunos productores de leche, la eficiencia reproductiva es uno de los aspectos económicos más importantes de considerar para mejorar la productividad de leche por vaca; además, esta permite determinar junto a otros indicadores productivos la rentabilidad de la ganadería lechera. El objetivo reproductivo principal de la ganadería lechera es preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto. Sin embargo, el desempeño reproductivo ha disminuido progresivamente, debido principalmente a la disminución de la fertilidad de las vacas de leche y a la detección ineficiente de los celos en la mayoría de los sistemas de manejo (Gutiérrez et al, 2005).

La inducción efectiva del celo y ovulación es la meta de muchos investigadores desde que la técnica de inseminación artificial está disponible. Sin embargo, la detección de celo requiere mano de obra y tiempo. Por lo tanto, en los últimos años se han desarrollado muchos protocolos para minimizar la necesidad de la detección de celos. Una alternativa útil para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la utilización de protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación, que permite la inseminación sistemática sin la necesidad de detectar celo, conocidos como protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Además, el conocimiento de la fisiología de la reproducción a través del eje hipotálamo, hipófisis, gónada y útero y el ciclo estral, ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías que representan una

herramienta importante para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los rebaños y por ende la rentabilidad de la ganadería lechera. Recientemente un nuevo protocolo ha sido desarrollada y utilizado en otras latitudes para inducir y sincronizar la ovulación en vacas lecheras denominadas Ovsynch, que consiste en la utilización de combinaciones de GnRH y PGF₂alfa. El objetivo del presente trabajo fue validar el protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo en vacas lecheras de Wayllapampa y en una comunidad.

Objetivos específicos:

- (1) Evaluar los efectos de la GnRH y PGF₂ α y/o coprostenol sódico en protocolo de sincronización de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo en vacas cruzadas y Brown Swiss para mejorar la tasa de concepción.
- (2) Determinar el porcentaje de celo y la tasa de concepción con GnRH y PGF₂ α y/o coprostenol sódico en vacas sincronizadas con protocolo para inseminación a tiempo fijo para mejoramiento de la tasa de natalidad en la provincia de Huamanga.
- (3) Estimar la viabilidad técnica del protocolo de sincronización de celo y ovulación, para inseminación a tiempo fijo, en vacas cruzadas y Brown Swiss en la provincia de Huamanga.

2. METODOLOGÍA

Características de la investigación

Ubicación

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Wayllapampa y comunidad campesina de Rancho; ubicadas en los distritos de Pacaycasa y Ayacucho, provincia de Huamanga, geográficamente se encuentra entre los 13° 28' 38'', 13° 37' 53.6'' de latitud sur y entre 74° 20' 24'' y 74° 36' 48'' de longitud oeste.

Duración de experimento

El trabajo tuvo una duración de ocho meses (enero-agosto de 2016).

Lugar de Inseminación

- Ambiente de espera para las vacas en celo
- Ambiente de reposo para las vacas inseminadas.

Fármacos

- Hormona estimulante de las gonadotrofinas (GnRH)
- PGF₂ α (prostaglandina F₂ α)

Metodología experimental

Se utilizaron 40 vacas (20 cruzadas (BS x H) y 20 Brown swis); con una condición corporal (cc) 2,75 a 3,0 (en una escala del uno al cinco; 1= muy flaca; 5= muy gorda). El sistema de crianza para las vacas cruzadas fue intensivo (estabulada) y para las vacas Brown swiss fue mixto (pastoreo en el día y en las noches en corral).

Las vacas fueron revisadas ginecológicamente a través de palpación rectal a partir de los 60 días postparto. Adicionalmente, 20 días antes de aplicar el protocolo hormonal se aplicó golpe vitamínico (A, D, E y P).

Primera fase: las 40 unidades experimentales (vacas) fueron observadas el celo durante 30 días, tres veces por día (6.00 am; 12 m y 6.00 pm); y las vacas detectadas en celo fueron inseminadas.

Segunda fase: vacas que no mostraron celo visto en la primera fase, fueron tratadas con el protocolo de sincronización de celo y ovulación que consistió en la administración de GnRH i.m. el día 0; seguida de PGF₂ ocho días después; y 48 horas posterior a ésta, una segunda dosis de GnRH; luego pasado 18 a 20 horas después de esta segunda dosis de GnRH fueron inseminadas a tiempo fijo, sin importar presencia de celo visible. Las vacas que mostraron estro prematuro antes de la culminación del tratamiento hormonal, fueron inseminadas 8 a 12 horas de iniciado el celo franco. Las pajillas de semen que se utilizaron fueron de procedencia nacional de 0.5 ml de volumen (banco de semen UNALM).

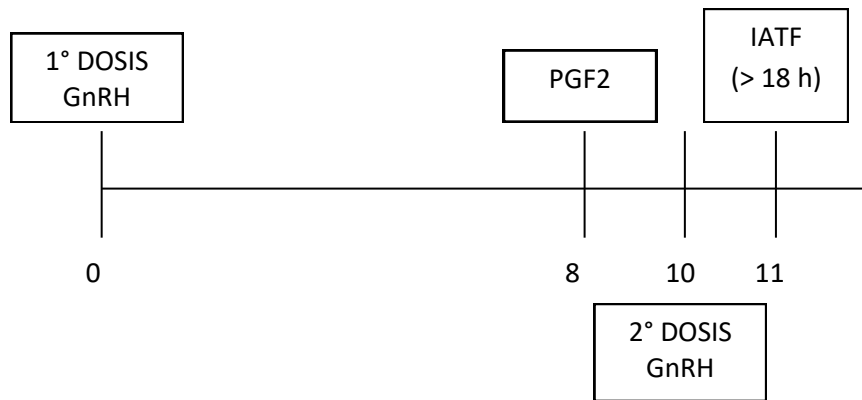
2.1. Aspecto sanitario

Las vacas del experimento fueron dosificadas contra los parásitos neumogastrointestinales y contra la fasciola hepática (*F. hepática*) con un producto comercial específico, para evitar el efecto disturbante por problemas de enfermedad parasitarias.

2.2. Diseño experimental

Las 40 vacas seleccionadas; 20 vacas cruzadas (Brown Swiss x Holstein) y 20 vacas Brown Swiss. Fueron distribuidas al azar en dos tratamientos con 20 repeticiones, en dos bloques: T₂: GnRH + PGF_{2α}; T₁: Testigo. Los datos obtenidos fueron analizados con la prueba de bondad de ajuste χ^2 con el paquete estadístico SPSS versión 22.

- **Figura 01: diseño del experimento**



Fuente: Dejamette et al., 2001; modificado y planteado con datos de campo.

- **Leyenda**

- GnRH (hormona estimulante de las gonadotrofinas)
- PGF_{2α} (prostaglandina)
- IATF (inseminación a tiempo fijo)

Diagnóstico de preñez

Se realizó entre los 2 a 2.5 meses (70 días) después del servicio (IA) a través de la técnica de palpación rectal.

Variables e indicadores

Variables reproductivas

Los criterios para evaluar la respuesta al tratamiento fueron las siguientes variables:

Tasa de estro prematuro (EP)

Señala el número de animales que exhibieron celo antes que termine el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH y después de la dosis de PGF_{2α}), entre el número

total de animales tratados. Esta variable fue tomada en consideración a pesar de que el fundamento del protocolo Ovsynch es inducir celo - ovulación en día y hora fija.

Tasa de concepción

Se refiere al número de vacas sin retorno de celo al primer servicio y segundo servicio, entre el número total de vacas inseminadas.

Tasa de preñez

Se refiere a las vacas diagnosticadas preñadas (60 a 70 días post servicio) a la primera y segunda inseminación, entre el número de vacas inseminadas.

Viabilidad técnica

Se refiere a los resultados obtenidos en el experimento medidos en eficiencia del protocolo Ovsynch versus el grupo testigo; en vacas cruzadas (B x H) y vacas Brown Swiss PPC.

Viabilidad económica

Se refiere a los costos que ocasionaron realizar los tratamientos hormonales para la inducción de celo y ovulación y la inseminación a tiempo fijo. Se observan en el numeral 3.2.5 sección resultados y discusión y en tabla 4.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Tasa de estro en el grupo control de vacas del bloque I

En la tabla 1 del bloque I (vacas cruzadas BS x H) se muestra los celos ocurridos en vacas del grupo control; las 20 vacas fueron observadas durante 30 días (doble cambio simple), y se observó 04 vacas en celo (20%). La detección se realizó tres veces por día: mañanas 6 am, medio día 12 m y tardes 6 pm respectivamente.

Tasa de estro en el grupo control de vacas del bloque II

En la tabla 2 del bloque II (vacas Brown Swiss) se muestra los celos ocurridos en vacas del grupo control; las 20 vacas fueron observadas durante 30 días (doble cambio simple), y se observó 03 vacas en celo (15%). La detección de celo se realizó tres veces por día: mañanas 6 am, medio día 12 m y tardes 6 pm respectivamente. Se evidencia en el cuadro 02 del anexo 2.

Tasa de estro prematuro (EP) en las vacas de los bloques I y II

El 23.4% (04/17) de las vacas sincronizadas exhibieron celo durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 5.8% (1/17) y después de la PGF2 17.6% (3/17) en vacas del bloque I; mientras en vacas del bloque II exhibieron celo el 24.9% durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 6.2% (1/16) y después de la PGF2 alfa 18.7% (3/16). Se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1. Tasa de celo en grupo control (CN) y estro prematuro (EP) con protocolo Ovsynch en vacas cruzadas y vacas Brown Swiss.

Fenotipo	Grupo de vacas	
	(CN) Grupo Testigo (%)	(EP) Vacas con tratamiento (%)
Cruzadas (B.S x H.)	20% (4/20) a	23.4% (4/17) a
Brown. Swiss	15% (3/20) a	24.9% (4/16) a
TOTAL (CN y EP)	17.50% a	24.15% a

Nota: Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

Tasa de concepción (TC) en vacas cruzadas (H x BS) y vacas Brown Swiss a la primera y segunda inseminación a tiempo fijo y con celo natural en los bloques I y II.

Tabla 2: Tasa de concepción en vacas cruzadas (H x BS) y Brown Swiss inseminadas a tiempo fijo y con celo natural

Concepto	Bloque I Cruzadas (H x BS)		Bloque II Brown Swiss	
	Testigo	Tratadas	Testigo	Tratadas
Número de vacas	20	17	20	18
Vacas en celo	4	-	3	-
Vacas sin retorno de celo	3	10	2	11
% de concepción	75.00 a	58.80 a	66.60 a	61.00 a
Vacas con segunda inseminación				
Número de vacas	-	7	-	7
Vacas sin retorno de celo	-	4	-	4
% de concepción	-	57	-	57
Total, vacas sin retorno de celo	3	14	2	15
% de concepción	75.00 a	82.40 a	66.60 a	83.33 a

En la tabla 2 se muestra la tasa de concepción del grupo de vacas control de los

bloques I y II, 75.00% y 66.60% respectivamente y del grupo de vacas con tratamiento de los bloques I y II, 82.40% y 83.33% respectivamente. Se observó que la tasa de concepción en promedio en las vacas del grupo control es alto 70.80%, también en grupo de vacas con tratamiento la tasa de concepción es buena 59.90% al primer servicio de inseminación. Para el caso del grupo de las vacas con tratamiento de los bloques I y II se ha tenido la oportunidad de inseminar por una segunda vez en el primer celo natural a las vacas que han retornado en celo, encontrando resultados muy alentadores de 82.86% de tasa de concepción (sin retorno de celo); al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, tal como se evidencia en la tabla 2.

Tasa de preñez en grupo de vacas tratadas con dos inseminaciones y grupo de vacas sin tratamiento con una sola inseminación (TP)

En el anexo 3, tablas (2 y 3) se muestra en promedio el 82.88% de preñez (14/17 y 15/18) en las vacas tratadas de los bloques I y II, con dos inseminaciones (servicios/preñez) y el 71.43% (03/04 y 02/03) de preñez en vacas del grupo control (testigo) de los bloques I y II con una sola inseminación.

Tabla 3. Efecto del protocolo ovshing sobre tasa de preñez en vacas cruzadas y Brown Swiss

Fenotipo	Grupo		
	Vacas con		Bloques
	Testigo	Tratamiento	
Cruces (B.S x H.)	75.00%a	82.40%a	I
Brown. Swiss	66.67%a	83.33%a	II
%Preñez total	71.43%a	82.88%a	

Nota: Letras iguales (filas) indican que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Costo de inducción y sincronización de celo - ovulación e inseminación a tiempo fijo

Tabla 4. Costo de inducción y sincronización de celo-ovulación e inseminación a tiempo fijo/vaca.

Detalle de materiales	Cantidad por vaca	Costo unitario (s/.)	Costo por vaca
GnRH	5 ml	2.40	12.00
PGF2alfa	2 ml	4.00	8.00
Semen	1 pajuela	20.00	20.00
Funda	1 unidad	0.80	0.80
Nitrógeno líquido	100 ml	0.02	2.00
Mano de obra			
Costo profesional	15 minutos/vaca	50/hora	12.50
Gran total			55.30

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se muestra en detalle los insumos utilizados en la inducción y sincronización de celo y ovulación e inseminación a tiempo fijo y el costo de mano de obra del profesional y/o técnico inseminador, tal como se evidencia en la tabla 4.

Discusión

Tasa de estro en el grupo control de vacas de los bloques I y II (cruzadas y Brown Swiss)

Trabajos similares en nuestro medio son escasos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren tomar en cuenta con mucho cuidado y adoptar alternativas que ayuden al manejo reproductivo del hato con cierta eficiencia, porque los resultados encontrados es mínimo, tal como se evidencia en las tablas 1 y 2 (bloques I y II), en vacas del grupo control (testigo) se observó 20% (4/20 vacas cruzadas) y 15% (3/20 vacas Brown Swiss) de celo respectivamente en 30 días de observación; de esta manera se demuestra y confirma que la exhibición de celos en forma natural en hato de vacas es del 1% a 3% aproximadamente por día. En mejor de los casos en 40 a 50 días de observación se pueden lograr el 37.50% de celo en forma natural, realmente representa porcentaje de exhibición de celo bajo Dejarnette, (2005). En este escenario los programas de mejoramiento genético sería bastante tedioso lograr con éxito. Al respecto Lizarbe, (2013) reporta 73.08% de celo. Sin embargo, el fundamento del protocolo de sincronización de celo y ovulación (ovsynch) no es inducir celo, precisamente utilizar el protocolo ovsynch es para evitar detección de celo visto; pero, sin embargo, trabajos realizados por otros autores (Austin et al., 1999;

Moreira et al., 2000; Vasconcelos et al., 1999; Stevenson et al., 1999 y Cavestany, 2000) sugieren observar o detectar celo dos veces por día 7am y 7pm a vacas tratadas para mejorar en el logro de mayor número de hembras servidas, al cual en el presente trabajo también sugerimos esta medida de observación o detección de celo adicional.

La necesidad de reducir las deficiencias en la detección de celo ha motivado a diseñar protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación e inseminación a tiempo fijo y aun cuando puede existir variabilidad de resultados, es claro que se puede contar con una alternativa para contribuir a disminuir las deficiencias reproductivas. En nuestras condiciones, si bien los costos de administración de protocolos de IA a tiempo fijo pueden parecer elevados, las deficiencias en la detección de celos es un problema importante y que puede afectar la productividad de un establecimiento. Sin embargo, hay que señalar que una de las grandes deficiencias de los programas de inducción y sincronización de celo y ovulación es el inadecuado manejo y alimentación de los animales (experiencia de experto y personal). Los protocolos de inducción y sincronización de celo y ovulación son complementarios a un buen manejo y buena alimentación de los animales, pero no reemplaza esta técnica reproductiva al mal estado nutricional de los animales al momento del servicio y un periodo de descanso postparto mayor a los 50 días (Huanca, 2001).

Tasa de Concepción en grupo de vacas cruzadas (bloque I) y vacas Brown Swiss (bloque II) con tratamiento y sin tratamiento (control)

Los resultados sugieren desarrollar esta técnica reproductiva, tomando en cuenta la tasa de concepción encontrado en promedio en vacas del grupo control de 70.80%, y en grupo de vacas con tratamiento la tasa de concepción de 59.90% al primer servicio de inseminación. Aún mejor si se toma en cuenta los resultados conseguidos en grupo de vacas con tratamiento de los bloques I y II con dos inseminaciones, logrando resultados promedio muy alentadores de 82.86% de tasa de concepción (sin retorno de celo). Sin embargo, Gutiérrez, (2005) en su trabajo de investigación reporta 42.80% (6/14) y 9.10% (1/11) para vacas con tratamiento hormonal, el mismo autor reporta el 72.70% (8/11) para vacas con estro prematuro (EP), y también reporta trabajos de otros autores con 32% de tasa de concepción para vacas con estro prematuro (EP). Las diferencias que se observan en los resultados de tasa de concepción reportados por los diferentes autores, es muy probable que

los estudios realizados obedecen a diferentes ambientes a diferentes formas de manejo a formas diferentes de alimentación, a vacas con fenotipos diferentes y diferentes orientaciones en su producción (leche, carne, etc.).

Tasa de estros prematuros (EP) en grupo de vacas de los bloques I (cruzadas H x BS) y II (Brown Swiss)

El 23.40% (04/17) de las vacas tratadas del bloque I (cruzadas H x BS) exhibieron celo durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 5.80% (1/17) y después de la PGF₂ 17.60% (3/17); y vacas del bloque II (Brown Swiss) exhibieron celo el 24.90% durante el tratamiento (después de la primera dosis de GnRH 6.20% (1/16) y después de la PGF₂ alfa 18.70% (3/16). Sin embargo, Gutiérrez et al., (2005) en su trabajo de investigación reporta 30.50% de estro prematuro, en la misma cita también reporta trabajos realizados por otros autores como Dejarnette et al., (2001) que obtiene el 25% de estro prematuro, también Lizarbe, (2013) reporta 23.08% de estro prematuro; son similares los resultados encontrados en el presente trabajo con Dejarnette et al., (2001) y Lizarbe, (2013) pero diferente a los resultados encontrados por Gutiérrez, (2005) que reporta en su trabajo de investigación un estro prematuro (EP) de 30.50%. Los resultados encontrados en el presente trabajo son ligeramente bajos a los resultados de los diferentes trabajos citados es muy probable que estos trabajos se hayan realizado en ambientes diferentes y condiciones de manejo también diferentes. El estro prematuro (EP) se considera, al celo mostrado por las vacas tratadas con el protocolo Ovsynch antes de terminar el tratamiento, fisiológicamente está demostrado y explicado en el marco teórico por los autores (Dejarnette, 2005; Austin et al., 1999; Moreira et al., 2000; Vasconcelos et al., 1999 y Stevenson et al., 1999) quienes muestran y evidencian que las vacas en tratamiento se encuentran en diferentes etapas del ciclo estral, en consecuencia la acción de la GnRH (FSH y LH) no se deja de evidenciar su acción luteinizante.

Tasa de preñez en el grupo de vacas cruzadas H x BS (bloque I) y vacas Brown Swiss (bloque II)

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación sugieren ventajas para mejorar los índices reproductivos y parámetros productivos a través del protocolo de inducción y sincronización de celo y ovulación con inseminación a tiempo fijo en vacas

cruzadas (H x BS) y vacas de raza Brown Swiss con dos servicios de inseminación se logró en promedio 82.88% de tasa de preñez en vacas con tratamiento, y 71.43% de tasa de preñez en grupo de vacas control. Resultados superiores a los resultados encontrados por otros autores, como: Molina, (2009) en su trabajo de investigación reporta 70% de preñez para vacas tratadas con este protocolo y 30% para vacas control, esto implica a través del pasar de los años se viene ajustando mejor uso de las hormonas con mayor éxito, además el conocimiento de la fisiología de la reproducción cada día viene siendo mejor difundida y conocida por los técnicos y ganaderos. También es necesario mencionar la tasa de preñez al primer servicio en vacas de alta producción son bastante menores a 33% de preñez, en este caso el efecto es el anestro de lactancia Purseley, (1994).

Trabajos realizados en otros países reportan preñeces de 50.00% y 45.50% para vacas tratadas hormonalmente, y 25% para vacas sin tratamiento hormonal citado por (Gutiérrez, 2005); con respecto a los resultados encontrado en el presente trabajo son superiores a los resultados mencionados por Gutiérrez, (2005).

Lizarbe, (2013). En su trabajo investigación logra tasa de preñez en promedio 50% (para vacas 47.37% y para vaquillas 57.14%). Espinosa, (2010) cita los resultados encontrados en tasa de preñez a Pursly, (1997) con 44% y 40%; Brusveen, (2007) con 38% Vasconcelos, (1999) con 35% y 29%, resultados menor a la tasa de preñez obtenidos en el presente trabajo. Estos resultados bastante diferenciados son muy probables se debe al estado fisiológico, condición corporal, estado sanitario y manejo de los animales.

El efecto año es importante considerar, por el régimen pluviométrico cambiante a través de los años. Ello repercute en mayor o menor oferta, disponibilidad y calidad de forraje durante el año. Esto reafirma la importancia de la alimentación y nutrición en cuanto se refiere a la incidencia de las hormonas metabólicas en el desarrollo folicular y el reconocimiento materno de la preñez.

Costo de inducción y sincronización de celo - ovulación e inseminación a tiempo fijo

Algunos autores sugieren que el costo de la preñez puede ser reducido en proporción directa al porcentaje de vacas inseminadas después de la detección del celo, si se toma en cuenta que las vacas detectadas en celo no reciben la subsiguiente inyección hormonal, disminuyendo el costo del tratamiento (DeJarnette, 2001), el cual está dado por:

(1) GnRH= 3.50 \$/la dosis; (2) PGF2alfa 2.50 \$/la dosis (DeJarnette, 2001). Debido a que la tasa de concepción (TC) para las vacas con estro prematuro (EP) (DeJarnette, 2001) fue del 72.70%, se sugiere que estas vacas deben ser inseminadas bajo la regla am-pm, lo que permitiría disminuir los costos de tratamiento y mejorar la eficiencia de los mismos.

4. CONCLUSIONES

1. El uso de hormonas no sólo requiere de una adecuada comprensión de la fisiología y endocrinología reproductiva de la vaca; si no, tiene que ir acompañado de un buen manejo y alimentación de las vacas.
2. Las vacas tratadas con protocolo hormonal como inductor y sincronizante de celo y ovulación y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) 18 a 20 horas resulta ser una alternativa técnica eficiente para mejorar la tasa de concepción y tasa de preñez.
3. El protocolo hormonal en la inducción y sincronización de celo y ovulación es una alternativa técnica y económica viable para su difusión en la producción de ganado vacuno lechero en la región.

5. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere seguir trabajando con mayor número de unidades experimentales (vacas) utilizando la GnRH y la PGF2alfa como inductores de la ovulación para inseminación a tiempo fijo (IATF) en las Unidades Experimentales de la UNSCH.
2. Se sugiere a los productores de ganado lechero de la región, utilizar el protocolo de inducción de celo y ovulación para inseminación a tiempo fijo (IATF) para que ayuden preñar a las vacas lo más rápido posible antes o después del parto, evitando el trabajo tedioso de la detección de celo.
3. La facultad de Ciencias Agrarias a través de la Dirección de Responsabilidad Social Universitaria debe difundir los resultados obtenidos para la adopción de los ganaderos de vacunos lecheros de la región.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Ancco, E. (2015). Efecto de la sincronización y resincronización de celo sobre la preñez en vacas Brown Swiss utilizando progestágenos en la estación experimental Agraria ILLPA. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano [Tesis de grado]. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_5606167d6e13d986f3a1cc1bdd1a7448
- Bó G., Cutaia L., Alexandre H. Souza y Pietro S. Baruselli (2010). Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche, disponible en: [Http:// www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar), Activo Agosto 2022.
- Cavestany, D. (2009). Inducción de celos e inseminación artificial en vacas de leche en anestro. Departamento de Reproducción, Facultad de Veterinaria; INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.
- Cavestany D Fernández D, Salazar E, Sánchez A, Leyton L, Crespi D. (2008). Determinación de niveles de progesterona en sangre luego de la administración parenteral de progesterona en vacas holando ovariectomizadas o ciclando. XXXVI *Jornadas Uruguayas de Buiatría*, Paysandú, Uruguay, p. 218-219.
- Cavestany D. (2013). Estrus and ovulation synchronization in dairy cattle. Departamento de reproducción, Facultad de Veterinaria, Montivideo, Uruguay. *Spernova*; 3(1): 23 – 25. Email: daniel.cavestany@gmail.com
- DeJarnette, M., & Nebel, R. (24 de agosto de 2011). Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/63045579/Anatomia-y-Fisiologia-de-la-reproduccion-bovina>.
- DeJarnette JM, Salverson RR, Marshall CE. (2001). Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time inseminations after synchronization using GnRH and PGF2_α. *Anim Reprod Sci*. 67:27-35.
- De Luca, L. (2005). Reproducción en vacas lecheras. 1ra ed. Burnet S. A. P: 41-53.
- Fricke, P. (2000). Manejo reproductivo en vaquillas de leche.

- Gálvez, C. (2015). Comparación de diferentes protocolos de sincronización de celo sobre la eficiencia reproductiva en vacunos Brown Swiss. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [Tesis de pre grado].
- González, E., & Giono, J. (2014). Parámetros reproductivos en vacas lecheras tratadas con 200 ó 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días pos inseminación. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e597c310-1cb2-448d-9551-d7fa96968a16/content>.
- Gonzales, et al., (2001). Efecto de la sincronización con Prostaglandina, en el Postparto Temprano, sobre el comportamiento Reproductivo en Vacas Lecheras de alta Producción. 1ra ed. Chile. P: 84-97.
- Gutiérrez JC, Palomares R, Sandoval J, De Ondiz A, Portillo G, Soto E. (2005). Uso del protocolo Ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. Revista científica FCV-LUZ 15:7-13.
- Hafez HES. (2007). Reproducción e inseminación artificial en Animales. 5° Ed. Interamericana MC Graw-Hill. México D.F. México. 677 pp.
- Huillca, E. (2015). Evaluación de dos implantes intravaginales para la sincronización de celo en Bovinos criollos en el Distrito de Santa Teresa La Convención. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco [Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Zootecnista]. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/1791/253T20160615.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar, C. P. (2018). "Evaluacion economica de cuatro protocolos de sincronizacion de celo para la inseminacion artificial a tiempo fijo en vacunos brown swiss en el distrito de Ocongate - Quispicanchis - Cusco". Tesis UNSAAC - Cusco.
- Peny, J. F., Contreras, V., Letelier, N., Saravia, F., Santa María, A., Lobos, A., & Recabarren, S. (2005). Sincronización de estros con GnRH y Prostaglandina F2a en

vacas Holstein Friesian en confinamiento. *Archivos de medicina veterinaria*, 31(1), 19-25.

Martinez M., Kastelic J., Adams G., Mapletoft R., (2000). The use of CIDR-B devices In GnRH/LH-based artificial insemination programs. *Theriogenology*, 53: 202.

Molina, J y Galiano, J, (2008). Efectividad de la inseminación artificial a través de la sincronización del celo en bovinos. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales “Ezquiel Zamora” UNELLEZ Venezuela.

Lucy, M. 2008. Celo: biología básica y mejoramiento de la detección de celo. *Rev. Taurus* Año 11 N° 43: 15 -27. ISSN 1515-3037.

Nina Choque Richard (2023). “Evaluación de protocolos de sincronización y re sincronización de celo para la inseminación artificial a tiempo fijo en vacunos Brown swiss en el distrito de Ocongate - Quispicanchis – cusco.” Tesis de pregrado.

Shemesh, A., Burckle, L.H. and Hays, J.D. (1997b). Incidencia de estro prematuro en vacas lecheras lactantes y tasas de concepción a estro sentado o inseminaciones a tiempo fijo después de la sincronización usando GnRH y PGF2alfa. *Anim Reprod Sci*.

Stevenson J., (2000). Sincronización de celos y de ovulaciones en ganado de carne y bovino de leche. V Congreso Argentino de Reproducción Animal, CABIA; CD.

Villarreal Benavides, Lucy, (2004). Eficiencia de dos protocolos de IATF en vacas Holstein, frente a la inseminación artificial convencional, en tres fincas del departamento de Nariño.

Viñoles C, Cavestany D. (2000). Sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo en vaquillonas Holando. *Temas de lechería: Reproducción. Serie Técnica 116*. INIA La Estanzuela, Uruguay, p. 49-51.