



**Comparación de dos protocolos de sincronización de celo para receptoras de embriones bovinos en razas mestizas de carne, en servicios agrícolas RELEV S.A., Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.**

Basurto Chavarría, Ana María

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Sede Santo Domingo

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Dr. Gómez Mendoza, Gelacio Antonio

3 de septiembre de 2021



#### Document Information

---

Analyzed document	Comparación_de_dos_protocolos_de_sincronización_de_cielo_para_recept.docx (D111435438)
Submitted	9/11/2021 11:34:34 AM
Submitted by	Guamán Guamán Rocío Noemí
Submitter email	mguaman@espe.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	mguaman_espe@analysis.unkind.com

#### Sources included in the report

---



Procedente de la biblioteca de:  
GELACIO ANTONIO  
GÓMEZ MENDOZA

.....  
**DIRECTOR DE TESIS**

**Dr. Gelacio Antonio Gómez Mendoza**

**C. C. 1708691645**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Certifico que el trabajo de titulación, "Comparación de dos protocolos de sincronización de celo para receptoras de embriones bovinos en razas mestizas de carne, en servicios agrícolas RELEV S.A., Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador" fue realizado por la señorita Basurto Chavarria, Ana Maria el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 03 de septiembre de 2021.



Escrito y digitalizado por:  
**GELACIO ANTONIO  
GÓMEZ MENDOZA**

.....  
**Dr. Gelacio Antonio Gómez Mendoza**

**C. C. 1708691645**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Basurto Chavarria, Ana María**, con cédula de ciudadanía n° 2300373335, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"Comparación de dos protocolos de sincronización de celo para receptoras de embriones bovinos en razas mestizas de carne, en servicios agrícolas RELEV S.A., Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Santo Domingo, 03 de septiembre de 2021**

**Basurto Chavarria, Ana María**

**C.C.: 2300373335**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACION DE PUBLICACION**

Yo, **Basurto Chavarria, Ana Maria**, con cédula de ciudadanía n° 2300373335, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"Comparación de dos protocolos de sincronización de celo para receptoras de embriones bovinos en razas mestizas de carne, en servicios agrícolas RELEV S.A., Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Santo Domingo, 03 de septiembre de 2021**

**Basurto Chavarria, Ana María**

**C.C.: 2300373335**

## Dedicatoria

A Dios por la oportunidad de vida, y permitir que este sueño se haga realidad. A mi mamá y mis abuelitos María y Emiliano por todo el esfuerzo, dedicación y apoyo en cada etapa de mi vida. A mi tío Francisco por compartir conmigo parte de su tiempo, y su predisposición para apoyarme en el momento necesario. Y que este logro, sirva de inspiración a mis primos Manuel y Francisco, ya que llegar a la meta propuesta no es fácil, pero jamás será imposible.

Ana María Basurto Chavarría.

## **Agradecimiento**

En primer lugar agradezco a Dios por la oportunidad de vida y cada una de sus bendiciones, por ser mi guía y brindarme sabiduría para seguir el camino propuesto y no desmayar en el trayecto. A los pilares fundamentales de mi vida, mi mamá, mis abuelitos María y Emiliano y mi tío Francisco, ya que son mi inspiración y mi ejemplo, agradezco su tiempo, dedicación y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Santo Domingo, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, a cada uno de los docentes que estuvieron presentes durante este proceso, en especial al Dr. Gelacio Gómez, por guiarme con sus conocimientos en el desarrollo de esta investigación, a mis compañeros/as con los que pasamos momentos difíciles y momentos agradables que quedarán plasmados como recuerdos, y a cada una y a cada una de las personas que no dudaron en apoyarme con sus consejos y palabras de motivación.

A las empresas que permitieron realizar mis prácticas pre-profesionales, en especial a Servicios Agrícolas RELEV S.A., ya que además permitió realizar este proyecto de investigación.

Por último y no menos importante, a cada uno de las profesionales que no han dudado en despejar mis dudas, por su paciencia al explicarme temas de importancia y con ello fortalecer mis conocimientos.

## Índice de contenido

Carátula.....	1
Análisis Urkund.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Capítulo I.....	16
1. Introducción.....	16
1.1.    Objetivo General.....	18
1.2.    Objetivos Específicos .....	18
1.3.    Hipótesis .....	19
1.3.1. Hipótesis nula.....	19
1.3.2. Hipótesis alternativa.....	19
Capítulo II.....	20



2.	Marco Teórico .....	20
2.1.	Fisiología de la Reproducción Bovina.....	20
2.1.1.	Pubertad.....	20
2.1.2.	Estro y ovulación post-parto .....	20
2.2.	Fisiología del Ciclo Estral .....	21
2.3.	Transferencia de Embriones .....	21
2.3.1.	Selección de Receptoras .....	22
2.3.2.	Sincronización de Celo .....	24
2.3.3.	Diagnóstico de Actividad Ovárica (DAO).....	26
2.3.4.	Implante de Embriones .....	28
2.4.	Factores que Afectan la Tasa de Preñez en Programas De Transferencia Embrionaria .....	28
2.4.1.	Factores Intrínsecos.....	29
2.4.2.	Factores Extrínsecos .....	29
2.4.3.	Factores Asociados al Embrión .....	32
	Capítulo III.....	35
3.	Materiales y Métodos.....	35
3.1.	Ubicación de la Investigación.....	35
3.1.1.	Ubicación Política.....	35
3.1.2.	Ubicación Geográfica.....	35
3.1.3.	Ubicación Ecológica.....	36
3.2.	Materiales .....	37
3.2.1.	Material Experimental .....	37

	10
3.2.2. Material Experimental Complementario .....	37
3.2.3. Insumos y Equipos.....	38
3.2.4. Materiales de Oficina y Software .....	38
3.3. Métodos .....	39
3.3.1. Duración de la Evaluación .....	39
3.3.2. Diseño Experimental .....	39
3.3.3. Selección de Receptoras .....	40
3.3.4. Sincronización de receptoras.....	41
3.3.5. Diagnóstico de actividad ovárica .....	43
3.3.6. Transferencia De Embriones .....	44
3.3.7. Diagnóstico de preñez .....	44
3.4. Variables Estudiadas.....	44
3.4.1. Repuesta a los protocolos de sincronización (%) .....	44
3.4.2. Diámetro del cuerpo lúteo .....	45
3.4.3. Categoría de las receptoras.....	45
3.4.4. Tasa de preñez .....	46
3.4.5. Preñez a los 90 días .....	46
3.4.6. Costo de preñez por tratamiento. ....	46
Capítulo IV .....	47
4. Resultados .....	47
4.1. Repuesta de las Receptoras a los Protocolos de Sincronización .....	47
4.2. Tasa de Preñez .....	51

4.3. Costo por Preñez a 90 Días .....	55
5. Discusión.....	57
5.1. Repuesta de las Receptoras a los Protocolos de Sincronización .....	57
5.2. Preñez.....	59
Capítulo V .....	62
6. Conclusiones.....	62
7. Recomendaciones .....	63
Capítulo VI .....	65
8. Bibliografía .....	65

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Protocolo de sincronización de estro y ovulación SARELEV_MC.....	41
<b>Tabla 2.</b> Protocolo de sincronización de estro y ovulación SARELEV_FP.....	42
<b>Tabla 3.</b> Resumen de egresos y costo por preñez hasta el día 90 pos- transferencia. ....	56

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del proyecto de investigación.....	36
<b>Figura 2.</b> Descripción gráfica de los protocolos de sincronización de celo .....	43
<b>Figura 3.</b> Respuesta de las receptoras a los protocolos de sincronización de celo para TETF. ....	48
<b>Figura 4.</b> Respuesta a los protocolos de sincronización de acuerdo a la categoría. ....	49
<b>Figura 5.</b> Efectos de los protocolos establecidos sobre la calidad de CL. ....	50
<b>Figura 6.</b> Receptoras aptas para transferencia embrionaria.....	51
<b>Figura 7.</b> Revisión de preñez 35 días post-transferencia. ....	52
<b>Figura 8.</b> Tasa de preñez 90 días post-transferencia. ....	52
<b>Figura 9.</b> Análisis de la relación entre los tratamientos y la categoría de las receptoras. ....	53
<b>Figura 10.</b> Análisis de la relación entre el tamaño del CL y el porcentaje de preñez. ....	54
<b>Figura 11.</b> Tasa de preñez de acuerdo al estadio de desarrollo de los embriones implantados.....	55

## Resumen

Se llevó a cabo la comparación de dos protocolos de sincronización de celo para receptoras de embriones bovinos, en Servicios Agrícolas RELEV S.A., ambos protocolos se caracterizaron por la combinación de progestágenos y prostaglandinas, diferenciándose entre sí, por la duración, intervalos de tiempo para la aplicación de hormonas; se contó con 400 hembras, de razas: brahman, charbray, brangus y nelangus. El análisis estadístico se lo realizó mediante la prueba “Chi-cuadrado” al 5% de significancia. Dentro del estudio, se evaluaron las variables: Repuesta a los protocolos, diámetro de cuerpo lúteo, categoría de las receptoras, tasa de preñez, costo de preñez. La repuesta de las receptoras a los tratamientos se la midió a través de ecografía un día antes de la TE, dividiendo los diámetros de CL en tres categorías CL1 (<16mm), CL2 (16-20mm) y CL3 (>20mm), obteniendo el 90% de eficacia para T1, y 88% para T2, sin embargo, no presentaron diferencias significativas. De las receptoras que respondieron a los protocolos, no se realizó TE al 2,78% para T1 y 1,70% para T2, debido a la estructura cervical. La tasa de preñez a los 90 días fue de 29,14% para T1 y 26,59% para T2, y tampoco presentó diferencias significativas, por lo que se concluye que la gestación no se vio condicionada por los tratamientos establecidos, por lo que se recomienda que los protocolos se deben ejecutar de acuerdo al criterio del técnico responsable de la TE.

### Palabras claves

- **PROTOCOLOS**
- **SINCRONIZACIÓN DE CELO**
- **TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**
- **GESTACIÓN**

## Abstract

The comparison of two heat synchronization protocols for recipients of bovine embryos was carried out, in RELEV SA, both protocols were characterized by the combination of progestogens and prostaglandins, differing from each other, by duration, time intervals for the application of hormones; There were 400 females, of races: Brahman, Charbray, Brangus and Nelangus. Statistical analysis was performed using the "Chi-square" test at 5% significance. Within the study, variables were evaluated: response to protocols, corpus luteum diameter, category of recipients, pregnancy rate, and cost of pregnancy. The response of the recipients to the treatments was measured by ultrasound one day before the ET, dividing the diameters of CL into three categories CL1 (<16mm), CL2 (16-20mm) and CL3 (> 20mm), obtaining 90% efficacy for T1, and 88% for T2, however, they did not present significant differences. Of the recipients who responded to the protocols, TE was not performed at 2.78% for T1 and 1.70% for T2, due to the cervical structure. The pregnancy rate at 90 days was 29.14% for T1 and 26.59% for T2, and it did not show significant differences either, so it is concluded that pregnancy was not conditioned by the established treatments, so It is recommended that the protocols should be executed according to the criteria of the technician responsible for the TE.

## Keywords

- **PROTOCOLS**
- **HEAT SYNCHRONIZATION**
- **EMBRYO TRANSFER**
- **GESTATION**

## Capítulo I

### 1. Introducción

La transferencia de embriones es una biotecnología que va tomando fuerza con el paso del tiempo, a través de esta técnica se puede mejorar la calidad genética de los hatos de una manera más rápida, ya que se seleccionan las características genéticas tanto de la madre como del padre, obteniendo como descendencia animales con excelentes habilidades de adaptabilidad ambiental y alta producción, dependiendo de las necesidades del productor (Medrano, *et al.* 2014).

La transferencia de embriones a tiempo fijo (TETF) es una alternativa que evita problemas como la mala detección de celos y permite disminuir el número de visitas de equipos técnicos a la finca (Moreno, *et al.* 2004), para esto se llevan a cabo protocolos de sincronización de estro mediante el uso de fármacos hormonales (Córdova, 2011), actualmente existen diferentes protocolos para la sincronización de celo en vacas y vaconas destinadas a ser receptoras de TE.

El éxito de los programas de TETF, depende de diferentes factores, estos pueden ser: Del embrión implantado (Genética, estado de desarrollo, calidad, entre otros), de la receptora (Raza, estado reproductivo, edad, nutrición, condición corporal, tamaño de cuerpo lúteo, plan sanitario, temperamento) y factores externos como: Manejo, clima, estado de las instalaciones (Corral, manga, brete, cubierta), entre otros.



Servicios agrícolas RELEV S.A. se caracteriza por ser una empresa pionera en la aplicación de biotecnologías reproductivas en la región, con la finalidad de mejorar la genética de sus hatos, a partir del 2015 se vienen dando transferencias de embriones a tiempo fijo de manera permanente, obteniendo porcentajes de preñeces en un rango de 26 al 55%, esta labor está a cargo de empresas privadas dedicadas al mejoramiento genético, cada una de ellas aplica sus protocolos de sincronización de celo, mientras que los técnicos de la empresa se encargan de la selección de receptoras y preparación de las mismas, los resultados obtenidos en cada programa de TETF generalmente se los relaciona a la calidad del embrión, omitiendo las características de las receptoras, por lo que en la selección de estas solo se toma en cuenta que no se encuentren gestantes, y cuente con condición corporal mayor a 2,8, omitiendo el historial reproductivo.

El análisis profundo de los datos obtenidos en los programas de transferencia embrionaria permitirá establecer parámetros técnicos para la elección del protocolo de sincronización de estro, y la metodología de selección de receptoras, con ello mejorar los porcentajes de preñeces, y de esta manera disminuir el número de días abiertos, acelerar el progreso genético, e incrementar la tasa de nacimientos por año y con ello incrementar la rentabilidad del hato.

Por lo que en la presente investigación se planteó como objetivos:

### **1.1. Objetivo General**

Comparar la eficiencia en fertilidad de dos protocolos de sincronización de celo para receptoras de embriones bovinos en vacas mestizas de carne.

### **1.2. Objetivos Específicos**

Determinar el protocolo con mayor eficiencia en la sincronización de estro en receptoras de embriones.

Conocer la respuesta de preñez de las receptoras de embriones implantadas con los diferentes protocolos.

Analizar la incidencia de la calidad del embrión, tamaño de cuerpo lúteo y categoría de la receptora en el porcentaje de preñez con los diferentes protocolos.

Realizar el análisis económico de los protocolos en estudio hasta el diagnóstico de preñez.

### **1.3. Hipótesis**

#### **1.3.1. *Hipótesis nula***

**Ho.-** Los protocolos de sincronización inciden en la tasa de preñez de las receptoras implantadas.

#### **1.3.2. *Hipótesis alternativa***

**Ha.-** Los protocolos de sincronización no inciden en la tasa de preñez de las receptoras implantadas.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Fisiología de la Reproducción Bovina

##### 2.1.1. Pubertad

Un animal alcanza la pubertad cuando libera gametos y el comportamiento sexual se manifiesta a través de secuencias completas. Los bovinos de razas productoras de carne, llegan a la pubertad cuando los ejemplares alcanzan del 45 al 55% del peso corporal del adulto, en edades entre 18 a 24 meses, pudiendo extenderse debido a factores como: Raza, manejo nutricional, condiciones climáticas, entre otros (Hafez, 2002).

##### 2.1.2. Estro y ovulación post-parto

La duración de días abiertos post-parto, está determinado por condiciones de: Raza, clima, estación del año, fisiología, metabolismo y genética del animal. Los días abiertos post-parto también están influenciados por la duración de la involución uterina, normalmente, puede durar de 4 a 6 semanas, esta se puede extender debido a problemas sanitarios como: Retención de placenta, infecciones uterinas, entre otras;

también incide la tasa de desarrollo de los folículos, producción de hormonas, alimentación balanceada, condición corporal, entre otros (Hafez, 2002).

## **2.2. Fisiología del Ciclo Estral**

Uno de los signos que muestran que las hembras han alcanzado la pubertad, es la presencia de celo, las hembras bovinas son poliestricas continuas.

Es de vital importancia conocer el comportamiento del ciclo estral, para así establecer procedimientos de sincronización de celo. El ciclo estral bovino, dura en promedio 21 días, consta de cuatro fases: Estro, metaestro, diestro y proestro; e implica la liberación de hormonas producidas por el hipotálamo (GnRH), pituitaria anterior (FSH y LH), ovarios (Estrógenos, progesterona e inhibina) y útero (Prostaglandina). Si la hembra no está gestante, al día 17-18 del ciclo estral presenta regresión del cuerpo lúteo, caso contrario, este se mantiene hasta finalizar la gestación (Córdova, 2011).

## **2.3. Transferencia de Embriones**

La transferencia de embriones, es un proceso biotecnológico, que permite implantar un óvulo fertilizado en una receptora de la misma especie, esta última será la encargada de la gestación y parto de la cría implantada. A través de esta técnica se puede aprovechar las características genéticas, tanto de hembras como de machos de

alta calidad, por lo que se acelera el mejoramiento genético de los hatos (Córdova, 2011).

Córdova, (2011), indica que las receptoras dentro de un programa de transferencia embrionaria, requieren de las siguientes actividades:

1. Selección
2. Sincronización de celo.
3. Revisión de ovarios
4. Implantación de embriones

### **2.3.1. Selección de Receptoras**

Carpena, (2020) indica que dentro de un programa de transferencia embrionaria, las receptoras son las determinantes del éxito o fracaso y lo más costoso; la selección, manejo y cuidado de las mismas es responsabilidad de cada hacienda, por ende la selección de estas debe ser de la manera más minuciosa posible.

Las hembras destinadas a ser receptoras, que se crían dentro del hato deben cumplir con un plan sanitario de vacunación: Vacunas contra Clostridium, Brucella, Fiebre Aftosa, Enfermedades reproductivas virales y Leptospirosis, mientras que si las receptoras son adquiridas para levante o próximas a alcanzar la pubertad, se les debe realizar: Un protocolo de cuarentena, chequeo ginecológico (Cuando este sea posible),

exámenes serológicos para descartar la presencia de enfermedades reproductivas, y aplicar vacunas reproductivas (Carpena, 2020).

Dentro de los parámetros para selección de receptoras, se debe tomar en cuenta el estado reproductivo, por lo que las hembras ideales para ser receptoras, deben cumplir con características como: Vacas vírgenes, vacas de primera cría, vacas multíparas recién paridas (Entre 40 a 90 días post-parto), vacas multíparas paridas (más de 100 días post-parto), además de evaluar la condición corporal. Palma, (2001) indica que en condiciones de ganaderías extensivas, se ha obtenido mejores resultados con vacas de primer y segundo parto.

El llevar el historial de las hembras destinadas a ser receptoras es de importancia, es recomendable que una receptora que no responde hasta el tercer programa de sincronización, ya no se la vuelva a preparar para el mismo fin, además se deben descartar animales nerviosos, con historial de dificultad de parto, mala conformación de ubres, historial de abortos (Dependiendo del tipo de aborto y tiempo de gestación), además se debe relacionar el tamaño de la receptora con la raza del embrión a transferirse (Palma, 2001).

La selección de receptoras implica el chequeo ginecológico, para verificar si están ciclando o no, rechazar animales con mal formación de cérvix, hermafroditas, órganos sexuales juveniles, infecciones uterinas, entre otros (Duica, *et al.* 2007).

### **2.3.2. Sincronización de Celo**

Consiste en la manipulación del ciclo estral mediante la aplicación de hormonas de origen exógeno (Hernández, 2010), a través de esta metodología se optimiza tiempo y recursos, debido a que no es necesario la detección de celo natural. El éxito o no de la sincronización de celo, está basado en el número de animales que responden favorablemente a la sincronización, por lo que es necesario que las hembras a sincronizar presenten actividad ovárica normal (Castaño, *et al.* 2012).

Existen diferentes protocolos para la sincronización de celo, entre los que se detallan:

- Carpena, (2020), indica éxito de programas de transferencia embrionaria mediante el protocolo en el que se coloca en el día cero un dispositivo intravaginal liberador de progesterona y 2 ml de benzoato de estradiol, al día siete se aplica 2 ml de prostaglandina, en el día nueve o 10 se retira el dispositivo, se aplica 2 ml de gonadotropina coriónica equina y 0,6 mg de cipionato de estradiol y entre los días 18-20 se realiza la transferencia de embriones. Así mismo Cedeño & Bó, (2018) manifiesta que mediante la aplicación del protocolo antes mencionado, se ha obtenido promedios del 75 - 85% de repuesta al protocolo y porcentajes de preñez superiores al 50%.
- Otro protocolo que ha sido objeto de estudio es el denominado J-Synch, el cual en el día cero se coloca un dispositivo de 0,5 g de progesterona y 2 mg de Benzoato de estradiol; al sexto día se retira el dispositivo y se aplica 500



$\mu\text{g}$  de cloprostenol sódico, al día nueve se aplica GNRH, y la transferencia de embriones se realiza al día 16, en el que se ha alcanzado tasas de preñez superior al 29% (Cedeño & Bó, 2018).

- Pereira *et al.* (2016) citado por Cedeño & Bó, (2018) indican que estudios realizados en protocolos en los que se aplica estradiol y progesterona, se ha obtenido tasas de preñez del 46,2% en vaconas de leche que presentaron celo y 32,7% en vaconas de leche que no presentaron celo, este protocolo consiste en la colocación de dispositivo liberador de progesterona y 2 mg de benzoato de estradiol en el día cero; 0,25 mg de prostaglandina en el día siete; al día nueve se retira el dispositivo liberador de progesterona y se aplica 1 mg de cipionato de estradiol; y finalmente al día 18 se realiza la transferencia de embriones.

Para la sincronización de celo, es necesario el uso de diferentes hormonas sintéticas, las cuales permitirán interrumpir el ciclo estral vigente e iniciar uno nuevo de manera homogénea en todo el lote (Hernández, 2010).

La progesterona, es liberada a través del dispositivo intravaginal, inhibe la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina, y con ello la producción de LH y FSH, provocando la regresión del folículo dominante, y el recambio de las ondas foliculares. Una vez retirado que el dispositivo es retirado, la producción de progesterona disminuye, y aumentan los niveles de LH (Bo *et al.* 2004).

El Benzoato de estradiol, provoca la presencia de celo y el alcance del pico de LH, lo cual es seguido por la ovulación. Cuando es aplicado junto a un prostágeno, provoca la supresión de la onda folicular vigente, posteriormente provoca una nueva onda folicular aproximadamente en tres o cuatro días (Jarnett & Nebel, 2005).

Gonadotropina coriónica equina (eCG).- Incide en la actividad luteinizante y foliculo estimulante, actúa estimulando el desarrollo folicular y la ovulación; esta, es comúnmente utilizada debido a que presenta un tiempo de vida media-prolongada post-aplicación, debiéndose aplicar una sola dosis durante el proceso; la utilización de FSH requiere diversas aplicaciones dentro de un mismo protocolo, y a que su tiempo de vida post-aplicación es corto. Las dosis a utilizar deben ser exactas, debido a que el exceso puede provocar la presencia de quistes (Jarnett & Nebel, 2005).

Prostaglandina provoca la rápida regresión del cuerpo lúteo funcional, y la declinación de producción de progesterona, la luteólisis es seguida por el desarrollo de folículos ováricos y presencia de celo, este último se da a los dos o cuatro días post-luteólisis (Jarnett & Nebel, 2005).

### **2.3.3. Diagnóstico de Actividad Ovárica (DAO)**

Debido a la producción de progesterona para que se mantenga la preñez, es de vital importancia la presencia de cuerpo lúteo al momento de la transferencia, por lo que se debe realizar un examen rectal, ya sea mediante palpación o ecografía, para

constatar la presencia y el tamaño del mismo (Peláez, 2011); este examen se lo realiza previo a la transferencia.

Zemjanis (1996), citado por Montenegro (2017), indica que de acuerdo al tamaño del cuerpo lúteo, estos se clasifican en:

- (CL1) Cuerpo lúteo 1: Presencia de cuerpo lúteo blando, pequeño, poco definido y sin corona.
- (CL2) Cuerpo lúteo 2: Presencia de cuerpo lúteo blando, pequeño, bien definido y sin corona.
- (CL3) Cuerpo lúteo 3: Presencia de cuerpo lúteo blando, grande, bien definido y con corona.

Mientras que, Rodríguez, (2019) realizó una clasificación del cuerpo lúteo de acuerdo al diámetro medido con ecógrafo en tres categorías:

- Categoría 1: Cuerpo lúteo mayor a 22mm de diámetro.
- Categoría 2: Cuerpo lúteo igual a 20mm de diámetro.
- Categoría 3: Cuerpo lúteo menor a 16mm de diámetro.

#### **2.3.4. Implante de Embriones**

Si la receptora ha respondido de manera favorable, al protocolo de sincronización, es recomendable el uso de anestesia localizada, vía epidural, especialmente si la esta es nerviosa, para evitar el manejo forzado al momento de implantar el embrión; también es necesario mantener condiciones de asepsia, por lo que se debe lavar y secar la región perianal y vulvar (Ponce, 2015).

Para implantar embriones frescos, se toma la pajilla del termo conservador, y se la coloca en la pistola para transferencia de embriones, se quita el tampón y se guarda la pistola preparada en una funda protectora. Una vez preparada la pistola se la introduce a través del cérvix hasta alcanzar la mitad el cuerno del útero y se deposita el embrión de forma exilateral al cuerpo lúteo (Medrano, 2014).

#### **2.4. Factores que Afectan la Tasa de Preñez en Programas De Transferencia Embrionaria**

Para que un programa de transferencia tenga éxito deben intervenir diferentes factores, estos pueden ser: intrínsecos de la receptora, extrínsecos o del embrión.

### **2.4.1. Factores Intrínsecos**

Estos son factores propios de los animales, que por estar directamente relacionados a la fisiología, afectan la tasa de preñez, entre ellos se encuentra:

- Diámetro del cuerpo lúteo CL: Rodríguez, (2017), obtuvo resultados de 65% de preñez para cuerpos lúteos de 22 mm, disminuyendo la tasa de preñez conforme reducía el tamaño de cuerpo lúteo CL, alcanzando el 20,4% de preñez en CL de 16 mm.
- Raza y el estado reproductivo de la receptora: Hasler, (2001), determinó que no existen diferencias estadísticas en las tasas de preñez en razas de carne y leche, pero si obtuvo mejor tasa de preñez en vaconas frente a vacas, estos resultados son diferentes a los obtenidos por Farfán & Porras, (2013), en donde obtuvo diferencias significativas en la tasa de preñez entre vaconas de razas Normando y Holstein, mientras que no existió diferencias estadística entre esta última raza frente a Brangus, en las que se obtuvo porcentajes de preñes de 63,3%; 55,5% y 44,23% respectivamente.

### **2.4.2. Factores Extrínsecos**

**Ambiente.** Bo *et al.* (2004) indica que la época del año en la que se realiza la transferencia de embriones influye en la fertilidad de las receptoras, obteniendo diferentes tasas de preñez conforme a la estación en la que se realizó el implante, utilizando como receptoras vaconas y vacas de cruza indicas, estos autores obtuvieron

mayor tasa de fertilidad (51,4%) en las transferencias realizadas en verano, tasas de preñez intermedias (48,9%), en programas de transferencia realizados en otoño e invierno, y tasas del 43,1% en transferencias realizadas en primavera. Mientras que, en un estudio publicado por Hasler, (2001) realizado en países bajos y Estados Unidos, entre 1988 y 1995, utilizando vacas tanto de razas de carne como lecheras, no encontró diferencias estadísticas en las tasas de preñez entre las estaciones del año en que se realizaron las transferencias de embriones, obteniendo tasas de concepción del 68,8% en primavera, 67,7% en verano, 67,8% en otoño y 68,5% en invierno.

La adaptabilidad de las diferentes razas a las condiciones climáticas donde se encuentra la explotación ganadera influye en la repuesta a la fertilidad, Farfán & Porras, (2013), en su estudio realizado en Boyacá – Colombia, la misma que posee temperatura promedio anual de 14°C, obtuvieron como resultado que las vacas de razas Normando y Holstein (Razas adaptadas a condiciones de clima frío) obtuvieron tasas de preñez del 63,3 y 55,5% respectivamente, frente al 44,23% obtenido en vacas de raza brangus (Raza adaptada a clima intermedio).

**Manejo.** Es normal que existan diferencias en el manejo de los animales entre las explotaciones, acciones como golpes, distancias consideradas entre el potrero y el corral, corrales no adecuados, disponibilidad de sombra y agua, entre otros, afectan el bienestar de los animales causando estrés y alterando los resultados de los programas de TETF (Oyuela & Jiménez, 2010).

El manejo nutricional es determinante en la condición corporal (CC) de los animales, las receptoras deben recibir suplementación mineral, y disponer de forrajes, para así poseer un balance nutricional adecuado. López, (2006) indica que a través de la CC se indica el estado de energía; además, la eficiencia reproductiva está relacionada a la condición corporal, en animales con CC <1 y >4 se presentan tasas de preñez del 42%, en CC >1,5 y < 2 se presentan tasas de preñez 64%, y en CC entre 2,5 a 3,5 se presentan tasas de preñez del 72%.

**Aplicación de hormonas.** En la sincronización de celo, la aplicación de las diferentes hormonas permiten manejar de manera farmacológica el ciclo estral, por lo que la aplicación de las mismas debe ser de manera responsable, respetando temperaturas de conservación, fechas, horarios y dosis, debido a que cada una cumple con funciones específicas (Hernández, 2010).

**Dificultad al momento de transferir.** En el proceso de implantación del embrión se pueden generar lesiones uterinas, lo que provoca producción de prostaglandina, reduciendo el índice de preñez. Por lo que es necesario el uso de anestesia localizada para evitar movimientos bruscos del animal y con ello lesiones internas. Oyuela & Jiménez (2010), mencionan que se han demostrado resultados de 53% de preñez en transferencias en la que los animales no presentaron dificultad para implantar los embriones, mientras que en animales que presentaron algún tipo de dificultad se obtuvo porcentajes de preñez del 21%.

### **2.4.3. Factores Asociados al Embrión**

**Calidad de oocitos.** Estos contribuyen con el 50% del genoma y la totalidad del citoplasma, por los que para obtener resultados favorables, estos deben ser de calidad (Gonella, *et al.* 2013). El mismo autor indica que los componentes de los oocitos son los responsables de los procesos de maduración, fertilización y desarrollo del embrión.

Lonergan *et al.*, (1994); Leibfried-Rutledge, (1999), citados por Gonella *et al.*, (2013), indican que los oocitos obtenidos de folículos con tamaños <5 mm presentan menor tasa de maduración *in vitro*, y por ende menor producción de blastocistos, que los provenientes de folículos con tamaños superiores a 5 mm.

**Semen.** Uribe, (2018) indica que el porcentaje de preñez en programas de transferencia de embriones también está influenciado por el tipo de semen utilizado. De acuerdo a resultados obtenidos por Blondin, *et al.* (2008) indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la producción de embriones con semen convencional (22,2%) y la producción de embriones con semen sexado (10,6%).

**Calidad y desarrollo del embrión.** Ponce, (2015), menciona que la calidad del embrión se clasifica en:



- Muerto o degenerado.- Se caracterizan por presentar citoplasma oscuro; estos no son viables, por lo que no deben ser implantados.
- Malo.- Presenta el 25% de células adecuadas, las demás son diferentes entre sí, varían en: Composición de la vacuola, pigmentación del citoplasma, tamaño y color, no se recomienda implantarlos.
- Buena.- Presentan al menos el 50% de células adecuadas, los blastómeros presentan alteraciones tanto en pigmentación como en la conformación de la vacuola. La viabilidad de estos se compromete seriamente en el proceso de conservación, por lo que se recomienda implantarlos en fresco.
- Excelente.- La forma del embrión es esférica y simétrica, los blastómeros presentan iguales características de densidad, color y tamaño; la zona leucida se presenta completa y de forma lisa. Estos se pueden implantar en fresco o vitrificarlos.

Rodríguez, *et al.* (2007), indica que la probabilidad de preñez de una receptora a la que se le haya implantado un embrión de calidad excelente es cinco veces más, mientras que la probabilidad de preñez cuando se transfieren embriones de calidad buena, es cuatro veces más, frente a las tasa de preñez obtenidas en el implante de embriones malos.

Mientras que Oyuela & Jiménez, (2010) indican que el desarrollo y calidad del embrión implantado influyen sobre la tasa de preñez en transferencias embrionarias. El mismo autor indica que la la tasa de preñez de la transferencia de embiones en estado de mórula temprana, es menor, a la presentada cuando se transfiere embriones en estadios más desarrollados.

Los estadios de desarrollo embrionario se clasifica en:

- Sin fecundar.
- 2-12 Células.
- Mórula temprana.
- Mórula compacta.
- Blastocisto inicial.
- Blastocisto.
- Blastocisto expandido.
- Blastocisto eclosionado.
- Blastocisto expandido eclosionado.

## Capítulo III

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Ubicación de la Investigación

##### 3.1.1. Ubicación Política

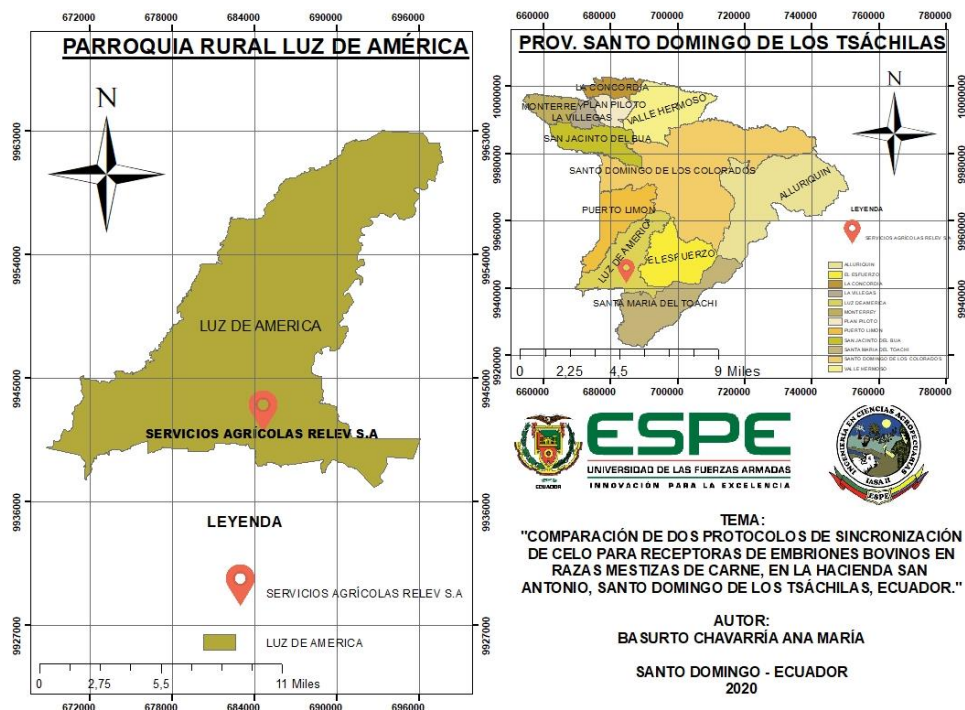
- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo
- Parroquia: Luz de América
- Propiedad: Servicios Agrícolas RELEV S.A, Hacienda San Antonio.
- Dirección: Km 38 ½, vía Santo Domingo - Quevedo margen izquierdo.

##### 3.1.2. Ubicación Geográfica

Servicios Agrícolas RELEV S.A, Hacienda San Antonio, se encuentra en las coordenadas geográficas -0.5365020,-79.337648, a una altitud de 224msnm.

Figura 1

## Ubicación geográfica del proyecto de investigación



Nota: La figura representa la ubicación geográfica de Servicios agrícolas RELEV S.A.

## 3.1.3. Ubicación Ecológica

- Zona de vida: Bosque húmedo tropical (bhT)
- Altitud: 240 m.s.n.m
- Temperatura promedio: 23°C
- Precipitación: 2800 mm/año
- Humedad relativa: 85%
- Heliofanía: 760 horas luz/año
- Suelos: Franco arenoso

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. *Material Experimental***

- 400 hembras bovinas (Receptoras), en edad reproductiva de razas: Brahman, Charbray, Nelangus, Brangus.
- 400 embriones de razas Brahman, Brangus y Nelangus.

### **3.2.2. *Material Experimental Complementario***

- Calfosvit
- Benzoato de estradiol
- Prostaglandina
- Gonadotropina coriónica equina purificada
- Prostaglandina
- Cipionato de estradiol
- CIDR 1,38 g (Dispositivo intravaginal de progesterona)
- Lidocaina

### **3.2.3. Insumos y Equipos**

- Jeringas
- Agujas descartables
- Yodo 5%
- Guantes largos
- Guantes quirúrgicos.
- Aplicador de dispositivo intravaginal.
- Ecógrafo.

### **3.2.4. Materiales de Oficina y Software**

- Hojas de campo
- Bolígrafos
- Hojas de pape bond
- Computadora
- Impresora
- Registro de historial de los animales evaluados.

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Duración de la Evaluación**

El trabajo de campo duró de 120 días, desde 14 de enero al 14 de mayo de 2021.

#### **3.3.2. Diseño Experimental**

##### **3.3.2.1. Factores evaluados.**

El factor estudiado estuvo determinado por dos protocolos de sincronización de celo, mediante el porcentaje de preñez obtenido con cada uno.

##### **3.3.2.2. Tratamientos.**

Se evaluaron dos tratamientos, correspondiente a los protocolos de sincronización de celo y ovulación en receptoras de razas Brahman, Charbray, Nelangus, Brangus.

**T1:** Protocolo SARELEV\_MC: En base a prostágenos y prostaglandinas, con cinco encierros y 18 días de duración.

**T2:** Protocolo SARELEV\_FP: En base a prostágenos y prostaglandinas, con cinco encierros y 17 días de duración.

### **3.3.2.3. Análisis estadístico.**

El análisis estadístico para las variables cualitativas se lo realizó mediante la prueba de Chi-cuadrado, al 5% de significancia, mientras que las variables cuantitativas fueron evaluadas mediante la prueba T-Student, al 5% de significancia, mediante el programa estadístico InfoStat.

### **3.3.2.4. Unidad experimental.**

Estuvo compuesta por 400 vacas y vaconas, con pesos mayores a 300 kg y menores de cinco años, a estas se las dividió en dos grupos de manera aleatoria para cada protocolo de sincronización.

### **3.3.3. Selección de Receptoras**

Se procedió a seleccionar 200 receptoras para cada tratamiento, de razas Brahman, Charbray, Nelangus, Brangus, en condición corporal  $> 2,8$ . A las receptoras seleccionadas se les tomó registro en campo, para el posterior procesamiento de datos.



### 3.3.4. Sincronización de receptoras

Cada protocolo de sincronización se lo realizó en días diferentes, debido a la disponibilidad de técnicos y vaqueros.

**Tabla 1**

*Protocolo de sincronización de estro y ovulación SARELEV\_MC*

<b>Día</b>	<b>Actividad</b>
Día 0	Colocación de implante Aplicación de 20 mg de benzoato de estradiol
Día 7	Aplicación de 2 ml de Prostaglandina
Día 9	Retiro de dispositivo Aplicación de 400 UI de Gonadotropina coriónica equina purificada Aplicar 0,7 mg de Cipionato de estradiol.
Día 17	Ecografía de ovarios
Día 18	Transferencia de embriones

*Nota.* El protocolo de sincronización de celo SARELEV\_MC de 18 días, corresponde al Tratamiento 1 (T1).

**Tabla 2**

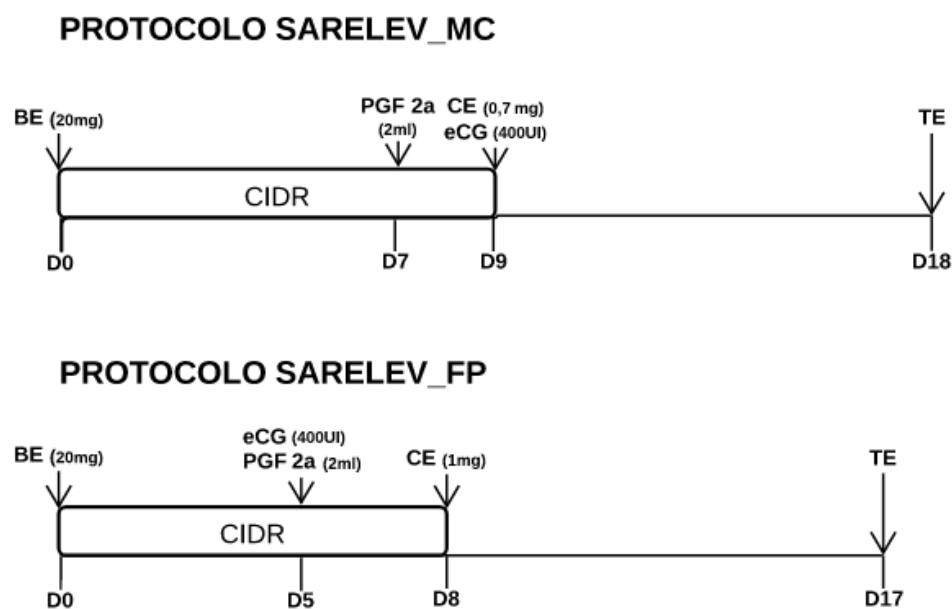
*Protocolo de sincronización de estro y ovulación SARELEV\_FP.*

<b>Día</b>	<b>Actividad</b>
Día 0	Colocación de implante Aplicación de 20 mg de benzoato de estradiol
Día 5	400 UI de Gonadotropina coriónica equina 2 ml de Prostaglandina
Día 8	Retiro de implante 1 mg de cipionato de estradiol
Día 16	Ecografía de ovarios
Día 17	Transferencia de embriones

*Nota.* El protocolo de sincronización de celo SARELEV\_FP de 17 días, corresponde al Tratamiento 1 (T2).

**Figura 2**

*Descripción gráfica de los protocolos de sincronización de celo*



*Nota.* El protocolo SARELEV\_MC equivale al Tratamiento 1 (T1), mientras que el protocolo SARELEV\_FP pertenece al Tratamiento 2 (T2).

### **3.3.5. Diagnóstico de actividad ovárica**

Mediante ecografía, se determinó el número de vacas y vaconas, que respondieron de manera positiva a los protocolos de sincronización de celo.

### **3.3.6. Transferencia De Embriones**

Se empleó el método no quirúrgico, utilizando pistolas de TE de catéter metálico.

### **3.3.7. Diagnóstico de preñez**

Se llevó a cabo el diagnóstico de preñez a los 35 días y confirmación de preñez a los 90 días post-transferencia, mediante ecografía.

## **3.4. Variables Estudiadas**

### **3.4.1. Respuesta a los protocolos de sincronización (%)**

Se evaluó a través palpación rectal y ecografía, al día 17 post-inicio de la sincronización de celo para el protocolo SARELEV\_MC (T1) y al día 16 post-inicio de la sincronización de celo para el protocolo SARELEV\_FP. (T2), categorizándolos en:

- Receptoras que respondieron al protocolo
- Receptoras que no respondieron al protocolo

Por lo que el porcentaje de hembras para cada categoría se lo determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% = \frac{N^{\circ} \text{ de hembras por categoría} * 100}{\text{Total de receptoras preparadas}}$$

### **3.4.2. Diámetro del cuerpo lúteo**

A través del diagnóstico de actividad ovárica (DAO), también se conoció el tamaño del cuerpo lúteo de las vacas y vaconas que respondieron a los tratamientos, clasificándolos en tres categorías:

Categoría 3: Cuerpo lúteo grande, bien definido y con corona (> 20mm).

Categoría 2: Cuerpo lúteo pequeño, bien definido y sin corona (16-20mm).

Categoría 1: Cuerpo lúteo pequeño, poco definido y sin corona. (<16mm).

### **3.4.3. Categoría de las receptoras**

Mediante el número de la receptora se accedió al historial de cada una en el sistema informático de la empresa.

#### **3.4.4. Tasa de preñez**

Las preñeces se las determinó mediante ecografía transrectal a los 35 días de realizarse la transferencia de embriones, a las receptoras preñadas se les colocó un arete naranja en donde se indica la fecha de transferencia, fecha aproximada de parto e información del embrión. El porcentaje de preñez se lo obtuvo mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ De hembras preñadas} = \frac{\text{Receptoras preñadas} * 100}{\text{Total de receptoras transferidas}}$$

#### **3.4.5. Preñez a los 90 días**

Se volvió a chequear a las receptoras preñadas a los 90 días post-transferencia, para conocer si existieron casos de reabsorción de embrión.

#### **3.4.6. Costo de preñez por tratamiento.**

Se realizó el análisis económico del total invertido en el proceso de sincronización y transferencia de embriones.

$$\text{Costo por preñez} = \frac{\text{Total invertido (\$)}}{\text{Nº de preñadas.}}$$

## Capítulo IV

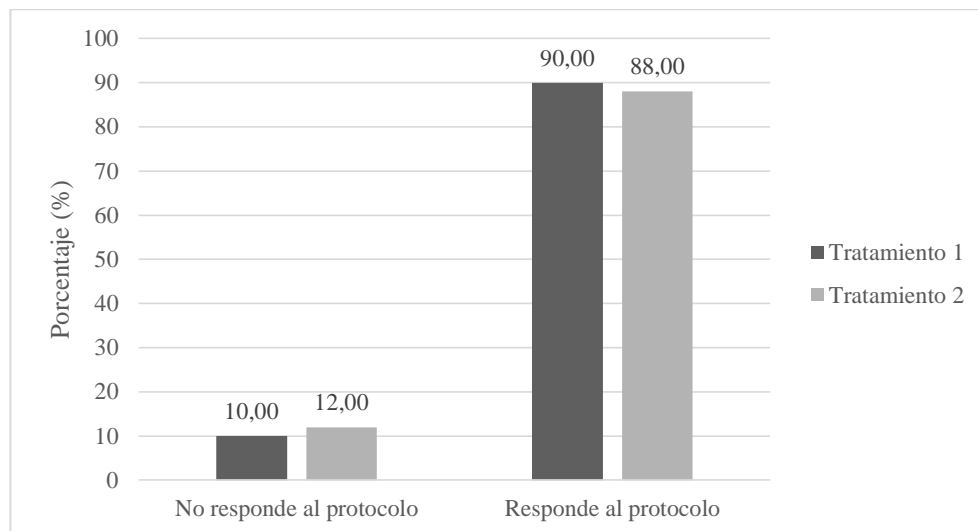
### 4. Resultados

#### 4.1. Repuesta de las Receptoras a los Protocolos de Sincronización

Como se puede observar en la figura 3, se logró determinar que el 90%, de receptoras sincronizadas respondieron al protocolo T1, mientras que con el protocolo T2 se obtuvo un 88% de receptoras que presentaron cuerpos lúteos (CL) superiores a 12mm. al momento del DAO (Días 16 y 17 post-inicio de sincronización para T1 y T2 respectivamente). Pese a la variación existente en los resultados, luego de realizar los análisis estadísticos correspondientes, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, bajo un valor de  $p=0,5227$  es decir, las receptoras respondieron satisfactoriamente a los protocolos de sincronización, sin embargo, su nivel de repuesta, no se ve afectado por los protocolos utilizados.

**Figura 3**

*Repuesta de las receptoras a los protocolos de sincronización de celo para TETF.*



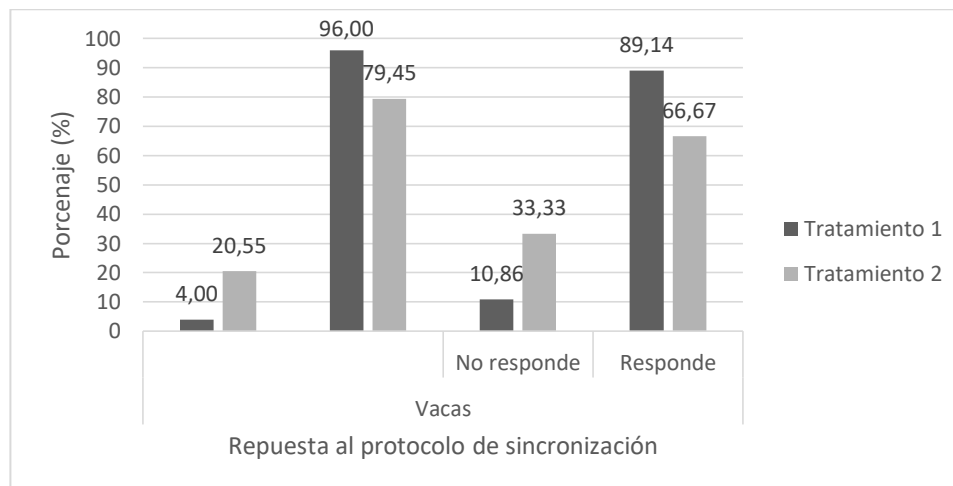
*Nota.* En esta figura se muestra los resultados, para la variable respuesta de las receptoras a los protocolos de sincronización del celo.

Además, se analizó la misma variable, pero clasificando a las receptoras según su categoría (vacas y vaconas), dentro de cada tratamiento (Figura 4). Donde se obtuvo como resultado, de repuesta de las vacas del 96% para el T1 y 79,45% para T2. Mientras que, al evaluar a las vaconas se logró una respuesta del 89,14% para el T1 y 66,67% para el T2; de la misma manera, se desarrolló el análisis estadístico, en donde bajo el valor de  $p=0,0534$  para vacas y  $p=0,2647$  para vaconas, se reafirmó la no existencia de significancia, dentro de la variable respuesta de las receptoras a los protocolos de sincronización del celo.



**Figura 4**

*Repuesta a los protocolos de sincronización de acuerdo a la categoría.*

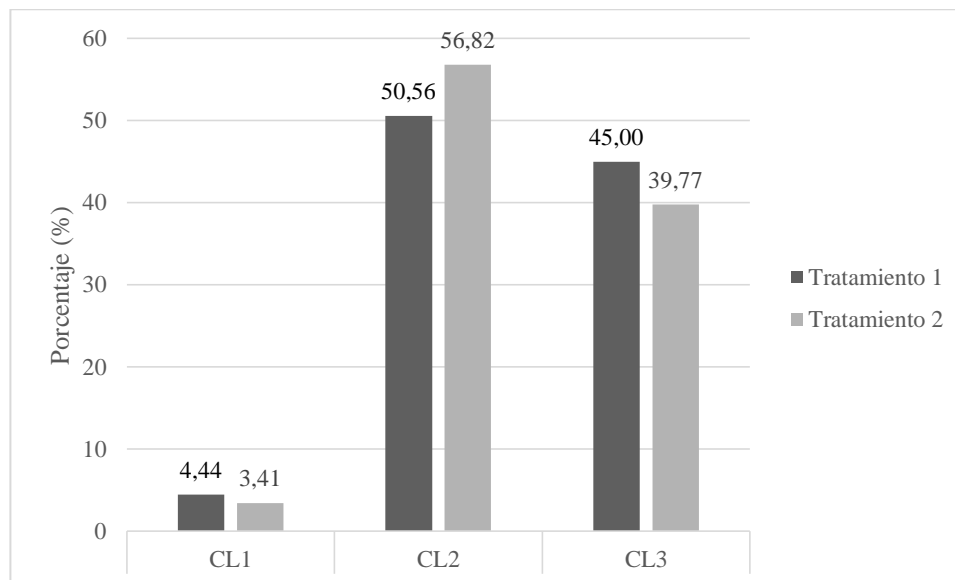


*Nota.* La presente figura muestra la respuesta a los protocolos T1 Y T2.

La repuesta de las receptoras a los protocolos establecidos se midió a través de la presencia de CL; sin embargo, no todas respondieron de igual manera a los tratamientos, presentando CL de diferentes tamaños y estructuras (Figura 5), estos resultados analizados estadísticamente, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,4804$ ), es decir, los protocolos de sincronización de celo estudiados, no inciden en la calidad de cuerpo lúteo presentado por las receptoras al momento del DAO.

**Figura 5**

*Efectos de los protocolos establecidos sobre la calidad de CL.*

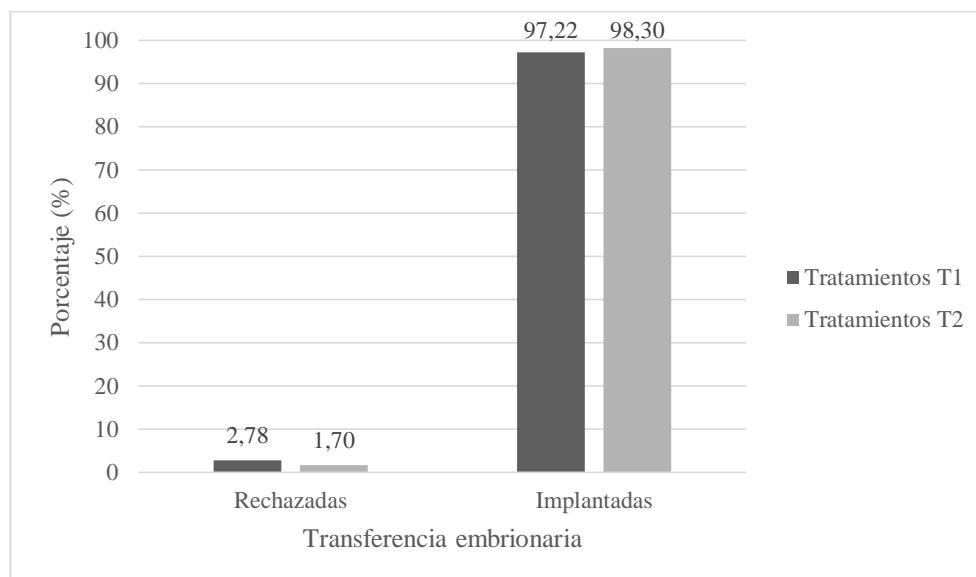


Nota. La figura muestra el efecto de los tratamientos sobre la calidad CL, siendo CL1 los de menor calidad, CL2 calidad intermedia y CL3 de mayor calidad.

Una vez realizado el DAO, se obtuvieron las receptoras aptas para transferir embriones, sin embargo, al momento de realizar la implantación, se rechazó 2,78% para T1 y 1,70% para T2, debido a la dificultad que presentaron estos animales para pasar el cérvix (Figura 6).

**Figura 6**

*Receptoras aptas para transferencia embrionaria.*



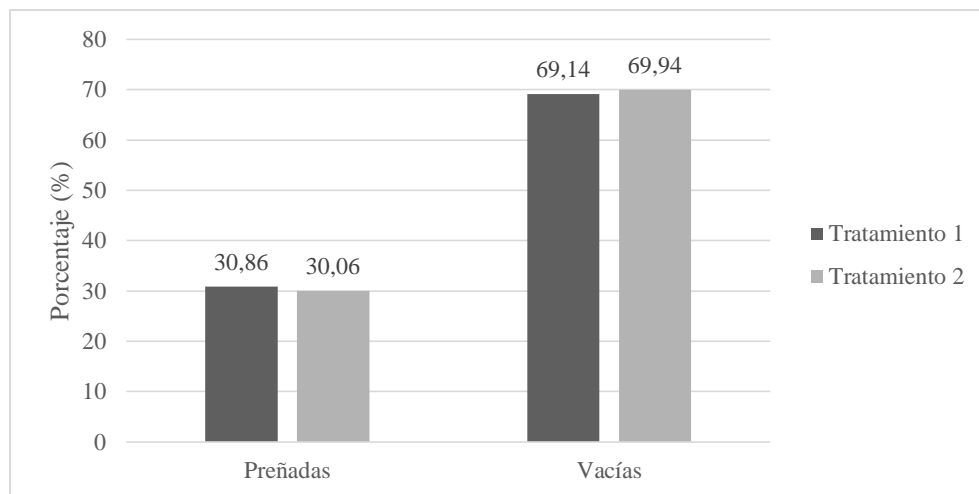
*Nota.* En esta figura se muestra los resultados, para la variable receptoras aptas para transferencia embrionaria.

#### 4.2. Tasa de Preñez

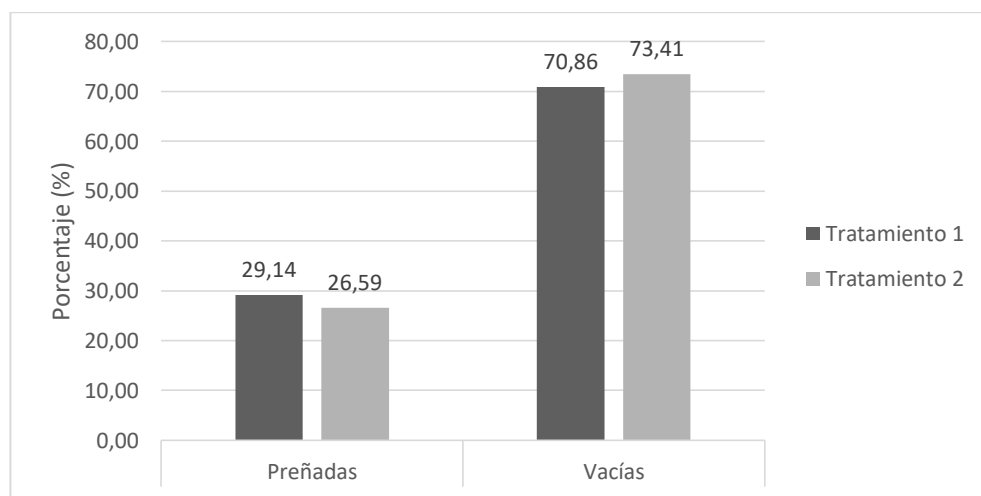
El diagnóstico de preñez se lo realizó a los 35 días post-transferencia de embrión, mediante chequeo ginecológico y ecografía, donde se obtuvo una tasa de gestación de 30,86% para T1 y 30,06% para T2 (Figura 7), una vez realizado el análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,4804$ ), para confirmar el diagnóstico enunciado, se procedió a realiza un nuevo chequeo a los 90 días, con el que se determinó que los porcentajes de preñez descendieron a 29,14% para T1 y 26,59% para T2 (Figura 8).

**Figura 7**

*Revisión de preñez 35 días post-transferencia.*

**Figura 8**

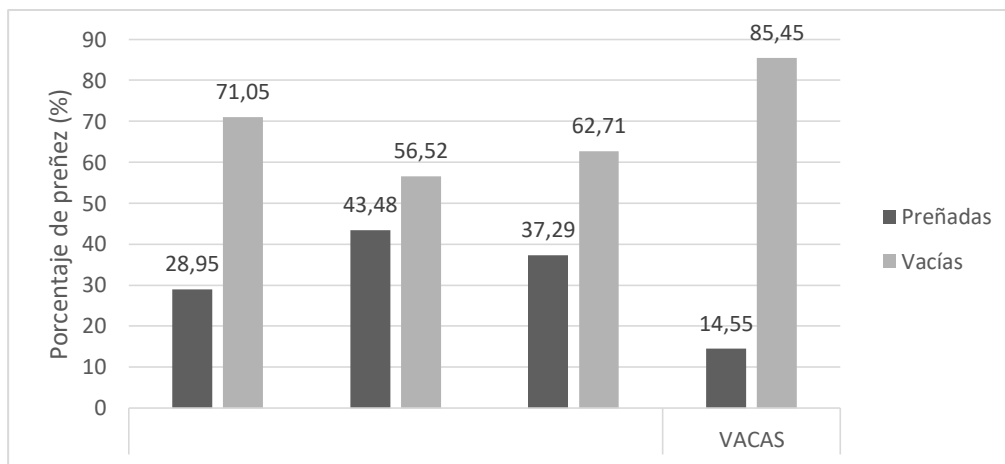
*Tasa de preñez 90 días post-transferencia.*



También, se analizó la tasa de preñez, relacionando los tratamientos con la categoría de las receptoras (Vacas y vaconas), en donde el T1 alcanzó el 28% (44/152) de preñez en vaconas y el 43,48% (10/23) en vacas, con el T2, se obtuvo el 37,29% (44/118) de preñez en vaconas, y 14,55% (8/55) en vacas (Figura 9); esta interacción no tuvo efecto para T1 ( $p=0,1615$ ); mientras que el T2, presentó mayor eficacia en vaconas ( $p= 0,0022$ ).

**Figura 9**

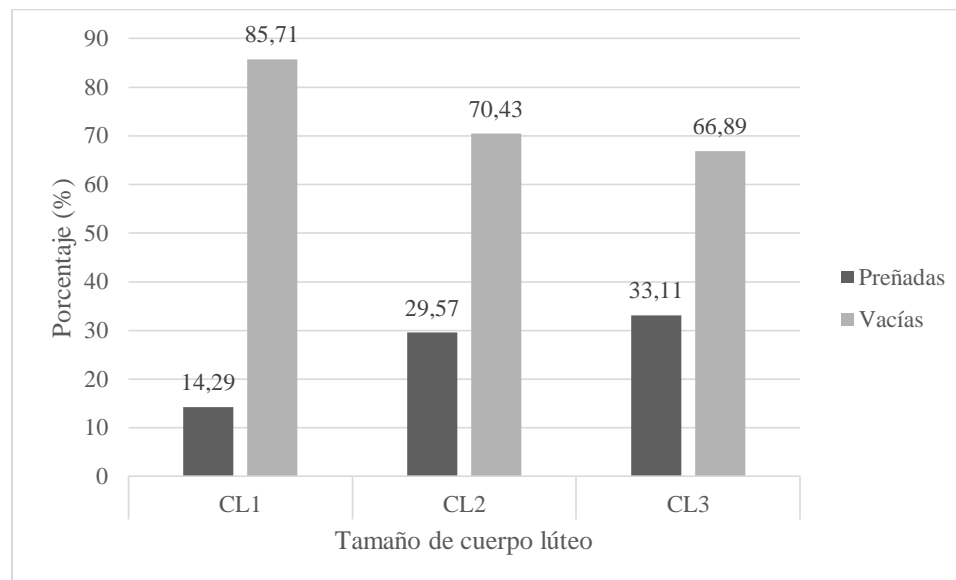
*Análisis de la relación entre los tratamientos y la categoría de las receptoras.*



Así mismo se analizó la interacción entre la tasa de preñez y la categoría de CL presentado al momento del DAO, la misma que no presentó diferencias significativas ( $p= 0,3204$ ), sin embargo, el mayor porcentaje de preñez (33,11%) se obtuvo en receptoras que presentaron CL3.

**Figura 10**

*Análisis de la relación entre el tamaño del CL y el porcentaje de preñez.*

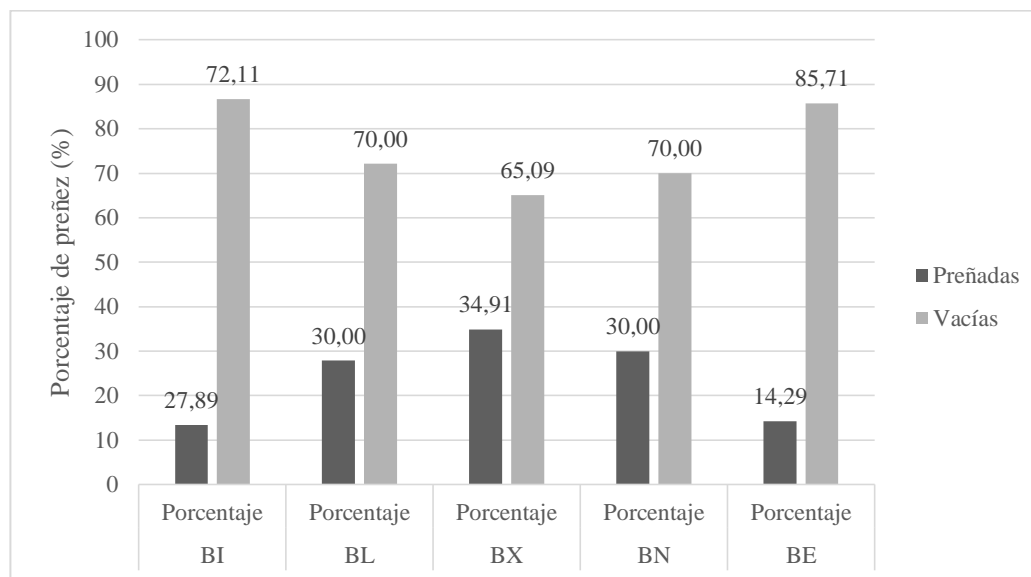


*Nota.* La presente figura presenta la relación existente entre el tamaño del CL y el porcentaje de preñez en la presente investigación.

Finalmente se analizó la tasa de preñez por estadio de embriones implantados, dentro de esta variable, no se encontraron diferencias estadísticas ( $p=0,2914$ ), pero se observa mayor porcentaje de preñez con embriones en estadio de blastocisto expandido (34,91%), seguido por blastocisto normal (30%) (Figura 11),

**Figura 11**

*Tasa de preñez de acuerdo al estadio de desarrollo de los embriones implantados*



#### 4.3. Costo por Preñez a 90 Días

En la tabla 3, se aprecian los valores invertidos en insumos, asistencia técnica y recursos humanos, desde la sincronización de celo hasta la confirmación de preñez.

Como es evidente el costo por preñez varía según el tipo de tratamiento, siendo \$ 680,90 y \$ 795,39 dólares americanos, el valor que cuesta la preñez individual en los tratamientos T1 y T2 respectivamente, tomando como referencia el valor promedio de venta de cada cría (\$ 1000,00), se afirma que por cada dólar invertido en el tratamiento T1, se obtiene \$ 0,47 de ganancia, mientras que en el T2, la ganancia obtenida fue de \$ 0,26 por cada dólar invertido, dando una clara evidencia de mayor rentabilidad en el T1.

**Tabla 3**

*Resumen de egresos y costo por preñez hasta el día 90 pos-transferencia.*

<b>Descripción</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>
Insumos para sincronización de celo	\$3.386,00	\$3.458,00
Asistencia técnica externa	\$200,00	\$300,00
Recursos físicos	\$540,00	\$630,00
Pagos por preñez confirmada	\$30.600,00	\$32.200,00
Total Egresos	\$34.726,00	\$36.588,00
Costo por preñez	\$680,90	\$795,39



## 5. Discusión

### 5.1. Respuesta de las Receptoras a los Protocolos de Sincronización

En base a los resultados expuestos en la figura 3, se pudo evidenciar una respuesta aceptable en las receptoras sincronizadas. La falta de diferencia significativa, pudo ser provocada por la combinación de progestágenos y PGF2 $\alpha$  en ambos tratamientos (Stevenson, 2000); por otra parte, García, *et al.* (2017), mencionan que el uso de los dispositivos liberadores de progesterona al combinarse con BE y PGF2 $\alpha$ , permiten mejorar los porcentajes de ovulación, debido a que la presencia de estrógenos de forma inicial, induce a la atresia de los folículos presentes y estimula una nueva onda folicular, lo mismo que es corroborado por Bó, *et al.* (2001). Los porcentajes de receptoras aptas para transferencia (90% para T1 y 88% para T2) son superiores a lo obtenido por Giraldo (2008), el cual alcanzó el 70% y 82 %, bajo protocolos similares a los desarrollados en el presente estudio. La cantidad de benzoato de estradiol utilizado en los tratamientos propuestos fue de 20mg, independientemente de la categoría; concordando con mencionado por Baruselli, (2021), el cual indica que esta dosis es eficiente en protocolos de sincronización de celo tanto en taurinos, como en índicus independientemente de la categoría. Por otra parte, Martínez (2009), indica que en la sincronización de celo en vacas, existen mejores resultados en aquellos tratamientos, en donde el dispositivo liberador de progesterona se retira en los días 7, 8 y 9, en comparación con aquellos en donde se retira antes del día siete, justificando los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que los dispositivos fueron retirados al noveno día para T1 y al octavo día para T2, y no presentaron diferencias significativas entre sí. .

En esta investigación, se obtuvo que al día 17 y 18 después de iniciado los tratamientos, el diámetro de CL, tiene un rango de 7 a 22 mm, mismo que es mayor al presentado por Rodríguez (2017), quien obtuvo CL de 16 a 22 mm, al día 16. Ayala, *et al.* (2017), obtuvo diámetros de CL de 19 mm al día 10, en una investigación sobre vaquillas mestizas (cruce de Holstein y Pardo Suizo con Brahman), Perry, *et al.* (2005), manifiesta que la diferencia en los resultados, son variaciones debido a características raciales y factores como la alimentación, condiciones ambientales, entre otros limitantes del desarrollo del CL.

Los porcentajes de receptoras no aptas para TE por estructura cervical (2,78% para T1 y 1,70% para T2), son superiores a los indicados por Munar (2019), quien indica que el rango de ejemplares rechazadas por esta fisiología, se encuentran entre 1-2%. Ruiz, (2016) manifiesta que estos valores son inferiores cuando se realiza selección pre-sincronización, ya sea mediante palpación, ecografía, prueba de cateterismo cervical o historial. Según Oyuela y Jiménez (2010), para evitar gastos innecesarios, se deben descartar dichos bovinos que presenten anomalías, además de registrar todos estos sucesos.

## 5.2. Preñez

El tiempo idóneo para realizar el diagnóstico de preñez es a los 35 días, mientras que la confirmación de la misma, debe darse en el día 90 post-transferencia (Brito, *et al.* 2020); por ello se llevó a cabo las actividades de diagnóstico y confirmación de preñez en los tiempos antes mencionados.

Con la confirmación de preñez a los 90 días, se determinó que el T1 alcanzó el 29,14% de gestación, mientras que el T2 presentó el 26,59%; la presente investigación, se llevó a cabo durante la época lluviosa y aun cuando los porcentajes presentados no son muy elevados, se ha logrado generar mejores resultados, que lo alcanzado por Block y Hansen (2007), quienes obtuvieron 24,4% de preñez en época cálida y 18,3% en temporada fría, con protocolos similares a los evaluados.

Hasler (2001), menciona que en vaconas los factores ambientales tienden a afectar las tasas de preñez, mientras que las vacas tienen la capacidad de enfrentarlos de mejor manera, sin embargo estas tienen mayores complicaciones ante problemas alimentarios y nutricionales, que repercuten en la gestación, lo que pudo haber sido el causante de la baja tasa de preñez en las vacas en T2.

En la relación tamaño de CL-Preñez, no se obtuvo diferencia significativas. Pero el mayor porcentaje de gestación (33,11%) se dió en receptoras que presentaron CL3, Vasconcelos, *et al.* (2001), mencionan que a mayor tamaño de cuerpo lúteo, existe

mayor nivel de P4, esto es contradictorio a lo expresado por Baruselli, (2021), ya que indica, que las hembras de origen cebú, a pesar de presentar CL de diámetros entre 10 y 12mm, producen niveles altos de P4, justificando las tasas de preñez de esta investigación para CL1.

No existió diferencia significativa en la relación preñez-estadío de embriones, pero los estadíos BX (34,91%), BN y BL (30%) presentaron mayores tasas de gestación. Se ha conocido que el implante de BX, ejerce una marcada influencia sobre el porcentaje de preñez, ya que tiende a adaptarse al entorno uterino de manera más eficiente, fomentando las señales de reconocimiento del embrión, con mayor seguridad (Barceló, *et al.* 2009). Block & Hansen, (2007) mencionan que existe una correlación positiva entre el tamaño del embrión y la producción del interferón-tau, con lo que se asegura el reconocimiento materno a los siete días pos-transferencia. De la misma manera Block, *et al.* (2009), menciona que el implante de una blastocisto inicial, presenta menores tasas de preñez, en comparación con aquellas que poseen mayor desarrollo (BL, BX y BN), y Vera, (2019) alcanzó menor fertilidad en BE comparado con BX, coincidiendo los resultados de dichos autores con los de esta investigación.

Sin embargo, la gestación no solo está asociada a los protocolos, estadío del embrión implantado o al técnico encargado de la TE. Oyuela & Jiménez, (2010), expresan que factores como el medio ambiente, manejo y nutrición, generan cambios directos en la fisiología de las receptoras, por lo que pueden existir variaciones en la tasa de preñez entre los 35 y 90 días como los presentadas en esta investigación, por lo

que, los resultados obtenidos no aseguran fallas en la aplicación de los protocolos estudiados.

## Capítulo V

### 6. Conclusiones

- La respuesta de las receptoras a los protocolos de sincronización estadísticamente no fue significativo, ambos tratamientos mantienen un alto grado de eficacia (88-90%).
  
- La gestación no se vio condicionada por los protocolos estudiados, sin embargo, el tratamiento SARELEV\_FP presentó mayor eficiencia de preñez en vaconas.
  
- El porcentaje de preñez no se vio afectado por el tamaño de CL, ni por el estadio del embrión; sin embargo, la transferencia de embriones en estadios de Blastocisto expandido y Blastocisto normal, permiten incrementar el número de hembras gestantes.
  
- Los protocolos estudiados son aplicables, y la utilidad puede incrementarse si se logra mejorar la tasa de preñez.

## 7. Recomendaciones

- Los protocolos estudiados son aceptables, por lo que su aplicación deber llevarse a cabo de acuerdo a los criterios de los técnicos encargados de la TE.
  
- Seleccionar receptoras que se encuentren ciclando, y que no tengan deformaciones en la anatomía cervical.
  
- No implantar embriones en estadio de blastocisto eclosionado, ya que las receptoras que reciben estos embriones, presentan menores tasas de gestación.
  
- Realizar el diagnóstico de preñez al día 28 post-transferencia, ya que transcurrido este tiempo, se puede identificar con facilidad la gestación, además se evitará que se incrementen los días abiertos en las receptoras que se diagnostiquen vacías.
  
- Realizar la confirmación de preñez al día 90, y de esta manera se conocerá si la receptora continúa gestante o si presentó reabsorción de embrión.

- Realizar estudios para identificar factores que estén afectando la fertilidad, y de esta manera establecer estrategias para incrementar las tasas de gestación.



## Capítulo VI

### 8. Bibliografía

- Ayala, L., Pesántez, J., Rodas, E., Méndez, M., Soria, M., Torres, C., Vázquez, J., & Pesántez, E. (2017). Tamaño del folículo ovulatorio, cuerpo lúteo y progesterona sanguínea en vaquillas receptoras de embriones de tres razas en pastoreo en Ecuador. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 65-72. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202017000200009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202017000200009&lng=es&tlng=es).
- Barceló, M., Brink Z. & Seidel GE. (2009). Effects of phenazine ethosulfate during culture of bovine embryos on pregnancy rate, prenatal and postnatal development. *Theriogenology*, 71, 355-368.
- Baruselli, P. (25 de 08 de 2021). *IRAC-BIOGEN*. Obtenido de Actualización sobre los protocolos de IATF en Ganado Cebuino: <https://www.youtube.com/watch?v=mZs3UbFsRA0>
- Block, J. & Hansen, P. (2007). Interaction between season and culture with insulin-like growth factor-1 on survival of in vitro produced embryos following transfer to lactating dairy cows. *Theriogenology*, 67, 1518-1529.
- Block, J., Bonilla, L. & Hansen, P. (2009). Effect of addition of hyaluronan to embryo culture medium on survival of bovine embryos in vitro following vitrification and establishment of pregnancy after transfer to recipients. *Theriogenology*, 71, 1063-1071.

- Blondin, P., Beulieu, M., Fournier, V., & N, M. (2008). *Análisis de esperma bovino sexado para FIV desde la clasificación hasta el embrión*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.09.017>
- Bó, G., Cutaia, L., Brogliatti, G., Medina, M., Tríbulo, R. & Tríbulo, H. (2001). *Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino utilizando progestágenos y estradiol*. Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción. Huerta Grande, Córdoba. 117 – 136.
- Bo, G., Moreno, D., Cutaia, L., & Caccia, M. (2004). *Transferencia de embriones a tiempo fijo: tratamientos y factores que afectan los índices de preñez*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/228448348\\_Transferencia\\_de\\_embrioes\\_a\\_tiempo\\_fijo\\_tratamientos\\_y\\_factores\\_que\\_afectan\\_los\\_indices\\_de\\_prenhez](https://www.researchgate.net/publication/228448348_Transferencia_de_embrioes_a_tiempo_fijo_tratamientos_y_factores_que_afectan_los_indices_de_prenhez)
- Brito, A., Acosta, T., Román, R., Giménez, F. & Domínguez, R. (2020). *Manual de transferencia de embriones*. Obtenido de [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u454/Manual\\_de\\_transferencia\\_de\\_embriones.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transferencia_de_embriones.pdf)
- Carpena, L. (15 de Agosto de 2020). Manejo integral de receptoras. [Webinar]. Bogotá, Colombia. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=B6ptc1mFo\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=B6ptc1mFo_Y)
- Castaño, J., Días, V., & Echeverry, J. (2012). *Comparación de dos protocolos de sincronización del celo en ganado lechero Jersey de la finca La Teresita en el municipio de Dosquebradas*, . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/84108301.pdf>

- Cedeño, A., & Bó, G. (2018). *Nuevos programas de sincronización de receptoras de embriones bovinos*. Obtenido de <http://sigloxxi.espam.edu.ec/Ponencias/VII/ponencias/40.pdf>
- Córdova, A. (2011). *Protocolos de sincronización y superovulación para transferencia de embriones en bovinos*. Obtenido de <http://192.188.48.14/bitstream/123456789/3050/1/mv167.pdf> .
- Duica, A., Tovío, N., & Grajales, H. (2007). *Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos* .
- Farfán, O., & Porras, J. (2013). *Evaluación de la tasa de concepción de tres razas bvinas receptoras de embriones en el trópico alto*.
- García, F., Rabaglino, M. & Torretta, M. E. (2017). Re-sincronización de celos utilizando progestágenos y benzoato de estradiol, en vacas de carne (*Bos Taurus*) con cría al pie, manejadas en sistemas pastoriles de regiones áridas REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(10), 1-12.
- Giraldo, John Jairo (2008). Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 90-99.
- Gonella, A., Atuesta, J., Bernal, S., & Chacón, L. (2013). *Generalidades de la producción de embriones bovinos in vitro*.
- Hafez, E. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales*.
- Hasler, J. (2001). Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. *Theriogenology*, 56, 1401-1415.

- Hasler, J. (Diciembre de 2001). *Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X01006434?via%3Dihub>
- Hernández, S. (2010). *Actualización de protocolos de transferencia de embriones a tiempo fijo*. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019\\_actualizacion\\_protocolos\\_transferencia.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11301/1/2019_actualizacion_protocolos_transferencia.pdf)
- Jarnett, M., & Nebel, R. (2005). *Anatomía y fisiología de la reproducción bovina*. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/97-fisiologia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/97-fisiologia.pdf)
- López, F. (2006). *Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein*.
- Martínez, C. (2009). *Evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celos a los 35 días posparto en vacas cruzadas Bos Taurus por Bos Indicus sobre el porcentaje de preñez y días abiertos con I.A.T.F.* Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1200&context=zootecnia>
- Medrano, J. (2014). *Aplicación de la técnica no quirúrgica de transferencia de embriones bovinos en un establo de la cuenca lechera de Lima*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172014000100011](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172014000100011)
- Montenegro, J. (2017). *Efecto del número de partos, tamaño del cuerpo lúteo y concentración sanguínea de progesterona sobre la tasa de preñez en receptoras*

*de embriones bovinos.* . Obtenido de

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27231/1/TESIS.pdf>

Moreno, D. (2004). *Transferencia de embriones a tiempo fijo: tratamientos y factores que afectan los índices de preñez.* Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/228448348\\_Transferencia\\_de\\_embrioes\\_a\\_tiempo\\_fijo\\_tratamientos\\_y\\_factores\\_que\\_afectan\\_los\\_indices\\_de\\_prenhez](https://www.researchgate.net/publication/228448348_Transferencia_de_embrioes_a_tiempo_fijo_tratamientos_y_factores_que_afectan_los_indices_de_prenhez)

Munar, C. J. (2019). *Selección, manejo y sincronización de celos en receptoras de embriones bovinos.*

Oyuela, L. & Jiménez, C. (2010). Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. *Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 57, 191-200. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>

Palma, G. (2001). *Biología de la Reproducción.* Argentina: Ediciones INTA, pp. 265- 266.

Peláez, V. (2011). *Producción invitro de embriones bovinos.* Obtenido de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3053/1/mv170.pdf>

Perry, G., Smith, M., Lucy, M., Green, J., Parks, T., Macneil, M. & Geary, T. (2005). Relationship Between Follicle Size at Insemination and Pregnancy Success. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(14), 5268-5273.

Ponce, N. (2015). *Transferencia de embriones en ganado bovino.* Obtenido de

[https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/7574/1/Transferencia%20de%20embriones%20en%20ganado%20bovino\\_TFG\\_Nuria%20Ponce%20Palau.pdf](https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/7574/1/Transferencia%20de%20embriones%20en%20ganado%20bovino_TFG_Nuria%20Ponce%20Palau.pdf)



[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2191/1/Evaluacion\\_porcentaje\\_prenez\\_transferencia\\_embryones.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2191/1/Evaluacion_porcentaje_prenez_transferencia_embryones.pdf)

Vasconcelos, J. L., Sartori, R., Oliveira, H. N., Guenther, J. G., & Wiltbank, M. C. (2001).

Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*, 56(2), 307–314. Obtenido de

[https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00565-9](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00565-9)

Vera, M. (2019). Comparativo del porcentaje de fertilidad de embriones transferidos en estadio de blastocitos expandidos y blastocistos eclosionados en ganado vacuno. Obtenido de

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12649/Vera%20Valverde%2c%20Maribel%20Del%20Pilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>