

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
SEDE CENTRAL MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.



Trabajo de Graduación

Para Optar al Título de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Estudio comparativo de la tasa de preñez por transferencias de embriones bovinos en las zonas de Juigalpa, Nicaragua – Cutris, Costa Rica, en el periodo de febrero de 2022 – febrero 2023.

Sustentante:

Br. Jonatán de Jesús Quirós Cantillo

Asesor:

Dra. Ligia Hernández Salgado PhD MV

Managua, Nicaragua

Junio, 2024

DEDICATORIA

A mis padres Carmen María Cantillo y Sergio Quiros Vindaz, que han sido un pilar y ejemplo para mi formación profesional y como ser humano, siempre con el ejemplo del esfuerzo, dedicación y amor a todo lo que hago, así mismo han sido mi inspiración para el estudio de la carrera de la veterinaria, por el amor y respeto al campo y los animales.

A mi tutora Dra. Ligia Hernández Salgado que ha tenido la paciencia, profesionalismo y entrega en el desarrollo de mi estudio, con aras a permitir que el estudio pueda ser una herramienta e instrumento que permita contribuir a la mejora de los animales y campo.

A mi coordinador José Miguel Lara Lazo en el apoyo de revisión, sugerencias y dedicación en la revisión del estudio, así como sus observaciones para poder mejorar el trabajo.

Jonatán de Jesús Quirós Cantillo

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento por las prestaciones prestadas a los laboratorios CIGAC Costa Rica y IMBRA Nicaragua.

A mis padres por el apoyo infinito en mi etapa profesional, siempre con sus consejos para poder realizar ser siempre una persona con compromiso y amor en el desarrollo de mi etapa profesional.

A mi tutora y coordinador que con paciencia y consejos pude desarrollar el estudio y poder culminar una etapa más de mi vida, así como su compromiso para la formación de profesionales en el área de veterinaria.

Jonatán de Jesús Quirós Cantillo

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
3.1 Hipótesis de Investigación	4
3.2 Hipótesis Nula	4
3.3 Hipótesis Alternativa	4
IV. MARCO DE REFERENCIA	5
4.1 Procedimiento de la transferencia de embriones	5
4.2 Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones	12
4.3 Efecto del estado de desarrollo en la tasa de preñez	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Ubicación del área de estudio	17
5.2 Diseño metodológico	19

5.2	Variables evaluadas	21
5.3	Recolección de datos	22
5.4	Análisis de datos	23
5.5	Materiales y equipos	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1	Tasa de gestación en hembras bovinas receptoras en las zonas de estudio Nicaragua y Costa Rica por transferencia de embriones.	25
6.2	Evaluación del factor ambiental de altitud y fisiológico de la adaptación que influye en el porcentaje de gestación por transferencias de embriones	26
6.3	Tasa de gestación en dependencia de características propias de la hembra bovina como: según denominación vacas o vaquillonas y raza.	29
6.4	Tasa de gestación por TE según la raza puras y mestiza	30
VII.	CONCLUSIONES	32
VIII.	RECOMENDACIONES	33
IX.	LITERATURA CITADA	34
X.	ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Sección	Página
TABLA 1 PORCENTAJE DE GESTADAS DE VACAS DE ZONAS DE NICARAGUA Y ZONA DE COSTA RICA	25
TABLA 2 FACTORES AMBIENTALES METROS SOBRE EL NIVEL DE MAR: NICARAGUA Y COSTA RICA	27
TABLA 3 GRADO DE ADAPTACIÓN NICARAGUA Y COSTA RICA	28
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE LA HEMBRA: VACA O VAQUILLONAS	29
TABLA 5 PORCENTAJE DE GESTACIÓN SEGÚN CARACTERÍSTICA DE LA HEMBRA RAZA PURA O MESTIZA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Sección	Página
FIGURA 1 MACRO LOCALIZACIÓN DE JUIGALPA	17
FIGURA 2 MACRO LOCALIZACIÓN, DE CUTRIS	18
FIGURA 3 PORCENTAJE DE GESTACIÓN EN ZONA DE NICARAGUA Y COSTA RICA	25
FIGURA 4 FACTORES AMBIENTALES METROS SOBRE EL NIVEL DE MAR: NICARAGUA Y COSTA RICA	27

RESUMEN

Las condiciones climáticas, la posición geográfica, periodos de adaptación en finca, y características propias de las hembras (vaquillonas, vacas, raza) son factores que pueden interferir en la tasa de gestación por transferencia de embriones. El objetivo del estudio fue evaluar comparativamente la tasa de preñez en vacas receptoras por transferencia de embriones (TE), en Juigalpa de Nicaragua con una altura de 115 msnm y Cutris de Costa Rica con altura de 95 msnm. El estudio fue de tipo retrospectivo, observacional, de corte transversal, utilizando la base de datos del laboratorio que se dedica a la transferencia de embriones (TE), en ambas zonas tomando los datos de 400 vacas, 200 por cada zona. Se obtuvo la tasa de gestación del 41.5% en Juigalpa y el 35.5% en Cutris, esto refiere que a menor altura menor eficacia de implantación. La preñez de las hembras con adaptación menor a tres meses de permanecer en las fincas fue de: Juigalpa y Cutris (36.4% - 32.3%) respectivamente, y las hembras que tenían mayor de tres meses de permanecer en el lugar fue de: Juigalpa y Cutris (46.5% - 38.5%) respectivamente sugiriendo que el estrés tiene efecto negativo sobre la tasa de gestación por transferencia de embriones (TE). En cuanto a la categoría etaria las vaquillas en ambas zonas de estudio (Juigalpa 47.5% y Cutris 43%) superaron la tasa de gestación respecto a las vacas (Juigalpa 35% y Cutris 27%), respectivamente. Las vaquillas son receptoras más aptas para transferencia de embriones (TE), por tener bajo estrés nutricional, menos problemas sanitarios y el útero virgen es más apropiado para recibir embrión transferido. En la zona de Juigalpa la raza brahmán tuvo mayor porcentaje de gestación con respecto a las mestizas (58% 36%) en cambio en la zona de Cutris la raza Gyr Lechera reflejo menor porcentaje de gestación por transferencia de embriones (TE) respecto a las mestizas (22% y 40%) esto indica que la raza no influye en la tasa de gestación. Se concluye que la altura msnm, tiempo de adaptación de las hembras en las fincas, y características etarias de las hembras (adultas y vaquillonas) son factores que influyen sobre la tasa de gestación por transferencia de embriones (TE). Pero no la raza.

Palabras Claves: Transferencia, embriones, gestación, mestizas, vaquillonas.

ABSTRACT

Climatic conditions, geographical position, adaptation periods on the farm, and characteristics of the females (heifers, cows, breed) are factors that can interfere with the pregnancy rate due to embryo transfer. The objective of the study was to comparatively evaluate the pregnancy rate in recipient cows by embryo transfer (ET), in Juigalpa of Nicaragua with an altitude of 115 meters above sea level and Cutris of Costa Rica with an altitude of 95 meters above sea level. The study was retrospective, observational, cross-sectional, using the database of the laboratory that is dedicated to embryo transfer (ET), in both areas taking data from 400 cows, 200 for each area. The pregnancy rate of 41.5% was obtained in Juigalpa and 35.5% in Cutris, this means that the lower the altitude, the lower the implantation efficiency. The pregnancy of the females with adaptation to less than three months of staying in the farms was: Juigalpa and Cutris (36.4% - 32.3%) respectively, and the females that had been staying in the place for more than three months was: Juigalpa and Cutris (46.5% - 38.5%) respectively suggesting that stress has a negative effect on the pregnancy rate by embryo transfer (ET). Regarding the age category, the heifers in both study areas (Juigalpa 47.5% and Cutris 43%) exceeded the pregnancy rate compared to the cows (Juigalpa 35% and Cutris 27%), respectively. Heifers are more suitable recipients for embryo transfer (ET), as they have low nutritional stress, fewer health problems and the virgin uterus is more appropriate to receive the transferred embryo. In the Juigalpa area, the Brahmin breed had a higher percentage of pregnancy compared to the mestizas (58% 36%), while in the Cutris area, the Gyr Lechera breed reflected a lower percentage of pregnancy due to embryo transfer (ET) compared to the mestizo (22% and 40%) this indicates that race does not influence the gestation rate. It is concluded that height above sea level, adaptation time of females on farms, and age characteristics of females (adults and heifers) are factors that influence the pregnancy rate by embryo transfer (ET). But not the race.

Keywords: Transfer, embryos, gestation, crossbreeds, heifers.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los pilares fundamentales de la industria ganadera bovina lo constituye el componente reproductivo, cuyo principal objetivo es obtener un ternero por vaca al año para mantener una buena tasa de producción a través del tiempo. “la tasa de procreo en el ganado bovino, es un indicador que mide la eficiencia de la producción ganadera y se refiere a la cantidad de terneros producidos sobre la cantidad de vacas entoradas o inseminadas” (Britos *et al*, 2020, p. 4).

Las biotecnologías reproductivas han tenido un gran impacto en la zootecnia, desde sus inicios con la inseminación artificial (IA), esta tecnología, en los años cuarenta, revolucionó la ganadería y fue el primero de una serie de avances en el mejoramiento genético en la producción de ganado bovino que posteriormente se difundió a otras especies zootécnicas, estas han sido cuatro generaciones, en donde la producción de embriones *in vitro* es tercera después de la IA y la transferencia de embriones (TE), y anterior a la transgénesis (Oyuela y Jiménez, 2010, p. 192).

Mediante la T.E es posible acelerar el progreso genético, ya que al aumentar el número de embriones y terneros se puede determinar el potencial genético de la hembra. La eficiencia de los programas de selección y cruzamiento aumentan considerablemente con la aplicación de la transferencia de embriones (Ariza *et al*, 2019, p. 2).

La transferencia de embriones está ampliamente difundida a nivel global, aunque existen diferencias entre las regiones geográficas, más del 75% de los embriones fueron transferidos en Norteamérica, Suramérica y Europa, la principal aplicación de esta técnica es incrementar la intensidad de selección en los programas de mejora genética, al permitir obtener un elevado número de descendientes por unidad de tiempo a partir de las hembras de mayor potencial genético (García *et al*, 2018, p 3-4).

La media general de la tasa de procreo no supera el 50% y en los lugares con suelos pobres y praderas poco mejoradas los porcentajes de procreo están por debajo de los 40%. Esto significa que una vaca no llega a partir un ternero cada 2 años.

El bajo índice de procreo incrementa los costos productivos y representa pérdidas económicas importantes para los productores debido a que se mantienen en los establecimientos mayor número de vientres para obtener una cantidad determinada de terneros (Britos et al, 2020, p.4).

A pesar de los notables avances logrados, la principal limitación a la que se enfrenta este procedimiento es el reducido número de embriones transferibles obtenidos en cada recogida, lo que repercute en el coste de cada uno de ellos (García et al, 2018, p. 5).

Por esta razón en este estudio se evaluaron los factores que afectan la preñez en los programas comerciales de transferencia de embriones a través de una comparativa de la gestación de embriones bovinos entre las zonas de Juigalpa-Nicaragua y Curis, Costa Rica.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Contrastar comparativamente la tasa de gestación por transferencia de embriones bovinos en las zonas de estudio entre Nicaragua y Costa Rica en los años 2022 y 2023.

2.2 Objetivos Específicos

- 2.1.1 Evaluar el efecto de los factores ambientales (altitud) y fisiológicos (adaptación al entorno) y su influencia sobre el porcentaje de gestación.
- 2.1.2 Determinar la tasa de gestación en las zonas de estudio entre Nicaragua y Costa Rica por transferencia de embriones bovinos de aspiración folicular.
- 2.1.3 Comparar la tasa de gestación en dependencia de las características propias de la hembra receptora bovina como raza (pura-mestiza) y edad (vacas multíparas-vaquillonas).

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis de Investigación

Los porcentajes de gestación por transferencias de embriones bovinos en Nicaragua y Costa Rica no poseen diferencias significativas en condiciones ambientales lo más similar posible.

3.2 Hipótesis Nula

Los factores ambientales, fisiológicos y características propias de la hembra no influyen en los porcentajes de gestación por transferencia de embriones bovinos en Nicaragua y Costa Rica.

3.3 Hipótesis Alternativa

Los porcentajes de gestación por transferencia de embriones bovinos en Nicaragua y Costa Rica se ven alterados por factores ambientales, factores propios de la hembra y factores de efectos fisiológicos.

IV. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Procedimiento de la transferencia de embriones

4.1.1 Transferencia de embriones

Britos *et al* (2020) afirma con respecto a la transferencia de embriones lo siguiente:

La transferencia de embriones es una biotecnología que permite recolectar embriones de una hembra donante y transferirlos a las receptoras con el fin de completar el periodo de gestación. Tiene gran importancia en el mejoramiento genético porque acelera y confiere mayor precisión en el proceso de selección animal, aparte de lograr genéticamente superiores impide que el descarte de los mismos sea realizado de manera precoz (p. 6).

Con respecto a la técnica de embriones, García *et al* (2018), indica lo siguiente:

La transferencia de embriones es una técnica que consiste en recoger los embriones de una hembra donante y transferirlos al útero de unas hembras receptoras, en las que se completará la gestación. Es una técnica plenamente consolidada, ya que se utiliza con asiduidad desde hacer más de 40 años con unos resultados más que aceptables (p. 1).

La principal aplicación de esta técnica, según García *et al* (2018), describe lo siguiente:

Es incrementar la intensidad de selección en los programas de mejora genética, al permitir un elevado número de descendientes por unidad de tiempo a partir de las hembras de mayor potencial genético. Además, cuando se combina con semen sexado, facilita la obtención de individuos del sexo deseado para la selección, con una eficacia del 90%. Sin embargo, no debemos olvidar que también puede utilizarse con fines sanitarios (p. 1).

Valencia y Rodríguez (2023, indican con respecto a la transferencia de embriones lo siguiente:

Diversos estudios evidencian el impacto de los factores que influyen en la efectividad de la técnica, los factores intrínsecos los cuales son propios del animal y están directamente relacionados a la fisiología del mismo, así también, factores relacionados con el embrión, y los factores extrínsecos que se relacionan al medio que rodea a los animales y que afecta de alguna manera la fisiología del animal (p. 327).

Efecto de la edad sobre el resultado de la transferencia:

Hasler *et al.*, (como se citó en L. Murga et al, 2015), indican lo siguiente:

Muchos de los datos publicados sobre el efecto de la edad embrionaria y/o del estadio del desarrollo al momento de la transferencia sobre la tasa de supervivencia, derivan del análisis retrospectivo de transferencia, donde el factor edad se confunde con el grado de sincronismo y el método de transferencia, entre otros. La mayoría de los embriones bovinos son recolectados y transferidos con una edad de 6 a 8 días y no queda claro si realmente hay un efecto de la edad en días o del estadio de desarrollo (p. 56).

Efecto de la raza sobre el resultado de la transferencia:

Broadbent *et al.*, (como se citó en L. Murga et al, 2015) indican sobre las evidencias en la literatura con respecto al efecto de la raza:

Generalmente se prefiere a las razas cruzas antes que, a las puras, posiblemente porque las primeras sean más fértiles. Según la opinión del autor, las cruzas entre las razas británicas y la Holstein son preferibles a las cruzas continentales porque ellas son baratas, de tamaño medio y de buen potencial lechero, además algunas cruzas continentales son consideradas temperamentales (p. 56).

Por otra parte, prefieren animales de origen lechero, particularmente si se trata de vaquillanas o vacas jóvenes, antes que animales para carne con cría al pie. Argumentan su elección en que dichos animales son más dóciles y probablemente más fértiles. Además, generalmente ofrecen menos dificultades para llevar a cabo la transferencia (p. 56).

4.1.2 Evaluación de los embriones

Para Selk (2002), con respecto a la evaluación de los embriones:

Los mejores valores que predicen la adecuada viabilidad de los embriones son la fase de desarrollo según el tiempo pasado desde la ovulación, y el estado general de estos. Por lo tanto, una vez se han recogido hay que clasificarlos por estos criterios. Esta categorización resulta bastante subjetiva, pero para poder establecer un criterio internacional, la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS) ha establecido ciertos grados atendiendo a: forma y tamaño de los embriones y los blastómeros; color, textura del citoplasma y la presencia de vesículas en este; existencia o ausencia de células anómalas y regularidad de la zona pelúcida (p. 1-4).

Para Janke *et al* (2015), La clasificación según el estado de desarrollo:

1. Sin fecundar: Tan solo se observa una célula ocupando el espacio embrionario, por lo que se puede asumir que corresponde con un ovocito sin fecundar. Mantiene una zona pelúcida intacta, una membrana vitelina completamente esférica, granularidad del citoplasma uniforme y un espacio vitelino moderado.
2. 2-12 células. Se suele encontrar en el oviducto, en hembras donde la recogida se ha llevado a cabo alrededor de los 5 días tras el celo, por lo que si lo encontramos en hembras donde la recogida ha sido en los días 6-8 suele indicar muerte o degeneración.
3. Mórula joven. Encontramos alrededor de 16 blastómeros en el interior, pero es difícil diferenciarlos entre ellos por la superposición que hay, de modo que ocupan gran parte del espacio perivitelino.

4. Mórula compacta: Los blastómeros están aglomerados, ocupando alrededor del 60-70% del espacio perivitelino, por lo que resulta imposible diferenciarlos.
5. Blastocistos jóvenes. La principal característica del blastocisto es la presencia de líquido en la cavidad denominada "blastocele". Los trofoblastos ya diferenciados son fácilmente visibles entre el blastocele y la zona pelúcida. Las células que componen el embrión ocupan aproximadamente el 70-80% del espacio perivitelino.
6. Blastocisto. Aquí la cadena de trofoblastos se diferencia claramente, gracias también al gran tamaño que mantiene el blastocele. A no ser que el embrión esté parcialmente colapsado, no encontraremos líquido presente en el espacio perivitelino.
7. Blastocisto expandido. Este estadio es el primero que aumenta su tamaño considerablemente en comparación a los anteriores, el blastocele ocupa gran parte del espacio interior y el espacio perivitelino desaparece. La zona pelúcida disminuye su grosor hasta aproximadamente un tercio de su grosor inicial.
8. Blastocisto eclosionado: El blastocisto eclosionado bien se puede encontrar totalmente liberado de la zona pelúcida como en proceso de estarlo. Los embriones aquí ya son completamente esféricos, con un blastocele marcado. Este estadio puede resultar complejo de identificar porque en ocasiones se encuentra colapsado, haciéndolo fácilmente confundible con una pieza de tejido endometrial porque carece de zona pelúcida (p. 733-748).

Clasificación según los de mayor validez según Gonella, Atuesta, Bernal y Chacón (2013), indican:

- Calidad 1: cumulus compacto presente, conteniendo más de tres capas de células. Citoplasma con granulaciones finas y homogéneas, zona pelúcida llena, compacta y de coloración marrón.
- Calidad 2: cumulus compacto parcialmente presente con menos de 3 capas de células. Citoplasma con granulaciones estas más concentradas en el centro y más distribuidas en la periferia o condensadas en una sola zona aparentando una mancha oscura.

- Calidad 3: Cumulus presente, pero expandido. Citoplasma contraído con espacio la membrana celular y la zona pelúcida, degenerado, vacuolizado o fragmentado.
- Calidad 4: Oocito desnudo sin células de cumulus (p. 70-71).

4.1.3 Procedimiento para la aspiración folicular

La fertilización in vitro es una técnica que facilita la unión de los gametos masculinos y femeninos para formar un cigoto en condiciones de laboratorio; el espermatozoides seleccionado es capacitado y se co-incuba con el complejo cumulus-ovocitos maduros (Bonilla, 2019, p. 10).

Para Britos (2020), el procedimiento para la aspiración folicular es el siguiente:

1. Contención de los animales, sujetándolos en un cepo.
2. Aplicación de anestesia Epidural baja con Lidocaína al 2% (6 ml en cebuínas y 8 ml en taurinas).
3. Limpieza y desinfección de la vulva, retirando todo posible material contaminante.
4. Palpación rectal con ecógrafo para localizar y evaluar las condiciones ováricas (Cantidad de folículos a ser aspirados). Separación de los labios vulvares e introducción de la guía de aspiración folicular acoplado a un traductor transvaginal microconvexo y una aguja número 20 conectado a la bomba de aspiración y ecógrafo de buena resolución, asegurando éste al techo de la vagina en contacto con los ovarios.
5. Localización de los folículos y activación de la bomba de aspiración folicular procedimiento a la punción de cada folículo y aspiración de los oocitos.
6. Aspiración de los folículos de mayor tamaño (5 mm de diámetro en adelante, dependiendo de la raza), para luego ser seleccionados.
7. Registro del número o registro particular (RP) de la donante (p. 12).

4.1.4 Condiciones sanitarias hembra donante

Para J. Ninabanda (2022), indica respecto a las condiciones de la hembra donante:

Toda vaquilla sexualmente adulta y sin patologías reproductivas, así como toda vaca sana y sin trastornos ginecológicos puede ser tomada como receptora. Siendo animales sanos reproductivamente, buen estado nutricional, capacidad genética para poder alimentar a la cría y que la misma pueda expresar todo su potencial genético.

Para Selk (2002), con respecto a las condiciones sanitarias menciona lo siguiente:

Debe ser importante determinar que el animal donante cumple todos los requisitos necesarios, tanto sanitarios como fisiológicos, para que la transferencia sea exitosa, se establece que sanitariamente una vaca donante ha de proceder de un rebaño:

- Indemne de tuberculosis,
- Indemne de brucelosis,
- Indemne de leucosis en enzoótica bovina o sin casos clínicos en los últimos 3 años,
- Sin casos clínicos de rinotraqueítis infecciosa bovina / vulvovaginitis purulenta infecciosa.
- Ciclos estrales regulares comenzados a edad adecuada,
- Historia de no haber necesitado más de dos inseminaciones por concepción,
- No haber tenido problemas en partos anteriores,
- No haber sufrido irregularidades reproductivas,
- No tener defectos conformacionales,
- No tener defectos genéticos detectables (p. 1-4).

4.1.5 Condiciones sanitarias hembra receptora

Cliff y Mercadente (2015) menciona lo siguiente:

Con el objetivo de obtener unos buenos resultados en la recepción del embrión, se recomienda que la hembra receptora cumpla, como mínimo, los mismos requisitos sanitarios que la donante. Se establecen las enfermedades obligatorias, pero para asegurar la buena viabilidad del embrión se recomienda, que el animal esté libre de paratuberculosis, diarrea vírica bovina, anaplasmosis y Neospora (p. 723-732).

4.1.6 Transferencia de embriones

Martínez, *et al* (2006), indica lo siguiente:

Al fin de evitar problemas de fertilidad por un manejo inadecuado o forzado, se recomienda, realizar una anestesia epidural en la hembra receptora si está muy nerviosa. A la hora de realizar la transferencia a la hembra receptora es muy importante ecografiar detalladamente los ovarios, ya que el embrión será depositado en el cuerpo ipsilateral al ovario donde encontramos un cuerpo lúteo.

Con la zona perineal lavada, se introducirá la vaina de inseminar la pajuela que contiene el embrión deseado, y una vez el cérvix se llevará el cuerno elegido para depositar la dosis en la curvatura anatómica que este realiza, asegurando que el orificio de salida no queda obstruido por la pared del cuerno (16-26).

4.1.7 Diagnóstico de preñez

Britos (2020), menciona lo siguiente:

Se puede determinar el número de vacas receptoras que logran preñar con éxito los embriones transferidos. El proceso de diagnóstico de preñez se realiza a los 30 días luego de la transferencia de embriones y la confirmación de la gestación a los 90 días del mismo.

En ambos casos el diagnóstico de la preñez se debe realizar con ultrasonografía de tal manera a identificar los embriones implantados y demás estructuras del útero (p. 19).

4.2 Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones

4.2.1 Factores extrínsecos

4.2.1.1 Ambientales

Para Oyuela y Jiménez (2010), con respecto a los factores extrínsecos menciona lo siguiente:

El medioambiente como elemento constante en todo tipo de producción pecuaria ejerce influencias positivas y negativas sobre los organismos. Esto se ve claramente expresado en los animales de zonas subtropicales, que tienen un ciclo reproductivo activo solo durante una época del año. Los factores ambientales pueden afectar los porcentajes de preñez en las fincas; dentro de éstos, el estrés calórico ha sido uno de los factores que más se ha estudiado (p.192).

Franco *et al* (2006), indica:

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P-0,02) en programas de inseminación artificial (IA) para novillas Holstein en el estado de la Florida, Estados Unidos: 21,4% (40/187) para los meses de octubre, noviembre, febrero y marzo; y 13,5% (39/290) para los meses de calor (mayo a septiembre) (p. 945-954).

Hasler (2001), menciona lo siguiente:

No todos los autores reportan cambios a las diferentes épocas del año. Un estudio realizado por Hasler, sobre los factores que afectan la preñez por TE convencional, no encontró diferencias ($p>0,05$) en los porcentajes de preñez para las diferentes estaciones: primavera 68,8% (n=2718), verano 67.7% (n=2004), otoño 67.8% (n=1907) e invierno 68.5% (n=2394) (p. 1401-1415).

4.2.1.2 Manejo y administrativos

Stroud y Hasler (2006), menciona lo siguiente

En las diferentes explotaciones es normal que se presenten diferencias administrativas que alteren los resultados de los programas, como, por ejemplo, el tipo y la cantidad de suplementación mineral que se suministra, la disponibilidad de forraje verde en poteros, la disponibilidad de forraje almacenado tipo silo o heno, el estrés causado por malas prácticas de manejo como golpes en exceso al conducir los animales o en los corrales (p.65-76).

Los factores de manejo que pueden afectar los resultados de un programa de transferencia de embriones son los relacionados con: alimentación, estrés de los animales y condiciones que afecten el bienestar. Se encuentra que existe un efecto del manejo entre las explotaciones, como las relacionadas con la experiencia del equipo de la finca en cuanto a manejo de ganado bovino, además de las dificultades de algunas instalaciones como corrales que causan estrés elevado de manejo (p.65-76).

4.2.1.3 Nutricionales

Granja *et al* (2012), menciona lo siguiente:

Los efectos de la nutrición sobre la reproducción han sido extensivamente examinados usándose la energía como variable. El consumo insuficiente de energía está relacionado al pobre desempeño reproductivo, resultando en un periodo prolongado de anestro pos-parto, baja producción de progesterona por el cuerpo lúteo y baja tasa de concepción. La energía es el factor limitante para las vacas en periodo de transición; sin embargo, el aumento de la densidad energética puede ser más complicado (p. 466).

Ninabanda (2022), menciona lo siguiente:

En el periodo de gestación aumentan las necesidades de manganeso, selenio y cobalto que influyen directamente en el interior desarrollo de la placenta, feto y en procesos del parto, el aporte continuo de sales minerales antes y después del parto debe ser tomado con gran atención, por lo tanto, la nutrición debe ser estricta antes del periodo parto para evitar un exceso de alimentación y problemas al momento del parto (p. 154).

4.2.2 Factores intrínsecos

4.2.2.1 Diámetro del cuerpo lúteo

Oyuela y Jiménez (2010), mencionan lo siguiente:

El cuerpo lúteo presente al momento de la implantación del embrión juega un papel importante en los resultados de la transferencia de embriones ya que se espera que secreta suficiente cantidad de progesterona para el mantenimiento de la preñez del embrión transferido. La progesterona es secretada por el cuerpo lúteo que se forma en el mismo sitio del ovario donde ocurrió la ovulación que produjo la preñez, ayuda en el establecimiento y mantenimiento de esta, y a que se produzca un parto exitoso.

Debido a la importancia del cuerpo lúteo en la preñez, diferentes autores han buscado optimizar este factor ya sea asegurando la formación del mismo, buscando un buen tamaño o estimulando la formación de varios cuerpos lúteos (p.195).

Armas, Gracia y Solís (2018), indican lo siguiente:

El Cuerpo Lúteo (CL), es una glándula endocrina transitoria, secretora de progesterona (P4), se plantea que aquellos ovarios que presentan un CL de mayor tamaño, presentan una mayor cantidad de células luteales funcionando y produciendo P4, lo cual ha sido correlacionado con altos porcentajes de preñez en las técnicas de TE e IA, una evaluación exhaustiva del CL se hace necesaria y ha quedado demostrada la superioridad de la ecografía sobre la exploración clínica por palpación manual para diagnóstico ovárico (párr. 5-6).

4.2.2.2 Factores asociados al embrión

Oyuela y Jiménez (2010), mencionan lo siguiente:

La observación y clasificación de los embriones por transferir es esencial en los trabajos de TE convencional tienen la misma dinámica de desarrollo, y los parámetros de clasificación se pueden aplicar de igual forma en cualquiera de los dos procesos. Las diferencias morfológicas están dadas porque el desarrollo del embrión PIV es ligeramente más rápido que el de TE convencional; prueba de esto es que embriones de día-7 PIV son principalmente blastocitos expandidos, mientras que el convencional este mismo día se encuentran mayormente blastocistos tempranos (p.196).

4.3 Efecto del estado de desarrollo en la tasa de preñez

Valencia, Rodríguez y Mantilla (2023), mencionan lo siguiente:

Estadio del embrión se refiere al tiempo y desarrollo del embrión teniendo en cuenta las pautas de clasificación establecidas por la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS), identificando con las letras BL: (blastocito

inicial), donde blastocito inicial alrededor de 5 días de desarrollo, BL: blastocito con 6 días de desarrollo, BX: blastocito expandido con 7 días de desarrollo y BN: blastocito en eclosión se encuentra rompiendo la zona pelúcida. El grado de desarrollo del embrión tienen un impacto importante en los resultados de preñez de las receptoras (p. 330).

Hasler (2001), menciona lo siguiente:

Si bien existe una clara tendencia a que la tasa de preñez de embriones de calidad excelente y en embriones de mayor desarrollo sea mejor, en la aplicación comercial de la técnica no siempre es recomendable transferir solo embriones de calificación excelente o solo embriones de desarrollo avanzado. El resultado final de la aplicación de la técnica es cantidad total de animales preñados y no tasa de preñez; para el criador es mejor una buena cantidad de preñeces sacrificando la tasa, que una buena tasa de preñez con pocos animales preñados (p. 1401-1415).

IICA (2004) indica lo siguiente:

Según datos de la CENAGRO sitúan a Nicaragua en el último lugar de Centroamérica y en la región latinoamericana, con una tasa de parición de un 46%, en el resto de países centroamericanos es de un 60 a 70% y en el resto de Latinoamérica de un 85-90, y en Estados Unidos es de un 92%.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del área de estudio

El trabajo investigativo se realizó en dos zonas.

La primera zona se localiza en el Municipio de Juigalpa, ubicada a una distancia de 139 kilómetros, con las coordenadas geográficas de latitud 11°40' y 12°30' Norte y de Longitud 84°35' y 85°40' Oeste. Su altitud promedio que presenta es de 116.85 msnm, con una temperatura media de los 28 grados centígrados, siendo los meses más calientes de marzo a mayo y los meses más fríos de diciembre a enero, en el periodo de lluvia varía entre 5 a 7 meses. Su precipitación anual varía entre 1,000 y 1,500 mm/año.

Figura 1 Macro Localización de Juigalpa



Nota: Mapa Departamento de Chontales. Fuente: Telcorm 2023.

La segunda zona de estudio corresponde a Cutris, Alajuela, Costa Rica ubicada en la zona está ubicado en la región septentrional del país y limita con 7 distritos. Su cabecera, el pueblo de Boca Arenal, está ubicada a 33.4 km al norte de Ciudad Quesada y 133 Km al NO de San José la capital de la nación. Cutris cuenta con un área de 848.01 km y una altitud media de 65 msnm, presenta un relieve llano en la mayoría de su territorio.

Figura 2 Macro Localización, de Cutris



Nota: Mapa Departamento Cutris. Fuente: Starborad, 2023.

En el presente estudio se realizó transferencias de embriones a 400 bovinas receptoras entre vaquillonas y vacas de la zona de Nicaragua (200) y Costa Rica (200). En Nicaragua 150 receptoras mestizas y 50 receptoras puras de la raza Brahaman. En Costa Rica 150 receptoras mestizas y 50 receptoras puras de la raza Gyr Lechero.

5.2 Diseño metodológico

El presente estudio es de tipo retrospectivo, observacional, de corte transversal se realizó una comparativa de porcentajes de gestación y el manejo de adaptación de hembras receptoras y un comparativo entre la zona de Juigalpa, Nicaragua y la zona de Cutris, Costa Rica en el periodo de febrero de 2022 a febrero de 2023.

Es de tipo retrospectivo porque tuvo como objetivo averiguar los factores de riesgos y otras asociaciones y relaciones que tiene un grupo en común, se utilizaron base de datos clínicas, también es denominado estudio de control, se tiene control del número de la muestra.

Dicha investigación tuvo como fin evaluar en condiciones lo similar posible de temperatura, metros sobre el nivel del mar; el tiempo de adaptación de las hembras receptoras en las fincas; y se compararon los porcentajes de gestación por transferencias de embriones respecto a la razas y edad de las receptoras para poder realizar una correlación de los resultados obtenidos y poder elaborar un análisis que permita determinar su porcentaje de gestación entre las dos zonas.

5.2.1 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Las vacas receptoras fueron animales mestizos con cruces de las razas: Yersey, Pardo, Suizo, Holstein y Brahaman.
- No estar bajo ningún tratamiento farmacológico.
- Mostrar signos de actividad ovárica y tener un cérvix adecuado para la transferencia.
- Estar clínicamente sanas.

Criterios de exclusión:

- Vacas receptoras con patologías del sistema reproductor.
- Vacas receptoras con pelvimetría cerrada o cinturón pélvico estrecho.

- Vacas receptoras con historial de enfermedades infecciosas.
- Vaca receptora con el cérvix deformada o torcida lo que imposibilita la correcta transferencia del embrión.

5.2.2 Fase de campo

La fase de campo relacionada con este estudio consistió en la colaboración mutua de los laboratorios de ambos países en facilitar la obtención de datos, mediante la observación y colaboración a los médicos encargados de los pasos del proceso de transferencia de embriones bovinos.

La cual fue llevada a cabo en Nicaragua y Costa Rica en las zonas descritas de Juigalpa Chontales y Cutris Costa Rica.

La fase de campo en este estudio es observacional la cual consistió en acompañar, observar, ayudar y aprender de los expertos encargados de las diferentes etapas de un ciclo de transferencia de embriones.

Los pasos del ciclo de gestación por transferencia de embriones son los siguientes y todos ellos detallados anteriormente:

- Selección receptora.
- Sincronización de receptoras.
- Trasplante de embriones.
- Diagnóstico de preñez.

5.2 Variables evaluadas

Variable	Definición	Indicador	Instrumento
1. Tasa de gestación	Cantidad de vacas preñadas del número total de animales trabajados en la transferencia de embriones.	Preñada Vacía	Formato Excel
2. Posición Geográfica	Se refiere a la posición específica de un punto de superficie terrestre en relación a otro punto de referencia.	Altitud	GPS
3. Adaptación	Proceso de organismo que permite adaptarse a las condiciones de su hábitat con el fin de desarrollar con éxito sus funciones.	Animal adaptado a la zona de estudio por más de tres meses o animal nuevo en la zona de estudio.	Encuesta semi cerrada.
4. Edad	Lapso de tiempo que transcurre desde que nace el momento de referencia.	Vacas multíparas Vaquillonas	Registros productivos
5. Raza	Población de animales suficientemente uniformes como para que se la pueda considerar diferentes de otros animales de la misma especie por asociaciones de criadores.	Vaca Pura – Vaca Mestiza.	Encuesta Registros Productivos

Fuente: Elaboración propia

5.3 Recolección de datos

La recolección de datos de este estudio se realizó en dos partes:

- 1- Mediante la obtención de datos en fase de campo por encuestas y la observación de los criterios como factores ambientales y factores propios de la hembra.
- 2- Gracias a la información proporcionada por los laboratorios en periodos de prácticas veterinarias y ayudas en común para la obtención de datos necesarios.

Los elementos de la encuesta son:

- Nombre del dueño de finca.
- Ubicación de la propiedad.
- Número de animales receptoras a trabajar.
- Temperatura y metros sobre el nivel del mar en cada finca.
- Tiempo de adaptación de los animales receptoras en la finca.
- Razas más comunes utilizadas para receptoras.
- Edad de las vacas receptoras.
- Número de partos de la vaca receptora.
- Tipo de alimentación.
- Tipos de pastos utilizados en cada finca.
- Tipo de minerales utilizados.
- Plan sanitario.
- Tipo de instalaciones.

Como parte de la obtención de los datos de ambos países mediante tres hojas de campo para los diferentes procesos del ciclo de transferencia de embriones bovinos los cuales son:

- Hoja de campo para selección de receptoras.
- Hoja de campo para transferencia de embriones.
- Hoja de campo para confirmación de gestación.

En la primera hoja de campo la cual es selección de receptoras se recolectan algunos aspectos importantes como:

- Sistema reproductor sano y funcional desarrollado apto para el tratamiento hormonal.
- Cual ovario va ciclar.
- Tamaño de cuerpo lúteo.

En la segunda hoja de campo la cual es transferencia de embriones se utilizan algunos datos importantes como:

- Nombre y raza del toro donador.
- Número y raza de la donadora.
- Número de la receptora.
- Tipo de estadio embrionario.
- Lado del ovario (derecho o izquierdo).
- Observaciones.

En la tercera hoja de campo la cual es confirmación y reconfirmación de gestación nos da los datos siguientes:

- Confirmación de gestación a los 30, 45 y 60 días en dependencia del plan de cada laboratorio.
- Gestación positiva o negativa.

5.4 Análisis de datos

Los resultados de cada una de las variables obtenidas se ordenaron en Excel y posteriormente se aplicó el programa estadístico SPSS para determinar el grado de correlación de Pearson con el objetivo de evaluar la significancia de las variables, así mismo elaborar las tablas de salida, gráficos y algunos cruces de variables para su posterior análisis.

5.5 Materiales y equipos

MATERIALES
Bolígrafo
Tela de campo
Borrador
Lápiz de grafito
Libreta de apuntes
Encuesta seno cerrada
Selección y recolección de datos
Tabulación de datos

EQUIPOS
Computadora
Teléfono celular
Cámara fotográfica
Guantes
Gabacha

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Tasa de gestación en hembras bovinas receptoras en las zonas de estudio Nicaragua y Costa Rica por transferencia de embriones.

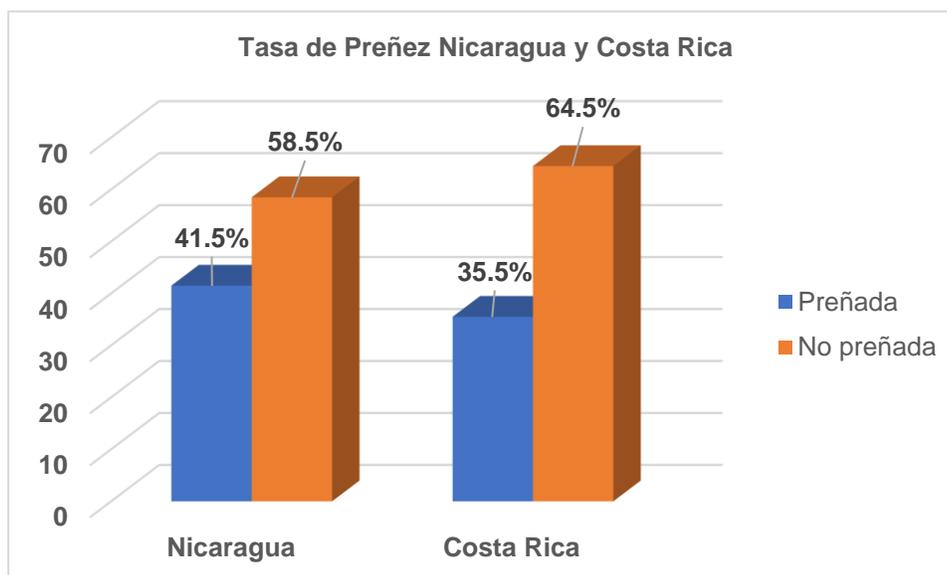
De las 400 hembras bovinas (vaquillonas y vacas receptoras mestizas) utilizadas como receptoras para transferencias de embriones por cada zona de estudios se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1 Porcentaje de Gestadas de vacas de zonas de Nicaragua y zona de Costa Rica

Porcentaje de Gestación en las zonas de:		
	Nicaragua	Costa Rica
Preñada	41.5% (83)	35.5% (71)
No Preñada	58.5% (117)	64.5% (129)
TOTAL %	100	100

Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

Figura 3 Porcentaje de Gestación en Zona de Nicaragua y Costa Rica



Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

En la tabla 1, se observa que la tasa de preñez en zonas de estudio de Nicaragua respecto a las zonas de Costa Rica, del total de doscientas vacas por zonas se determinó que la diferencia en el porcentaje de preñez fue de 6 puntos, sin embargo, la preñez efectiva en Nicaragua fue de 41.5% (83) y en Costa Rica fue de 35.5% (71) siendo mayor en la zona de Nicaragua. Estos resultados coinciden con diferentes estudios donde sugieren que la tasa de gestación en hembras bovinas por trasplantes de embriones puede variar entre el 40% y el 70%, sugiriendo que la mayor tasa de gestación se da cuando se utiliza embriones frescos y es baja al utilizar embriones congelados (Benyei *et al* 2006; Chacón *et al.* 2016), también se ha descrito que la tasa de gestación depende de otros factores, como la calidad, estado del embrión, la sincronización del ciclo estral entre la donante y receptora, manejo reproductivo y sanitario de las hembras y técnica de transferencia empleada.

Demmers, et al. (2001), sugiere que también puede estar relacionadas con la calidad del cuerpo lúteo, el grado de sincronía y la raza de la receptora. Para el reconocimiento materno embrionario, el embrión debe encontrar un medio uterino apropiado, inducido por la progesterona lútea, ya que esta estimula la producción de una variedad de secreciones endometriales, necesarias para el adecuado desarrollo de los embriones.

6.2 Evaluación del factor ambiental de altitud y fisiológico de la adaptación que influye en el porcentaje de gestación por transferencias de embriones

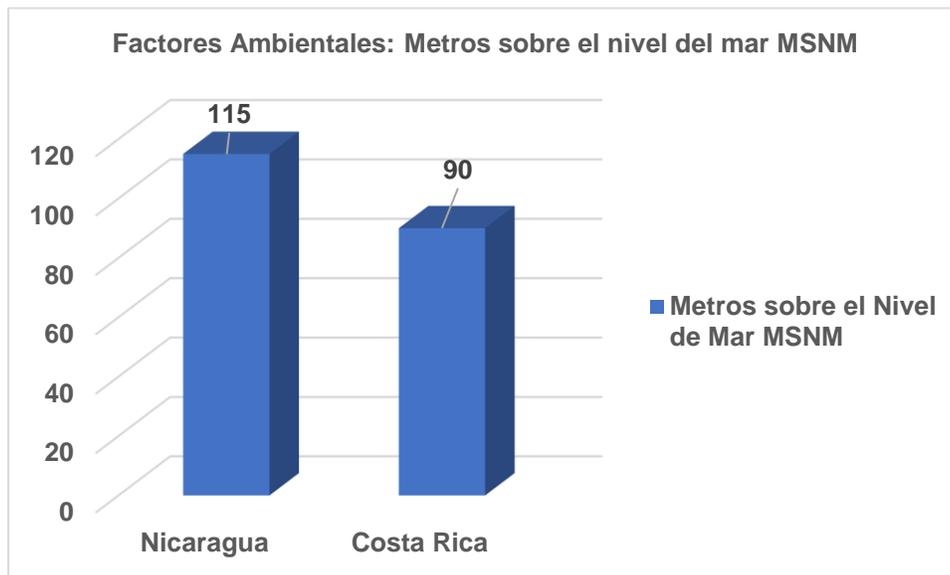
Uno de los factores ambientales como influyente en los procesos reproductivos de los bovinos está basado en la altitud (metros sobre el nivel del mar) en este sentido se observó que existe diferencia de 25 metros más en zonas de Nicaragua (115msnm) con respecto a las zonas de Costa ricas (90msnm) (Tabla 2).

Tabla 2 Factores ambientales metros sobre el nivel de mar: Nicaragua y Costa Rica

Factores ambientales metros sobre nivel de mar		
	Nicaragua	Costa Rica
msnm	115	90

Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

Figura 4 Factores ambientales metros sobre el nivel de mar: Nicaragua y Costa Rica



Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

Estos resultados sugieren que la altura puede verse involucrada en la tasa de gestación de las hembras bovinas del grupo de estudio, según Hahn y col (2003) señalan que existen factores físicos ambientales que afectan al ganado y corresponden a una compleja interacción de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica luz ultravioleta y que la temperatura ambiente es un indicador del estrés.

Block J. y col 2003; López-Gatius F, y col 2004; García-Ispierto I, et al 2006 coincidieron en que la menor fertilidad observada durante la época cálida puede ser explicada por la pérdida embrionaria temprana la cual ha sido asociada cuando las vacas receptoras recibieron un embrión al inicio del verano.

Rhoads ML y col (2007), sugiere que la baja tasa de gestación en altas temperaturas está implicada a los eventos se asocia al menor consumo de materia seca, Wheelock JB, y col (2006) los asocian al balance de energía negativo.

Otro factor que se tomó en cuenta fue el periodo de adaptación que tuvieron las hembras receptoras nuevas en la explotación ganadera. (tabla 3)

Tabla 3 Grado de adaptación Nicaragua y Costa Rica

Porcentaje de Gestación por efecto de *Adaptación					
		Zona de Nicaragua (N=200)		Zona de Costa Rica(N=200)	
		Menor de 3	Mayor de 3	Menor de 3	Mayor de 3
Total	Recuento	99	101	96	104
	% gestación	49.5%	50.5%	48%	52%
Porcentaje de Gestación	Recuento	36	47	31	40
	% Gestación	36.4%	46.5%	32.3%	38.5%
No Gestada	Recuento	63	54	65	64
	% de no Gestada	63.6%	53.5%	68%	62%

Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

En la tabla 3 Se observa que: de las 99 (49.5%) vacas de la zona de Nicaragua que tenían menos de tres meses de adaptación en la finca, solo 36 (36.4%) quedaron gestada, habiendo mayor gestación por TE en esta zona con respecto a la zona de Costa Rica que, de las 96 (48%) vacas, solo 31 (32.3%) de las hembras quedaron gestadas del mismo periodo.

Esto sugiere que el estrés por adaptación tiene un efecto negativo sobre la tasa de gestación, y posiblemente se deba a lo planteado por Rivest, 1991, que deduce a que el eje hipotálamo hipófisis – ovario (HHO) puede ser inhibido por los componentes del eje hipotálamo - hipófisis gonadal (HHA). A nivel del sistema nervioso central se inhibe la secreción de la GnRH, en la hipófisis se interfiere con la liberación de la LH inducida por la GnRH, y a nivel gonadal se altera el efecto de las gonadotropinas sobre la secreción de esteroides sexuales (Rivier y Rivest, 1991).

La hormona corticotropina (CRH), es un polipéptido que rige la respuesta del HHA antes situaciones de estrés y es un potente inhibidor del generador de pulsos GnRH (Cates et al., 2004; Li et al., 2006).

Sin embargo, las vacas que permanecieron a más de 3 meses del periodo de adaptación en la finca se observó que, en la zona de Nicaragua de las 101 (50.5%) vacas, solo 47 (46.5%) quedaron gestadas por TE observándose mayor tasa de gestación con respecto a la Zona de Costa Rica que de 104 (52%) de vacas que fueron transferidas solo 40 (38.5%) quedaron gestadas. Por lo que se confirma el efecto negativo del estrés por adaptación sobre la reproducción.

6.3 Tasa de gestación en dependencia de características propias de la hembra bovina como: según denominación vacas o vaquillonas y raza.

Porcentaje de gestación de las hembras bovinas según la categoría etaria (Vaca y novillas).

En la tabla 4 representa el porcentaje de gestación de las hembras bovinas según la categoría etaria (Vaca y vaquillonas).

Tabla 4 Características propias de la hembra: Vaca o Vaquillonas

			Zona de Nicaragua (N=200)		Zona de Costa Rica(N=200)	
			Vaca	Vaquillonas	Vaca	Vaquillonas
	Total	Recuento	97	103	95	105
		% de Gestadas	48.5%	51.5%	47.5%	52.5%
Porcenta	Gestadas	Recuento	34	49	26	45
je de		% de Gestadas	35%	48%	27%	43%
Gestació		Recuento	63	54	69	60
n	No Gestadas	% de no Gestada	65%	52%	73%	57%

Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

En la cual se observa que en la zona de Nicaragua del 48.5% (97), solo alcanzo el 35% (34) de vacas gestada por TE, en cambio en la Zonas de Costa Rica del 47.5%

(95) de vacas receptoras solo el 27% (26), con respecto a las vaquillonas en la zona de Nicaragua del 51.5% (103) solo se logró gestar el 48% (49) vaquillonas receptoras y en Costa Rica del 52.5% (105) lograron a gestarse el 43% (45) vaquillonas.

Estos resultados son relativos con estudios realizados por Hasler (2001) que comparó la transferencia de embriones entre novillas y vacas multíparas de la raza Holstein Friesian, obteniendo mejores resultados con la utilización de novillas (70.5% contra 52%, respectivamente). Para transferencia de embriones se debe tomar como referencia receptora saludables, ya que las tasas de gestación comúnmente se deben a problemas en el manejo de la receptora. Por otro lado, las vaquillonas son seleccionadas principalmente como receptoras porque es menos probable que se encuentren bajo estrés nutricional o que tengan historia de problemas sanitarios, además el útero virgen es más apropiado para recibir embrión transferido.

6.4 Tasa de gestación por TE según la raza puras y mestiza

Tabla 5 Porcentaje de Gestación según característica de la hembra raza Pura o Mestiza

			Porcentaje de Gestación según raza *Pura o Mixta			
			Zona de Nicaragua (N=200)		Zona de Costa Rica(N=200)	
			Pura	Mestiza	Pura	Mestiza
Total	Recuento		50	150	50	150
	% gestación		25.0%	75.0%	25.0%	75.0%
Porcentaje de Gestación	Recuento	Gestación	29	54	11	60
	% Gestación		58%	36%	22%	40%
	Recuento	No Gestada	21	96	39	90
	% de no Gestada		42%	64%	78%	60%

Nota: En base a datos de zona Nicaragua y Costa Rica

En la tala 5 se observa que el porcentaje de preñez por transferencia de embriones en las vacas de raza Gyr Lechero fue 22% (11) respecto a las mestizas 40% (60) en las zonas de Costa Rica demostrándose así mayor tasa de gestación en las vacas receptoras mestizas. Investigaciones realizadas por Lozano et al. 2010, en condiciones templadas y cálidas, demostraron bajas tasas de gestación por TE en receptoras de razas Holstein en periodos cálidos, por lo que indican que las condiciones de calor afectan el medio materno interno para instaurar la gestación

Lo contrario se obtuvo en la tasa de gestación por TE en la zona de Nicaragua en la que mostro mayor tasa de gestación en la raza pura Brahman 58% (29) y en las mestizas se observó que tuvo menor porcentaje 36% (54) en investigaciones realizadas por Grajales, H. Hernández y Prieto, E., (2006), en términos de raza existen diferencias entre *Bos indicus* (Brahman, Gyr, Guzerat, Nelore) y *Bos Taurus* (Angus, Hereford, Simmental, Jersey) incluyendo razas criollas, en donde las razas taurinas y criollas y cruces presentan parámetros reproductivos diferentes, afectado por la rusticidad y adaptación de las razas.

Según Górlach A (1999), sugiere que las receptoras deben ser cruces lecheras y raza cebuinas ya que las vacas receptoras cruzadas son animales más fértiles, presentan una mayor habilidad materna para la crianza de los terneros y se adapta a mejores condiciones adversas; así mismo se indica que el porcentaje de preñez está en dependencia de la nutrición de las receptoras de los embriones, las cuales, dependiendo de diversos factores, le brindara menor o mayor porcentaje, la supervivencia y adaptabilidad del embrión, primero es a nivel uterino y luego, si se concibe la preñez, al medio ambiente exterior.

VII. CONCLUSIONES

En base a los objetivos del estudio, se puede concluir en lo siguiente:

1. La altitud sobre el nivel del mar influye sobre el porcentaje de gestación y se puede indicar que a menor altitud se tiene una mayor temperatura y humedad, factores que desencadenan el estrés calórico y una respuesta negativa sobre el porcentaje de gestación.
2. El estrés por adaptación al entorno en los animales tratados en este estudio tiene un efecto directo ya que los animales adaptados al entorno en un periodo mayor a tres meses tuvieron mejores resultados en el porcentaje de gestación que los animales no adaptados al entorno y esto en ambas zonas de estudio.
3. El porcentaje de gestación en las zonas de estudio bajo la técnica de aspiración folicular nos deja como resultado mayor porcentaje en Nicaragua 41.5% que en Costa Rica 36.5%.
4. Las vaquillonas en este estudio tuvieron un mejor porcentaje de gestación en ambas zonas que las vacas multíparas y se concluye que las vaquillonas tienen menor probabilidad de sufrir estrés nutricional y tienen mayor cantidad de receptoras de progesterona en útero.
5. Los resultados distintos en ambas zonas de estudio nos indican que las variables de raza (vaca pura – vaca mestiza) no influye sobre el porcentaje de gestación y que este porcentaje está más relacionados a las características propias de cada raza como adaptación y rusticidad.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1- Tener en cuenta este estudio comparativo como referencia para completarlo con futuros estudios a realizar en esta universidad para así tener mayor información actual y real que corresponda con de la ganadería centroamericana.
- 2- Se recomienda utilizar más vaquillonas que vacas multíparas en los procesos de receptoras bovinas para garantizar un alto porcentaje de gestación.
- 3- Tener como referencia el tipo de ganadería regenerativa para evitar los factores desencadenantes del estrés, ya que estos influyen negativamente sobre el porcentaje de gestación.
- 4- Se recomienda explotar una ganadería o empresas agropecuarias más conscientes del bienestar animal en las cuales se proporcione las libertades animales ya que estas buenas prácticas se van a ver reflejadas en una mayor producción animal.

IX. LITERATURA CITADA

- Ariza, L.; Camacho, W.; Serrano, C., (2006). Evaluación retrospectiva de la tasa de preñez obtenida por transferencia de embriones en diferentes cruces bovinos en el municipio de Puerto Araujo, Santander, Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617138011.pdf>
- Bényei, B., Komlósi, I., Pécsi, A., Pollott, G., Heraldo, C.C., y Ocampos, A.C. (2006). The effect of internal and external factors on bovine embryo transfer results in a tropical environment. *Animal Reproduction, Science* Volumen 93, números 3 y 4, julio de 2006 , páginas 268-279
- Block J, Drost M, Monson RL, Rutledge JJ, Rivera RM, PaulaLopez FF, Ocon OM, Krininger III CE, Liu J, Hansen PJ (2003). Use of insulin-like growth factor-I during embryo culture and treatment of recipients with gonadotropin-releasing hormone to increase pregnancy rates following the transfer of in vitro produced embryos to heat-stressed, lactating cows. *J Anim Sci*; 81:1590-1602
- Bonilla, Acosta, Román, Giménez y Domínguez (2019). Producción de embriones bovinos del laboratorio invitro Colombia durante el año 2019. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/4242/4512>
- Britos, Aristides, (2020). Manual de transferencia de embriones. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Consultado el 01 de agosto 2022, de https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual_de_transferencia_de_embryones.pdf
- Cates, P.S., X.F. Li and K.T. O'Byrne. (2004). The influence of 17 β -oestradiol on corticotrophinreleasing hormone induced suppression of luteinising hormone pulses and the role of CRH in hypoglycaemic stress-induced suppression of pulsatile LH secretion in the female rat. *Stress*, 7: 113-118.
- Chacón, F.N., Becerril, C.M., Sedano, R., Soto, A., Rosales, F., y Rosendo, A. (2016). Comparación de dos métodos de transferencia de embriones en el ganado criollo lechero tropical. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7), 113-120

Demmers KJ, Derecka K, Flint A. Trophoblast Interferon and Pregnancy. *Reproduction* 2001; 8(1): 46-53.

García, Luis., (2018). Tasa de sobrevivencia de embriones bovinos producidos in vitro vitrificado y bipartidos.

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/49901/GarciaBravoLuisA.pdf?sequence=1>

García, Pedro; Quintela, Luis; Becerra, Juan y Peña, Ana. (2018). La transferencia de embriones en bovinos. Consultado el 01 de agosto 2022, de <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/14123/la-transferencia-de-embriones-en-bovinos.html>.

García-Ispuerto I, Lopez-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Nogareda C, Lopez-Bejar M, De Rensis F. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology* 2006;65:799-807.

Gonella, Ángela; Atuesta, Jorge; Bernal, Sandra y Chacón, Liliana., (2013). Generalidades de la producción de embriones bovinos in vitro. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3484/ART.%2094.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gorlach, A. Transferencia de embriones en el ganado vacuno. España: Acribia, 1999 (manual)

G. Cliff Lanb & Victor RG Mercadante. Selección y manejo del rebaño receptor de embriones para transferencia de embriones. <https://veteriankey.com/selection-and-management-of-the-embryo-recipient-herd-for-embryo-transfer/>

Grajalez, H., Hernández, A. y Prieto, E. (2006). Edad y peso a la pubertad y su relación la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico colombiano. Investigación ganadera para el desarrollo rural.

Jahnke Marianna, Oeste K. James y Youngs Curtis. Evaluación de embriones bovinos derivados in vivo.

Hahn GL, TL Mader, RA Eigenberg. (2003). Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. Proc Symp Interactions between climate and animal production, EAAP Technical series N° 7, Pp 31-44.

Hasler JF (2001) Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. Theriogenology 56: 1401-1415. [Links]

Hasler JF (2014) Forty years of embryo transfer in cattle: A review focusing on the journal Theriogenology, the growth of the industry in North America, and personal reminisces. Theriogenology 81: 152-169. [Links]

Lino, Andrés., (2009). Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones producidos *IN-VITRO*, en razas Cebuinas. Universidad Nacional, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnica. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70398/linoandresoyuela.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mantilla, Marlene., (2012). Fecundación in vitro como alternativa para el mejoramiento genético en bovinos.

<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2104/1/17T1102.pdf>

Murga, Nilton, et ál., (2015). Efecto del estado de desarrollo en la tasa de preñez después de transferir embriones bovinos producidos in vivo. http://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev.No.5Vol.1/corregido%202018/Murga_2015_0002_12.pdf

Naranjo, Fernando., (2014). Transferencia de embriones del ganado criollo lechero tropical.

http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2801/1/Naranjo_Chacón_F_MC_Agroecosistemas_Tropicales_2014.pdf.

- Núñez, Valerie., (2014). Tasa de preñez de la transferencia de embriones frescos en vacas receptoras Holstein con celo sincronizado o con celo natural. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2381/L10-N8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, Ricardo., (2020). Tasa de gestación en Novillas Bos Taurus X Bos indicus con embriones in vivo E in vitro, transferidos en fresco desvitrificados. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50887/LopezAguirreRicardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Garbayo JM, Hunter RH. Timing of early foetal loss for single and twin pregnancies in dairy cattle (2004). *Reprod Domest Anim*; 39:429-433
- Lozano, D.R., Asprón, M.A., Vásquez, G.P.,González, E.P., y Aréchiga, C.F. (2010).Efecto del estrés calórico sobre la producción embrionaria en vacas superovuladas y la tasa de gestación en receptoras. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1, 189-203.
- Ortega, Iván., y Jirón, Iván., (2020). Caracterización reproductiva de vacas lecheras en gestación por trasplante de embriones en finca Santa Isabel, Comarca Matamba, Camoapa-Boaco. En el periodo de febrero a junio 2020. <https://repositorio.una.edu.ni/4238/1/tnl53o77c.pdf>
- Oyuela., L.A., y C., Jiménez., (2010). Factores que afecta la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n3/v57n3a04.pdf>
- Ponce, Nuria., (2015). Transferencia de embriones en ganado bovino. https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/7574/4/Transferencia_Ponce_TFG_2015.pdf

Rhoads ML, Rhoads RP, Sanders SR, Carroll SH, Weber WJ, Crooker BA, Collier RJ, VanBaale MJ, Baumgard LH (2007). Effects of heat stress on production, lipid metabolism and somatotropin variables in lactating cows. *J Dairy Sci*; 90(Suppl 1):230.

Rivier, C. and S. Rivest (1991). Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. *Biol. Reprod.*, 45: 523-532.

Selk. Glenn. Embryo Transfer in Cattle.

https://shareok.org/bitstream/handle/11244/49938/oksa_ANSI-3158_2002-09.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uribe, Camilo., (2018). Evaluación del porcentaje de preñez por transferencia de embriones para los predios Centenario y Fundadores durante el periodo 2015 a 2017.

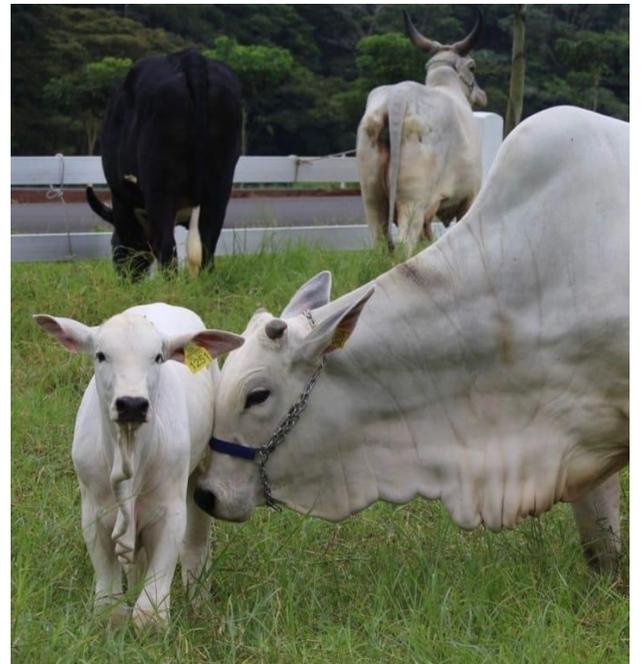
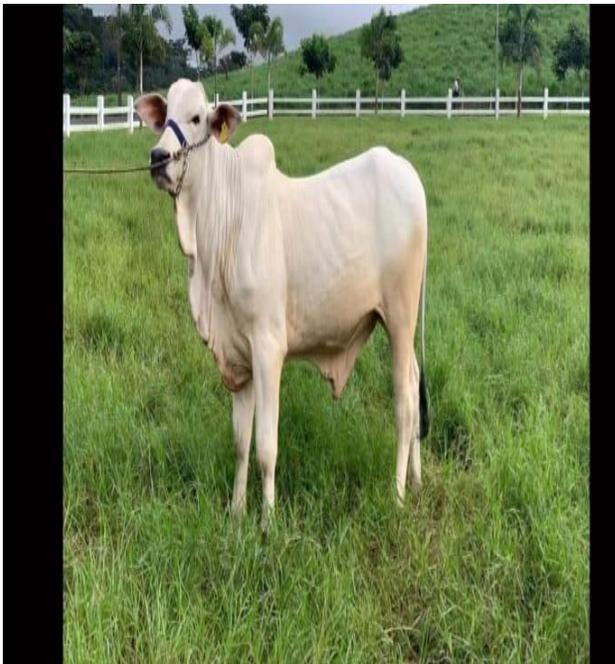
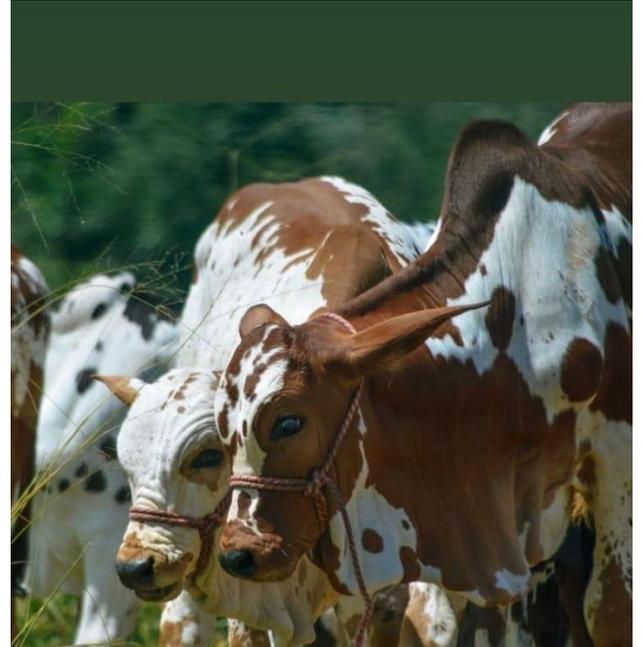
Vélez, Caterine., (2021). Resultado de la tasa de preñez alcanzada en vacas doble propósito de pequeños y medianos productores del municipio de Marinilla bajo un protocolo de IATF.

<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2981/1/20132242.pdf>

Wheelock JB, Sanders SR, Shwartz G, Hernandez LL, Baker SH, McFadden JW, et al., (2006). Effects of heat stress and rbST on production parameters and glucose homeostasis. *J Dairy Sci*; 89(Suppl 1):290-291.

X. ANEXOS

Anexo 1: Donadoras vacas puras - Fotos de selección de vacas puras



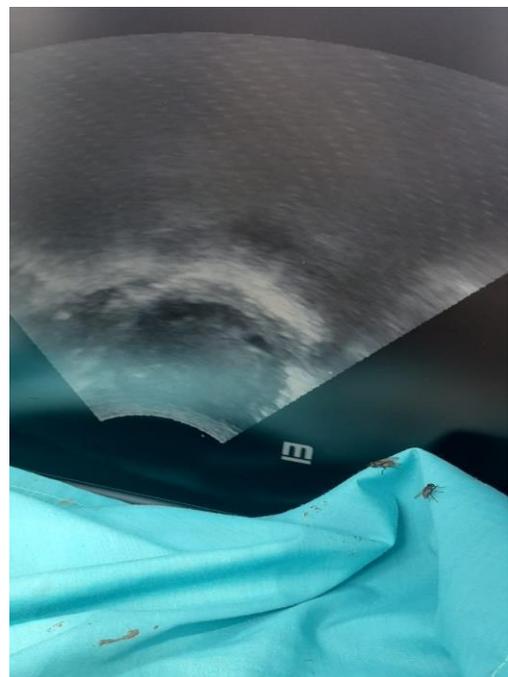
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Selección de receptoras - Fotos de selección de receptoras



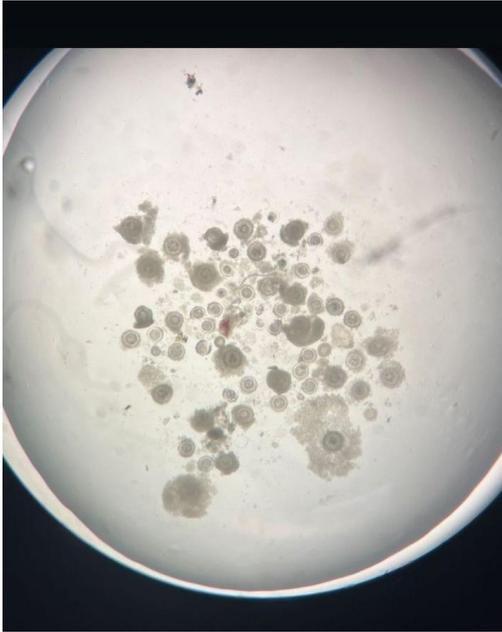
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Fotografías Aspiración folicular – Fotos proceso aspiración folicular



Fuente propia

Anexo 4: Fotografías Fase Embrionaria en laboratorio y trasplante de embriones
- Fotos de fase embrionaria



Fuente propia

Anexo 5: Confirmación de Preñez - Fotos Confirmación de Preñez



Fuente propia

Anexo 6: Formato de hoja de campo

FORMATO HOJA DE CAMPO											
FECHA		FINCA									
CLIENTE			TRANSFERENCIA								
EMPAQUE DE EMBRIONES			HORA DE INICIO								
FECHA ESTIMADA DE PARTO			HORA FINAL								
No	DONADORA	RAZA	TORO	RAZA	EMN	RECEPTORA	OVARIO	P30	P50	5X	OBSERVACIONES

FORMATO DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ										
OPU										
TE										
No	Donadora	Toro	Raza	Estado	CL	SEC.	Receptora	DP 30	DP 60	Observaciones