

**Efecto del semen sexado sobre la producción
de embriones bovinos *in vivo***

Allan Roberto Soto Guevara

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto del semen sexado sobre la producción de embriones bovinos *in vivo*

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Allan Roberto Soto Guevara

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Efecto del semen sexado sobre la producción de embriones bovinos *in vivo*

Presentado por:

Allan Roberto Soto Guevara

Aprobado:



[John Hincapié \(Nov 7, 2020 14:50 CST\)](#)

John Jairo Hincapié, D.Sc.
Asesor Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

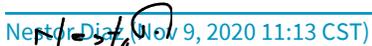


[Isidro Matamoros \(Nov 8, 2020 10:10 CST\)](#)

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico



[Nestor Díaz \(Nov 9, 2020 11:13 CST\)](#)

Nestor Díaz, D.Sc.
Asesor

Efecto del semen sexado sobre la producción de embriones bovinos in vivo

Allan Roberto Soto Guevara

Resumen. El estudio se realizó en la empresa Sexing[®] Technologies, Texas, USA, con el objetivo de evaluar el efecto del toro en la producción de embriones con semen sexado. Se evaluó el número de estructuras recolectadas en cada tratamiento, los valores medios de embriones (mórulas y blastocistos) y de embriones categoría IV, V, VI y VII, entre tres toros. Se utilizó la información recolectada durante los años 2017 y 2018, correspondientes a las transferencias de embriones realizadas utilizando semen sexado para hembra de tres toros. Se utilizaron 56 y 132 vaquillas Holstein como donantes en los años 2017 y 2018 respectivamente. Se les realizó el protocolo de súper ovulación similar a todas las donantes, e inseminadas con semen sexado Holstein para hembra. Se realizó la técnica de circuito abierto para la recuperación de los embriones. Los valores medios de estructuras recuperadas fueron 12.38, 12.66 y 12.40 para los toros A, B y C respectivamente ($P > 0.05$); los valores medios de embriones recuperados fueron de 6.01, 5.3 y 6.37 para los toros A, B y C ($P > 0.05$), los valores medios de mórulas recolectadas fueron de 4.35, 4.46 y 3.47 para los toros A, B y C ($P > 0.05$) y de blastocistos fueron 3.2, 3.42 y 5.11 para los toros A, B y C respectivamente ($P > 0.05$). Bajo las condiciones de este estudio, el número de estructuras recolectadas fue similar entre los tres toros; no hubo efecto del toro en el número de embriones recuperados y la categoría.

Palabras clave: Blastocistos, embriones viables, estructuras viables, mórulas.

Abstract. The study was carried out in Sexing[®] Technologies, Texas, E.E.U.U, with the objective of evaluating the effect of the bull in the production of embryos with sexed semen. The number of structures collected in each treatment, the mean values of embryos (morulae and blastocysts) and of category IV, V, VI and VII embryos, among three bulls, were evaluated. The information collected during the years 2017 and 2018 corresponding to the embryo transfers carried out using sexed semen for female from three bulls was used. 56 and 132 Holstein heifers were used as donors in 2017 and 2018, respectively. A similar super ovulation protocol was carried out for all donors and inseminated with Holstein sexed semen for females. The open circuit technique was used to recover the embryos. The mean values of recovered structures were 12.38, 12.66 and 12.40 for bulls A, B and C respectively ($P > 0.05$); the mean values of recovered embryos were 6.01, 5.3 and 6.37 for bulls A, B and C ($P > 0.05$), the mean values of collected morulae were 4.35, 4.46 and 3.47 for bulls A, B and C ($P > 0.05$) and for blastocysts were 3.2, 3.42 and 5.11 for bulls A, B and C respectively ($P > 0.05$). Under the conditions of this study, the number of structures collected was similar between the three bulls; there was no effect of the bull on the number of embryos recovered and the category.

Key words: Blastocysts, morulae, viable embryos, viable structures.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Páginas de firmas.....	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros y Anexo	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES.....	15
6. LITERATURA CITADA.....	16
7. ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Protocolo de súper ovulación en vaquillas Holstein	4
2. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A	7
3. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B	8
4. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C	8
5. Valores medios de mórulas/lavado y medias de blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A	9
6. Valores medios de mórulas/lavado y medias de blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B	9
7. Valores medios de mórulas/lavado y medias de blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C	9
8. Valores medios de mórulas, blastocistos y total de embriones viables recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A	10
9. Valores medios de mórulas, blastocistos y total de embriones viables recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B	11
10. Valores medios de mórulas, blastocistos y total de embriones viables recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C	11
11. Valores medios de mórulas/lavado y blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein de los toros A, B y C	12
12. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein de los toros A, B y C	12
13. Valores medios de los estadios de desarrollo en mórulas, blastocistos tempranos, blastocistos, blastocistos expandidos y total de embriones recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein de los toros A, B y C	13
Anexos	Página
1. Porcentajes de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructura no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A	19

2. Porcentajes de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructura no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B	19
3. Porcentajes de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructura no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C	19
4. Porcentajes de los valores de mórulas, blastocistos y total de embriones viables/lavados recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A	20
5. Porcentajes de los valores de mórulas, blastocistos y total de embriones viables/lavados recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B.....	20
6. Porcentajes de los valores de mórulas, blastocistos y total de embriones viables/lavados recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C.....	20

1. INTRODUCCIÓN

Es conocido que dentro de la agronomía existen diferentes ramas, una de las principales áreas es la ganadería, donde nacen las materias primas para muchos de los alimentos que se consumen día a día. Al tener una gran demanda por parte del mercado es necesario tener un buen manejo de todos los parámetros que el ganado necesita para lograr una producción con alta inocuidad y calidad tanto de leche como de carne. Estos parámetros son: la sanidad del animal, el manejo, la alimentación y la reproducción. Esta última como todas avanza de la mano con la tecnología, por lo que, en los últimos años se han descubierto diferentes métodos para mejorar esta parte de la ganadería.

Estas técnicas pueden ser de dos tipos, como lo son la monta natural, que es efectuada directamente con el toro y la vaca sin ninguna intervención humana y la inseminación artificial, que se puede definir como una técnica que se utiliza para el mejoramiento genético de un hato bovino, donde se busca tener animales de alta productividad (Roa 2014). Dentro de esta práctica hay diferentes tecnologías que han sido desarrolladas para mejorar los diferentes aspectos necesarios de la reproducción y también mejorar el valor genético de cada animal seleccionando las características deseadas, ya que esta práctica permite escoger lo que se busca y necesita cambiar.

Una de las tecnologías que se está utilizando en los últimos años es el uso de semen sexado, el cual es un avance tecnológico que permite asegurar el sexo del ternero, sin embargo, es una tecnología que aporta un 90% de efectividad al momento de emplearla (Weigel 2004), es por eso por lo que es importante conocer si en realidad es factible implementar esta técnica en la utilización de la transferencia de embriones.

La transferencia de embriones es una técnica que se basa en la recolección de embriones de una hembra la cual es la donante y son transferidos a varias hembras receptoras, que serán las encargadas de continuar el proceso de gestación (García *et al.* 2019). Se debe conocer que al momento de realizar una transferencia de embriones se está buscando mejorar genéticamente las características deseadas seleccionando tanto padres como madres elite de alta producción para optimizar resultados efectivos y rápidos (Frutos 2010). Se conoce que al utilizar semen convencional para embriones, este ha tenido un rendimiento de 3-6 embriones por vaca según investigaciones realizadas en los países de Alemania, Países bajos, Italia y Francia en 2008 (Ruiz y Astiz 2009), y aunque se ha reportado que el porcentaje de preñez con semen sexado es de un 50-55% (Marini y Galassi 2011), se infiere que con semen sexado sería mucho más bajo al momento de utilizarlo en transferencia de embriones por todos los requerimiento que esta práctica lleva consigo, sin embargo, investigaciones recientes han reportado recolectar de 6-8 embriones por hembra, utilizando novillas Holstein (Información proporcionada por el Dr. Díaz de Sexing Technologies 2020).

El sexado del semen consiste en la separación de los espermatozoides que poseen cromosoma X de los que poseen cromosoma Y. Esto es posible gracias a que, en los bovinos, los espermatozoides con cromosoma X tienen 3% más ADN que los cromosomas Y (Echeverry 2015). El semen sexado para la industria de leche es una tecnología muy importante ya que ayuda a aumentar la posibilidad de obtener una hembra en un 40% más que el semen convencional, esto beneficia mucho a los ganaderos porque provoca que su hato crezca más rápido (Rentería y Soto 2013).

El semen sexado presenta algunas limitaciones siendo una de ellas los bajos porcentajes de preñez obtenidos en vacas, por lo que se recomienda siempre utilizarlo en vaquillas, ya que las vacas han tenido bajas las tasas de concepción (Marini y Galassi 2011). El semen sexado es una variante para poder mejorar la calidad productiva de un hato y es una tecnología que va avanzando y puede lograr tener mejores rendimientos en un futuro.

El semen es parte fundamental al momento de hacer una transferencia de embriones (Información proporcionada por el Dr. Díaz de Sexing® Technologies 2020). Las diferencias que puedan existir entre el semen proveniente de diferentes toros pueden hacer variar rendimientos y calidad de los embriones o preñez al momento de realizar esta práctica. Además, pueden aportar nuevas características a la cría como el aumento en la producción leche, mejorar la conformación de la ubre, entre otros. Así mismo, mejorando el rendimiento de la calidad de los embriones se puede lograr aumentar el porcentaje de preñez (Oyuela y Jiménez 2010).

La transferencia de embriones se puede dar *in vitro*, que es la obtención de los ovocitos por medio de aspiración folicular (Ovum-pick-up OPU) y llevados al laboratorio para posteriormente ser seleccionados y fecundados con el semen anteriormente seleccionado, lo que se denomina Fertilización *in vitro* (FIV) (Palma 2018). Por otra parte, la técnica *in vivo* es aquella donde se realiza una estimulación hormonal de la hembra donante para provocar una ovulación múltiple. La hembra donante será inseminada en el momento exacto para que estos se logren desarrollar en el oviducto y posteriormente lleguen al útero y por medio de un lavado uterino poder extraerlos (García *et al.* 2019). Con base en lo anterior se desarrolló la presente investigación, la cual tuvo como objetivos:

- Determinar el número de estructuras recolectadas utilizando semen sexado hembra Holstein de tres toros diferentes.
- Determinar el porcentaje de embriones (mórulas y blastocistos) utilizando semen sexado hembra Holstein de tres toros diferentes.
- Determinar el porcentaje de embriones con categorías IV, V, VI y VII utilizando semen sexado hembra Holstein de tres toros diferentes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en el periodo comprendido de enero y junio de 2020 en el Laboratorio de Reproducción Animal de la empresa Sexing® Technologies. El laboratorio se encuentra ubicado en 22575 “State Highway 6 South, Navasota”, TX 77868, Estados Unidos de Norteamérica.

Animales

Se utilizó la información recolectada durante los años 2017 y 2018 correspondientes a las transferencias de embriones realizadas utilizando semen sexado para hembra de tres toros Holstein, los cuales, y por razones de confidencialidad se denominarán de ahora en adelante A, B y C. Se utilizaron 56 y 132 vaquillas Holstein en los años 2017 y 2018 respectivamente, con pesos entre 280 y 400 kg y edad entre 12 y 18 meses, las cuales fueron revisadas por el Médico Veterinario para garantizar su buen estado de salud y normalidad de sus órganos reproductivos. Las vaquillas se encontraban en un sistema de producción estabulado, con un sistema de alimentación de Ración Totalmente Mezclada (RTM) a base de maíz, ensilaje, concentrado, heno y suplementación de minerales y agua *ad libitum*.

Tratamientos

Se les realizó el protocolo de súper ovulación similar a todos los animales, y al momento de que se realizaron las inseminaciones, la totalidad del grupo fue inseminada con semen sexado para hembra.

Cada lote de semen sexado fue evaluado en el laboratorio de reproducción, previo a su uso, a fin de garantizar una concentración mínima de 2×10^6 espermatozoides por dosis seminal una motilidad individual rectilínea mínima de 50%. Se utilizó el siguiente esquema de súper ovulación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Protocolo de súper ovulación en vaquillas Holstein.

Día	Tiempo	Tratamiento	Dosis
1	am	CIDR [®] insertar + Benzoato de Estradiol (1 mg/mL)	1.5 mL
7	am	CIDR remover + Cloprostenol 0.250 mg/mL (Estrumate [®])	2.0 mL
10	am	Benzoato de Estradiol (1 mg/mL)	1.0 mL
<i>Al siguiente día:</i>			
1		Celos	
7	pm	Revisar CL + insertar CIDR + Benzoato de Estradiol (1mg/L)	2.0 mL
		Hormona: FSH (Folltropin [®] 35 UI/mL)	
9	am	Folltropin [®]	2.2 mL
	pm	Folltropin [®]	2.0 mL
10	am	Folltropin [®]	1.8 mL
	pm	Folltropin [®]	1.6 mL
11	am	Folltropin [®]	1.4 mL
	pm	Folltropin [®]	1.2 mL
		Cloprostenol 0.625 mg (Estrumate [®])	2.5 mL
		Folltropin [®]	1.0 mL
12	am	0.625 mg (Estrumate [®])	2.5 mL
		Remover CIDR	
	pm	Folltropin [®]	0.8 mL
	am	Celo de donadora	Total FSH
13		Gonadorelina 100 mcg (Cystorellin [®])	12.0 mL
	pm	I.A (12-18 horas) 2 pajuelas	2.0 mL
14	am	I.A (22-28 horas) 1 pajueta	
	pm	I.A solo en celo tardío	
21		día de colecta de embriones	

IA: Inseminación artificial; CIDR[®]: Progesterona en dispositivo intravaginal de liberación controlada; FSH: Hormona Folículo Estimulante; CL: Cuerpo Lúteo; mcg: microgramos

Lavado y recolección de embriones

Se utilizó la técnica de circuito abierto, con catéter Foley de tres vías, utilizando el medio de lavado (completo de lavado), aplicando en promedio 1-1.5 L por vaca. El fluido fue recolectado en un filtro de baja densidad y posteriormente llevado a la placa de búsqueda utilizando un estereoscopio con magnificación 2X y 4X, para la respectiva clasificación por categorías de las posibles estructuras recuperadas serán:

Mórulas tempranas (IV).
Blastocisto temprano (V).
Blastocisto (VI).
Blastocisto expandido (VII).

Cada donante, una vez se le realizó el lavado, se le aplicó una dosis de 25 mg de Dinoprost Trometamina (Lutalyse® 5 mL) a fin de evitar posibles gestaciones múltiples. Los embriones aptos para transferir fueron colocados en las receptoras previamente sincronizadas para tal efecto.

Tratamientos

Se desarrollaron tres tratamientos:

- 1) Semen sexado toro A: 140 vaquillas
- 2) Semen sexado toro B: 21 vaquillas
- 3) Semen sexado toro C: 27 vaquillas

Las vaquillas fueron divididas en tres grupos, cada grupo representó un tratamiento y cada vaquilla una unidad experimental. Para efectos de facilidad en el manejo de los animales se realizaron grupos de súper ovulación máximo de 20 animales.

Variables analizadas

Se analizaron las siguientes variables:

- Número de estructuras viables y no viables por toro por año.
- Número de embriones viables por toro por año.
- Número de mórulas y blastocistos por toro por año.
- Número de estructuras viables y no viables para los tres toros.
- Número de embriones para los tres toros.
- Número de mórulas y blastocistos para los tres toros.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos (toro A, B y C) y 140, 21 y 27 repeticiones por tratamiento respectivamente. Se utilizó un Modelo Lineal General (GLM), con un análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de diferencias mínimas cuadráticas (LSMeans). Los valores porcentuales fueron corregidos utilizando la función arcoseno, utilizando el programa estadístico “Statistical Analysis Systems” (SAS® 2012), con un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Embriones viables por lavado por toro y por año

No se encontró diferencias para el toro A entre el año 2017 y 2018 ($P > 0.05$) al igual que para el toro C (Cuadros 2 y 4). Ambos toros presentaron entre seis y siete embriones viables por lavado muy superior a los resultados de Monforte *et al.* (2013), quienes obtuvieron un promedio de 4.5 embriones viables por lavado. El toro A presentó un 59.31% y 42.36% de embriones viables para el 2017 y el 2018 respectivamente, mientras que el toro C obtuvo 53.17% y 37.65% para el 2017 y 2018 respectivamente; los valores medios de embriones viables/lavado fueron de 45.32% y 45.67% para el toro A y C respectivamente; estos valores se consideran buenos según lo obtenido por Fernández (2014) quien obtuvo un 52.8% de embriones viables recuperados. Estos valores son más bajos a los reportados por Leonardo *et al.* (2011) quienes reportan un porcentaje de embriones viables de un 51.90% en vaquillas con semen sexado. Así mismo, son superiores a las obtenidas por Rengifo (2011) quien logró un porcentaje del 30% con razas Holstein y Brown Swiss.

Sin embargo, el toro B si presentó diferencias ($P \leq 0.05$) en su comportamiento entre el 2017 y 2018 (Cuadro 3), con valores medios de embriones viables/lavado para el 2017 y el 2018 de 21.23% y 53.59% respectivamente, y una media de 39.84%. Estos valores, de acuerdo Havlicekh *et al.* (2005), son buenos ya que estos autores reportan embriones viables con un porcentaje de recuperación de un 38.2%.

Embriones degenerados por lavado por toro y por año

En cuanto a los embriones degenerados/lavado, ovocitos sin fecundar/lavado, la sumatoria de estructura no viables/lavado y el total de estructuras recuperadas/lavado no hubo diferencias ($P > 0.05$) en el comportamiento de cada toro entre los años 2017 y 2018 (Cuadros 2, 3 y 4). Los valores tuvieron rangos entre 4-7.5 embriones degenerados/lavado, ovocitos sin fecundar entre 2-8.5, entre 5-10 sumatoria de estructuras no viables/lavado y rangos entre 10.74-13.90 para el total de estructuras recuperadas/lavado. El toro A presentó un porcentaje de embriones degenerados/lavado para el 2017 y 2018 de 36.89% y 43.53% respectivamente y un valor medio para ambos años de 42.37%, los cuales son más altos a los que obtuvo Hayakawa *et al.* (2009) quienes reportan 24.8%; así mismo, para ovocitos sin fecundar/ lavado los valores fueron de 3.79% y 14.09% para el 2017 y 2018 respectivamente y una media de 12.29%; y para sumatoria de estructuras no viables/lavado los valores fueron de 40.68% y 57.63% para el 2017 y 2018 respectivamente y una media para ambos años de 54.67%.; también para el total de estructuras recuperadas/lavado con respecto a los años 2017 y 2018 se obtuvieron porcentajes de 50.34% y 81.29% respectivamente y un porcentaje medio de 73.40%.

Para el toro B se obtuvieron porcentajes de embriones degenerados/lavado para los años 2017 y 2018 de 48.67% y 40.52% y un valor medio para los dos años de 43.98% los cuales son similares a los obtenidos por Sartori *et al.* (2018) quienes obtuvieron resultados de 30.30% con semen sexado con vaquillas Holstein; para los ovocitos sin fecundar/lavados los porcentajes que se obtuvieron fueron de 30.08% y 5.88% para el 2017 y 2018 respectivamente y con una media de 16.16%; con respecto a la sumatoria de estructura no viables/lavado los valores que se consiguieron fueron de 78.76% y 46.40% para los años 2017 y 2018 respectivamente y una media para ambos años de

60.15%; y para el total de estructuras recuperadas/lavado se obtuvieron porcentajes de 19.61% y 9.08% para los años 2017 y 2018 respectivamente y una media de 11.76%.

Para el toro C se lograron porcentajes de embriones degenerados/lavado de 42.77% y 45.06% para los años 2017 y 2018 respectivamente y una media de 43.88% para ambos años; los valores encontrados de ovocitos sin fecundar/lavado para los años 2017 y 2018 fueron de 4.04% y 5.55% y un valor medio de 4.77% los cuales son mucho más bajos a los obtenidos por Sartori *et al.* (2018) quienes obtuvieron valores de 24.5% con semen sexado en vaquillas Holstein; así mismo, con respecto a los datos obtenidos para la sumatoria de estructuras no viables/lavado con respecto a los años 2017 y 2018 fueron de 46.82% y 62.34% y un valor para ambos años de 54.32%; y para el total de estructuras recuperadas/lavado se lograron porcentajes de 30.03% y 9.61% para los años 2017 y 2018 respectivamente y una media de 14.82%.

La variabilidad de todos estos parámetros cuando se realizan lavados de embriones se puede ver afectada por los protocolos de superovulación que se les aplican a las hembras donantes puesto que según Cabodevila y Torquati (2001) consideraron que la variabilidad por los tratamientos hormonales y la variabilidad de la donante y su medio ambiente son capaces de afectar los aspectos antes mencionados. Así mismo, Palma (2001) menciona que la utilización de ciertas hormonas como el estrógeno que en niveles altos no solo afecta la tasa de fertilidad de embriones si no también la calidad de estos. Esto nos rectifica por qué encontramos estructuras degeneradas o sin fertilizar.

Cuadro 2. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Embriones viables	6.37	6.17	0.83	2.25
Embriones degenerados	4.86	6.14	0.25	16.45
Ovocitos sin fecundar	2.20	4.48	0.28	48.26
Sumatoria de estructuras no viables	5.36	7.81	0.09	26.30
Total estructuras recuperadas	10.74	12.79	0.24	12.32

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Cuadro 3. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Embriones viables	3.00 ^a	8.20 ^b	0.01	65.65
Embriones degenerados	6.11	6.20	0.96	1.03
Ovocitos sin fecundar	8.50	3.00	0.11	67.63
Sumatoria de estructuras no viables	9.88	6.45	0.21	29.70
Total estructuras recuperadas	11.30	13.90	0.46	14.59

ab: valores en filas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$) P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Cuadro 4. Valores medios embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Embriones viables	6.57	6.77	0.91	2.12
Embriones degenerados	5.28	7.30	0.31	22.7
Ovocitos sin fecundar	1.75	4.00	0.42	55.33
Sumatoria de estructuras no viables	5.78	9.18	0.17	32.14
Total estructuras recuperadas	11.53	13.5	0.53	11.13

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Mórulas y blastocistos por toro y por año

No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en la producción de mórulas/lavado ni en la producción de blastocistos/lavado para ninguno de los tres toros en los años 2017 y 2018 (Cuadros 5, 6 y 7). Los tres toros presentaron una producción con rangos de 2-5.5 en las medias de mórulas/lavado, estas medias son similares a las obtenidas por Fernández (2014) quien obtuvo un promedio de 4.58 mórulas/lavado en la raza lechera Brown Swiss. En cuanto a las medias de blastocistos/lavado los tres toros obtuvieron rangos entre 2.66-5.16 en los años 2017 y 2018, los cuales son similares a los obtenidos por Havlicek *et al.* (2005) quienes consiguieron un promedio de 3.22 blastocistos los cuales se obtuvieron por medio de un lavado de los oviductos y los cuernos uterinos.

Cuadro 5. Valores medios de mórulas/lavado y medias de blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Mórulas	3.68	4.56	0.27	15.10
Blastocistos	3.80	3.01	0.23	16.40

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Cuadro 6. Valores medios de mórulas/lavado y medias de blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Mórulas	2.00	5.55	0.09	66.49
Blastocistos	2.66	4.00	0.36	28.45

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Cuadro 7. Valores medios de mórulas/lavado y medias de blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Mórulas	3.00	4.00	0.53	20.20
Blastocistos	5.16	5.00	0.90	2.22

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Categorías de mórulas y blastocistos por toro y por año

En lo que respecta a los datos obtenidos de mórulas (IV), Blastocistos tempranos (V), Blastocistos (VI) y Blastocistos expandidos (VII) no hubo diferencia ($P > 0.05$) el comportamiento de cada uno de los toros en los años 2017 y 2018 (Cuadros 8, 9 y 10). Los valores que se obtuvieron para mórulas (IV) fue en un rango de 2-5.5, blastocistos tempranos (V) entre 1.40-3.36, blastocistos (VI) entre 1.33-2.50 y de blastocistos expandidos (VII) entre 1-2. El toro A obtuvo porcentajes de mórulas (IV) de 53.48% y 64.48% entre los años 2018 y 2017 respectivamente y una media de 61.96%; para los años 2017 y 2018; con respecto a los valores de blastocistos tempranos (V), los resultados fueron de 22.09% y 14.82% y con una media para ambos años de un 16.48%; con los valores de blastocistos (VI) para los años 2017 y 2018 fueron de 23.25% y 13.62% y un valor medio de 15.82% para ambos años; y para los valores recolectados de blastocistos expandidos (VII) fueron de 0.58% y 7.06% para los años 2017 y 2018 respectivamente y una media de 5.58%.

Para el toro B consiguió porcentajes para mórula (IV) de 33.33% y 60.97% con respecto a los años 2017 y 2018 y un valor medio de 54.71%; para los años 2017 y 2018 los porcentajes obtenidos para blastocistos tempranos (V) fueron de 29.16% y 30.48% y una media para ambos años de 30.18%; para blastocistos (VI) los valores que corresponden para los años 2017 y 2018 fueron de 20.83% y 7.31% respectivamente y con una media de 10.37%; y para los valores obtenidos de

blastocistos expandidos (VII) fueron de 20.83% y 1.21% y una valor medio de 5.66%. Para el toro C los valores recolectados para mórulas (IV) para los años 2017 y 2018 fueron de 32.60% y 59.01% respectivamente y una media de 43.13%; los porcentajes obtenidos de blastocistos tempranos (V) fueron de 67.39% y 40.98% para los años 2017 y 2018 y con un valor medio de 56.86% para ambos años; los valores obtenidos para blastocistos (VI) con respecto a los años de 2017 y 2018 fueron de 23.91% y 16.39% y una media de 20.91%; y para los blastocistos expandidos (VII) los valores obtenidos fueron de 3.26% y 9.83% para los años 2017 y 2018 respectivamente y una media de 5.88%.

Categoría del total de embriones viables por toro por año

No se encontró diferencia para el toro A en los años 2017 y 2018 ($P > 0.05$) al igual que para el toro C (Cuadros 8 y 10). Los valores que ambos toros obtuvieron de acuerdo con el total de embriones viables/lavado fueron de 5-7 los cuales fueron similares a los encontrados por Bello (2008) quien menciona que la producción global alcanza un promedio de 5-6 embriones viables/lavado. El porcentaje del total de embriones viable/lavado del toro A para los años 2017 y 2018 fueron de 59.72% y 80.22% respectivamente, para el toro C los resultados fueron de 31.94% y 8.43% para los años 2017 y 2018 respectivamente, los valores medios para el total de embriones viables/lavado fueron de 74.38% y 15.13% para el toro A y toro C respectivamente, Estos son similares a los obtenidos por Sá Filho *et al.* (2018) quienes reportan valores de 37.3% \pm 26.7% utilizando semen sexado a las 12 y 14 horas de presentar celo en las donantes. Así mismo, el porcentaje obtenido por Blondin (2018) quien obtuvo un 35% demuestra que están en el rango óptimo.

Por otro lado, el toro B si mostró diferencias ($P \leq 0.05$) en su conducta entre los años 2017 y 2018 (Cuadro 9), con valores totales de embriones viables/lavado de 8.33% y 11.34% para los años 2017 y 2018 respectivamente, y una media de 10.48%. Estos valores tienen similitud con respecto a los obtenido por Monteiro *et al.* (2018) quienes obtuvieron porcentajes de 16.0 \pm 5.72 con semen sexado y se realizó la inseminación a las 24 y 36 horas de presentar celo en las donantes.

Cuadro 8. Valores medios de mórulas, blastocistos y total de embriones viables recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Mórula (IV)	3.68	4.56	0.27	15.10
Blastocisto temprano (V)	2.37	1.86	0.29	17.05
Blastocisto (VI)	2.41	2.02	0.36	12.45
Blastocisto expandido (VII)	1.00	1.86	0.51	42.52
Total de embriones viables	5.54	6.17	0.51	7.60

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Cuadro 9. Valores medios de mórulas, blastocistos y total de embriones viables recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Mórula (IV)	2.00	5.55	0.09	66.49
Blastocisto temprano (V)	1.40	3.12	0.07	53.81
Blastocisto (VI)	1.33	2.00	0.57	28.45
Blastocisto expandido (VII)	1.66	1.00	0.64	35.08
Total de embriones viables	2.40a	8.20b	0.0045	77.38

ab: valores en filas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.5$)

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad

Cuadro 10. Valores medios de mórulas, blastocistos y total de embriones viables recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C.

Parámetro/lavado	Año		P	CV
	2017	2018		
Mórula (IV)	3.00	4.00	0.53	20.20
Blastocisto temprano (V)	3.36	1.80	0.08	42.75
Blastocisto (VI)	2.44	2.50	0.94	1.71
Blastocisto expandido (VII)	1.00	2.00	0.33	47.14
Total de embriones viables	6.13	6.70	0.73	6.28

P: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variabilidad.

Medias de mórulas y blastocistos para cada uno de los toros

Con referencia a las medias de mórulas recuperadas/lavado y las medias de blastocistos recuperadas/lavado no se encontró diferencias ($P > 0.05$) con el rendimiento al comparar los tres toros con los promedios de ambos años (Cuadro 11). Los resultados obtenidos para las medias de mórulas recuperadas/lavado están entre los rangos de 3.47-4.46, y los porcentajes obtenidos para esta categoría fueron de 61.96%, 54.71% y 43.13% para los toros A, B y C respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Vilcatoma (2018) quien reporta valores de 52.22% para vacas Brown Swiss con semen convencional. Las medias de blastocistos recuperados/lavado estuvieron entre los rangos de 5.11-3.20 y los porcentajes recuperados para los toros A, B y C fueron de 38.04%, 45.29% y 56.87% respectivamente. Los resultados de esta investigación son superiores a los obtenidos por Havlicek *et al.* (2005) quienes obtuvieron un porcentaje de 26.9%. Al igual que son superiores a los obtenidos por Palma *et al.* (2008) quienes obtuvieron un porcentaje de 28.8% utilizando semen sexado de toros Holstein en vaquillas.

Cuadro 11. Valores medios de mórulas/lavado y blastocistos/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein de los toros A, B y C.

Toro	Media de mórulas recuperadas	Mórulas recuperadas (%)	Media Blastocistos recuperados	Blastocistos recuperados (%)
A	4.35	61.96	3.2	38.04
B	4.46	54.71	3.42	45.29
C	3.47	43.13	5.11	45.87
Probabilidad	0.36		0.09	
CV	20.57		18.17	

CV: Coeficiente de Variabilidad.

Embriones viables y degenerados para cada uno de los toros

Al momento de comparar los tres toros en la producción de embriones viables/lavado, embriones degenerados/lavado, ovocitos sin fecundar/lavado, la sumatoria de estructura no viables/lavado y total de estructuras recuperadas/lavado no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el comportamiento en general (Cuadro 12). Los rangos que presentaron los embriones viables/lavado fueron de 5.88-6.65 los cuales son superiores a los obtenidos por Sá Filho *et al.* (2018) quienes presentaron un promedio de 2.3 ± 0.6 con semen sexado, lo cual nuestra una buena producción por parte de los tres toros. Con respecto a los embriones degenerados/lavado los rangos obtenidos fueron de 5.90-6.15 para los tres toros, al compararlos con los resultados de Monteiro *et al.* (2018) quienes obtuvieron resultados más bajos que fueron 0.7 ± 1.40 con semen sexado. Los ovocitos sin fecundar/lavado obtuvieron rangos entre 3.18-6.14 con respecto a los tres toros, son más bajos que los obtenidos por Vilcatoma (2018) quien mostró rangos entre 11-22 en los años 2014 y 2015 con semen convencional y en vacas Brown Swiss. Los rangos obtenidos para la sumatoria de estructuras no viables/lavado fueron entre 7.28-8. Las estructuras totales recuperadas/lavado lograron tener rangos entre 12.38-12.66 para los tres toros, superando los resultados de Sá Filho *et al.* (2018) de 9.0 con semen sexado.

Cuadro 12. Valores medios de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructuras no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A, B y C.

Toro	Embriones viables /lavado	Embriones degenerados /lavado	Ovocitos sin fecundar/lavado	Sumatoria de estructuras no viables/lavado	Total de estructuras recuperadas/lavado
A	6.21	5.90	4.25	7.37	12.38
B	5.88	6.15	6.14	8.00	12.66
C	6.65	6.12	3.18	7.28	12.40
Probabilidad	0.27	0.79	0.29	0.27	0.80
CV	20.15	21.34	22.81	22.47	20.83

CV: Coeficiente de Variación

Categoría de mórulas y blastocistos para cada uno de los toros

Para los valores de mórulas (IV), blastocisto temprano (V), blastocisto (VI), blastocisto expandido (VII) y el total de embriones recuperados/lavado no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) para los valores de los tres toros (Cuadro 13). Los rangos que presentaron en mórulas (IV) fueron entre 3.47-4.46 para los tres toros, los cuales son más bajos comparados con los obtenidos por Kassens *et al.* (2015) quienes recolectaron 15.6-12.5; en cuanto a los blastocistos tempranos (V) para los tres toros se obtuvieron rangos entre 2-2.87; para los rangos de blastocistos (VI) fueron entre 1.66-2.46 para los tres toros. En cuanto a blastocistos expandidos se obtuvo un rango entre 1.5-1.82 y para el total de embriones recuperados/lavado se obtuvieron rangos entre 5.30-6.37 para los tres toros.

Cuadro 13. Valores medios de los estadios de desarrollo en mórulas, blastocistos tempranos, blastocistos, blastocistos expandidos y total de embriones recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A, B y C.

Toro	Mórulas IV	Blastocistos tempranos (V)	Blastocistos (VI)	Blastocistos expandidos (VII)	Total de embriones recuperados/lavado*
A	4.35	2.00	2.14	1.82	6.01
B	4.46	2.46	1.66	1.50	5.30
C	3.47	2.87	2.46	1.50	6.37
Probabilidad	0.36	0.057	0.79	0.82	0.09
CV	20.57	15.71	15.37	15.38	29.25

CV: Coeficiente de Variabilidad.

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de este estudio, el número de estructuras recolectadas fue similar entre los tres toros.
- No hubo un efecto del toro en los valores medios de embriones recuperados (mórulas y blastocistos), obteniendo valores similares entre sí.
- Las categorías Mórulas tempranas (IV), Blastocisto temprano (V), Blastocisto (VI) y Blastocisto expandido (VII) de los embriones obtenidos bajo las condiciones de este estudio fue similar entre los toros.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar futuras investigaciones evaluando los porcentajes de preñez para cada uno de los toros.
- Desarrollar otras investigaciones en las cuales se puedan evaluar y correlacionar las características de las receptoras con los porcentajes de preñez de acuerdo con el toro y a la categoría del embrión.
- Realizar investigaciones en otras épocas del año, utilizando en lo posible los mismos grupos de donantes.
- Desarrollar otras investigaciones con un mayor número de toros.
- Comparar otros protocolos de superovulación.

6. LITERATURA CITADA

- Bello M. 2008. Situación actual de la transferencia embrionaria. Revisión y actualización. Frisona Española, 28(164): 74-80.
- Blondin P. 2018. Status of embryo production in the world. Animal Reproduction.12(3): 356-358.
- Cabodevila J, Torquati S. 2001. Superovulación de hembras bovinas. 1ª ed. Balcarce, Aegentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. p. 79-108.
- Echeverry J. 2015. Uso de semen sexado en bovinos [Tesis]. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. 20 p.
- Fernández E. 2014. Producción de embriones *in vivo* en tres razas de ganado lechero [Tesis]. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. 38 p.
- Frutos J. 2010. Transferencia de embriones en bovinos. Paraguay: ABC En El Este; [consultado el 7 de ago de 2020]. <https://www.abc.com.py/articulos/transferencia-de-embriones-en-bovinos-188707.html>
- García P, Quintela L, Peña A, Becerra J. 2019. La transferencia de embriones en bovinos. España: Portal Veterinaria; [consultado el 8 de nov de 2019]. <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/14123/la-transferencia-de-embriones-en-bovinos.html>
- Havlicek V, Lopatarova M, Cech S, Dolezel R, Huber T, Pavlok A, Besenfelder U. 2005. *In vivo* culture of bovine embryos and quality assessment of *in vivo* vs. *in vitro* produced embryos. Vet Med–Czech, 50(4): 149-157.
- Hayakawa H, Hirai T, Takimoto A, Ideta A, Aoyagi Y. 2009. Superovulation and embryo transfer in Holstein cattle using sexed sperm. Theriogenology, 71(1): 68-73.
- Kassens A, Held E, Salilew-Wondim D, Sieme H, Wrenzycki C, Tesfaye D, Hoelker M. 2015. Intrafollicular oocyte transfer (IFOT) of abattoir-derived and *in vitro*-matured oocytes results in viable blastocysts and birth of healthy calves. Biology of Reproduction, 92(6): 150-1.
- Leonardo D, Castrillón M, Caggiano N. 2011. Respuesta a la superovulación y calidad de los embriones en bovinos lecheros de elevado merito genético, uso de diferentes protocolos. Engormix: Argentina; [consultado el 03 de ago. de 2020]. <https://www.engorix.com/ganaderia- carne/articulos/embriones-bovinos-t29111.htm>

- Marini P, Galassi I. 2011. Relación entre celo-inseminación con semen sexado y porcentaje de preñez y vaquillonas Holstein. Universidad Nacional de Rosario. Semen sexado. Revista Veterinaria, 22(1): 52-54
- Monforte C, Llamosas M, Caamaño J, Piñeiro E. 2013. Estado actual de los sistemas de producción de embriones en ganado bovino. Tecnología Agroalimentaria: Boletín informativo del SERIDA, 12: 35-39.
- Monteiro P, Batista A, Almeida F, Figueiredo A, Soares P, Carneiro G, Guerra M. 2018. Fertilization rate and embryo production of superovulated dairy cows after insemination with non-sorted and sex-sorted semen. Animal Reproduction, 13(2): 112-116.
- Oyuela L, Jiménez C. 2010. Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 57(3): 191-200.
- Palma G. 2001. Biotecnología de la reproducción. 1ra ed. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 701p. ISBN: 9874337796.
- Palma G, Olivier S, Neumüller H, Sinowatz F. 2008. Effects of sex-sorted spermatozoa on the efficiency of *in vitro* fertilization and ultrastructure of *in vitro* produced bovine blastocysts. Anatomia, Histología, Embryología, 37(1): 67-73.
- Palma GA. 2018. Producción *in vitro* de embriones bovinos. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; [consultado el 9 de nov de 2019]. https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_Palma/publication/329567703_Produccion_in_vitro_de_embryones_bovinos/links/5c0fceb92851c39e54298/Produccion-in-vitro-de-embryones-bovinos.pdf
- Rengifo O. 2011. Técnica de multiovlación y transferencia de embriones de ganado bovino en condiciones de trópico del Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria: Perú; [consultado 2020 ago 3]. <https://core.ac.uk/download/pdf/250081486.pdf>
- Rentería C, Soto S. 2013. Evaluación del uso de semen sexado contra semen convencional en vaquillas de leche en la finca de Ingeniería Agrícola y Ganadera S.A. (IAGSA), Comayagua, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 19 p.
- Roa N. 2014. Pasado, presente y futuro de la inseminación artificial bovina en Venezuela (Revisión). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. Mundo Pecuario, 10(1): 15-30

- Ruiz S, Astiz S. 2009. Producción *in vitro* (PIV) de embriones en: Biotecnología de la Reproducción bovina. ANEMBE: España; [consultado el 9 nov. De 2019]. https://www.researchgate.net/publication/302589551_Produccion_in_vitro_PIV_de_embriones_en_Biotecnologia_de_la_Reproduccion_bovina
- Sá Filho M, Nichi M, Soares J, Vieira L, Melo L, Ojeda A, Baruselli P. 2018. Sex-sorted sperm for artificial insemination and embryo transfer programs in cattle. *Animal Reproduction*, 11(3): 217-224.
- Sartori R, Souza A, Guenther J, Caraviello D, Geiger L, Schenk J, Wiltbank M. 2018. Fertilization rate and embryo quality in superovulated Holstein heifers artificially inseminated with X-sorted or unsorted sperm. *Animal Reproduction*, 1(1): 86-90.
- Vilcatoma E. 2018. Evaluación de la producción de embriones por multiovulación en vacas Brown Swiss en la estación experimental Santa Ana, Huancayo, en los años 2011-2015 [Tesis]. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia, Huancayo. 95 p.
- Weigel K. 2004. Exploring the role of sexed semen in dairy production systems. *Journal of Dairy Science*, 87 (E. Suppl.): E120-E130

7. ANEXOS

Anexo 1. Porcentajes de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructura no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A.

Parámetro/lavado	Año		Total
	2017	2018	
Embriones viables (%)	54.31	42.36	45.32
Embriones degenerados (%)	36.89	43.53	42.37
Ovocitos sin fecundar (%)	3.79	7.96	7.23
Sumatoria de estructuras no viables (%)	40.68	57.65	54.67
Total estructuras recuperadas (%)	50.34	81.29	73.40

Anexo 2. Porcentajes de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructura no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B.

Parámetro/lavado	Año		Total
	2017	2018	
Embriones viables (%)	21.23	53.59	45.32
Embriones degenerados (%)	48.67	40.52	43.98
Ovocitos sin fecundar (%)	30.08	5.88	16.16
Sumatoria de estructuras no viables (%)	78.76	46.40	60.15
Total estructuras recuperadas (%)	19.61	9.08	11.76

Anexo 3. Porcentajes de embriones viables, degenerados, ovocitos sin fecundar, sumatoria de estructura no viables y total de estructuras recuperadas utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C.

Parámetro/lavado	Año		Total
	2017	2018	
Embriones viables (%)	53.17	37.65	45.67
Embriones degenerados (%)	42.77	45.06	43.88
Ovocitos sin fecundar (%)	4.04	5.55	4.77
Sumatoria de estructuras no viables (%)	46.82	62.34	54.32
Total estructuras recuperadas (%)	30.03	9.61	14.82

Anexo 4. Porcentajes de los valores de mórulas, blastocistos y total de embriones viables/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro A.

Parámetro	Año		Total
	2017	2018	
Mórulas (IV) (%)	53.48	64.48	61.96
Blastocisto temprano (V) (%)	22.09	14.82	16.48
Blastocisto (VI) (%)	23.25	13.62	15.82
Blastocisto expandido (VII) (%)	0.58	7.06	5.58
Total de embriones viables (%)	59.72	80.22	74.38

Anexo 5. Porcentajes de los valores de mórulas, blastocistos y total de embriones viables/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro B.

Parámetro	Año		Total
	2017	2018	
Mórulas (IV) (%)	53.48	64.48	61.96
Blastocisto temprano (V) (%)	22.09	14.82	16.48
Blastocisto (VI) (%)	23.25	13.62	15.82
Blastocisto expandido (VII) (%)	0.58	7.06	5.58
Total de embriones viables (%)	59.72	80.22	74.38

Anexo 6. Porcentajes de los valores de mórulas, blastocistos y total de embriones viables/lavado recuperados utilizando el semen sexado hembra Holstein del toro C.

Parámetro	Año		Total
	2017	2018	
Mórulas (IV) (%)	32.60	59.01	43.13
Blastocisto temprano (V) (%)	67.39	40.98	56.86
Blastocisto (VI) (%)	23.91	16.39	20.91
Blastocisto expandido (VII) (%)	3.26	9.83	5.88
Total de embriones viables (%)	31.94	8.43	15.13