76701

DONACION

Don: Don. El Autor

Autor: von Meyeren, Micaela

Exp:

Inv N: 76701

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN EQUINA

ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN MODELOS DE PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EQUINOS EN ARGENTINA

TESIS

TESISTA
Micaela von Meyeren, MV
Rio Cuarto, Córdoba, Argentina.

DIRECTOR
Luis Losinno, MV, PhD
Profesor Asociado. Catedras de Producción Equina I y II
Director, Laboratorio de Producción Equina, Dpto. de Producción Animal,
Facultad de Agronomia y Veterinaria, Universidad Nacional de Rio Cuarto,
Argentina

Río Cuarto – Argentina
Marzo de 2016

CREER. CREAR. CRECER

JURADO DE TESIS

Adrián Angel Mutto; Licenciado en Biotecnología, MSc, PhD

Investigador Adjunto, CONICET. Jefe del Laboratorio de Biotecnología aplicadas a la Reproducción y Mejoramiento Genético Animal, Instituto de Investigaciones Biotecnológicas IIB-INTECH Dr Rodolfo Ugalde, Universidad Nacional de San Martín, San Martin, Buenos Aires, Argentina. Director de Crest View Genetics Argentina, Laboratorio de Biotecnología y Clonación Equina, Luján, Buenos Aires

Heraldo Darío Remondino; CPN, Magister en Sistemas de Información para Decisiones

Profesor Titular, Costos para la Gestión Facultad de Ciencias Económicas, UNRC. Docente de posgrado Costos Agropecuarios, Instituto Argentino de Profesores de Costos (IAPUCO). Miembro de la Comisión Técnica del IAPUCO.

José Javier Aguilar Valenciano; MV, MSc, PhD

Profesor Adjunto Efectivo de Producción Equina, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Rio Cuarto, Rio Cuarto, Argentina

76701

MFN:

Clasif:

T- 1131

AGRADECIMIENTOS

Son muchos a quienes les debo reconocer su contribución. Algunos tal vez ni lo recuerden, incluso no han sido muy conscientes de su aporte. Pero, yo les guardo un recuerdo y agradecimiento muy particular, por su colaboración desinteresada con este proyecto de investigación.

A mi Director Luis Losinno por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, a su constante exigencia para mi crecimiento académico y personal, así como también haberme tenido paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

A mi familia por apoyar todas mis decisiones.

También agradezco a todos los que fueron mis compañeros, ya que gracias a su amistad, compañerismo y apoyo han aportado en gran cantidad a mis ganas de seguir adelante y cumplir todas las instancias educativas.

Índice

I.INTRODUCCION 9
II.HIPOTESIS 15
III.OBJETIVOS 16
IV.MATERIALES Y METODOS 17
Ejecución y análisis de la encuesta 17
Descripción del modelo y elección de variables 17
Determinación de funciones de probabilidad 20
Experimento 1 20
Experimento 2 21
Experimento 3 21
V.RESULTADOS 22
Encuesta 22
Elección de variables aleatorias 27
Caracterización del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria 30
Experimento 1 32
Experimento 2 34
Experimento 3 36
Valor asignable a receptora 37
VI.DISCUSION 39
Elección de variables aleatorias 39
Determinación de funciones de probabilidad 39
Costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria. 40
Experimento 1 41
Experimento 2 42
Experimento 3 43
Valor asignable a receptora 43
VII.CONCLUSIONES 45
VIII.REFERENCIAS 46

Índice de tablas y gráficos

Gráfico 1. Evolución de la cantidad mundial de colectas de embriones equinos (IETS, 2000-2012) 10

Gráfico 2. Evolución de la cantidad de coletas y embriones equinos recuperados en Argentina (IETS 2007-2012). 10

Tabla 1. Variables analizadas para incluir al modelo. 18

Tabla 2. Conceptos a cargo de la empresa, según su escala productiva. 23

Tabla 3. Características de los sistemas productivos según la escala. 24

Tabla 4. Rangos de cantidad de equipamiento según la escala del sistema productivo. 25

Tabla 5. Media y rango de uso de inductores de la ovulación en yeguas donantes 25

Tabla 6. Media y rango de uso de inductores de la ovulación en yeguas receptoras. 26

Tabla 7. Media y rango de aplicación de tratamientos a receptoras al momento de la transferencia 26

Gráfico 3. Análisis de sensibilidad tradicional: elección de variables aleatorias. Gran escala 27

Gráfico 4. Análisis de sensibilidad tradicional: elección de variables aleatorias. Mediana escala. 28

Gráfico 5. Análisis de sensibilidad tradicional: elección de variables aleatorias. Pequeña escala. 28

Tabla 8. Análisis de sensibilidad tradicional: variación absoluta en costo unitario. 29

Determinación de funciones de probabilidad 29

Tabla 9. Determinación de la función de distribución de probabilidades. 29

Gráfico 6. Determinación gráfica de la función de distribución de probabilidades para la tasa de recuperación embrionaria en sistemas productivos pequeños 30

Tabla 10. Caracterización del costo de producción de embriones equinos. 31

Tabla 11. Composición porcentual del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria. 31

Gráfico 7. Contribución al desvío estándar del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria. 32

Gráfico 8. Coeficiente Beta entre variables aleatorias y el costo unitario para las tres escalas productivas consideradas. 33

Tabla 12. Análisis del coeficiente Beta de regresión entre variables aleatorias y el costo unitario para las tres escalas productivas consideradas. 33

Tabla 13. Composición del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de gran escala. 34

Tabla 14. Composición del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de mediana escala. 35

Tabla 15. Composición del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de pequeña escala..... 35

Tabla 16. Efecto de la tasa de preñez en el costo unitario costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de gran escala. 36

Tabla 17. Efecto de la tasa de preñez en el costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria sistemas mediana escala..... 36

Tabla 18. Efecto de la tasa de preñez en el costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria sistemas pequeña escala. 36

Tabla 19. Valor promedio asignable a yeguas receptoras para las tres escalas productivas consideradas. 37

Gráfico 9. Contribución al desvío estándar del valor asignable a yeguas receptoras. 37

Tabla 20. Coeficiente Beta para valor asignable a yeguas receptoras. 38

Análisis de costos de producción en modelos de programas de transferencia de embriones equinos en argentina

RESUMEN

En este trabajo se determinó y caracterizó el costo promedio de producción de preñeces por transferencia de embriones equinos, en modelos de programas comerciales de transferencia embrionaria en Argentina. Se determinaron las variables que lo afectan y su comportamiento ante el cambio en éstas.

Se desarrolló un modelo bio- económico para el cálculo del costo de producción de las preñeces, aplicable a 3 escenarios productivos de diferente escala. Se utilizó análisis de sensibilidad tradicional para la elección de las variables de entrada al modelo: tasa de recuperación embrionaria, tasa de gestación al día 60 de preñez y cotización del peso respecto al dólar. La función de distribución de probabilidades, de las variables de entrada al modelo, tasa de recuperación embrionaria y tasa de preñez al día 60 de gestación, fueron calculadas para cada escala productiva analizada. Se obtuvo el coeficiente Beta, entre cada una de las variables aleatorias de entrada y el costo unitario de producción, para las tres escalas productivas analizadas. Se analizó la composición del costo unitario en cada escala productiva considerada. Se determinó el efecto en el costo unitario de inducir el aborto en yeguas que gesten fetos machos. Se determinó el valor asignable a receptoras, que es el valor asignable a cada preñez por la disposición de éstas, se obtiene calculando el valor actual al momento x, de los ingresos y egresos generados por ellas en su vida útil, dividido su eficiencia esperada.

En este estudio se determinó que el costo unitario promedio de producción de embriones equinos en sistemas de gran escala es u$s 683 (+/- u$s 129), en sistemas de mediana escala u$s 994 (+/- u$s198) y en sistemas de pequeña escala productiva u$s799 (+/- u$s 88). En cuanto a la composición, los materiales representan entre el 7,12% y 9,39% del costo unitario, la mano de obra entre 26,92% y 32,06%, los costos indirectos representan entre 16,6% y 24,2% y el valor asignable a receptora entre 39,36% y 49,36% según la escala productiva. En las tres escalas analizadas los principales componentes del costo son: (1) valor asignable a receptoras, (2) honorarios y salarios y (3) alimentación de donantes y padrillos. La suma de estos tres conceptos, representa más del 70% del costo unitario de producción de embriones equinos. El valor asignable a receptoras promedio fue, para sistemas productivos de gran escala, u$s 337 (+/- u$s 90), de mediana escala, u$s 424 (+/- u$s 112), y de pequeña escala u$s 275 (+/- u$s 49).

Independientemente de la cantidad de embriones machos abortados, toda disminución a la tasa de gestación al día 60 ocasiona un aumento más que proporcional al costo unitario de producción.

Del análisis del coeficiente Beta, surge que la variable que mayor impacto posee en el costo unitario es la tasa de preñez al día 60 de gestación, el segundo lugar, en las tres escalas productivas planteadas, lo ocupa la tasa de recuperación embrionaria. Ambas tienen una relación inversa con el costo unitario. La tercera variable es la cotización del peso respecto al dólar.

Equine embryo transfer programs in Argentina. Economic modeling and production costs.

ABSTRACT

In the present study the average cost of producing pregnancies by equine embryo transfer in models of commercial programs of embryo transfer in Argentina was determined and characterized. The variables that affect it and the relation with them were determined.

A Bio-economic model to calculate the cost of producing pregnancies, applicable to 3 different scale production scenarios developed. Traditional sensitivity analysis was used to select the model input variables: embryo recovery rate, pregnancy rate at day 60 of pregnancy and value of the peso against the dollar. The probability distribution function of the input variables to the model, embryo recovery rate and day 60 pregnancy rate, were calculated for each analyzed production scale. The beta coefficient was obtained between each of the random input variables and the unit cost of production. The composition of the unit cost for each production scale was analyzed. The effect of inducing abortion in mares gestating male fetuses on the unit cost was determined. Recipient's assignable value, which is the value assignable to each pregnancy for the provision of recipient mares, was determined by calculating the present value of incomes and expenses generated by the recipient in her life spam, divided its expected efficiency. The average unit cost of producing pregnancies by equine embryo transfer in models of large-scale systems is u$s 683 (+/- u$s 129), medium scale systems u$s 994 (+/- u$s 198) and small scale production systems or $ S799 (+/- u$s 88). In regard of the composition, material represents between 7.12% and 9.39% of the unit cost, labor between 26.92% and 32.06%, indirect costs represents between 16.6% and 24.2% and recipients assignable value between 39.36% and 49.36% depending on the production scale. The main cost components are: (1) receiving assignable value, (2) fees and salaries and (3) nourishment of donors and stallions. These three concepts, represents above than 70% of the unitary cost of production of equine embryos. The average recipient assignable value was, for large-scale production systems, u$s 337 (+/- u$s 90), medium scale u$s 424 (+/- u$s 112), and small scale u$s 275 (+/- u$s 49).

Regardless of the number of male pregnancies aborted, any decrease in the day 60 pregnancy rate causes a more than proportional increase in the unit cost of production.

The variable that has greater impact on the unit cost is the day 60 pregnancy rate, the second is the embryo recovery rate in the three analyzed production scales. Both have an inverse relationship with the unit cost. The third variable is the value of peso against the dollar.

I. INTRODUCCION

Argentina es reconocida mundialmente como productor de equinos de excelencia, ubicándose entre los 10 países de mayor stock del mundo con 2.294.592 animales distribuidos en 172.145 establecimientos, siendo el 16% aproximadamente, animales puros de raza. Se crían en Argentina más de 25 razas equinas con distintas finalidades y por año se registran más de 22.000 nacimientos de animales puros de raza en tres Registros Genealógicos reconocidos por el Estado Nacional (Secretaria de Comunicación Publica, Presidencia de la Nación, Febrero 2015).

La industria equina en Argentina abarca una amplia gama de actividades: transporte, trabajo, entretenimiento, espectáculo, juego, deportes, etc. Actualmente genera más de 73.200 empleos directos y más de 110.000 indirectos, es una industria que requiere mano de obra intensiva e insustituible y se ha estimado que cada caballo que entra en actividad genera 6 a 7 puestos de trabajo (Mora y Araujo, 2003)

La transferencia de embriones (TE) es un método artificial de reproducción que consiste en recolectar un embrión del útero de una hembra donante y se transfiere al útero de otra hembra receptora, encargada de la gestación y parto.

Es una biotecnología que puede permitir obtener: a) varias crías por yegua por temporada; b) crías de yeguas en competición; c) mayor progenie y extender la vida reproductiva de yeguas de alto valor; d) crías de yeguas con problemas reproductivos; e) crías de yeguas con problemas musculo esqueléticos que interfieran con la gestación; f) nuevos productos que le permite al criador venderlos o cambiarlos para diversificar su genética; g) descendencia de potrancas, yeguas en doma o yeguas jóvenes , para evaluarlas como reproductoras cuando todavía están en edad de ser comercializadas como deportistas (Mac Donough, 1999).

Walter Heape publicó el primer reporte de una transferencia embrionaria exitosa -en conejos- en el año 1891, mientras que recién en 1974, Oguri y Tsutsumi fueron los primeros en reportar una preñez por TE en equinos, casi en simultáneo con WR Allen en Inglaterra. Según los datos disponibles, en Argentina los primeros ensayos con TE en equinos se realizaron a fines de la década del '80, y los primeros reportes y registros de centros comerciales, comenzaron durante la temporada de 1989, básicamente sobre yeguas de Polo (Losinno, 2002).

El gráfico 1 muestra la evolución de la cantidad mundial de colectas de embriones equinos y de embriones recuperados. En el mismo se observa un notable crecimiento de la actividad en los últimos 12 años y un incremento de más de 10 puntos en la eficiencia. En el año 2000 la tasa de recuperación fue 58,15%, en tanto que en 2012 alcanzó un 70,52%.

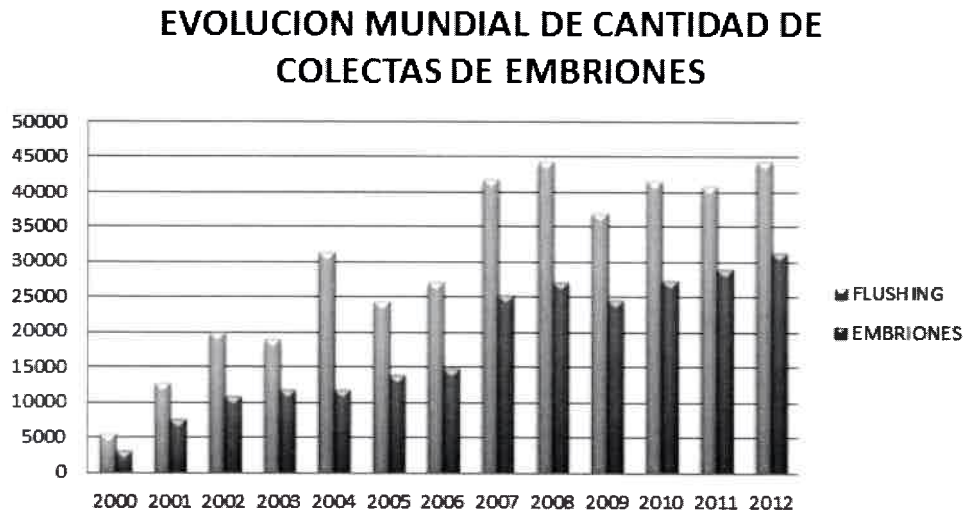

Gráfico 1. Evolución de la cantidad mundial de colectas de embriones equinos (IETS, 2000-2012)

En el gráfico 2 se observa la evolución histórica de la cantidad de colectas de embriones y de embriones recuperados en Argentina. Al igual que a nivel mundial se observa un crecimiento en la actividad. En el año 2007 se realizaron 15000 colectas de embriones, en el año 2012 se realizaron un 70% más, alcanzando 22000 colectas.

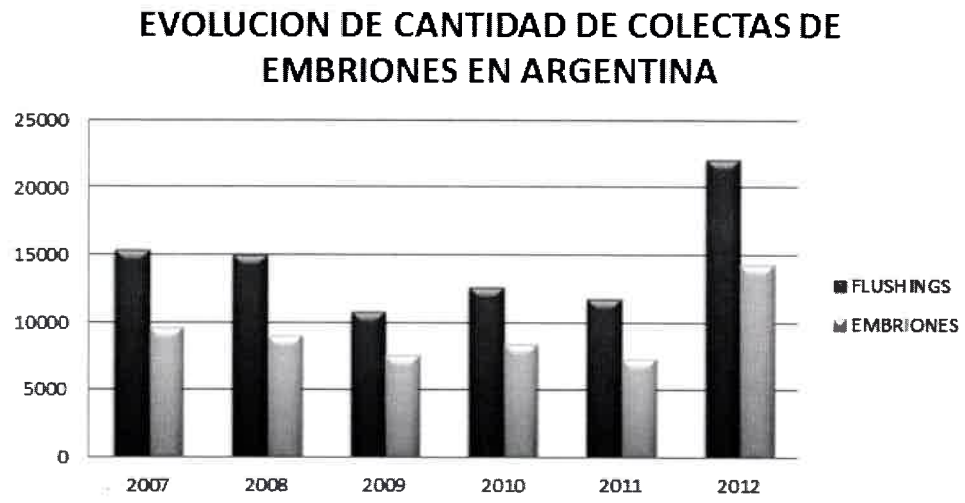

Gráfico 2. Evolución de la cantidad de coletas y embriones equinos recuperados en Argentina (IETS 2007-2012).

En términos cuantitativos respecto a la transferencia de embriones, Argentina está en tercer lugar después de Brasil y Estados Unidos con aproximadamente 14.000 preñeces por año, de las cuales el 90 % corresponden a la Raza Polo Argentino. Cuenta además con 73 centros de inseminación artificial y transferencia de embriones registrados, principalmente para caballos de polo, salto y en menor medida Cuarto de Milla, Árabe

y Peruano de paso (Secretaria de Comunicación Pública, Presidencia de la Nación, Febrero 2015).

Existen actualmente en Argentina dos sistemas productivos diferentes, para la obtención de preñeces por transferencia embrionaria. Sistemas de tipo Fijo o Centros de Transferencia Embrionaria y Sistemas de tipo Ambulatorio o Prestación de servicios veterinarios en los establecimientos de cría y producción.

Según el nivel de actividad, medido a través de la cantidad de embriones recuperados, los Sistemas de tipo Fijo o Centros de Transferencia Embrionaria, presentan diferentes escalas productivas (pequeño, mediano, grande) lo que se manifiesta en diferentes características en cuanto a organización del trabajo, disponibilidad y aprovechamiento de recursos productivos, estrategias comerciales, etc.

Los sistemas de tipo Fijo, se caracterizan por disponer de un predio denominado "Centro de Transferencia Embrionaria" que cuenta con instalaciones especialmente diseñadas o adaptadas (corrales, callejones, embarcaderos, manga para embozalar, galpón para revisar, mangas ginecológicas, área sucia, laboratorio para procesamiento de semen, laboratorio para procesamiento de embriones, oficinas, etc.) para el desarrollo de la actividad. Los Médicos Veterinarios generalmente se alojan en el Centro de Transferencia Embrionaria (residentes). Las yeguas donantes y padrillos permanecen en el predio, exclusivamente en temporada reproductiva. Las yeguas receptoras, son en general propiedad del sistema productivo, y son rentadas por el propietario del embrión que gestan, hasta que el potrillo es destetado, reincorporándose a la manada cada 2 años para preñarse nuevamente. Existen receptoras alojadas en el predio a lo largo de todo el año, aunque la carga es máxima en temporada reproductiva. En los sistemas productivos pequeños es frecuente, además, el uso de semen refrigerado y congelado.

En los sistemas de tipo Ambulatorio, la/s yegua/s donante/s se encuentra/n alojada/s en caballerizas, clubes hípicos, centros de doma, hospitales o haras. Según el caso, el padrillo puede o no alojarse en el mismo predio, aunque lo más frecuente es el uso de semen refrigerado y congelado. Las yeguas receptoras pueden, pertenecer al propietario de la donante y encontrarse alojadas a no más 500 km o ser rentadas a un centro de receptoras ubicado a menos de 500 km. El Médico Veterinario se traslada hasta la locación de la yegua donante, cada vez que sea necesario aplicar un procedimiento ginecológico, con el equipamiento necesario para esto. Para colectar y procesar embriones, organiza un laboratorio, en algún lugar limpio y cerrado disponible. El/los embrión/es obtenido/s se transportan atemperados o refrigerados, según el tiempo necesario hasta que sea/n transferido/s.

El gran crecimiento de esta industria en los últimos años exige que los profesionales tengan una formación académica que les permita asumir responsabilidades empresariales,

que le den validez y posibilidades futuras a las recomendaciones de orden tecnológico, sustentándolo no solo en los beneficios técnicos sino que también se acompañen de los análisis y resultados económicos y financieros, para lo cual es muy importante comprender como se componen los costos y la forma de optimizarlos, para contar con más herramientas y ser más innovadores (Bolívar, 2008).

Las empresas agropecuarias, presentan características diferenciales que tienen un impacto directo en el cálculo del costo de producción. La producción comercial de preñeces por transferencia embrionaria equina, cumple con las características de una empresa agropecuaria: (1) se basa en procesos biológicos los cuales son parcialmente controlables, (2) los ciclos productivos son de mediano a largo plazo, (3) se desempeñan en un ambiente con alto riesgo e incertidumbre, (4) el mercado al que se destina la producción se caracteriza porque el productor no fija precio pero vende todo lo que produce. En la producción comercial de preñeces por transferencia de embriones equinos al igual que en las empresas agropecuarias no es suficiente mantener una capacidad física de producción, se requiere además, crear y mantener el liderazgo en el mercado a través de los costos, de la diferenciación de los productos y servicios o manteniendo idéntica posición relativa respecto de la competencia.

El costo es el esfuerzo, sacrificio o utilización de un factor económico que contribuye a obtener un producto o servicio. Se incurre en un costo con el objeto de generar un beneficio futuro (Vázquez, 1997). La función de costo está referida a un periodo de actividad especifico, por esto cuando se habla del costo de elaborar un producto se refiere a la valoración monetaria del uso de un recurso económico para la elaboración de una cierta cantidad de productos en un periodo de tiempo considerado. El costo unitario, es el costo expresado en base a la unidad de producto. Su conocimiento es de utilidad para la determinación e interpretación de los cambios en el precio y de los niveles óptimos de producción (Guerra, 1976).

El concepto de costo debe ser diferenciado de otros que se prestan a confusión, como gasto e inversión. El gasto es una salida monetaria efectuada con el objetivo de obtener un ingreso, se diferencia con el costo en que este puede o no ser una salida monetaria. La inversión por otro lado se refiere al empleo de un capital, en algún tipo de actividad con el objetivo de incrementarlo, es decir, consiste en renunciar a un consumo actual y cierto a cambio de obtener beneficios futuros distribuidos en el tiempo.

El desconocimiento de los costos de producción, de las variables que lo afectan y su comportamiento ante cambios en éstas, afecta directa e indirectamente los resultados económicos, financieros y productivos de una organización. Por ejemplo, no se adoptan técnicas que contribuyen a aumentar la eficiencia, no se aplican nuevas medidas de manejo, la técnica se aplica sobre individuos que no son los adecuados, falla la presu-

puestación y se cobra un precio para brindar el servicio profesional que no se sabe si es conveniente. El resultado financiero de las preñeces logradas en un centro de TE depende principalmente de la eficiencia del programa (Pessoa, 2013).

La simulación es una herramienta de análisis para el diseño y operación de sistemas complejos. Consiste en diseñar un modelo de un sistema real y conducir experimentos con este modelo con el objetivo de comprender el comportamiento del sistema y/o evaluar estrategias para su operación.

La simulación de Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos. Los orígenes de esta técnica están ligados al trabajo desarrollado por Stan Ulam y John Von Neumann a finales de los 40 en el laboratorio de Los Álamos, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones. En años posteriores, la simulación de Monte Carlo se ha aplicado a una infinidad de ámbitos como alternativa a los modelos matemáticos exactos o incluso como único medio de estimar soluciones para problemas complejos. Así, en la actualidad es posible encontrar modelos que hacen uso de esta técnica en las áreas informática, empresarial, económica, industrial e incluso social.

La simulación Monte Carlo consiste en crear un modelo matemático del sistema, proceso o actividad que se quiere analizar, identificando aquellas variables (inputs del modelo) cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. Una vez identificados dichos inputs o variables aleatorias, se lleva a cabo un experimento consistente en (1) generar –con ayuda del ordenador- muestras aleatorias (valores concretos) para dichos inputs, y (2) analizar el comportamiento del sistema ante los valores generados. Tras repetir n veces este experimento, dispondremos de n observaciones sobre el comportamiento del sistema, lo cual nos será de utilidad para entender el funcionamiento del mismo.

La investigación de la producción animal con simulación computacional es una alternativa prometedora porque además de no demandar recursos físicos ni financieros, permite el estudio en un corto periodo de tiempo del uso conjunto de distintas tecnologías en diferentes escenarios productivos (Cunha, et al., 2010). Los modelos bio-económicos se basan en el análisis conjunto del aspecto económico y productivo, relacionando costos, ingresos, datos biológicos y de manejo del sistema productivo para obtener valores económicos de características de interés productivo. Los modelos bio-económicos son una herramienta ampliamente aplicada en la producción bovina (Ruvuna, 1992; Junior, 2006; Beltrame, 2007; Oaigen, 2009; Beltrame, 2009; Beltrame, 2010; Ghavi Hossein-Zadeh, 2010; Cunha, 2010; Beltrame 2013).

Las principales consideraciones que abordará este trabajo radican en la importancia de conocer el costo de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria para el buen control y presupuestación, para la toma de decisiones internas o externas y para medir el grado de eficiencia en el cual se trabaja.

A través de este trabajo se pretende poner en práctica la aplicación de modelos bio-económicos en la resolución de problemas de empresas de producción equina. En particular, aplicar estas técnicas en la evaluación económica de programas de transferencia de embriones en Argentina. Se aplicarán modelos de simulación con el objeto de determinar el costo de producción en los tres escenarios más comunes presentes en el país, así como también, determinar y analizar las variables que afectan el comportamiento de los costos de producción de embriones equinos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO BIBLIOTECA

II. HIPÓTESIS

Hipótesis general

- Es factible desarrollar un modelo bioeconómico que permita calcular y analizar el costo de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria, en sistemas productivos de tipo fijo, de pequeña, mediana y gran escala.

Hipótesis 1

- En los sistemas productivos de preñeces equinas por transferencia embrionaria de tipo fijo, la tasa de preñez al día 60, es la variable de mayor impacto en el costo unitario de producción.

Hipótesis 2

- El componente de mayor impacto en el costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria, difiere con la escala del sistema productivo.

Hipótesis 3

- En los sistemas productivos de preñeces equinas por transferencia embrionaria, de tipo fijo, la disminución del 50% de la tasa de preñez al día 60, por abortar los embriones machos, implica un aumento en el costo unitario de producción mayor al 50%.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar un modelo bioeconómico, que permita determinar el costo de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria, las variables que lo afectan y su comportamiento ante el cambio en ellas.

Objetivos Secundarios

- Relevar el conocimiento y opinión de los profesionales que trabajan en programas de transferencia de embriones equinos respecto a los costos de producción.
- Definir e identificar las variables económicas, financieras, productivas que afectan al costo de producción para mejorar la planificación y el control.
- Determinar la función de distribución de probabilidades de la tasa de recuperación de embriones equinos y tasa de preñez al día 60 de gestación.
- Evaluar el comportamiento del costo de producción ante cambios en la escala, aplicando técnicas de simulación.
- Evaluar el comportamiento del costo de producción ante cambios en la eficiencia productiva, aplicando técnicas de simulación.
- Determinar, aplicando técnicas de simulación, los efectos en el costo de producción, de abortar todas las preñeces que gesten fetos machos al día 60 de gestación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Ejecución y análisis de la encuesta

Se realizó una encuesta por correo electrónico a Médicos Veterinarios responsables de programas comerciales de transferencia de embriones equinos en Argentina. Se elaboró una base de datos a partir de contactos personales e información de contacto publicada en internet, por asociaciones de criadores. En total 35 establecimientos fueron encuestados, obteniéndose respuesta de 20 de ellos. Las encuestas fueron enviadas semanalmente durante los meses de octubre y noviembre de 2014 y marzo y abril de 2015, hasta obtener respuesta.

La encuesta fue estructurada en 5 bloques, consistentes en varias preguntas cada uno. Bloque 1: Manejo de la información, indaga sobre qué datos son recolectados y su uso dentro y fuera del establecimiento; bloque 2: costo de producción, respecto del cálculo del costo de producción y conceptos a incluir en éste; bloque 3: caracterización del establecimiento, con el objetivo de caracterizar los modelos se indagó a cerca de cantidad de personal, superficie utilizada, cantidad de animales e instalaciones y equipamiento disponible; bloque 4: proceso productivo, con el mismo objetivo se indagó acerca del nivel de producción y del uso de diferentes fármacos; bloque 5, opinión personal , se relaciona directamente con las hipótesis planteadas.

Los establecimientos fueron clasificados de acuerdo a su escala productiva, en pequeños (recuperan y transfieren menos de 100 embriones por temporada), medianos (obtienen y transfieren entre 100 y 500 embriones por temporada) y grandes (recuperan y transfieren más de 500 embriones por temporada). Los datos obtenidos fueron analizados con estadística descriptiva. Se calculó media, moda, mediana y rango en los casos que los datos permitían hacerlo.

Descripción del modelo y elección de variables

Se desarrolló un modelo bio- económico para el cálculo del costo de producción de embriones equinos, aplicable a 3 escenarios productivos diferentes: (1) sistema fijo, de pequeña escala, (2) sistema fijo, de mediana escala y (3) sistema fijo, de gran escala.

Se utilizó análisis de sensibilidad tradicional para la elección de las variables aleatorias de entrada al modelo. El análisis de sensibilidad tradicional indica cuánto afectará el cambio de una variable de entrada a una variable de salida y sirve para determinar cuáles son las variables que requieren un análisis más profundo (Machain, 2011). Se analizó individualmente el efecto sobre el costo unitario de producción, de un cambio

del 25%, en cada una de las variables. Diez variables fueron analizadas para determinar cuáles debían incluirse como variables aleatorias estocásticas del modelo (Tabla 1). La inclusión de funciones estocásticas genera variabilidad en la performance de los animales y en el manejo del sistema productivo.

El modelo de simulación fue desarrollado con el uso integrado de M. Excel y Simular®.

Variables analizadas
Alimentacion de donantes y padrillos
Número de ciclos
Costos indirectos de produccion
Cotizacion oficial del dólar
Inseminaciones por ciclo
Mano de obra
Materiales
Tasa de preñez al dia 60
Tasa de recuperacion embrionaria
Valor asignable a receptoras

Tabla 1. Variables analizadas para incluir al modelo.

El costo total de producción de embriones equinos se calcula como:

$$CT = MAT + MO + CIP + RX$$

Donde *MAT*, corresponde a los materiales insumidos en todo el proceso productivo, P_i es el precio del insumo i, Q_i es la cantidad requerida del insumo i. *MO*, es la mano de obra requerida, S es el salario, AP son los aportes patronales al sistema de seguridad social y R las retenciones al empleado para dicho sistema. *CIP*, son los costos indirectos de producción, AL corresponde a la alimentación de yeguas donantes y padrillos, AM es la amortización de instalaciones y equipamiento y V son gastos imposibles de distribuir con una base racional. Por último, *RX*, es el valor asignable a cada preñez por la disposición de receptoras, se obtiene calculando el valor actual al momento x, de los ingresos y egresos generados por las receptoras en su vida útil, dividido su eficiencia esperada. Para esto, se consideró una vida útil de las receptoras en 8 años, a lo largo de la cual se obtienen 4 preñeces, se realiza 10% de reposición anual, 15% de mortandad/perdida en su vida útil y 8% es la tasa de costo de capital. Se computaron como egresos la alimentación, sanidad y amortización de su valor.

$$MAT = \sum_{i=1}^{n} Min(P_i) \times Q_i$$

$$MO = \sum S + (\%AP \times S) + (\%R \times S)$$

$$CIP = \sum AL + AM + V$$

$$RX_x = \frac{\sum_{j=0}^{n} IG_j(1+i)^{n-j} - EG_j(1+i)^{n-j}}{PR\ esperadas\ en\ VU} \times \frac{1}{(1+i)^{n-x}}$$

El costo unitario de producción de embriones equinos se calcula, como el cociente entre, CT, costo total y PREÑECES$_{60}$, cantidad de preñeces logradas al día 60 de gestación.

$$CTO\ UNITARIO = \frac{COSTO\ TOTAL}{PREÑECES_{60}}$$

Los precios y valores utilizados, para el cálculo de los costos de producción corresponden a valores de mercado de Abril de 2015, considerando el menor de tres presupuestos para cada insumo. Para los insumos con precio en dólares, se considera su equivalente en pesos, utilizando la cotización oficial del dólar.

Los resultados fueron expresados en pesos argentinos y en dólares, se consideró dólar promedio al 1 de agosto de 2015.

Se utilizó una planilla de Microsoft Excel para el cálculo de la superficie forrajera requerida, acorde a la cantidad de animales y a la producción de kg MS de cada cultivo. Se consideró carga variable en el año, siendo máxima durante el verano (100%), media en otoño y primavera (50%) y baja en el invierno (25%). Se tomaron los valores esperables de producción de forrajes para la región central del país (Bottini M y Losinno L , 2016). Se asumió que el costo de oportunidad por el uso del recurso tierra, el cual es el valor que se obtendría por su alquiler para producción de soja.

Los costos fueron calculados asumiendo que: (a) la duración de la temporada reproductiva es de 6 meses y las colectas de embriones se realizan diariamente durante los 5 días hábiles de la semana; (b) se produce naturalmente un 15% de ovulaciones dobles; (c) a los 60 días de gestación nace comercialmente la obligación de pago por el servicio prestado; (d) son re-esterilizados por óxido de etileno los insumos descartables necesarios para manipular semen y embriones y todos ellos se amortizan en 2 años de vida útil.

El modelo 1 representa un sistema productivo tipo fijo de pequeña escala. Es un sistema comercial abierto, intensivo y exclusivo que recupera y transfiere menos de 100

embriones equinos por temporada. Cuenta con 35 donantes, 3 padrillos y 90 receptoras. Emplea 1 Médico Veterinario, 1 pasante y 1 peón. Ocupa 55 Has.

El modelo 2 representa un sistema productivo tipo fijo de mediana escala. Es un sistema comercial abierto, intensivo y exclusivo que recupera y transfiere menos de 500 embriones equinos por temporada. Cuenta con 70 donantes, 8 padrillos y 300 receptoras. Emplea 2 Médicos Veterinarios y 2 peones. Ocupa 198 Has.

El modelo 3 representa un sistema productivo tipo fijo de gran escala. Es un sistema comercial abierto, intensivo y exclusivo que recupera y transfiere más de 500 embriones equinos por temporada. Cuenta con 300 donantes, 15 padrillos y 1500 receptoras. Emplea 5 Médicos Veterinarios, 6 peones y 1 empleado administrativo. Ocupa 914 Has.

Las simulaciones son corridas 10.000 veces, se obtiene para el costo unitario, materiales, mano de obra, costos indirectos y valor asignable a receptoras, la media, mediana, mínimo, máximo, desvío estándar, coeficiente de variación. Los resultados son expresados en moneda nacional (Pesos) y también en dólares.

Determinación de funciones de probabilidad

Para poder utilizar la información recolectada, en un modelo estocástico de simulación una distribución teórica de probabilidades debe ser identificada. Esta distribución debe representar, lo más fielmente posible, el comportamiento de la variable bajo estudio (Beltrame, 2009).

La función de distribución de probabilidades, de las variables de entrada al modelo, tasa de recuperación embrionaria y tasa de preñez al día 60 de gestación, fueron calculadas para cada escala productiva analizada. Los datos fueron provistos por un sistema productivo, de cada una de las escalas consideradas. Estos establecimientos tienen más de 15 años de funcionamiento, se encuentran ubicados en la región central del país y llevan registros electrónicos de sus datos. La tasa de recuperación embrionaria y tasa de preñez al día 60 de gestación logrados en cada temporada reproductiva entre los años 2000 y 2014 fueron ajustados para determinar la función de distribución de probabilidad. Se utilizó el test de hipótesis de bondad de ajuste chi –cuadrado, para seleccionar la función de distribución de probabilidades más adecuada ($p>0,05$). Se calculó el p- valor en cada caso.

Experimento 1

En cada uno de los modelos se realizó análisis de regresión lineal simple para detectar

la incidencia de las variables de entrada, tasa de recuperación embrionaria, tasa de preñez al día 60 de gestación y valor del dólar, sobre la de salida: costo unitario de producción. Se calculó y graficó el coeficiente β (Beta) que expresa el cambio en la variable y (dependiente) por una unidad de cambio en la variable x (independiente).

Experimento 2

Se reemplazó en la fórmula de costo unitario, por los conceptos desagregados de cada uno de los componentes. Para un análisis más completo materiales fue subdividido en: (1) descartables, (2) hormonas, (3) productos veterinarios e insumos de laboratorio, (4) re esterilización, así mismo, en los costos indirectos, se consideró por separado la amortización del equipamiento y de las instalaciones.

$$CTO\ UNITARIO = \frac{COSTO\ TOTAL}{PREÑECES_{60}}$$

$$CTO\ UNITARIO = \frac{MAT + MO + CIP + RX}{PREÑECES_{60}}$$

$$CTO\ UNIT = \frac{\sum_{i=1}^{n} Min(P_i) \times Q_i}{PREÑECES_{60}} + \frac{\sum S + (\%AP \times S) + (\%R \times S)}{PREÑECES_{60}} + \frac{\sum AL + AM + V}{PREÑECES_{60}} + \frac{\frac{\sum_{j=0}^{n} IG_j(1+i)^{n-j} - EG_j(1+i)^{n-j}}{PR\ esperadas\ en\ VU} \times \frac{1}{(1+i)^{n-x}}}{PREÑECES_{60}}$$

Para cada modelo se obtuvo el valor de cada término de la ecuación precedente. Se ordenaron de mayor a menor los valores obtenidos. Se determinó la importancia relativa de cada término en el costo unitario.

Experimento 3

En cada uno de los modelos, se realizó análisis de sensibilidad tradicional para visualizar como afecta a una variable de salida (costo unitario), un cambio en una variable de entrada (tasa de preñez al día 60). Se realizó una simulación parcial, donde las variables de entrada son bloqueadas y asumen su valor esperado es decir que si esa variable se distribuye normal su valor esperado es la media y además, se efectuaron disminuciones de un 10%, 20%, 30%, 40% y 50% en la tasa de preñez al día 60 de gestación, determinándose su efecto en el costo unitario de producción. Estas disminuciones representan las preñeces logradas y abortadas, por ser de un sexo indeseado para el propietario. Se graficaron los valores que asume el costo unitario ante las disminuciones en la tasa de preñez al día 60 de gestación

V. RESULTADOS

Encuesta

En total 35 establecimientos fueron encuestados, obteniéndose respuesta de 20 de ellos, 10% (n=2) fueron establecimientos grandes, 35% (n=7) medianos y 55% (n=11) se clasifico como pequeño.

La mayoría de los establecimientos encuestados reconoce llevar registros de: ficha ginecológica (100%), evaluación de semen (90%), embriones obtenidos (95%), movimiento de animales (80%), compras realizadas (80%), stock de insumos (60%), pagos y cobros (90%).

El 90% (n=18) de los establecimientos encuestados elabora estadísticas y las utiliza para la toma de decisiones, sólo el 35% (n=7) las publica. El 75% (n=15) de los establecimientos encuestados elabora presupuesto y la mitad de éstos lo controlan. El 65% (n=13) elabora una planificación para su sistema productivo.

El 85% (n=17) de los establecimientos encuestados calculan sus costos de producción. Respecto de quien se encarga de hacerlo, en el 52,9% de los casos es un veterinario quien calcula el costo de producción, en el 29,4% un contador o gerente, en el 11,8% un empleado administrativo y en el 5, 9% es el propietario quien lo hace.

La **Tabla 2** muestra los conceptos a cargo de la empresa para cada escala productiva. La alimentación de las donantes está a cargo de la empresa en el 27% de los establecimientos pequeños encuestados, en el 83% de los medianos y en el 50% de los grandes. Respecto de la alimentación de las receptoras, hay que diferenciar 2 periodos: antes y después del día 60 de preñez, momento en el cual comercialmente se considera cumplido el servicio contratado. Antes del día 60 de preñez la alimentación está a cargo de los establecimientos pequeños en un 55% de los casos, luego del día 60 solo el 27% se hace cargo de este concepto, los establecimientos medianos y grandes encuestados se hacen cargo de la alimentación de la receptora hasta el día 60 y en adelante solo lo hacen el 17% de los establecimientos medianos y el 50% de los grandes.

La sanidad tanto de yeguas donantes como receptoras en los establecimientos grandes se encuentra a su cargo, en los establecimientos medianos encuestados, el 50% se hace cargo de la sanidad de las donantes y el 83% de las receptoras, el 27% de los pequeños se hace cargo de la sanidad de las donantes y el 55% de las receptoras.

En cuanto al transporte de los animales, el 10% de los establecimientos pequeños se hacen cargo del transporte de las donantes y 30% de las receptoras, de los sistemas productivos medianos encuestados el 20% se hace cargo del transporte de donantes y

receptoras, en cambio los sistemas grandes se hacen cargo del transporte de receptoras y un 50% de ellos de las donantes.

Existen conceptos, que según la escala del sistema productivo, van a ser absorbidos por éste o por el cliente. En general hay una tendencia por parte de los sistemas productivos grandes de hacerse cargo de conceptos relacionados con el principal servicio prestado, la preñez por transferencia de embriones.

Concepto	Pequeños % (n)	Medianos % (n)	Grandes % (n)
Alimentación donantes	27 (3/11)	83 (5/6)	50 (1/2)
Alimentación Rx hasta día 60 preñez	55(6/11)	100 (6/6)	100 (2/2)
Alimentación Rx después día 60 preñez	27 (3/11)	17 (1/6)	50 (1/2)
Sanidad Donantes	27 (3/11)	50 (3/6)	100 (2/2)
Sanidad Receptoras	55 (6/11)	83 (5/6)	100(2/2)
Transporte Donantes	10 (1/10)	20 (1/5)	50 (1/2)
Transporte Receptoras	30 (3/10)	20 (1/5)	100 (2/2)

Tabla 2. Conceptos a cargo de la empresa, según su escala productiva.

En la **Tabla 3** se observan los principales indicadores del nivel de producción con su valor medio y rango de variación. Los establecimientos clasificados como pequeños en promedio cuentan con 15 donantes, 4 padrillos y 38 yeguas receptoras. Los establecimientos medianos con 65 yeguas donantes, 10 padrillos y 400 receptoras y los grandes establecimientos con 250 donantes, 18 padrillos y 1500 receptoras. En promedio un establecimiento pequeño ocupa 56 has, uno mediano 115 y uno grande 1325. En cuanto a los empleos generados un establecimiento pequeño requiere 2 Médicos Veterinarios y 1 peón; uno mediano 2 a 3 Médicos Veterinarios y 2 peones y uno grande 5 a 6 Médicos Veterinarios y 8 peones.

En cuanto a la **ubicación de las yeguas donantes y receptoras**, en el 71% de los establecimientos medianos encuestados se encuentran en predios separados, en cambio, en los sistemas productivos pequeños en el 73% de los casos donantes y receptoras comparten predio.

En la **Tabla 4** se observan los principales indicadores del nivel de producción con su valor medio y rango de variación. Analizando la relación entre los mismos, se observa que la **Relación receptora/donante** varía según la escala, para sistemas grandes 6 receptoras por donante, 4,1 en sistemas medianos y 2,5 en sistemas pequeños, esta diferencia probablemente se deba a la raza con la que trabaja la empresa, ya que en general los sistemas grandes y medianos obtienen embriones de yeguas Polo Argentino, donde no existen restricciones en cuanto a la cantidad de embriones a obtener por yegua donante.

La **Relación donante/padrillo** también presenta diferencias, siendo 4 donantes por padrillo en sistemas pequeños, 6 en medianos y 14 en grandes.

En promedio la **Relación donantes/hectárea** se ubica cercano a 1 (1, 07 en sistemas grandes, 0,64 en sistemas medianos y 1, 03 en sistemas pequeños), la **Relación receptora/hectárea** difiere según la escala del sistema productivo, 1,13 receptoras por hectárea en sistemas pequeños, 3, 59 en sistemas medianos y 1, 37 en sistemas grandes.

Respecto del **personal,** los datos presentados corresponden a los requerimientos en temporada reproductiva (septiembre- abril), se observa en todos sistemas productivos una marcada disminución en el requerimiento de mano de obra fuera de temporada.

Tamaño	Pequeños	Medianos	Grandes
Total Encuestados	11	7	2
Donantes	15 (5-25)	65 (40-90)	250 (200-300)
Padrillos	4 (1-7)	10 (6-14)	18 (15-20)
Receptoras	38 (7-85)	400 (200-600)	1500 (1000-2000)
Has. Donantes	20 (1-40)	20 (10-30)	233 (166-300)
Has. Receptoras	38 (0,5-100)	95 (40-150)	1090 (483- 1700)
Hectáreas Totales	56 (1-105)	115 (50-180)	1325 (649-2000)
Veterinarios	2 (1-3)	2,5 (2-3)	5,5 (4-7)
Peones	1 (0-2)	2 (1-3)	8 (7-9)

Tabla 3. Características de los sistemas productivos según la escala.

La **Tabla 4** muestra los rangos de cantidad de equipamiento con que cuentan los sistemas productivos encuestados, según su tamaño. Los establecimientos pequeños (n=11), son los que cuentan con menos equipamiento, por ej manga para embozalar solo hay en el 27% (n=3) de los casos. El 55% (n=5) de los establecimientos tiene luz UV en el área de embriones, un solo establecimiento, 0,9%, cuenta con flujo laminar, un 18% (n=2) dispone de autoclave y sólo uno, 0,9%, posee equipo para esterilizar con óxido de etileno (EO). El 55% (n=5) de los sistemas productivos pequeños encuestados cuentan con laboratorio de búsqueda y procesamiento de embriones independiente del laboratorio general /semen.

En el caso de los establecimientos medianos (n=7), hay más homogeneidad entre los encuestados respecto del equipamiento con el que cuentan. Todos disponen de galpón para revisar yeguas, ecógrafo, microscopio, lupa, estufa, heladera-freezer y laboratorio de embriones independiente del laboratorio general/semen. El 71% (n=5) de estos disponen de vehículos, manga para embozalar y generador de energía, el 57% (n=4) de flujo laminar y luz UV en el área de embriones, el 43% (n=3) posee autoclave y el 28% (n=2) equipo para esterilizar con óxido de etileno.

Finalmente los sistemas productivos caracterizados como grandes (n=2), cuentan con todos los elementos del equipamiento indagados, exceptuando la manga para embozalar y luz UV que sólo se encuentra en uno de los establecimientos encuestados.

	Pequeños	Medianos	Grandes
Vehículos	0-2	0-3	2-3
Galpón	0-2	1-3	1-2
Manga para embozalar	0-1	0-1	0-1
Ecógrafo	1-2	1-4	3-2
Generador de energía	0-1	0-3	2-1
Flujo laminar	0-1	0-1	1
Luz UV	0-1	0-1	0-1
Microscopio	1	1-3	1
Lupa	1	1-4	1-2
Estufa	0-2	2-4	2-3
Heladera- Frezer	1	1-2	1
Autoclave	0-1	0-1	1
Máquina para OE	0	0-1	1

Tabla 4. Rangos de cantidad de equipamiento según la escala del sistema productivo.

La **Tabla 5** muestra la media, mínimo y máximo del porcentaje de uso de inductores de la ovulación en yeguas donantes en los tres tamaños de sistemas productivos encuestados. El 95%, 88% y 75% de las ovulaciones son inducidas con diferentes productos farmacológicos en sistemas productivos pequeños, medianos y grandes respectivamente. En todos los establecimientos el inductor de la ovulación más usado es la gonadotrofina corionica humana en un 70%, 42% y 55% de las ovulaciones inducidas en sistemas de pequeña, mediana y gran escala respectivamente. El segundo inductor de la ovulación más frecuentemente utilizado es la deslorelina con un 25%, 40% y 20% de uso respectivamente.

	NO USA %	HCG %	DESLORELINA %	BUSERELINA %	OTRO %
PEQUEÑOS	4,5 (O-50)	70 (0-100)	25,5 (0-100)	0	0
MEDIANOS	12,8 (0-90)	41,4 (0-100)	40 (0-100)	0	14,3 (0-100)
GRANDES	25 (0-50)	55 (40-70)	20 (10-30)	0	0

Tabla 5. Media y rango de uso de inductores de la ovulación en yeguas donantes.

En la **Tabla 6** pueden observarse el promedio, mínimo y máximo de tasas de uso de inductores de la ovulación en yeguas receptoras, en los tres tamaños de sistemas productivos encuestados. En los establecimientos pequeños encuestados en promedio se inducen el 83% de las ovulaciones de las receptoras, en un 77% de las veces el agente utilizado es gonadotrofina corionica humana, en un 10% buserelina y en un 5% deslorelina. En los establecimientos medianos se observa una menor aplicación de inductores

de la ovulación, el 52% de las veces se utiliza y es de elección la gonadotrofina corionica humana 43%, en segundo lugar deslorelina 8%. En los establecimientos de gran escala las ovulaciones de las yeguas receptoras son inducidas en promedio en el 80% de los casos, el agente de mayor uso es la gonadotrofina corionica humana 75%, deslorelina 2,5% y buserelina 2,5%.

Los establecimientos de mediana escala son los que menos aplicaciones de fármacos en el proceso productivo realizan (**Tablas 4, 5 y 6**). La hormona gonadocoriónica humana es el inductor más frecuentemente usado tanto en donantes como en receptoras, este hecho probablemente se debe a su mayor disponibilidad en el mercado y menor precio, comparado con Deslorelina que es el segundo de mayor uso.

	NO USA %	HCG %	DESLORELINA %	BUSERELINA %	OTRO %
PEQUEÑOS	17,3 (O-100)	77,3 (0-100)	4,5 (0-50)	0,9 (0-10)	0
MEDIANOS	48,3 (0-100)	43,3 (0-80)	8,3 (0-50)	0	0
GRANDES	20 (0-40)	75 (60-90)	2,5 (0-5)	2,5 (0-5)	0

Tabla 6. Media y rango de uso de inductores de la ovulación en yeguas receptoras.

En referencia a la aplicación de medicamentos o tratamientos a las receptoras existen marcadas diferencias, dándose la mayor aplicación en los sistemas productivos pequeños y en general de estos establecimientos los que aplican antiprostaglandínicos lo hacen en conjunto con progesterona/progestágenos, ambos con un rango del 50- 100% del total de las transferencias, por otro lado son los únicos que reconocen aplicar tratamientos con antibióticos a las receptoras (**Tabla 7**).

	Pequeños %	Medianos %	Grandes %
Antiprostaglandinico	50 (0- 100)	2 (0- 10)	12,5 (0- 25)
Progesterona / Progestágeno	34 (0- 100)	2 (0- 10)	2,5 (0- 5)
Antibióticos pre TE	18 (2/11)	0 (0/6)	0 (0/6)
Antibióticos al TE	27 (3/11)	0 (0/6)	0 (0/6)
Antibióticos post TE	27 (3/11)	0 (0/6)	0 (0/6)

Tabla 7. Media y rango de aplicación de tratamientos a receptoras al momento de la transferencia.

Una práctica muy frecuente en Argentina y otros países de América Latina es la re-esterilización de algunos insumos originalmente diseñados para ser descartables. El agente más comúnmente utilizado es el óxido de etileno (EO). El método de re-esterilización presenta diferencias acorde a la escala del sistema productivo, en el 100% de los sistemas grandes encuestados se utiliza un equipo especifico ubicado en el mismo establecimiento, en los sistemas medianos el 87% (6/7) utiliza bolsa con ampolla de EO en combinación con la contratación de una empresa que presta el servicio de esterilización

y/o con el uso de autoclave y en los sistemas pequeños el 73% (8/11) de los establecimientos contrata al servicio para esterilizar y en algunos casos conjuntamente con el uso de bolsa con ampolla de EO.

Elección de variables aleatorias

Los gráficos 3, 4 y 5 muestran, para cada escala productiva, en el eje horizontal el costo unitario de producción de embriones y en el eje vertical las variables analizadas para incluir como aleatorias en el modelo. En los extremos de las barras se incluyen los valores mínimos y máximos que toman las variables, como consecuencia de su aumento o disminución en 25%. El tamaño de las barras representa la variación absoluta en el costo unitario.

La tasa de preñez al día 60 de gestación, la tasa de recuperación embrionaria y la cantidad de ciclos trabajados sobre la donante tienen una relación inversa con el costo unitario, es decir, si estas variables disminuyen, el costo unitario aumenta, en las tres escalas productivas consideradas. Los materiales, mano de obra, costos indirectos, alimentación de donantes y padrillos, inseminaciones por ciclo y valor asignable a receptora tienen una relación directa con el costo unitario de producción, si estas aumentan, este también lo hace. La cotización del dólar oficial, tiene una relación inversa con el costo unitario en sistemas productivos pequeños y grandes, y relación directa en sistemas medianos.

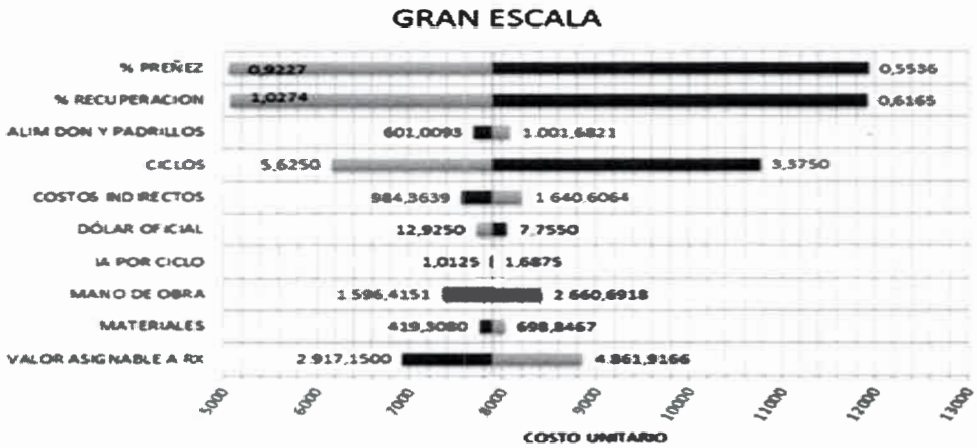

Gráfico 3. Análisis de sensibilidad tradicional: elección de variables aleatorias. Gran escala.

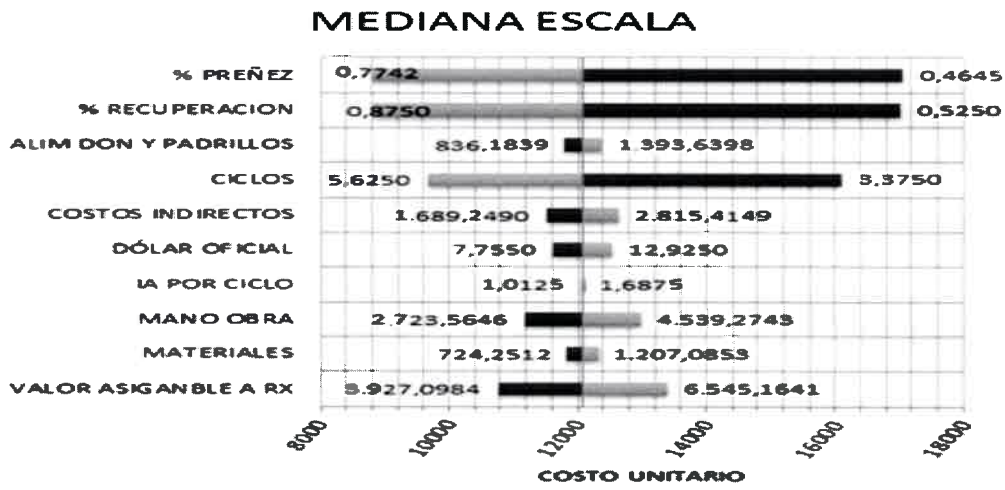

Gráfico 4. Análisis de sensibilidad tradicional: elección de variables aleatorias. Mediana escala.

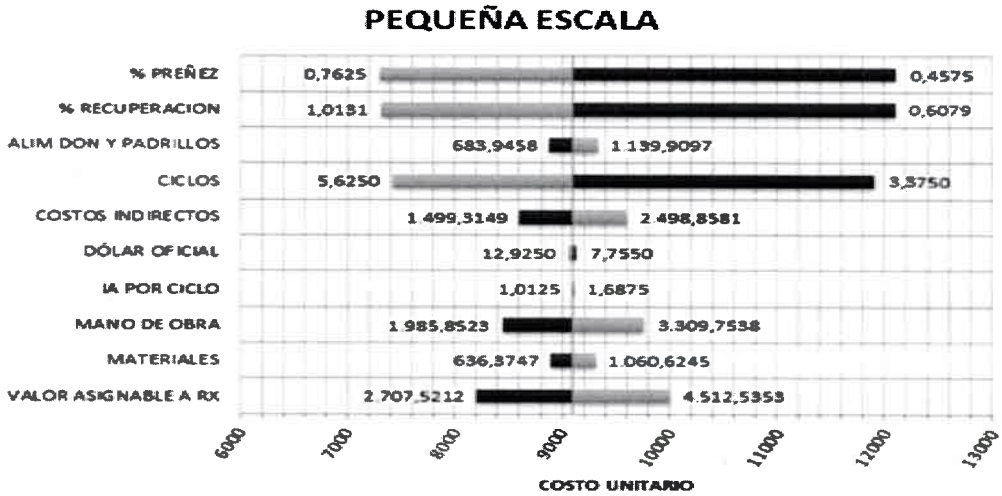

Gráfico 5. Análisis de sensibilidad tradicional: elección de variables aleatorias. Pequeña escala.

De las 10 variables consideradas, las 6 de mayor variación absoluta en el costo unitario de producción son coincidentes para las tres escalas productivas consideradas. Las variables analizadas individualmente y en las cuales su aumento y disminución en 25%, ocasionan una mayor variación en el costo unitario son: (1) tasa de preñez al día 60 de gestación, (2) tasa de recuperación embrionaria, (3) ciclos, (4) valor asignable receptoras, (5) mano de obra, (6) costos indirectos (Tabla 8).

VARIABLE	VARIACION ABSOLUTA		
	GRAN ESCALA	MEDIANA ESCALA	PEQUEÑA ESCALA
% PREÑEZ	6876,93	8247,11	4816,64
% RECUPERACION	6852,05	8222,76	4792,55
CICLOS	4615,42	6440,86	4498,51
VALOR ASIGNABLE A RX	1944,77	2618,07	1805,01
MANO DE OBRA	1064,28	1815,71	1323,90
COSTOS INDIRECTOS	656,24	1126,17	999,54
ALIM DON Y PADRILLOS	400,67	557,46	455,96
DÓLAR OFICIAL	327,82	929,77	84,31
MATERIALES	279,54	482,83	424,25
IA POR CICLO	15,42	22,13	19,41

Tabla 8. Análisis de sensibilidad tradicional: variación absoluta en costo unitario.

Considerando que las variables a incluir en un modelo deben por un lado tener un valor económico que sea importante para el proyecto y por otro, debe haber incertidumbre en cuanto a su valor futuro, se eligen como variables estocásticas aleatorias del modelo: (1) tasa de preñez al día 60 (Embriones transferidos/Preñeces al día 60 de gestación), (2) tasa de recuperación embrionaria (Ovulaciones Totales/Embriones Recuperados), y (3) cotización oficial del dólar.

Determinación de funciones de probabilidad

En sistemas productivos de gran escala, con el análisis de los registros históricos, correspondientes a 12 temporadas, se obtuvo que tanto para la tasa de preñez como de recuperación, la función de distribución de probabilidades que mejor se ajusta es la distribución uniforme. En ambos casos se obtiene p> 0, 05 (Tabla 8). La distribución uniforme se caracteriza por presentar eventos igualmente probables entre un mínimo y un máximo.

		FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	P- VALOR
PEQUEÑA ESCALA	% recuperación	Triangular(0,6344;0,807;0,99)	
	% preñez	Log normal(-0,4945;0,0211)	(0,9774)
MEDIANA ESCALA	% recuperación	Normal (0,6846; 0,0675)	(0,689)
	% preñez	Triangular (0,31; 0,754; 0,99)	(0,6985)
GRAN ESCALA	% recuperación	Uniforme (0,6926; 0,9513)	(0,5404)
	% preñez	Uniforme (0,6524; 0,8239)	(1)

Tabla 9. Determinación de la función de distribución de probabilidades.

El análisis de registros reproductivos de 12 años, de un sistema de mediana escala, determinó que la función de distribución de probabilidades que mejor se ajusta a la tasa de recuperación embrionaria es la distribución normal, definida por una media y un desvío estándar. La distribución triangular se caracteriza con tres valores: mínimo, más proba-

ble y máximo. Para la tasa de preñez al día 60 de gestación, la distribución triangular presenta el mejor ajuste, es decir el mayor p- valor. Para ambas variables existen otras funciones de distribución de probabilidad, que ajustan bien, p> 0,05. Por un lado, para la tasa de recuperación embrionaria: distribución logística p=0,7755, distribución beta p=0,6017 y distribución uniforme p=0,5403, por otro lado, para la tasa % de preñez: distribución beta p=4095, distribución logística p=0,4066 y distribución normal p=0,3647. Para las interacciones fueron utilizadas las funciones de distribución de probabilidad citadas en Tabla 8.

Utilizando los registros reproductivos de los últimos 10 años de un sistema de pequeña escala, se determinó gráficamente que la función de distribución de probabilidades que mejor ajusta a la tasa de recuperación embrionaria es la distribución triangular (Gráfico 6). En el caso de la tasa de preñez al día 60 de gestación, es la distribución log normal, la que mejor la representa, p>0,05. La distribución log normal, se utiliza para modelar variables que pueden ser consideradas como un producto multiplicativo de muchos factores pequeños independientes.

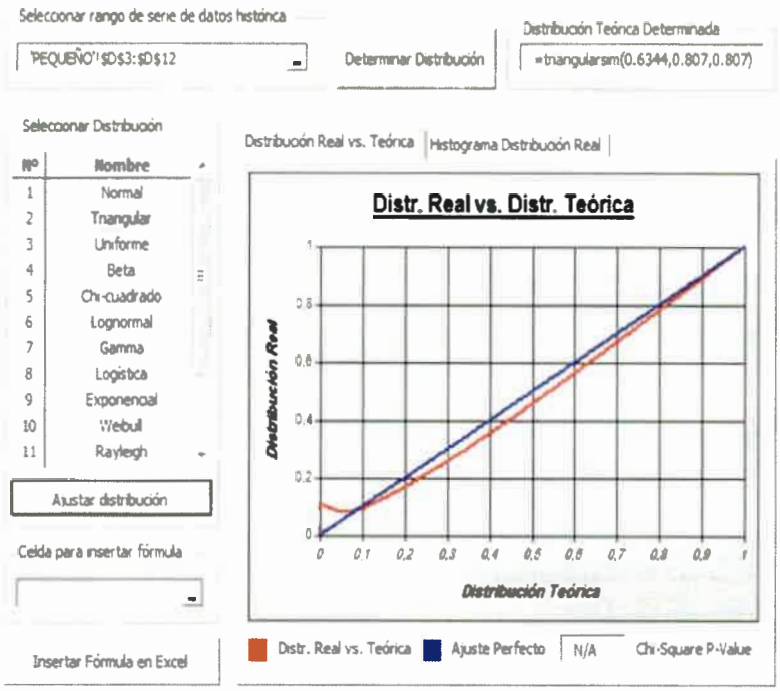

Gráfico 6. Determinación gráfica de la función de distribución de probabilidades para la tasa de recuperación embrionaria en sistemas productivos pequeños.

Caracterización del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria

Luego de 10.000 iteraciones, en el caso, de sistemas productivos de preñeces equinas

por transferencia embrionaria de gran escala, se obtuvo un costo unitario promedio de u$s 683 ($8009), aunque según el comportamiento de las variables aleatorias, puede asumir valores entre u$s 386 y u$s 1027 (Tabla 10). El costo unitario puede desagregarse en: materiales 7,12%, mano de obra 26,92%, costos indirectos 16,60% y valor asignable a receptora 46,36% (Tabla 11).

	Gran Escala		Mediana Escala		Pequeña Escala	
	$	U$S	$	U$S	$	U$S
Nro. Iteraciones	10000		10000		10000	
Mínimo	4532	386	6137	523	6255	533
Promedio	8009	683	11655	994	9373	799
Máximo	12048	1027	24216	2065	13422	1145
Mediana	7940	677	11399	972	9322	795
Desvío estándar	1515	129	2327	198	1034	88
Coef. de variación	18,9%		20,0%		11,0%	

Tabla 10. Caracterización del costo de producción de embriones equinos.

En sistemas productivos de mediana escala se obtuvieron valores similares a los anteriores en cuanto a la composición porcentual del costo, no así, en valores absolutos siendo mayores a los ya presentados. El costo unitario promedio fue de u$s 994 ($11655), con valores que oscilan entre u$s523 y u$s2065 (Tabla 10) dependiendo del comportamiento de las variables aleatorias. En cuanto a la composición: materiales es el 8,05% del costo unitario, mano de obra 30,45%, los costos indirectos representan el 18,88% y valor asignable a receptora 42,63% (Tabla 11).

	Gran Escala		Mediana Escala		Pequeña Escala	
	$	%	$	%	$	%
Materiales	570,52	7,12%	937,7	8,05%	879,9	9,39%
Mano de Obra	2156	26,92%	3548,6	30,45%	3004,8	32,06%
Costos Indirectos	1329	16,60%	2200,3	18,88%	2268,4	24,20%
Receptora	3953	49,36%	4967,9	42,63%	3220,3	34,36%
TOTAL	8008	100,00%	11655	100,00%	9373	100,00%

Tabla 11. Composición porcentual del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria

En sistemas productivos de pequeña escala, se obtuvo un costo promedio de u$s 799 ($9373), asumiendo, según el comportamiento de las variables aleatorias, valores entre u$s533 y u$s1145 (Tabla 10). La composición porcentual del costo unitario es: materiales 9,39%, mano de obra 32,06%, costos indirectos 24,2% y valor asignable a receptora 34,36% (Tabla 11).

En todas las escalas productivas, el 87% del costo unitario corresponde a conceptos fijos y el 13% a variables es decir aquellos que su valor depende del nivel de actividad.

En todas las escalas productivas la mediana, es menor que la media. El coeficiente de variación, representa la relación entre la media y el desvío estándar y es un indicador de la heterogeneidad de la variable. En todas las escalas productivas, su valor es significativo, mayor de 10%.

El gráfico 7 muestra como contribuyen las variables aleatorias al desvío estándar del costo unitario. En los sistemas productivos de tipo fijo, el principal contribuyente al riesgo de variación en el costo unitario es la tasa de preñez. Esta explica el 66,7%, 55,7% y 64,8% del desvío estándar del costo unitario en sistemas productivos de pequeña, mediana y gran escala respectivamente. En segundo lugar, la tasa de recuperación embrionaria. Esta explica el 33,2%, 44,2% y 35,1% del desvío estándar del costo unitario en sistemas productivos de pequeña, mediana y gran escala. Por último la cotización del peso respecto al dólar explica el desvío estándar en un 0,1% para todas las escalas productivas consideradas.

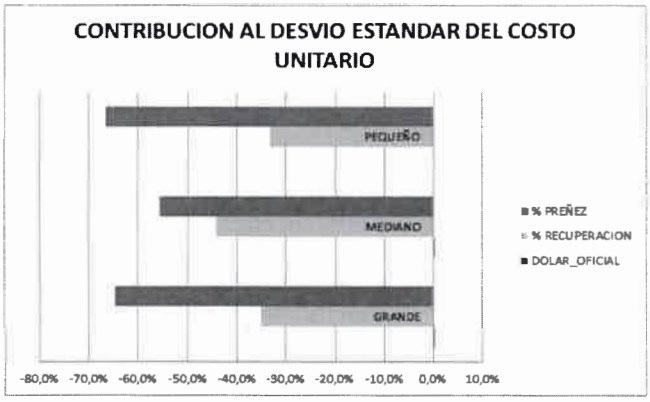

Gráfico 7. Contribución al desvío estándar del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria.

Experimento 1

El gráfico 8 muestra el coeficiente Beta obtenido, entre cada una de las variables aleatorias consideradas y el costo unitario de producción, para las tres escalas productivas analizadas.

En los sistemas productivos de gran escala, de las variables consideradas, la tasa de preñez es la que mayor efecto tiene en el costo unitario de producción, este disminuye un 2,3% ante un aumento del 1% en dicha variable, expresado en pesos, cada aumento del 1% en la tasa de preñez al día 60 de gestación, ocasiona una disminución del costo unitario en $182,9. No menos importante es el efecto sobre el costo unitario de la tasa de recuperación embrionaria. Ante un aumento del 1% en esta variable, el costo unitario disminuye en un 2,04%, es decir, $163,05. En cuanto al valor del dólar, se observa que,

ante un aumento de $1 en su cotización, el costo unitario disminuye, $75,66, es decir, 0,94% (Tabla 12).

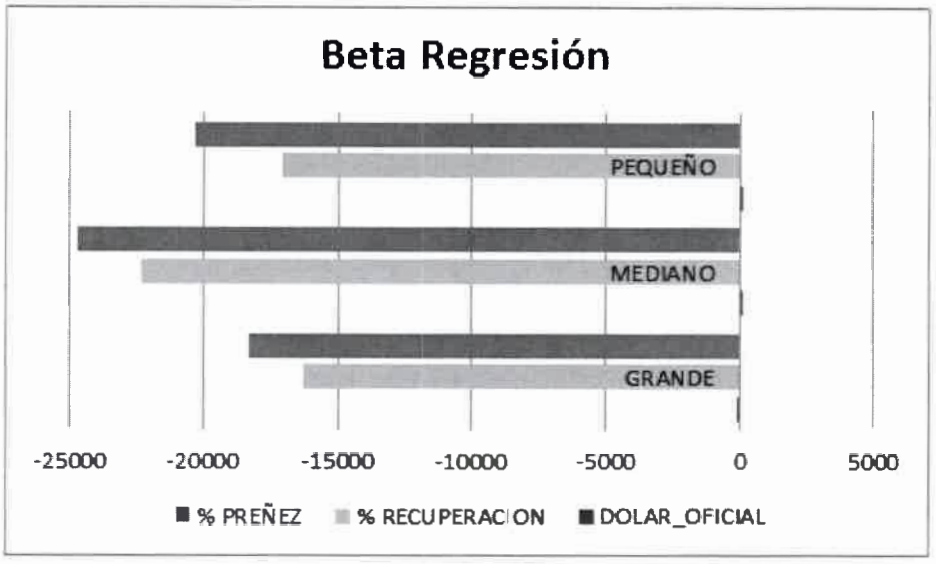

Gráfico 8. Coeficiente Beta entre variables aleatorias y el costo unitario para las tres escalas productivas consideradas.

Para sistemas de mediana escala, la tasa de preñez al día 60 de gestación es la variable que más afecta al costo unitario. Ante un aumento de 1%, el costo unitario disminuye 2,12%, es decir, $247,06. La recuperación embrionaria también tiene una relación inversa con el costo unitario, este disminuye 1,91% por cada aumento del 1% en la tasa de recuperación embrionaria, expresado en pesos, $223,05. En este caso la cotización del dólar tiene una relación directa con el costo unitario, ante un aumento de $1 en la cotización, el costo unitario aumenta $127,23, es decir, un 1,09% (Tabla 12).

En sistemas productivos de pequeña escala, la tasa de preñez al día 60 es la variable que más afecta al costo unitario, ante un aumento del 1% de esta el costo disminuye 1,67%, es decir $156,35. La tasa de recuperación embrionaria presenta un afecto similar, ante un aumento del 1% en esta, el costo unitario disminuye $125,80, es decir, 1,34%. Para un aumento de $1 en la cotización del dólar oficial, el efecto en el costo unitario es Una disminución de $67,12, es decir, 0,72% (Tabla 12).

Variable de Entrada	SISTEMAS GRANDES			SISTEMAS MEDIANOS			SISTEMAS PEQUEÑOS		
	Beta Regresión	% CAMBIO	$ CAMBIO	Beta Regresión	% CAMBIO	$ CAMBIO	Beta Regresión	% CAMBIO	$ CAMBIO
DÓLAR OFICIAL	-75,66	-0,94%	-76	127,23	1,09%	127	104,18	0,82%	104
% RECUPERACION	-16305,60	-2,04%	-163	-22305,34	-1,91%	-223	-17060,58	-1,35%	-171
% PREÑEZ	-18290,34	-2,28%	-183	-24706,12	-2,12%	-247	-20323,58	-1,61%	-203

Tabla 12. Análisis del coeficiente Beta de regresión entre variables aleatorias y el costo unitario para las tres escalas productivas consideradas.

En los modelos de sistemas productivos de tipo fijo, independientemente de la escala, la

variable que mayor impacto posee en el costo unitario es la tasa de preñez al día 60 de gestación. La variable que ocupa el segundo lugar en importancia, en las tres escalas productivas planteadas, es la tasa de recuperación embrionaria. La tercera variable es la cotización del peso respecto al dólar.

Experimento 2

La tabla 13 muestra los diferentes conceptos que componen el costo unitario promedio de producción de embriones equinos, ordenados de mayor a menor, para sistemas productivos de gran escala. El valor asignado a la receptora es el concepto de mayor peso representó el 49,88% del costo unitario. Le siguen en importancia, los honorarios y salarios (17,61%), en tercer lugar, alimentación de donantes y padrillos (9,97%). En suma estos tres conceptos representan más del 70% del costo unitario de producción in vivo de embriones equinos.

CONCEPTO	VALOR	%
CONCEPTOS ASIGNABLES A RECEPTORA	3994	49,88%
HONORARIOS /SALARIOS	1410	17,61%
ALIMENTACION DON Y PADRILLOS	798	9,97%
APORTES PATRONALES	448	5,59%
RETENCIONES	283	3,53%
PRODUCTOS VET E INSUMOS LAB	278	3,47%
HORMONAS	251	3,13%
AMORTIZACION INSTALACIONES	231	2,88%
VARIOS(LUZ, GAS, TEL, INTERNET, ETC)	169	2,11%
AMORTIZACION EQUIPAMENTO	105	1,31%
DESCARTABLES	25	0,31%
REESTERILIZACION	16	0,20%
TOTAL	**8008**	**100,00%**

Tabla 13. Composición del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de gran escala.

La composición del costo unitario, en sistemas productivos de mediana escala, puede observarse en la Tabla 14. Al igual que en sistemas productivos de gran escala los 3 conceptos de mayor peso son: valor asignable a receptora (42,94%), honorarios y salarios (19,98%) y alimentación de donantes y padrillos (9,02%). En conjunto representan más del 70% del costo unitario.

CONCEPTO	VALOR	%
CONCEPTOS ASIGNABLES A RECEPTORA	4961	42,94%
HONORARIOS /SALARIOS	2309	19,98%
ALIMENTACION DON Y PADRILLOS	1042	9,02%
APORTES PATRONALES	745	6,44%
AMORTIZACION INSTALACIONES	482	4,17%
RETENCIONES	473	4,10%
PTOS VET E INSUM LAB	386	3,34%
AMORTIZACION EQUIPAMENTO	347	3,01%
HORMONAS	305	2,64%
VARIOS(LUZ, GAS, TEL, INTERNET, ETC)	263	2,27%
REESTERILIZACION	202	1,75%
DESCARTABLES	40	0,35%
TOTAL	11554	100,00%

Tabla 14. Composición del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de mediana escala.

La tabla 15 resume los componentes del costo unitario de producción, de mayor a menor incidencia en el total, para sistemas productivos de pequeña escala. El componente más importante, es valor asignable a receptoras, representan el (39,35%) del costo unitario. En segundo término, honorarios y salarios, (20,86%) y en tercer lugar, alimentación de donantes y padrillos, (10,18%). Al igual que en los sistemas de mediana y gran escala, estos tres conceptos representan más del 70% del costo unitario de producción de embriones equinos.

CONCEPTOS	VALOR	%
CONCEPTOS ASIGNABLES A RECEPTORA	3241,00	34,58%
HONORARIOS /SALARIOS	2087,00	22,27%
ALIMENTACION DON Y PADRILLOS	1014,00	10,82%
AMORTIZACION INSTALACIONES	659,00	7,03%
APORTES PATRONALES	595,00	6,35%
PTOS VET E INSUM LAB	389,00	4,15%
VARIOS(LUZ, GAS, TEL, INTERNET, ETC)	345,00	3,68%
RETENCIONES	323,00	3,45%
HORMONAS	295,00	3,15%
AMORTIZACION EQUIPAMENTO	229,00	2,44%
REESTERILIZACION	148,00	1,58%
DESCARTABLES	48,00	0,51%
TOTAL	9373	100%

Tabla 15. Composición del costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de pequeña escala.

En los modelos de sistemas productivos de tipo fijo, independientemente de la escala, los principales componentes del costo son: (1) valor asignable a receptoras, (2) honorarios y salarios y (3) alimentación de donantes y padrillos. La suma de estos tres conceptos, en todos los casos representa más del 70% del costo unitario de producción de embriones equinos.

Experimento 3

La tabla 16 muestra para un sistema productivo de gran escala, que las disminuciones a la tasa de preñez al día 60 de gestación tienen un efecto negativo más que proporcional en el costo unitario de producción. A partir de un caso base, con 73,8% de preñez esperada, una disminución del 50% de este valor, lleva a una tasa de preñez de 36,9% y esto impacta negativamente en el costo unitario produciendo un aumento más que proporcional del 146,1%. Cada embrión producido, eliminando la mitad de las preñeces logradas al día 60, costara en promedio, $11160 más.

DISMINUCION	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
% PREÑEZ 60	36,9%	44,3%	51,7%	59,1%	66,4%	73,8%
COSTO UNITARIO	19050	15594	13012	10977	9306	7890
CAMBIO EN CTO UNITARIO	141,5%	97,7%	64,9%	39,1%	17,9%	0,0%

Tabla 16. Efecto de la tasa de preñez en el costo unitario costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria en sistemas de gran escala.

Los resultados de los efectos de disminuir preñeces logradas al día 60 de gestación, en sistemas productivos de mediana escala, se corresponden con los presentados para sistemas de gran escala. La Tabla 17, muestra, considerando un caso de base de 61,9% de preñez, una disminución del 50%, ocasiona un aumento del costo unitario del 117,5%.

DISMINUCION	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
% PREÑEZ 60	31,0%	37,2%	43,4%	49,5%	55,7%	61,9%
COSTO UNITARIO	26288	21746	18419	15852	13792	12086
CAMBIO EN CTO UNITARIO	117,5%	79,9%	52,4%	31,2%	14,1%	0,0%

Tabla 17. Efecto de la tasa de preñez en el costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria sistemas mediana escala.

Resultados similares se obtienen en el caso de sistemas productivos de pequeña escala. Una disminución del 50% en la tasa de preñez al día 60 de gestación ocasiona un aumento más que proporcional en el costo unitario, el cual se incrementa en 99,2% (Tabla 18).

DISMINUCION	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%
% PREÑEZ 60	30,5%	36,6%	42,7%	48,8%	54,9%	61,0%
COSTO UNITARIO	18137	15126	12976	11363	10109	9105
CAMBIO EN CTO UNITARIO	99,2%	66,1%	42,5%	24,8%	11,0%	0,0%

Tabla 18. Efecto de la tasa de preñez en el costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria sistemas pequeña escala.

En los modelos de programas comerciales de transferencia de embriones equinos, la disminución del 50% en la tasa de preñez, ocasiona un aumento no proporcional en el costo unitario de producción de embriones equinos.

Valor asignable a receptora

La tabla 19 presenta, para los modelos de las tres escalas productivas analizadas, la estadística descriptiva del valor asignable a yeguas receptoras, en pesos y dólares, luego de 10.000 interaciones. El valor promedio asignable a receptoras fue, para sistemas productivos de gran escala, u$s 337 ($3953), de mediana escala, u$s 424 ($4968) y de pequeña escala u$s 275 ($3220).

	Gran Escala		Mediana Escala		Pequeña Escala	
	$	U$S	$	U$S	$	U$S
Nro. Iteraciones	10000		10000		10000	
Mínimo	1302	111	1708	146	1132	97
Promedio	3953	337	4968	424	3220	275
Máximo	6646	567	11648	993	5302	452
Mediana	3923	335	4851	414	3215	274
Desvío estándar	1057	90	1312	112	580	49
Coef. de variación	26,7%		26,4%		18,0%	

Tabla 19. Valor promedio asignable a yeguas receptoras para las tres escalas productivas consideradas.

En todos los casos, la mediana fue menor que la media. El coeficiente de variación promedio fue del 26,7% en sistemas productivos de gran escala, 26,4% en los de mediana escala y 18% en los de pequeña escala, en todos los casos es significativo.

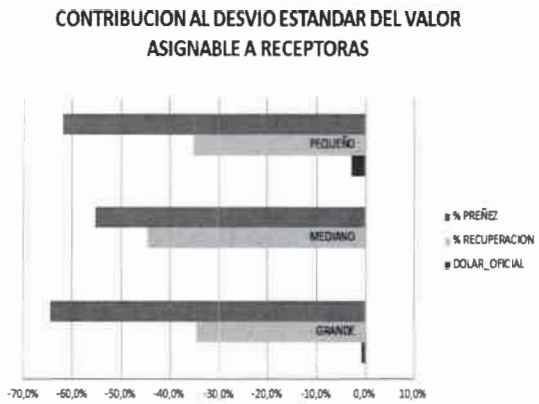

Gráfico 9. Contribución al desvío estándar del valor asignable a yeguas receptoras.

Para los tres sistemas productivos analizados, la tasa de preñez al día 60, es la variable que más contribuye al riesgo de variación en el valor asignable a yeguas receptoras. Esta variable explica el 61,9%, 55,4% y 64,6% del desvío estándar del valor asignable a yeguas receptoras en sistemas productivos pequeños, medianos y grandes respectivamente. La tasa de recuperación embrionaria explica el 35,3%, 44,6% y 34,6% del desvío estándar en establecimientos pequeños medianos y grandes respectivamente. La cotización del peso respecto al dólar, explica el 2,8%, 0,01% y 0,8% del desvío estándar del valor asignable a receptora.

La Tabla 20 muestra para todas las escalas productivas, el efecto de las variables aleatorias en el valor asignable a yeguas receptoras. Para sistemas de pequeña y gran escala, la variable más importante es la cotización del dólar, ante un aumento del 1%, el valor asignable a receptoras disminuye 4,21% y 3,81% respectivamente. La tasa de preñez al día 60 es la variable que mayor efecto tiene en sistemas productivos medianos. Ante un aumento del 1% en esta, el valor asignable a las receptoras disminuye 2,8%.

En sistemas de pequeña y gran escala, la variable que ocupa el segundo lugar en importancia es la tasa de preñez al día 60 de gestación, su aumento del 1% causa una disminución del 1,84 y 3,21% en el valor asignable a las receptoras, respectivamente. La tasa de recuperación embrionaria, en sistemas productivos medianos, ocupa el segundo lugar en importancia. Ante un aumento del 1% disminuye el valor asignable a las receptoras en 2,55%.

Para sistemas de pequeña y gran escala la tercera variable es la tasa de recuperación embrionaria, su aumento del 1%, causa una disminución del 1,56% y 2,87% en el valor asignable a receptoras, respectivamente. El tercer lugar para establecimientos medianos lo ocupa la cotización del dólar. Su aumento del 1% ocasiona un aumento del 0,39%.

	Gran Escala		Mediana Escala		Pequeña Escala	
	Coef. Beta	% cambio	Coef. Beta	% cambio	Coef. Beta	% cambio
DÓLAR OFICIAL	-150	-3,81%	20	0,39%	-138	-4,28%
% RECUPERACION	-11364	-2,87%	-12671	-2,55%	-5016	-1,56%
% PREÑEZ	-12689	-3,21%	-13914	-2,80%	-5932	-1,84%

Tabla 20. Coeficiente Beta para valor asignable a yeguas receptoras.

En modelos de programas de transferencia de embriones equinos, el valor asignable a las receptoras constituye el principal componente del costo unitario de producción, independientemente de la escala productiva. El valor que asuma este concepto está fuertemente ligado a la eficiencia reproductiva del sistema, así como a la cotización del peso respecto del dólar.

VI. DISCUSION

Elección de variables aleatorias

En este proyecto se utilizó análisis de sensibilidad para determinar los puntos claves de variabilidad y de incertidumbre, visualizando como impactan en el costo unitario de producción de embriones equinos. Debe tenerse en cuenta que este enfoque está condicionado a cambios de una variable por vez, y no considera ningún tipo de interrelación que pudiera existir entre ellas (Machain, 2011).

Considerando que las variables a incluir en un modelo deben, por un lado tener un valor económico que sea importante para el proyecto y por otro, debe haber incertidumbre en cuanto a su valor futuro, se eligen como variables estocásticas aleatorias del modelo: (1) tasa de preñez al día 60 (Embriones transferidos/Preñeces al día 60 de gestación), (2) tasa de recuperación embrionaria (Ovulaciones Totales/Embriones Recuperados), y (3) cotización oficial del dólar.

De las variables que muestran la eficiencia reproductiva del sistema, la cantidad de ciclos trabajados y las IA por ciclo, no fueron consideradas como variables aleatorias en el modelo. La cantidad de ciclos trabajados por donante, debido a que se consideraron 4,3 ciclos por donante en las 3 escalas productivas, en concordancia con los datos obtenidos por encuesta (Anexo 1). La cantidad de IA por ciclo no fue considerada como variable aleatoria, dado que resulto ser la variable analizada con menor efecto en el costo unitario, en las tres escalas productivas.

A pesar de tener un efecto en el costo unitario de producción no se consideraron como variables aleatorias, materiales, mano de obra, costos indirectos, alimentación de donantes y padrillos y valor asignable a receptora. La consideración de un factor de riesgo como variable aleatoria dentro de un modelo bio -económico, no es estático en el tiempo, depende de las condiciones del mercado y del avance en la aplicación de tecnologías reproductivas.

Determinación de funciones de probabilidad

En otras especies algunos modelos incluyen variables estocásticas (Barioni et al., 2007; Beltrame et al., 2007). En 2009 Beltrame, determinó la función de distribución de probabilidad para la recuperación embrionaria en vacas Nelore superovuladas.

En el presente trabajo, se obtuvo, para la misma variable, en diferentes escalas productivas, diferente función de distribución de probabilidad y aun dentro de una escala

productiva, varias funciones de distribución de probabilidad que ajustan para la variable analizada. Esto coincide con Beltrame quien encontró que el número de embriones viables por colecta en la raza Nelore puede ser estimado tanto por la distribución gamma como por la exponencial (Beltrame, 2009).

Teniendo en cuenta que las funciones de distribución de probabilidades de las variables están indeterminadas en la literatura, que se consideraron datos históricos de más de 12 años consecutivos, los valores presentados (Tabla 9) son adecuados a los fines de dar una función de distribución de probabilidad de referencia para la tasa de recuperación embrionaria y tasa de preñez de embriones equinos. El análisis de situaciones particulares puede requerir ajustes adicionales.

Costo unitario de producción de preñeces equinas por transferencia embrionaria.

Conocer el costo de producción, no solo su valor monetario, sino también, su composición, las variables que lo afectan y en qué medida y sentido, es de vital importancia para la rentabilidad de toda empresa.

El costo unitario promedio de producción in vivo de embriones equinos (Tabla 10) de cada una de las escalas analizadas, se encuentra comprendido en el rango de variación de las restantes escalas productivas, lo cual, nos permite inferir que las diferencias entre escalas productivas no son importantes, como si lo es la eficiencia productiva del sistema. La tasa de preñez al día 60 de gestación y la tasa de recuperación embrionaria, evidencian la eficiencia productiva y ambas explican la mayor parte del desvío estándar del costo unitario.

La composición porcentual del costo, es coincidente con lo publicado por Pessoa en 2013. En este trabajo el valor asignable a yeguas receptoras es el principal componente del costo y representa entre el 34% y 49% del costo unitario dependiendo de la escala productiva. En el trabajo publicado por Pessoa representa el 47% del costo unitario de producción. Este autor considera los gastos incurridos durante un año en alimentación y reposición de receptoras a diferencia del presente trabajo que muestra el valor actual de todos los ingresos y egresos esperados que genere una receptora en su vida útil. Agrupando en materiales, mano de obra y costos indirectos a los componentes del costo presentados por Pessoa, resulta, materiales 11,5%, mano de obra 22% y costos indirectos 19,5%, valores similares a los presentados en esta Tesis (Tabla 11).

Los datos del presente estudio provienen de modelos de programas comerciales de transferencia de embriones equinos en Argentina, los datos publicados por Pessoa corresponden a las erogaciones efectuadas por un programa comercial en Brasil, a pesar

de esto, la composición porcentual del costo unitario de producción de embriones equinos es coincidente.

Experimento 1

En este trabajo se aplicó análisis de regresión lineal para establecer las relación que existe entre las variables independientes, tasa de recuperación embrionaria, tasa de preñez al día 60 de gestación y cotización del peso respecto del dólar, y la variable dependiente, costo unitario de producción de embriones equinos.

Ruvuna et al (1992), desarrollaron un modelo bio-económico para evaluar las implicancias de la transferencia de embriones en la producción de bovinos de carne, aplicando análisis de sensibilidad concluyeron que la ganancia neta está fuertemente influenciada por la tasa de preñez.

Entre los factores que afectan con mayor significación la estructura de costos de la transferencia de embriones en ovinos, se pueden indicar: requerimiento de mano de obra altamente calificada, y la variabilidad en las tasas de recuperación embrionaria y gestación (Vivanco Mackie, 2001).

Douglas et al (1985) en los primeros programas comerciales de TE en equinos en Estados Unidos, a principios de la década del ´80 compararon el costo relativo de producir una preñez por TE, de yeguas fértiles y subfértiles, y concluyó sobre la importancia económica de la diferencia en las tasas de recuperación embrionaria y de preñez.

En modelos de simulación de programas comerciales de producción de embriones equinos, la variable que mayor impacto posee en el costo unitario es la tasa de preñez al día 60 de gestación, el segundo lugar en importancia lo ocupa, en las tres escalas productivas planteadas, la tasa de recuperación embrionaria. La tercera variable es la cotización del peso respecto al dólar (Tabla 12).

Los resultados obtenidos en la encuesta realizada son en parte coincidentes. El 42% (n=8) de los profesionales cree que la variable que más afecta al costo de producción es la tasa de preñez al día 60, el 26% (n=5) cree que la cotización del peso respecto del dólar es la variable con más peso, el 21% (n=4) de los profesionales cree que la variable más influyente sobre el costo de producción es la tasa de recuperación embrionaria y el 11% (n=2) el valor soja de la hectárea.

La eficiencia reproductiva, es un factor limitante para la aplicación comercial de biotecnologías de la reproducción, en equinos. Existen numerosas publicaciones que detallan los múltiples y variados factores que la condicionan (Carnevale et al 2000; Stout T 2006; Jacob et al 2012; Losinno y Urosevic 2015).

Experimento 2

La composición del costo de producción de preñeces por transferencia embrionaria, depende, en primer lugar de la especie a la que se aplica la técnica. En bovinos los componentes más importantes identificados son: costos de superovulación de donantes y sincronización de receptoras, depreciación de la donante, alimentación de donantes y receptoras, equipos e insumos de laboratorio y mano de obra (Bolívar et al, 2008).

La composición del costo de producción en sistemas comerciales de transferencia de embriones equinos está influenciada por factores como: (1) características agroecológicas (lluvias, humedad, características del suelo, etc.) de la zona donde está emplazado el establecimiento, (2) ambiente económico, impuestos, barreras a exportaciones/ importaciones, inflación, tipo de cambio, normativa de asociaciones de criadores, etc. (3) características, cambios y modas del mercado al que está destinada la producción (4) decisiones de manejo del sistema productivo.

En los modelos de programas comerciales de transferencia de embriones equinos de tipo fijo, independientemente de la escala, los principales componentes del costo son: (1) valor asignable a receptoras, (2) honorarios y salarios y (3) alimentación de donantes y padrillos. La suma de estos tres conceptos, en todos los casos representa más del 70% del costo unitario de producción de embriones equinos. El 30 % restante se distribuye entre aportes patronales, contribuciones a la seguridad social, productos veterinarios e insumos de laboratorio, hormonas, amortización de instalaciones, amortización de equipamiento, gastos varios, descartables, re esterilización (Tablas 13, 14 y 15). El valor relativo de estos conceptos en el costo unitario depende de las características propias de cada sistema y de las decisiones de manejo que se toman.

El 95% (n=18) de los profesionales encuestados cree que la escala del sistema productivo afecta la composición del costo de producción. Esta afirmación es cierta en cuanto a los componentes de menor peso relativo en el costo de producción, los 3 principales son coincidentes para todas las escalas productivas.

Los dos principales conceptos son coincidentes con lo publicado por Pessoa en 2013. En este trabajo el valor asignable a receptoras es el principal componente del costo y representa entre el 34% y 49% del costo unitario dependiendo de la escala productiva, para Pessoa es el 47% del costo unitario de producción. El segundo componente en importancia es la mano de obra, 22% según Pessoa, entre 17 y 21% en este trabajo. El tercer componente en importancia, no es considerado en la estructura de costos presentada por el autor brasilero.

Experimento 3

El aborto de las preñeces con gestaciones machos es un hecho frecuente en los centros de transferencia embrionaria donde las donantes son de raza Polo Argentino. En esta raza hay una marcada predilección por las yeguas como deportistas, un hecho que se manifiesta en los precios y en la demanda de hembras. En nuestro ámbito actualmente se induce el aborto a más del 60% de las preñeces con machos en programas de reproducción de caballos de polo (Lascombes, 2015).

La determinación del sexo del embrión equino se lleva a cabo, rutinariamente por ultrasonografía al día 60 de gestación, momento en el cual se decide o no continuar con la misma, por esto, el aborto de los embriones machos se corresponde con una disminución a la tasa de gestación al día 60.

En los modelos de programas comerciales de transferencia de embriones equinos, toda disminución en la tasa de preñez, ocasiona un aumento más que proporcional en el costo unitario de producción de embriones equinos (Tabla 16,17 y 18). Este hecho está relacionado a que el 87% del costo de producción corresponde a conceptos fijos y el 13% a variables, es decir aquellos que su valor depende del nivel de actividad. La alta proporción de costos fijos de producción y una importante disminución en el número de productos finales, preñeces al día 60 de gestación, explican el aumento más que proporcional en el costo unitario ante el aborto de los embriones machos.

Ante el supuesto de reducir en un 50% la tasa de preñez al día 60 (Ej. abortar las preñeces con gestaciones machos), el 33% (n=6) de los profesionales encuestados cree que el costo unitario de producción aumenta en un 50%, el 28% (n=5) piensa que el costo unitario aumentara más del 50%, la misma cantidad de profesionales cree que aumentara menos del 50% y el 11% (n=2) cree que el costo unitario no se modificara. Estos datos reflejan la opinión de Médicos Veterinarios sobre costos de producción, en la mayoría de los casos los veterinarios no cuentan con la formación técnica necesaria para calcular y analizar costos.

Valor asignable a receptora

Es la primera publicación, en donde el valor asignable a la receptora se calcula como la suma del valor actual de los ingresos y egresos que esta genera en su vida útil esperada, repartida en la cantidad de productos esperables a lo largo de esta. Esta metodología, fue desarrollada por Garino y Remondino en 1999 y se aplica ampliamente en otras áreas del negocio agropecuario como: siembra de cultivos, producción de bovinos de carne, producción de cerdos.

Con la aplicación de este método se obtiene un costo normalizado que considera todos los recursos consumidos por la receptora a lo largo de su vida útil. Se obtiene un valor asignable a cada preñez, por la disposición de un lote de receptoras resolviendo el problema de asignar costos a cada sincronización, transferencia, o preñez que no llega a cumplir los 60 días de gestación.

El valor asignable a receptoras, presenta en las tres escalas productivas analizadas, un coeficiente de variación significativo (Tabla 19). El coeficiente de variación es una medida de dispersión relativa, cuando asume valores superiores al 10% es significativo y muestra heterogeneidad en los valores de la variable y dispersión de los datos. En el Grafico 9 puede observarse que la eficiencia reproductiva, es la principal causa de esta variabilidad, la tasa de preñez al día 60 de gestación y la tasa de recuperación embrionaria, explican la mayor parte del desvío estándar del valor asignable a receptoras.

En el análisis del efecto de las variables, tasa de recuperación embrionaria, tasa de preñez al día 60 y cotización del dólar sobre el valor asignable a receptoras, se encuentran diferencias entre escalas productivas. La cotización del dólar, a diferencia de su efecto sobre el costo unitario de producción, es la variable que más afecta al valor asignable a receptoras en sistemas productivos pequeños y grandes, probablemente debido a que la mayor parte de los ingresos y egresos están considerados en esta moneda. En estos sistemas le siguen en importancia las variables de eficiencia reproductiva. En los sistemas productivos de mediana escala, el efecto de estas variables sobre el valor asignable a receptoras es coincidente con el que presentan sobre el costo unitario.

VII. CONCLUSIONES

El modelo reproduce satisfactoriamente la producción comercial de embriones equinos en sistemas de tipo fijo en Argentina, pero no necesariamente representa las condiciones en cada uno de los establecimientos existentes y es posible adaptarlo con modificaciones a los parámetros básicos.

Es el primer trabajo en que se determina la función de distribución de probabilidad de la tasa de recuperación embrionaria y de la tasa de preñez al día 60 de gestación por transferencia embrionaria en equinos y, creemos, un aporte importante y significativo para otros modelos en el futuro que consideren comportamiento estocástico en estas variables. Otros estudios deberian ser realizados en este tema para contribuir al conocimiento de tema en sistemas de producción reales.

Con el uso conjunto de análisis de sensibilidad y simulación estocástica, se identificó que la tasa de preñez al día 60 de gestación y la tasa de recuperación embrionaria, son las que mayor efecto poseen sobre el costo unitario de producción de embriones equinos, en sistemas de tipo fijo. La tercera variable en importancia es la cotización del dólar.

En modelos de programas de producción de embriones equinos de tipo fijo, independientemente de la escala productiva, los 3 principales componentes del costo de producción son: (1) valor asignable a receptoras, (2) mano de obra y (3) alimentación de donantes y padrillos. Estos 3 conceptos representan más del 70% del costo de producción.

Una disminución en la tasa de preñez al día 60 de gestación ocasiona un aumento más que proporcional en el costo unitario de producción de embriones equinos, esto podría deberse a que el 87% de éste son costos fijos y 13% variables respecto al nivel de actividad.

Es el primer trabajo en donde el valor asignable a receptoras se calcula como la suma del valor actual de todos los ingresos y egresos generados por ésta en su vida útil, repartidos en su producción esperada, este método puede ser utilizado para comparar diferentes opciones técnicas y de manejo con potencial para ser incorporado en sistemas de toma de decisiones.

Se relevaron las principales características productivas de los programas comerciales de transferencia de embriones en Argentina así como el conocimiento y opinión de los profesionales que trabajan en estos sistemas, respecto a, los costos de producción.

VIII.REFERENCIAS

Anuarios de la Asociación Argentina de Criadores de Caballos de Polo (AACCP) 1986-2012.

Beltrame RT, Barioni LG, Maestri BD, Quirino CR. Economic optimization of the number of recipients in bovine embryo transfer programs. Scientia Agricola (2007), vol 64, n.3.

Beltrame RT, Barioni LG Quirino CR, Dantas OD. Probability density function of the number of embryos collected from superovulated Nelore breed donors. Scientia Agricola (2009), vol 66, n.4.

Beltrame RT, Barioni LG, Quirino CR, Dantas OD. Modelagem Bioeconômica Da Transferência De Embriões Em Bovinos. Ciência Animal Brasileira (2010), vol 11, n 1, p 32-41.

Beltrame RT, Barioni LG, Quirino CR, Dantas OD. Simulation and economic analysis of bovine sex selection. Revista Brasileira de Zootecnia (2013), vol.42, n.5, 319-324.

Bolívar P, Maldonado Estrada J. Análisis De Costos De Esquemas De Transferencia De Embriones Bovinos Utilizados En Colombia -Universidad De Antioquia, Medellín, Colombia Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias (2008), vol 21, p 351-364.

Bottini M; Losinno L. Forrajeras para equinos en la región pampeana central de Argentina. (2016). Editorial de la Fundación Argentina de Veterinaria Equina (en prensa).

Carnevale E.M, Ramirez R.J, Squires E.L, Alvarenga M.A, Vanderwall D.K, McCue P.M. Factors affecting pregnancy rates and early embryonic death after equine embryo transfer. Theriogenology (2000), vol. 54, p 965-979

Da Cunha D, Pereira JC, Fajardo de Campos O, Braga JL, Fonseca e Silva F, Azevedo Martuscello J. Evaluation of a dynamic simulation model for milk production systems. Revista Brasileira de Zootecnia (2010), vol.39, n.4.

Douglas R.H, Burns P.J, Hershman L. Physiological and commercial parameters for producing progeny from subfertile mares by embryo transfer. Equine Veterinary Journal (1985), vol. 17, pp 111- 114.

Garino A, Remondino D. Congreso internacional de costos y gestión. Instituto Internacional de Costos y Gestión. Portugal, 1999.

Ghavi Hossein-Zadeh N, Nejati-Javaremi A, Miraei-Ashtiani S, Kohram H. Bio-economic evaluation of the use of sexed semen at different conception rates and herd sizes in Holstein populations. Animal Reproduction Science (2010), vol 121, n.1-2, p 17-23.

Guerra, Guillermo. Glosario para administradores y economistas agropecuarios. (1995) (Editorial Limussa,).

Guerra Guillermo. Manual de administración agropecuaria.(1977) (Editorial IICA).

Jacob J, Haag K. T, Santos G. O, Oliveira J. P, Gastal M. O, Gastal E. L. Effect of embryo age and recipient asynchrony on pregnancy rates in a commercial equine embryo transfer program. Theriogenology (2012), vol. 77, n. 6, pp 1159-1166.

Júnior JJ, Cardoso VL, Albuquerque L. Modelo bioeconômico para cálculo de custos e receitas em sistemas de produção de gado de corte visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. Revista Brasileira de Zootecnia (2006), vol.35, n.5.

Lascombes, F. Veinticinco años de transferencias embrionarias en equinos en Argentina. En: Resúmenes de la Primera Jornada Internacional de Biotecnologías Reproductivas en Equinos. Sociedad Argentina de Transferencia Embrionaria, Bs As, 2015.

Losinno L; Urosevic M. Equine embryo transfer. Technical and practical considerations for application on horse production programs. Review paper. 19TH International Symposium on Animal Science (ISAS) and 20th International Congress on Biotechnology in Animal Reproduction (ICBAR) 9-11th September 2015 , Novi Sad, Serbia (pp23-30) (ISBN 978-86-7520-346-9).

Losinno, L. Equine Embryo Transfer. En: Robinson NE & Sprayberry K Eds .Current Therapy on Equine Medicine VIIth Ed. (2014) .Saunders Ed.

Mac Donough J. Practical applications of commercial Equine Embryo Transfer in polo mares in Argentina 8vo Simposio Internacional de Transferencia de Embriones Equinos, Canada, (2012).

Machain, Luciano. Simulación de modelos financieros Primera edición. (Helemm Impresiones, 2011).

McGrann. Cow calf Standardized Performance Analysis (SPA) - IRM-SPA Hand-Book Articles. Texas: Department of Agricultural Economics, 1993.

Oaigen RP, Barcellos J, Christofari LF, Neto JB, Esteves de Oliveira T, Prates Ênio R. Análise da sensibilidade da metodologia dos centros de custos mediante a introdução de tecnologias em um sistema de produção de cria. Revista Brasileira de Zootecnia (2009), vol 38, n.6.

Pessoa Marcelo. Custos envolvidos em central de reproducao equina Anais da XXVII Reuniao da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embrioes, Praia do Forte, 2013.

Ruvuna F, Taylor J. F, Walter J. P, Turner J. W, Thallman R. M. Bioeconomic evaluation of embryo transfer in beef production systems: II. Economic evaluation of steer production. Journal of Animal Science 70 (1992) 1084-1090.

Stout, T. Equine embryo transfer: review of developing potential. Equine Veterinary Journal 38 (2006) 467-478.

Vázquez, Juan Carlos. Tratado de costos. (1977) Editorial Aguilar.

Vivanco Mackie W (2001). Transferencia de embriones en las especies ovina y caprina. En: Palma G (Eds) Biotecnología de la Reproducción. INTA Balcarce, pp 603-636.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
BIBLIOTECA