

## DESARROLLO DE UN EQUIPO DE ELECTRO EYACULACIÓN SIMPLE Y DE BAJO COSTO EN CARNEROS

Development of a simple and low cost electro ejaculation equipment in ram

Erlan Gutiérrez<sup>1</sup>, Gonzalo Quiroga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Posgrado, Carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto, Bolivia.

<sup>2</sup> Carrera de Ingeniería Electrónica, Universidad Pública de El Alto, Bolivia.

E-mail:  
erlangutierrez@hotmail.com

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue desarrollar un equipo electro eyaculador simple y a bajo costo para la colección de semen en carneros. El trabajo fue realizado en laboratorios de la Universidad Pública de El Alto. El desarrollo del equipo se realizó con un circuito electrónico diseñado con una fuente generadora de pulsos eléctricos, con una frecuencia entre 5 a 100 Hertz (hz) and corriente entre 30 – 80 mili Amperios (mA), con pausas entre 3 a 5 segundos con función regulable. Asimismo, se empleó un dispositivo en forma anular y mediante una sonda provista de electrodos en la cual circula la energía eléctrica en el recto del carnero provocando estímulos musculares a nivel de las glándulas accesorias que desencadenan la eyaculación. Se utilizó, estadística descriptiva para el análisis de los eyaculados obtenidos y se encontraron valores como: volumen de semen  $1,1 \pm 0,3$  ml, motilidad masal (0-5)  $3,8 \pm 0,6$ , motilidad Individual  $70,7 \pm 3,4$  %, concentración espermática  $3,2 \pm 0,2 \times 10^9$  y vitalidad  $76,6 \pm 6,9$  %. El costo de la construcción del equipo fue de 150 \$USD. En conclusión, el desarrollo del equipo electro eyaculador simple y a bajo costo, permitió obtener muestras de semen de ovinos criollos de buena calidad, sin afectar la capacidad reproductiva de los animales en estudio.

**Palabras clave:** Electro eyaculador, colección de semen, carnero

### ABSTRACT

The objective of the present study was to development of a simple and low cost electro ejaculation equipment in ram to semen collection. The work was carried out in the Alto Public University laboratories. The development of the equipment was implemented with an electronic circuit designed with source generating electric pulses of frequency between 5 to 100 Hertz (hz) and 30 to 80 milliamps (mA) with pauses between 3 to 5 seconds with adjustable function. Likewise, an annular device was used and through a probe provided with electrodes circulates the electric energy in the animal rectum provoking muscle stimulation at the level of the accessory glands that trigger the ejaculation. Mass motility (0 to 5)  $3.8 \pm 0.6$ , individually motility  $70.7 \pm 3.4\%$ , sperm concentration  $3.3 \pm 0.2 \times 10^9$  and vitality  $76.6 \pm 6.9\%$ . The cost of building the equipment was 150 \$ USD. In conclusion, we development a simple and low cost electro ejaculation equipment in ram, allowed to obtain samples of semen of creole sheep of good quality, without affecting the reproductive capacity of the animals in study.

**Keywords:** electroejaculator, semen collection, ram

## INTRODUCTION

La colección de semen en carneros genéticamente superiores es realizada utilizando la técnica de vagina artificial o electro eyaculación con la finalidad de utilizarlo en programas de inseminación artificial de planes de mejoramiento genético cuyo objetivo es la difusión de material genético de animales superiores de una especie o raza (Roberts, 1979).

La electro eyaculación es una técnica que permite incrementar la productividad de los machos, que se encuentran limitadas a la donación de semen de manera convencional, debido a factores anatómicos o de adiestramiento. Haciendo posible asegurar la conservación de los recursos genéticos y difusión de material genético de alto valor comercial. Además, reduce riesgos en la transmisión de enfermedades e incluso su aplicabilidad trasciende a los trabajos en investigación y recuperación de especies en peligro de extinción. Esta técnica se basa en la respuesta de erección-eyaculación como producto de estímulos eléctricos aplicados a través de un transductor por vía rectal, que activa el eje del sistema nervioso relacionado con el tracto reproductivo (Aliaga, 2006).

El desarrollo de un equipo de electro eyaculación con materiales de disponibilidad local permite contar con una herramienta para la colección de semen a mínimo costo. En el mercado, un equipo de marca con similares características tiene un valor comercial entre 1,000 a 3,000 \$USD, siendo considerado como equipo de inversión. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue desarrollar un equipo de electro eyaculación simple y a bajo costo para carneros.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria y la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pública de El Alto, ubicada en la ciudad de El Alto del departamento de La Paz y las pruebas de campo se desarrollaron en la Granja Inmaculada Concepción, ubicada en la comunidad Sullkataca Baja del Municipio de Laja del departamento de La Paz, a una altura de 3960 msnm, realizado durante los meses de marzo a abril del 2016.

El desarrollo del equipo consistió inicialmente en una simulación de la placa electrónica elaborada con el Software Proteus Isis®.

### Componentes para la construcción del Equipo Electro eyaculador

Para el ensamblado del prototipo Electro eyaculador, se utilizó los siguientes materiales:

- Resistencias: 1K, 10K, 100 ohm, 300 ohm, 500k, tipo potenciómetro de 10k, 1k.
- Capacitores: 22 nf, 100 nf
- Circuito integrado: Pic16F876A, LM324N, IRF 830, Leds.
- Chasis: Caja plástica eléctrica para desarrollo de prototipos eléctricos de 10x8x12cm

### Construcción del transductor rectal se utilizó las siguientes piezas:

- Eje de teflón de 2,5 cm de diámetro y 12 cm de largo, con el extremo cónico para una mejor intromisión del transductor en el recto del animal. Provisto de tres

electrodos de acero inoxidable de 3,5 mm de diámetro ubicados de forma longitudinal con una separación entre electrodo y electrodo de 1cm.

### Fuente de Alimentación

Este módulo es el encargado de suministrar la energía necesaria a cada dispositivo que es parte del electro eyaculador. Dos baterías de 9 voltios actúan como alimentador principal y a través de dispositivos electrónicos puede generar voltajes de 5V, 18V a diferentes potencias según la etapa a energizar.

### Microcontrolador y regulador

Es el que comanda el prototipo, está encargado de recibir la información proveniente de los potenciómetros (reguladores) mediante los cuales se configura el dispositivo para que funcione de una manera específica. Procesando la información suministrada y de acuerdo a ella genera la señal de estimulación, además muestra de manera visual dicha configuración a través de dos luces led (señalizadores) mostrando la intermitencia de los pulsos enviados.

### Amplificador y seguidor de señal

Este sistema realiza una pre-amplificación de la señal generada en el microcontrolador, que permite a dicha señal variar en amplitud dentro de un rango de 0 a 18 voltios.

### Transductor aplicador

Este módulo realiza una amplificación tanto en voltaje como en corriente en un rango de 0 a 18 voltios, con una corriente de salida de hasta 70 miliAmperios. Luego se conecta directamente a los electrodos de la sonda rectal en forma anular para la estimulación del animal.

Una vez ensamblado el equipo, se procedió a evaluar la carga eléctrica emitida por los electrodos de la sonda rectal mediante un equipo multímetro (Extech Instruments®, USA) y un osciloscopio (Rigol®, USA). Así mismo, se realizaron las correspondientes pruebas de campo, para lo cual se utilizaron 4 carneros criollos en edad reproductiva (2 a 3 años de edad) y una condición corporal (CC) promedio de  $2,75 \pm 0,5$  (evaluado en una escala de CC de 1-5) los cuales fueron sometidos al proceso de electro eyaculación cada 7 días y por 5 semanas consecutivas, obteniendo un total de 20 muestras.

### Utilización del equipo de electro eyaculación

Una vez realizada la sujeción del animal en posición cubito lateral izquierdo sobre una lona limpia y habiendo extraído las heces del recto, se procedió a lubricar la sonda rectal para introducirla por medio de suaves movimientos circulares hasta que los electrodos ingresaran por completo en el recto del animal. Posteriormente se procedió a iniciar los toques eléctricos logrando estimular el recto y desencadenarla eyaculación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de ensamblado el equipo electro eyaculador se procedió a evaluar la energía eléctrica emitida a través de la sonda y electrodos, obteniendo los siguientes resultados

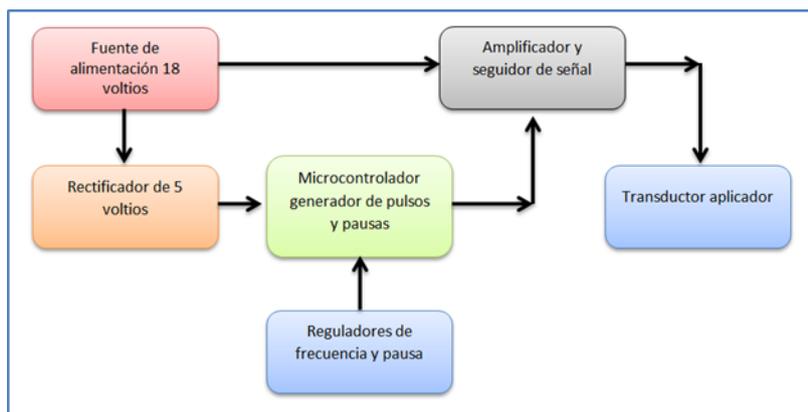


Figura 1. Interconexión de los módulos del circuito electro eyaculador

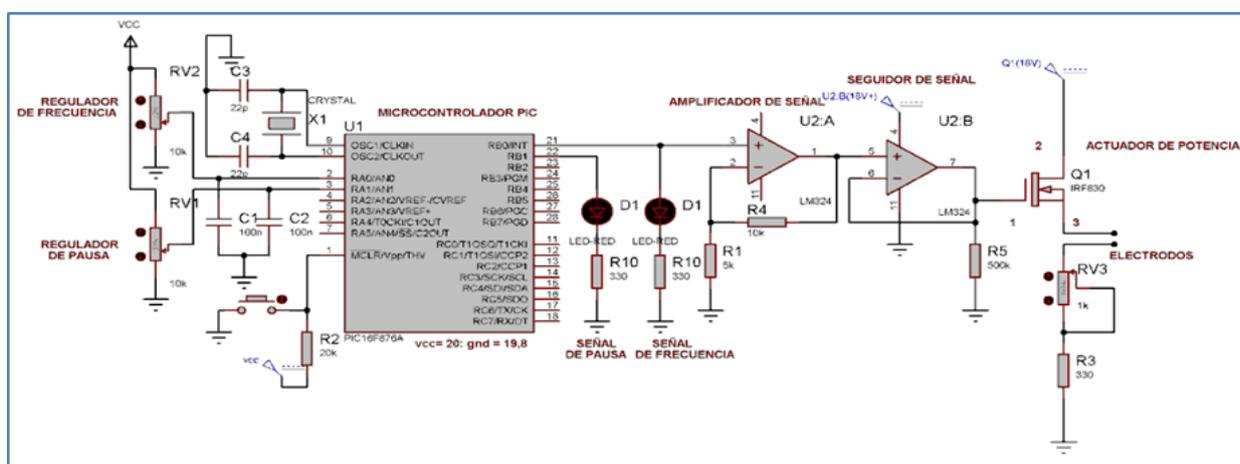


Figura 2. Circuito electrónico del Equipo Electro eyaculador para ovinos, diseñado con el software Proteus Iis.

Tabla 1. Rango de variables eléctricas evaluadas en el desarrollo del equipo electro eyaculador

Características	Mínima	Máxima
Voltaje (V)	0	18
Frecuencia (hz)	5	100
Pausa (SEG.)	2	5
Corriente (mA)	30	80

Los valores obtenidos y evaluados en el osciloscopio, muestran un resultado próximo al rango que reporta Molina et al. (2011), incluso es posible regular a valores inferiores o superiores a los descritos por su capacidad de regulación de sus componentes para el caso de frecuencia (hz), respecto al voltaje y la pausa o como lo describe Sundararaman et al. (2007) y Yamasaki et al (2005) el tiempo activo o de descanso. Por otro lado, el prototipo logra alcanzar y regular los valores de energía descritos, lo que permite mayor versatilidad al momento de realizar el trabajo en condiciones de campo en sus modos de funcionamiento. Los valores eléctricos y de tiempo son los adecuados para utilizarse en el carnero de modo seguro, tal y como se aprecia en la siguiente tabla de trabajos similares:

Tabla 2. Características eléctricas del electroeyaculador desarrollado por Sundararaman et al. (2007) y Yamasaki et al. (2005).

Especie	Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Tiempo Activo (Seg.)	Tiempo Descanso (Seg.)
Bovino	0-20	50-100	5	5
Caprino	0-10	40-90	3	3
Ovino	0-10	40-90	3	3

Con respecto al uso el equipo electro eyaculador se pudo obtener muestras de semen con valores muy próximos a otros trabajos de electro estimulación. Nosotros obtuvimos un volumen de eyaculado de  $1,1 \pm 0,3$  ml y valores cercanos reporta Parraguez et al. (2000) con  $1,0 \pm 0,2$  ml en carneros del sud este de Chile y Hernández y Carrillo (2015) con  $1,3 \pm 0,5$  ml en estudios utilizando electro eyaculación. Por otro lado, los valores obtenidos en motilidad masal fue de  $3,8 \pm 0,6$  valor similar al reportado por Hernández y Carrillo (2015) con 3,77. Asimismo, la motilidad individual que se obtuvo fue  $70,7 \pm 3,4\%$  dato muy próximo reportado por Hernández y Carrillo (2015) con 74,09%, Palacios y Gonzales (2012) con  $70,5 \pm 14,22\%$ .

La concentración espermática obtenida fue de  $3,2 \pm 0,2 \times 10^9$  esp/ml, sin embargo Parraguez et al. (2000) reporta un

valor superior al descrito,  $3,8 \times 10^9$  esp/ml en carnero de raza Pelibuey. Debido al factor raza tomando en cuenta que el estudio se realizó en animales criollos, finalmente respecto a la Vitalidad se encontró un  $76,6 \pm 6,9\%$  valor similar al reportado por Gómez (2013) con un 74% reportado resultados similares.

Tabla 3. Característica de semen colectado por electro eyaculador desarrollado en este trabajo.

Características de eyaculado (n=20)	Promedio $\pm$ DS
Volumen (ml)	1,1 $\pm$ 0,3
Motilidad masal (0-5)	3,8 $\pm$ 0,6
Motilidad individual %	70,7 $\pm$ 3,4
Concentración espermática (esp./ml)	3,2 $\pm$ 0,2 $\times 10^9$
Vitalidad %	76,6 $\pm$ 6,9

Por otro lado, los materiales utilizados para el desarrollo del presente prototipo fueron obtenidos del mercado local en tiendas de suministro de insumos y partes eléctricas alcanzando un costo total de inversión en la construcción del equipo de 150 \$USD, valor significativamente inferior al que puede obtenerse adquiriendo un electro eyaculador de marca comercial.

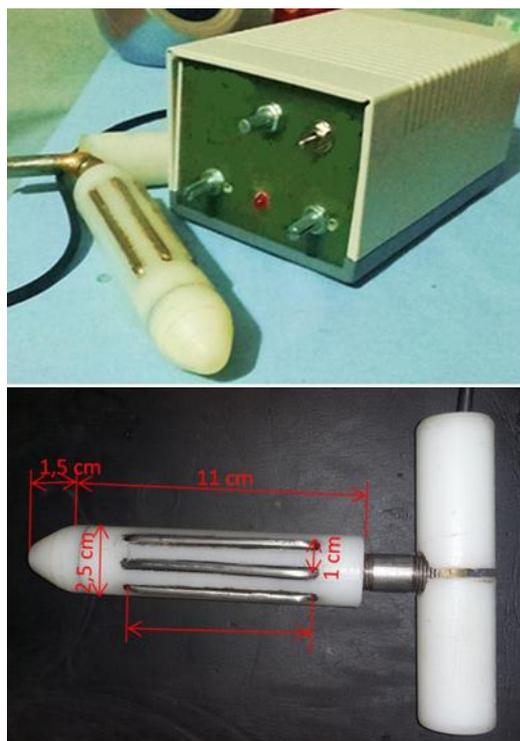


Figura. 3. Equipo electro eyaculador para ovinos y dimensiones del transductor rectal.

## CONCLUSIÓN

El desarrollo de un equipo electro eyaculador sencillo y de bajo costo en carneros, permitió coleccionar semen de buena calidad, sin afectar la capacidad reproductiva de los animales estudiados.



Figura. 4. Proceso de colección de semen de carnero criollo con el equipo electro eyaculador.

## REFERENCIAS

- Aliaga Z. Producción de ovinos. 1ra edición. Lima Perú. 2006: 295pp.
- Evans G, Maxwell WMC. Artificial Insemination of Sheep and Goats. 1ra edition.1990: 192pp.
- Gómez-Coronado C. Evaluación de la efectividad de un electro eyaculador experimental comparado a uno de marca comercial en ovinos. Tesis de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador 2013. Available: [http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4\\_292](http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4_292)
- Hernández D, Carrillo D. Aplicación del test hipoosmótico (host) en la evaluación de calidad seminal en ovinos criollos de pelo colombiano. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal.2015:165-171.
- Molina J, Polo C, Tovar MA. Diseño e implementación de un prototipo de electro eyaculador escalable para uso en mas de una especie. Revista Ingeniería y Región. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana. 2011:41-47.
- Palacios N, Gonzales D. Correlación entre diámetro testicular y calidad espermática en ovinos criollos del municipio de Soraca, Boyacá. Conexión Agropecuaria JDC, Vol 2, Fundación Universitaria Juan de Castellanos.2012:45-55.
- Parraguez V, Blank O, Muñoz C, Latorre E. Inseminación artificial en ovinos. Monografías de Medicina Veterinaria, Vol 2. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 2000. Available: [http://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon\\_vet\\_completa/0\\_1421,SCID%253D18371%2526SID%253D452,00.html](http://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_completa/0_1421,SCID%253D18371%2526SID%253D452,00.html)
- Roberts S. Obstetricia veterinaria y patología de la reproducción. Argentina: Hemisferio Sur.1979:1020 p.
- Sundararaman MN, Kalatharan J, Edwin MJ. Attempts to achieve semen collections from incapacitated boer bucks by electro-ejaculation. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances.2007; 2: 244- 246.
- Yamasaki A, Pedraza P, Peralta P, Yong G, Rothschild JE, Yamasaki L. Diseño y construcción de electro eyaculador para ovinos y caprinos. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia. México. 2005. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080805/080512.pdf>, Accessed 29 may 2016.