



Reproducción de conejos bajo condiciones tropicales, efectos negativos y posibles soluciones

Reproduction of rabbits under tropical conditions, negative effects and possible solutions

Luis Eliezer Cruz-Bacab^{*1}, Santiago Ramírez-Vera¹, Marisa del Carmen Vázquez-García², Cecilia Carmela Zapata-Campos³

RESUMEN

La fisiología digestiva y capacidad reproductiva hacen del conejo una especie con potencial para la producción de carne. En clima templado, su adecuado manejo reproductivo permite obtener entre 6 y 10 partos anuales con camadas de 6 y hasta 12 gazapos. En zonas tropicales, el estrés calórico disminuye su capacidad reproductiva. Las hembras presentan un incremento en la secreción de corticosteroides, modificando la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), la hormona estimulante del folículo (FSH) y la hormona luteinizante (LH), disminuyendo el crecimiento y desarrollo folicular, calidad de ovocitos y la ovulación, y con ello el número de partos y tamaño de camada. En los machos se afecta la libido y la capacidad de monta. En la calidad seminal, disminuye 7.8 % el volumen, 7.7 % la concentración, 1.7 % la morfología y 5.5 % la motilidad. El objetivo del presente trabajo fue describir las estrategias utilizadas para disminuir el estrés calórico, que incluyó regular la temperatura en las instalaciones, suplementos alimenticios, cruzamiento de razas locales con razas mejoradas, desarrollo de líneas genéticas para climas tropicales, implementación de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial o criopreservación de semen, mejorando el comportamiento reproductivo del conejo bajo condiciones tropicales.

PALABRAS CLAVE: condiciones tropicales, conejos, estrés calórico, *Oryctolagus cuniculus*, comportamiento reproductivo.

ABSTRACT

The digestive physiology and reproductive capacity of the rabbit make it a species with potential for meat production. In a temperate climate, its adequate reproductive management allows to obtain between 6 and 10 annual litters per female with 6 up to 12 kits per litter. In tropical areas, heat stress alters metabolism and hormonal function, decreasing their reproductive capacity. In females, the main changes include an increase in the secretion of corticosteroids, modifying the secretion of gonadotropin-releasing hormone (GnRH), stimulating follicle hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH), decreasing the growth and follicular development, oocyte quality and ovulation, and with it the number of births and size of litter. In males, libido and ability to mate are affected. In the seminal quality, a decrease of 7.8 % in volume, 7.7 % in concentration, 1.7 % in morphology and 5.5 % in motility is observed. The objective of the present work was to describe the strategies used to reduce the caloric stress. These included regulating the temperature in the facilities, supplementary food, crossing of local breeds with improved breeds, development of genetic lines for tropical climates, implementation of reproductive biotechnologies such as artificial insemination or cryopreservation of semen, improving the reproductive behavior of the rabbit under tropical conditions.

KEYWORDS: tropical conditions, rabbits, heat stress, *Oryctolagus cuniculus*, reproductive performance.

*Correspondencia: lecb82@gmail.com/ Fecha de recepción: 2 de octubre de 2017/ Fecha de aceptación: 6 de junio de 2018

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86280. ²Universidad Nacional Autónoma de México, Área Cunicola, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata".

INTRODUCCIÓN

Las zonas tropicales, ubicadas en latitud 23°27' N y 23°27' W, se encuentran entre los ecosistemas más productivos del planeta, por la elevada producción de biomasa y composición química, lo que ofrece una amplia variedad de recursos alimenticios para la producción de herbívoros, como los conejos, los cuales requieren de altas cantidades de fibra, como parte importante de su alimentación (Serem y col., 2013; Safwat y col., 2014).

La producción de conejos ha traído beneficios a comunidades rurales de países en vías de desarrollo (Olanguju y Sanusi, 2010), por lo que algunos estudios se han encaminado a desarrollar esta actividad en poblaciones de bajo nivel económico ubicadas en zonas tropicales (Malhi y col., 2011; Safwat y col., 2014). Sin embargo, es necesario considerar que, las condiciones climáticas del trópico limitan el potencial reproductivo en los conejos, afectando negativamente el comportamiento reproductivo, tanto en hembras, como en machos (Maya-Soriano y col., 2015; Sabés-Alsina y col., 2016; Asemota y col., 2017), debido a que las temperaturas que se presentan están por encima del rango de confort (15 °C a 20 °C). El estrés calórico incrementa la secreción de corticosteroides, los cuales inhiben la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH, por sus siglas en inglés: gonadotrophin releasing hormone), la hormona estimulante del folículo (FSH, por sus siglas en inglés: follicle stimulating hormone) y de la hormona luteinizante (LH, por sus siglas en inglés: luteinizing hormone), en consecuencia, disminuyen el crecimiento y desarrollo de los folículos y la ovulación (Marai y col., 2007; Yassein y col., 2008; Vélez-Marín y Uribe-Velázquez, 2010), así también, la calidad de los ovocitos (Vélez-Marín y Uribe-Velázquez, 2010). En machos, el estrés calórico afecta el libido, la capacidad de monta y la calidad seminal (volumen 7.8 %; concentración 7.7 %; morfología 1.7 %; motilidad 5.5 %) (Roca y col., 2005; Okab, 2007).

El presente trabajo tuvo como objetivo describir las estrategias para reducir los efectos

negativos del clima tropical sobre la reproducción de conejos.

Alojamiento y confort para conejos reproductores

Interacción temperatura-humedad

Samkol y Lukefahr (2008), establecieron que, la temperatura y humedad son aspectos importantes de las condiciones climáticas para la reproducción de los conejos, lo cual coincide con los hallazgos de Asemota y col. (2017), quienes demostraron que los valores estacionales del índice de temperatura-humedad, en zonas tropicales, producen estrés térmico en los conejos. Por su parte, Maya-Soriano y col. (2015), señalaron que, en conejos machos, las altas temperaturas del medio ambiente promueven cambios en las proporciones de espermatozoides móviles, que se encuentran en el epidídimo, sin embargo, la fertilidad se preserva, a pesar del detrimento producido por el estrés calórico. Así mismo, Bakr y col. (2015), encontraron que bajo un estrés calórico moderado (29 °C a 31 °C), las conejas lactantes son capaces de adaptarse, al reducir su consumo de alimento (9.4 %), consecuentemente, disminuye el peso vivo (6.2 %) y el peso individual de los gazapos (8.0 %). Por otra parte, Sabés-Alsina y col. (2016), documentaron que altas temperaturas ambientales (42 °C durante 3 h) aminoran la cantidad y calidad seminal, afectando negativamente parámetros como, la viabilidad espermática (1.7 %), la motilidad espermática (12.1 %), velocidad lineal (0.2 %), velocidad curvilínea (6.6 %), velocidad promedio de trayectoria (6.4 %) y la actividad metabólica espermática (40.7 %). En cuanto a la morfología espermática, incrementan las anomalías del acrosoma 6.9 %, gota citoplasmática proximal 13 % y cola enroscada 22.4 %.

En contraste, el uso de diversas alternativas permite reducir los efectos negativos de las condiciones climáticas; sobre la eficiencia reproductiva. Por ejemplo, conejos sometidos a rasurado o creciendo en aire acondicionado, presentan temperatura corporal menor (39.1 °C) que animales en condiciones na-

turales (40.1 °C), así como una frecuencia respiratoria menor (Mousa-Balabel, 2004). La utilización del rasurado o aire acondicionado a temperatura de confort, incrementa el tamaño de camada 16.6 % y 28.6 %, el peso al nacimiento 11.2 % y 15.4 %, y el peso al destete por gazapo 16.4 % y 19.6 %, respectivamente; mientras que disminuye la mortalidad 36.6 % y 40 %, respectivamente. Así mismo, la estructura de las instalaciones puede ser una alternativa para disminuir la temperatura interior, cuando la orientación del galpón es longitudinal, orientada de este a oeste, con 8 m de anchura, 3.5 m de altura, y además con un 25 % de las instalaciones representadas en ventanas, así como con las superficies externas pintadas de color blanco para reflejar el calor (El-Raffa, 2004), lo que mejora el flujo de aire dentro de las instalaciones. De igual manera, rociar agua, usar pisos de alambre o proporcionar agua fría, pueden aminorar el estrés calórico (Szendrő y col., 2007; Szendrő y col., 2012).

Fotoperiodo y su efecto sobre la función reproductiva

En cuanto a la iluminación, la información disponible acerca de los efectos del fotoperiodo sobre la actividad reproductiva no es concluyente (Marai y col., 2007). Autores como Matics y col. (2013) reportaron que el comportamiento reproductivo de conejas y el comportamiento de amamantamiento no difiere entre programas de iluminación (16 h luz: 8 h oscuridad ó 12 h luz: 6 h oscuridad). Sin embargo, Eiben y col. (2016) registraron que la utilización de iluminación LED tiene efectos positivos, incrementando la tasa de preñez y destete. De acuerdo con Marai y col. (2007), la exposición de conejas gestantes, a periodos prolongados de iluminación (16 h luz: 8 h oscuridad), disminuye hasta 7 % el consumo diario de alimento y 14.95 % el consumo de agua, en la cuarta semana de gestación; en conejas jóvenes, el mismo manejo de iluminación, al momento de la monta, produce niveles altos de cortisol (7.5 ng/mL a 8.4 ng/mL), proteínas plasmáticas totales bajas (8.4 g/dl a 8.0 g/dl), niveles bajos de glucosa (116.7 mg/dl a 97.7 mg/dl), albúmina (4.1 g/dl a 4.5 g/dl),

colesterol (116.2 mg/dl a 95.2 mg/dl) y niveles altos de creatinina (1.4 mg/dl), en comparación con conejas expuestas a periodos de iluminación más cortos (8 h luz: 16 h oscuridad). Estos autores señalaron que, dichos efectos pueden asociarse principalmente a los disturbios fisiológicos de los animales, como respuesta a factores que incrementan la percepción térmica del animal, especialmente durante el verano.

Los efectos antes mencionados pueden reflejarse en decrementos significativos en la tasa de concepción (46.9 %), duración de la gestación, el tamaño y peso de la camada, producción láctea, eficiencia láctea (peso ganado por gazapo/consumo de leche por gazapo) y mortalidad *pre*-destete (Marai y col., 2004; 2007 y Szendrő y col., 2016), afectando negativamente la productividad de las explotaciones cunícolas. Por otra parte, los efectos de la iluminación no son claros para los machos y la suplementación artificial de luz no mejora el volumen de eyaculado, volumen seminal, concentración espermática y de espermatozoides totales en la zona mediterránea (Roca y col., 2005).

Efecto del espacio vital sobre el comportamiento reproductivo

La superficie en la cual se mantienen los conejos, es un factor fundamental para la productividad del mismo. De acuerdo a Buijs y col. (2011), es trascendental que el alojamiento favorezca un estado de confort. Los resultados de Szendrő y col. (2013) mostraron un aumento en la tasa de mortalidad en gazapos (44 %), asociada a estrés en conejas alojadas de forma grupal, en comparación con conejas alojadas individualmente. Szendrő y col. (2013) reportaron que, en conejas alojadas grupalmente el nivel de corticosterona fue 69.3 % mayor que en conejas alojadas individualmente. En este sentido, Prola y col. (2013), registraron que los valores fecales de corticosterona, en conejas alojadas en jaulas pequeñas, se incrementaron significativamente durante inseminación artificial (10.83 %), parto 7.11 % y *post*-destete (9.51 %), en comparación con conejas aloja-

das en jaulas grandes. Por su parte, Buijs y col. (2011), señalaron que estados de estrés crónico, por falta de espacio, promueven depresión del sistema reproductivo, que se manifiesta de acuerdo a Dal-Bosco y col. (2004), como disminución en la receptividad sexual (1.1 %), en la fertilidad (3.2 %), gazapos nacidos vivos (8.0 %), producción de leche (2.4 %), gazapos destetados (8.8 %), así como aumento en el número de gazapos nacidos muertos (22.2 %) y la tasa de mortalidad al destete (8.2 %). Actualmente, las dimensiones de las jaulas para conejos reproductores, particularmente para las hembras, promueven desarrollo anormal del esqueleto hasta en 40 % de hembras con 9 a 16.5 meses de edad, alojadas en jaulas de 50 cm x 60 cm x 40 cm; 70 % de hembras con 2 a 4 años de edad, alojadas en jaulas de 60 cm x 40 cm x 32 cm; y hasta 17 % en hembras de 3, 18, 22, 26 y 33 meses de edad, alojadas en jaulas de 50 cm x 70 cm x 40 cm durante 1 a 3 meses, a causa de la escasa movilidad, favoreciendo periodos prolongados de recumbencia e hipoplasia del tejido óseo (Trocino y Xiccato, 2006). Por lo anterior, es necesario cubrir 700 cm² a 7 400 cm², sugeridos por el Código de práctica para el bienestar de los animales: conejos (Code of practice for the welfare of animals: rabbits) para alojamiento en jaulas (Verga y col., 2007). Por otro lado, Mikó y col. (2014) reportaron que, en conejas mestizas, los parámetros reproductivos como tasa de partos, tamaño de camada, nacidos totales y tasa de mortalidad en gazapos, no fueron influenciadas por el tipo de jaula, sin embargo observaron que el peso de la camada a los 21 d incrementó 4.9 % en jaulas grandes. A la fecha, no han sido estudiados los efectos de las dimensiones de las jaulas sobre la actividad reproductiva de los conejos en condiciones tropicales.

Nutrición para la reproducción bajo condiciones tropicales

En cuanto a la nutrición de conejos, bajo condiciones tropicales, se ha reportado una elevación de 20 % en la tasa metabólica de esta especie, afectando el equilibrio energético y consecuentemente, la actividad reproductiva tan-

to de machos como hembras (Ogunjimi y col., 2008; Cervera y Fernández-Carmona, 2010; Vélez-Marín y Uribe-Velázquez, 2010).

Hembras

Naturil-Alfonso y col. (2016), documentaron que hembras gestantes, que sufren de restricciones en su alimentación, como ocurre bajo condiciones de estrés calórico, pueden disminuir hasta 33.33 % el tamaño de camada. Por su parte, Rhoads y col. (2013), señalaron que es posible implementar estrategias nutricionales, como: adición de ácido lipoico, cromo y tiazolidinediona, para aliviar las consecuencias negativas del estrés calórico, tanto en seres humanos como en animales de granja. Mousa-Balabel (2004), propuso la adición de vitamina C y la provisión de agua fría, para reducir los efectos negativos del clima tropical; dichas estrategias han logrado aminorar la temperatura rectal (0.5 %), porcentaje de mortalidad (0.5 %), incrementar el consumo de alimento (15.5 %) y agua (5.0 %), peso de la camada al nacimiento (3.3 % /gazapo) y al destete (4.0 % /gazapo).

En relación a los niveles de energía y proteína, en la dieta para conejos bajo condiciones tropicales, una estrategia de gran importancia es la incorporación de recursos locales; considerando que el trópico posee una gran diversidad de plantas y sustratos con potencial para la alimentación animal. Sin embargo, la información respecto al uso de forrajes tropicales y su relación con el desempeño reproductivo en conejos, es limitada. López y Montejo (2005), señalaron que, el uso de recursos locales, con moderada calidad nutricional, promueve resultados productivos satisfactorios en conejos mestizos. Ellos registraron que el uso de morera (*Morus alba*) *ad libitum*, 400 g de caña (*Sacharum officinarum*) y 500 g de bejuco de boniato (*Ipomea batata*) por reproductora, adicionalmente 70 g de pienso criollo, en conejas gestantes, promueve un peso al nacimiento 10 % mayor, al de gazapos nacidos de conejas alimentadas con alimento comercial. Por su parte, Sánchez y col. (2012), demostraron que el uso de matarratón (*Gliricidia*

dia sepium) *ad libitum*; en camadas de conejas Nueva Zelanda, promueve disminución de 29.43 % en peso de camada al destete y de 28.14 % en tamaño de camada al destete, comparado con camadas de conejas alimentadas con Kudzu (*Pueraria phaseloides*) *ad libitum*. Dubán y col. (2012), establecieron que el uso de 20 % de suplementación con cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) o pulpa de café, en la alimentación de conejas reproductoras, promueve un tamaño de camada similar al de conejas alimentadas con alimento comercial. El-Saidy y col. (2016), reportaron que el uso de miel, como parte del manejo alimenticio en hembras reproductoras, aumenta la tasa de concepción (50 %), tamaño de camada (41.6 %), peso de camada al nacimiento (31.3 %), peso al destete por gazapo (31.9 %), ganancia de peso por gazapo (83.8 %) y la producción láctea (31.2 %), por lo cual, puede recomendarse para minimizar las pérdidas reproductivas en conejos bajo estrés calórico severo.

Machos

Pascual y col. (2016), mostraron que en machos bajo condiciones de estrés calórico, es posible mejorar algunos parámetros morfológicos de los espermatozoides y la fertilidad, mediante una restricción moderada en la alimentación o el uso de *ad libitum* de dietas ricas en fibra altamente digestible. Así mismo, Gado y col. (2015), señalaron que el uso de un suplemento alimenticio, a base de celulasas, xilanasas, proteasas y α -amilasa, en dosis crecientes (0 kg/T, 3 kg/T y 5 kg/T de alimento, respectivamente) para conejos Hy - Plus adultos, mejoró aspectos como el tiempo de reacción ante la presencia de la hembra (51.21 %), espermatozoides muertos (61.70 %), anomalías espermáticas (52.53 %), daños del acrosoma (57.60 %), los valores de frecuencia de monta en 15 min (36.05 %), volumen del eyaculado (50.56 %), motilidad en masa (33.03 %), motilidad progresiva (26.39 %), concentración espermática (30.48 %) y la producción espermática total (65.70 %) ($P < 0.05$). Por otro lado, Zeweil y col. (2013), registraron que el uso de la granada, en niveles crecientes, en

la dieta de los conejos, mejora volumen del eyaculado (12 % a 19 %), nivel de fructosa del plasma seminal (7 % a 24 %), motilidad espermática (28 % a 49 %), producción espermática total (137 % a 202 %) y reduce los espermatozoides muertos (24.3 % a 63.6 %). Por su parte, El-Hanoun y col. (2014), encontraron que el uso de jalea real china, en dosis crecientes, alivia los efectos adversos del estrés calórico de verano en conejos de la línea V española. El uso de suplementos nutricionales, como enzimas, manano-oligosacáridos (1.6 %), polen de abeja (0.8 %) y jalea real (0.97 %) mejora diversas características del semen en conejos adultos bajo condiciones de estrés calórico, como lo demuestran los resultados obtenidos por Zeweil y col. (2013; 2016); El-Hanoun y col. (2014) y Gado y col. (2015).

Mejoramiento genético para clima tropical

El principal objetivo de los cruzamientos genéticos es producir individuos superiores (vigor híbrido) para mejorar aspectos como la productividad, fertilidad y combinar diferentes características en las que las razas cruzadas fueron destacadas (Abdel-Hamid, 2015); en conejos, el mejoramiento genético ha tenido como propósito principal acrecentar la eficiencia alimenticia (Gidenne y col., 2017), la producción de leche (Castellini y col., 2003; 2006), incrementar la ganancia de carne, aumentar el tamaño de camada (Castellini y col., 2010) y desarrollar la adaptación a las diferentes condiciones medioambientales (Marai y col., 2006; 2007). De acuerdo con los resultados de Castellini y col. (2006) y Al-Saef y col. (2008), el uso de una línea altamente seleccionada (V española), para tamaño de camada al destete, y una raza local bien adaptada al clima caluroso, como la gabali Saudita, ha llevado a la creación exitosa de las líneas genéticas Saudi 1 y Saudi 2, caracterizadas por presentar efectos aditivos del 12.3 % y el 31.8 %, con respecto a la media del comportamiento de sus líneas fundadoras (Línea V española y gabali Saudita), en rasgos como tamaño de camada al nacimiento y al destete, peso al nacimiento y al destete, y tasa de mortalidad. En este sentido, Belabbas y col. (2016), reportaron

una mayor tasa de ovulación (34 %), en conejas de una línea sintética *vs* una raza local (Algeria), así como una mayor cantidad de embriones recolectados a 72 h (33.8 %), y en consecuencia, un mayor tamaño de camada (15.7 %). Khalil y Al-Homidan (2014), establecieron que las líneas sintéticas, obtenidas a partir de conejos de la línea V española y la gabali Saudita, presentan un comportamiento productivo adecuado en zonas calurosas, con respecto a las líneas puras, y poseen mayor tolerancia térmica, por lo que son recomendadas para la producción comercial en zonas calurosas como líneas puras. Hakima y col. (2013), documentaron que el cruzamiento California y Algeria (raza local) representa mejoramiento en aspectos como tamaño de camada (9.2 %), tamaño de camada al destete (24.3 %), peso de la camada al nacer (15.25 %), peso de la camada al destete (11.16 %), conversión alimenticia (14.25 %), mortalidad al nacimiento (29.16 %) y mortalidad al destete (41.76 %), confirmando que el cruzamiento de razas locales (Algeria) con razas mejoradas (California) mejora parámetros zootécnicos y la resistencia a climas calurosos.

Biotechnologías reproductivas en conejos

Los estudios enfocados al uso de biotecnologías reproductivas para conejos en el trópico son muy escasos, sin embargo, Dal-Bosco y col. (2011) y Sirotkin y col. (2014), registraron que la implementación de biotecnologías reproductivas mejora la eficiencia reproductiva en granjas cunícolas. De acuerdo a Sakr y col. (2012); Gogol (2016) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015), las biotecnologías reproductivas utilizadas en las conejas son la sincronización de estros por bioestimulación socio-sexual y la inseminación artificial (IA); en el caso de los machos, el uso de aditivos en el proceso de conservación de semen. No obstante, Sirotkin y col. (2014), establecieron que la mayoría de estas biotecnologías desarrolladas son propuestas para zonas templadas, por lo cual sus resultados no son aplicables a zonas tropicales y su eficiencia en dichas zonas deberá ser determinada.

Hembras

Sincronización del estro

De acuerdo con Lorenzo y col. (2014), en los sistemas de producción de conejos con ritmo reproductivo intensivo o semi-intensivo, el manejo de las hembras para su retorno a la actividad reproductiva requiere de estrategias como la inducción de la ovulación con prostaglandinas y con bioestimulación (control de lactación, alojamiento comunal); así como la implementación de la IA.

Sincronización del estro con prostaglandinas

En cuanto a tratamientos hormonales, se ha demostrado que su uso mejora significativamente el comportamiento reproductivo de las conejas; Mobarak y col. (2015), reportaron que, en conejas tratadas con prostaglandina (PGF₂) intramuscular, la tasa de concepción, tamaño y peso de camada, incrementan hasta 7.15 % (P < 0.05), en comparación con conejas tratadas con solución salina intramuscular.

Bioestimulación

En cuanto al control de la lactación, como método de bioestimulación, para la sincronización del estro en conejas primíparas, Ilés y col. (2013), encontraron que, en conejas separadas de sus camadas, los niveles plasmáticos de estradiol (6.7 %), testosterona (3.9 %) y progesterona (33.4 %) fueron mayores con respecto a conejas sin separación de la camada. Los niveles hormonales señalados favorecieron un incremento de 34.3 % en la receptividad a la monta, en conejas separadas de su camada, con respecto a conejas no separadas. Dichos autores agregaron que, separar a las hembras de su camada durante 48 h, es una alternativa para inducir al estro en los días 9 al 11 *post*-parto. En este sentido, Lorenzo y col. (2014), documentaron que, la separación de la coneja y su camada en días previos a la inseminación (24 h a 48 h), promueve un decremento en la secreción de prolactina, y por consecuencia promueve el crecimiento folicular. Por otra parte, Arias-Álvarez (2013), añadió que la separación de la hembra y la camada durante 24 h, mejora la calidad de los folículos ováricos y los ovocitos, en comparación con el

uso de gonadotropina coriónica equina (eCG), a 11 d *post*-parto.

Alojamiento comunal

En cuanto a otros métodos para sincronizar el estro, Fik y col. (2013), evaluaron la administración intramuscular de 20 UI de eCG por hembra *vs* alojamiento comunal, durante 30 min antes de la IA; posterior a la IA, en ambos grupos se administró 0.002 5 mg GnRH (Supergestran), para inducir la ovulación. Los resultados demostraron que el uso de eCG, para sincronizar el estro en conejas enanas, mejora la tasa de concepción (103 %), y tamaño de camada (3.2 gazapos), en comparación con el alojamiento comunal ($P < 0.05$). A pesar de que el alojamiento comunal de 8 hembras por jaula, 30 min antes de la IA, no tuvo ventajas sobre los manejos hormonales, dichos autores consideraron que es un método confiable para la sincronización del estro en conejas.

Inseminación artificial

Bresciani y col. (2016) y Theau-Clément y col. (2016), señalaron que la IA, ha formado parte en la producción de conejos desde hace 30 años, especialmente en países como Italia, Francia, España y Hungría, debido a una mayor comprensión de los factores relacionados, tanto en hembras como machos. Por su parte, Piles y col. (2013), establecieron que el uso de la IA, en la producción intensiva de conejos para carne, actualmente es una práctica común, y los aspectos relacionados con su eficiencia están ganando importancia. El grupo internacional de reproducción en conejos (IRRG, por sus siglas en inglés: International Rabbit Reproduction Group) (2005) mencionó, que el éxito en el método de reproducción de IA depende de diversos factores, como la calidad seminal, la dosis seminal, el intervalo de tiempo entre la colecta del semen y la inseminación, así como la profundidad con la que sea depositado el semen en el tracto reproductivo de la hembra. Bresciani y col. (2016), indicaron que actualmente la IA se realiza principalmente con semen fresco diluido o con semen refrigerado hasta por

18 h. Theau-Clément y col. (2016) reportaron que el estado fisiológico de las conejas al momento de la IA es generalmente desconocido, o se inseminan únicamente hembras que muestren signos de estro (color y tamaño de vulva o bioestimuladas). Brun y col. (2002) documentaron que con IA, la tasa de concepción está relacionada con la motilidad espermática y efectos acumulativos de otros aspectos (concentración y volumen), y el tamaño de camada está relacionado con aspectos cuantitativos del semen, como la cantidad de espermatozoides por dosis. Los resultados de dichos autores resaltan la importancia de seleccionar eyaculados para IA, previo a la inseminación con base en la motilidad masal; así mismo Brun y col. (2002), indicaron que el número de espermatozoides por dosis influencia el desempeño reproductivo, por lo que debe ser considerado con especial atención. Por otra parte, se han realizado estudios respecto al uso de aditivos seminales que favorezcan la viabilidad de espermatozoides y su capacidad de fecundación en la inseminación artificial, los cuales se describen a continuación.

Machos

Criopreservación, uso de aditivos seminales y manejo de semen de conejo

De acuerdo con Viudes-de-Castro y col. (2014), el uso de semen congelado es interesante para prolongar la conservación de dicho material y extender la mejora genética en los programas de IA para la producción de carne de conejo. Desafortunadamente, el uso de semen congelado en cunicultura es limitado por los resultados tan variables que se han observado, por lo que Mocé y Vicente (2009), mencionaron que el uso de semen congelado de conejo ha sido orientado exclusivamente a propósitos experimentales o para bancos de recursos genéticos. Con base en lo anterior, el desarrollo de diluyentes, con composición óptima para la criopreservación de semen de conejo, es requerido. En este sentido, Viudes-de-Castro y col. (2014), evaluaron el efecto de diferentes diluyentes seminales: a) 3 M sulfato de metilo (Me_2SO) + 0.1 M sucrosa; b) 3 M Me_2SO + 20 % yema de huevo; y c) 2 M aceta-

mida + 20 % yema de huevo, para conejos de líneas genéticas de alta prolificidad y longevidad, a través de la evaluación de parámetros seminales, después del descongelamiento y después de la IA. Los resultados demostraron que la composición del diluyente seminal tiene un efecto significativo en la criopreservación de los espermatozoides de conejo; así mismo, el uso de Me₂SO como crioprotector permeable a sucrosa proveyó mejor protección comparado con la yema de huevo y mejoró los parámetros reproductivos. Por otro lado, Di Iorio y col. (2014), establecieron el uso de tres diluyentes seminales sobre la conservación del semen (72 h a 5 °C), Cortalap[®] vs TCG (Triscitrate-glucose), Lepus[®] y Merk III[®], con la finalidad de almacenar el semen durante periodos largos y ser incluidos como parte de los programas de IA en granjas tecnificadas. Los resultados encontrados en este trabajo sugieren que, el uso de Cortalap[®] presentó un mejor efecto, preservando la calidad seminal, en comparación a otros diluyentes seminales (P < 0.05), debido a que mantuvo un mejor ambiente para los espermatozoides a 5 °C durante 72 h. No obstante, a pesar de que Cortalap[®] preservó la calidad seminal de mejor forma que otros diluyentes *in vitro*, su uso *in vivo* no garantiza resultados reproductivos adecuados, por lo tanto, no puede ser recomendado para su inclusión en programas de IA. Finalmente, Trejo y col. (2013), evaluaron el tratamiento de semen posterior a la eyaculación con dos temperaturas (42 °C y 37 °C), durante 30 min previos a la IA. De las muestras recolectadas, fueron evaluadas la viabilidad, motilidad progresiva y la proporción de sexos obtenidos en

las camadas, de acuerdo a la incubación que recibió el semen. Con base en los resultados, el uso de la incubación posterior a la eyaculación durante 30 min a 42 °C, puede ser una estrategia que permita alterar la proporción de hembras *vs* machos (P < 0.05) en conejas. Existen diversas biotecnologías que pueden mejorar el comportamiento reproductivo de conejos (hembras y machos) en zonas tropicales, sin embargo, deben ser estudiadas de forma individual y en conjunto con otras estrategias (de manejo, nutricionales, entre otros) para establecer protocolos reproductivos integrales y eficientes.

CONCLUSIONES

Los estudios enfocados al uso de biotecnologías reproductivas para conejos en el trópico son muy escasos, sin embargo, se sabe que, proveer condiciones de confort para los conejos bajo condiciones tropicales favorece la función reproductiva, y que el uso de suplementos alimenticios ha demostrado mejorar la calidad seminal y fertilidad en conejos. El manejo nutricional para el mejoramiento de la función reproductiva de conejos bajo condiciones tropicales, debe considerar el uso de sustratos y recursos locales. Es necesaria la evaluación de razas de conejos y sus cruza, y el desarrollo de protocolos reproductivos integrales que consideren aspectos ambientales (temperatura, fotoperiodo y humedad), nutricionales (incorporación de recursos locales en la alimentación), genéticos (razas y cruzamientos) y biotecnologías reproductivas (sincronización del estro, inseminación artificial y criopreservación de semen), para mejorar el comportamiento reproductivo del conejo bajo condiciones tropicales.

REFERENCIAS

- Abdel-Hamid, T. M. (2015). Crossbreeding parameters for growth traits in a complete three breeds diallel cross design of rabbits in Egypt. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2(2):120-127.
- Al-Saef, A. M., Khalil, M. H., Al-Homidan, A. H., Al-Dobaib, S. N., Al-Sobayil, K. A., García, M. L., and Baselga, M. (2008). Crossbreeding effects for litter and lactation traits in a Saudi project to develop new lines of rabbits suitable for hot climates. *Livestock Science*. 118(3):238-246.
- Arias-Álvarez, M., García-García, R. M., Rebollar, P. G., Gutiérrez-Adán, A., López-Béjar, M., and Lorenzo, P. L. (2013). Ovarian response and embryo gene expression patterns after nonsuperovulatory gonadotropin stimulation in primiparous rabbits does. *Theriogenology*. 79(2):323-330.
- Asemota, O. D., Aduba, P., Bello-Onaghise, G., and Orheruata, A. M. (2017). Effect of temperature -humidity index (THI)

- on the performance of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in the humid tropics. *Archivos de Zootecnia*. 66(254): 257-261.
- Bakr, M. H., Tusell, L., Rafel, O., Terré, M., Sánchez, J. P., and Piles, M. (2015). Lactating performance, water and feed consumption of rabbit does reared under Mediterranean summer circadian cycle of temperature v. comfort temperature conditions. *Animal*. 9(7):1203-1209.
- Belabbas, R., García, M. L., Ainbaziz, H., Berbar, A., Zitounin, G., Lafri, M., and Argente, M. J. (2016). Ovulation rate and early embryonic survival rate in female rabbits of a synthetic line and a local Algerian population. *World Rabbit Science*. 24(4):275-282.
- Bresciani, C., Bianchera, A., Mazzanti, P. M., Bertocchi, M., Bettini, R., De Cesaris, V., ... and, Parmigiani, E. (2016). Evaluation of the effectiveness of an innovative semen extender (Formula[®]) comparing with a traditional extender (Lepus[®]) for artificial insemination in rabbit does. *Italian Journal of Animal Science*. 15(4):584-589.
- Buijs, S., Keeling, L. J., Rettenbacher, S., Maertens, L., and Tuytens, F. A. (2011). Glucocorticoid metabolites in rabbit faeces – influence of environmental enrichment and cage size. *Physiology & Behavior*. 104(3):469-473.
- Brun, J., Theau-Clément, M., and Bolet, G. (2002). The relationship between rabbit semen characteristics and reproductive performance after artificial insemination. *Animal Reproduction Science*. 70(1-2):139-149.
- Castellini, C., Dal-Bosco, A., Arias-Álvarez, M., Lorenzo, L. P., Cardinali, R., and García, R. P. (2010). The main factors affecting the reproductive performance of rabbit does: A review. *Animal Reproduction Science*. 122(3-4):174-182.
- Castellini, C., Dal-Bosco, A., and Cardinali, R. (2006). Effect of post-weaning rhythm on the body fat and performance of rabbit does. *Reproduction Nutrition Development*. 46(2):195-204.
- Castellini, C., Dal-Bosco, A., and Mugnai, C. (2003). Comparison of different reproductive protocols for rabbit doe: effect of litter size and remating interval. *Livestock Production Science*. 83(2-3):131-139.
- Cervera, C. and Fernández-Carmona, J. (2010). Nutrition and the climatic environment. In C. De-Blas and J. Wiseman (Eds.), *Nutrition of the rabbit* (Second edition) pp. 267-284. UK: CAB.
- Dal-Bosco, A., Mugnai, C., Castellini, C., and Laudazi, S. (2004). A prototype of colony cage for improving the welfare of rabbit does: preliminary results. In Proceedings of the 8th Congress of the World Rabbit Science Association. [En línea]. Disponible en: <https://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Puebla-2004-a.htm#welfare>. Fecha de consulta: 24 de mayo de 2018.
- Dal-Bosco, A., Rebollar, P. G., Boiti, C., Zerani, M., and Castellini, C. (2011). Ovulation induction in rabbit does, current knowledge and perspectives. *Animal Reproduction Science*. 129(3-4):106-117.
- Di-lorio, M., Manchisi, A., Rocco, M., Chrenek, P., and La-faldano, N. (2014). Comparison of different extenders on the preservability of Rabbit semen stored at 5 °C for 72 hours. *Italian Journal of Animal Science*. 13(4):710-714.
- Dubán, H. J., Gutiérrez, N. y Mauricio, O. O. (2012). Uso de subproductos agrícolas en la alimentación de conejos en fase de ceba y reproducción. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 10(2):236-242.
- Eiben, C. S., Sándor, M., Sándor F., and Kustos, K. (2016). Effect of photostimulation, light source and season on reproductive performance of rabbit does, in *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress*. [En línea]. Disponible en: <https://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2016-Qingdao/Papers/R-Reproduction/R06-Eiben.pdf>. Fecha de consulta: 29 de mayo de 2018.
- El-Hanoun, A. M., Elkomy, A. E., Fares, W. A., and Shahien, E. H. (2014). Impact of royal jelly to improve reproductive performance of male rabbit under hot summer conditions. *World Rabbit Science*. 22(3):241-248.
- El-Saidy, N. R., Allam, F. E., Balabel, T. M., and El-Midany, S. A. (2016). Evaluation of using honey, cool water and levamisole against heat stress on different traits of rabbits under Egyptian summer conditions. *Worlds Veterinary Journal*. 6(1):10-18.
- El-Raffa, A. M. (2004). Rabbit production in hot climates. In proceeding - 8TH World Rabbit Congress - Puebla, México. [En línea]. Disponible en: <https://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/FAO-Rabbit-Science-Dev-Countries/S0-El-Raffa.pdf>. Fecha de consulta: 23 de agosto de 2016.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO commission on Genetic Resources of Food and Agriculture Assessments. [En línea]. Disponible en: www.fao.org/3/a-i4787e.pdf. Fecha de consulta: 23 de agosto de 2016.
- Fik, M., Malíková, L., and Gašparík J. (2013). The possibility of using of selected biotechnological method by Dwarf Rabbit. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 46(2):104-107.
- Gado, H., Mellado, M., Salem, A. Z. M., Zaragoza, A., and Seleem, T. S. T. (2015). Semen characteristics, sexual hormones and libido of Hy-Plus rabbit bucks influenced by a dietary multi-enzyme additive. *World Rabbit Science*. 23(2):111-120.
- Gogol, P. (2016). Effect of goserelin and leuprolide added to the semen on reproductive performance in rabbits - Short

communication. *Acta Veterinaria Hungarica*. 64(1):116-119.

International Rabbit Reproduction Group (2005). Guidelines for the handling of rabbit bucks and semen. *World Rabbit Science*. 13(2):71-91.

Gidenne, T., Garreau, H., Drouilhet, L., Aubert, C., and Maertens, L. (2017) Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects. *Animal Feed Science and Technology*. 225:109-122.

Hakima, M. K., Rachid, K., Sihem, S., Ahmed, B., Billel, D., Youcef, K., and Hachemi, M. (2013). Genetical crossbreeding effect on the zootechnical performances of the domestic rabbit (Algeria) x Californian. *Journal of Life Sciences*. 7(2): 165-170.

Ilés, I., Benazzoug, Y., Messili, A., Boukhari, S., and Boiti, C. (2013). Oestrus induction in primiparous lactating rabbits by a 48 hours mother-litter separation: endocrine and behavioural responses. *World Rabbit Science*. 21(3):161-168.

Khalil, M. H. and Al-Homidan, A. H. (2014). Genetic evaluation for growth traits and thermo tolerance parameters in synthesizing program of new rabbits. *Animal Biotechnology*. 1(7):1.

López, O. y Montejo, I. L. (2005). Evaluación de indicadores productivos en conejas mestizas alimentadas con morena y otros forrajes. *Pastos y forrajes*. 28(2):163-168.

Lorenzo, P. L., García-García, R. M., Arias-Álvarez, M., and Rebollar, P. G. (2014). Reproductive and nutritional management on ovarian response and embryo quality on rabbit does. *Reproduction in Domestic Animals*. 49(s4):49-55.

Malhi, Y., Doughty, C., and Galbraith, D. (2011). The allocation ecosystem net primary productivity in tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*. 366(1582):3225-3245.

Marai, I. F. M., Askar, A. A., and Bahgat, L. B. (2006). Tolerance of New Zealand White and Californian doe rabbits at first parity to the sub - tropical environment of Egypt. *Livestock Science*. 104(1):165-172.

Marai, I. F. M., Habeeb, A. A. M., and Gad, A. E. (2004). Reproductive traits of female rabbits as affected by heat stress and lighting regime, under subtropical conditions of Egypt. *Animal Science*. 78(1):119-127.

Marai, I. F. M., Habeeb, A. A. M., and Gad, A. E. (2007). Biological functions in young pregnant rabbit does as affected by heat stress and lighting regime under subtropical conditions of Egypt. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 7(3):165-176.

Matics, Zs., Gerencsér, Zs., Radnai, I., Dalle-Zotte, A., Palumbo, M., Mikó A., Kasza R., and Szendrő, Zs. (2013). Effect of different lighting schedules (16L: 8D or 12L: 6D) on reproductive performance and nursing behavior of rabbit

does. *Livestock Science*. 157:545-551.

Maya-Soriano, M. J., Taberner, E., Sabés-Alsina, M., Ramon, J., Rafel, O., Tusel, L., and López-Bejar, M. (2015). Daily exposure to summer temperatures affects the motile subpopulation structure of epididymal sperm cells but not male fertility in an in vivo rabbit model. *Theriogenology*. 84(3): 384-389.

Mikó, A., Matics, Zs., Gerencsér, Zs., Odermatt, M., Radnai, I., Nagy I., Szendrő, K., and Szendrő, Zs. (2014). Performance and welfare of rabbit does in various caging systems. *Animal*. 8(7):1146-1152.

Mobarak, H., Gaffar, A., Chowdury, A., Begumu, S., Haydar, R., Jemy, A., and Salma, U. (2015). Improvement of reproductive performance of rabbit does by hormonal and acetic acid treatment in hot - humid climatic condition of Bangladesh. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*. 3(3):67-74.

Mocé, E. and Vicente, J. S. (2009). Rabbit sperm cryopreservation: A review. *Animal Reproduction Science*. 110(1): 1-24.

Mousa-Balabel, T. M. (2004). Effect of heat stress on New Zealand White rabbits behavior and performance. *Minufiya Veterinary Journal*. 3(1):125-134.

Naturil-Alfonso, C., Lavara, R., Vicente, J. S., and Marco-Jiménez, F. (2016). Effects of female dietary restriction in a rabbit growth line during rearing on reproductive performance and embryo quality. *Reproduction in Domestic Animals*. 51(1):114-122.

Ogunjimi, L. A. O., Ogunwande, G. A., and Osunade, J. A. (2008). Rabbit weight gain, feed efficiency, rectal temperature and respiration rate as affected by building thermal environment in the humid tropical climate of Southwestern Nigeria. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. 10:1-14.

Okab, A. B. (2007). Semen characteristics and plasma testosterone of New-Zealand male rabbits as affected by environmental temperatures. *Slovak Journal of Animal Science*. 40:161-167.

Olanguju, F. I. and Sanusi, W. A. (2010). Economic recovery of backyard rabbitry for self-sufficiency in Oyo state, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*. 5(16): 2232-2236.

Pascual, J. J., Marco-Jiménez, F., Martínez-Paredes, E., Ródenas, L., Fabre, C., Juvero, M. A., and Cano, J. L. (2016). Feeding programs promoting daily feed intake stability in rabbit males reduce sperm abnormalities and improve fertility. *Theriogenology*. 86(3):730-737.

Piles, M., Tusell, L., Lavara, R., and Baselga, M. (2013). Breeding programmes to improve male reproductive performance and efficiency of insemination dose production in paternal lines: feasibility and limitations. *World Rabbit Science*. 21(2):61-75.

- Prola, L., Cornale, P., Renna, M., Macchi, E., Perona, G., and Mimosi A. (2013). Effect of breed, cage type and reproductive phase on fecal corticosterone levels in rabbit doe. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 16(2):140-149.
- Roca, J., Martínez, S., Orengo, J., Parrilla, I., Vázquez, J. M., and Martínez, A. E. (2005). Influence of constant long day on ejaculate parameters of rabbits reared under natural environment conditions of Mediterranean area. *Livestock Production Science*. 94(3):169-177.
- Rhoads, R. P., Baumgard, L. H., Saugee, J. K., and Sanders, S. R. (2013). Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Advances in nutrition*. 4(3): 267-276.
- Sabés-Alsina, M., Tallo-Parra, O., Mogas, M. T., Morrel, J. M., and Lopez-Bejar, M. (2016). Heat stress has an effect on motility and metabolic activity of rabbit spermatozoa. *Animal Reproduction Science*. 173:18-23.
- Safwat, A. M., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., and Nieves, D. (2014). Effect of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* or *Moringa oleifera* leaf meal on performance of growing rabbits. *Tropical animal health and production*. 46:1193-1198.
- Sánchez, L. A., Torres, N. E., Meza, B. G., Estupiñán, V. K., Torres, N. Y., Barrera, A. A., ..., and López, I. L. (2012). Efecto de dos leguminosas y banano maduro en la producción y reproducción de conejos Nueva Zelanda. *Ciencia y Tecnología*. 5(2):27-31.
- Sakr, O. G., García-García, R. M., Arias-Álvarez, M., Lorenzo, P. L., Millán, P., Velasco, B. y Rebollar, P. G. (2012). Métodos de sincronización de cello en conejas primíparas lactantes a 25 días post-parto. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 6(1):6-13.
- Samkol, P. and Lukefahr, S. D. (2008). A challenging role for organic rabbit production towards poverty alleviation in south east Asia. In Proceedings of the 9th World Rabbit Congress. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Pok_Samkol/publication/264979034_a_challenging_role_for_organic_rabbit_production_towards_poverty_alleviation_in_south_east_asia/links/53fa9f310cf27c365cf0391f.pdf. Fecha de consulta: 29 de mayo de 2018.
- Serem, J. K., Wanyoike, M. M., Gachui, C. K., Mailu, S. K., Gathumbi, P. K., Mwanza, R. N., ..., and Borter, D. K. (2013). Characterization of rabbit production systems in Kenya. *Journal of Agricultural Science and Application*. 2(3):155-159.
- Sirotkin, A. V., Chrenek, P., Kolesarová, A., Parillo, F., Zerani, M., and Boiti, C. (2014). Novel regulators of rabbit reproductive functions. *Animal Reproduction Science*. 148(3): 188-196.
- Szendrő, Z., Gerencsér, Z., McNitt, J. I., and Matics, Z. (2016). Effect of lighting on rabbits and its role in rabbit production: A review. *Livestock Science*. 183:12-18.
- Szendrő, Z., Mikó, A., Odermatt, M., Gerencsér, Z., Radnai, I., Dezséry, B., ..., and Matics, Z. (2013). Comparison of performance and welfare of single-caged and group-housed rabbit does. *Animal*. 7(3):463-468.
- Szendrő, Z. S., Rashwan, A. A., Biró-Németh, E., Radnai, I., and Orova, Z. (2007). Effect of shearing of hair in summer on production of rabbit does. *Acta Agraria Kaposvároensis*. 11(1):37-42.
- Szendrő, Z., Szendrő, K., and Dalle-Zotte, A. (2012). Management of reproduction on small, medium and large rabbit farms: A review. *Asian Australasian Journal of Animal Science*. 25(5):738-748.
- Theau-Clément, M., Ailloud, E., Sanchez, A., Saleil, G., and Brun, J. M. (2016). Relationship between rabbit semen characteristics and fertilising ability after insemination. *Animal*. 10(3):426-431.
- Trejo, A., Meza-Villalvazo, V. M., Ramírez-Ordoñez, S., Cisneros, C. M. A. y Villa-Mancera, A. (2013). Incubación de semen post-eyaculación como método para alterar la proporción de sexo de las crías producto de la inseminación artificial en conejas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 21(4):227-231.
- Trocino, A. and Xiccato, G. (2006). Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. *World Rabbit Science*. 14(2):77-93.
- Vélez-Marín, M. and Uribe-Velásquez, L. F. (2010). ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*. 9(2): 83-95.
- Verga, M., Luzi, F., and Carenzi, C. (2007). Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. *Hormones and Behavior*. 52(1):122-129.
- Viudes-de-Castro, M. P., Lavara, R., Safaa, H. M., Marco-Jiménez, F., Mehaisen, G. M. K., and Vicente, J. S. (2014). Effect of freezing extender composition and male line on semen traits and reproductive performance in rabbits. *Animal*. 8(5):765-770.
- Yassein, S. A., Mahmoud, K. Gh. M., Maghraby, N., and Ezzo, O. H. (2008). Hot climate effects and their amelioration on some productive and reproductive traits in rabbit does. *World Rabbit Science*. 16(3):173-181.
- Zeweil, H. S., Elnagar, S., Zahran, S. M., Ahmed, M. H., and El-Gindy, Y. (2013). Pomegranate peel as a natural antioxidant boost bucks fertility under Egyptian summer conditions. *World Rabbit Science*. 21(1):33-39.
- Zeweil, H. S., Zahran, S. M., Abd-El-Rahman, M. H., El-Gindy, Y. M., and Gebiril, M. M. (2016). Effects of dietary bee pollen and mannan oligosaccharide on semen quality in rabbits under Egyptian summer conditions. *Egyptian Poultry Science Journal*. 36(4):973-984.