



SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE OVEJA AWASSI Y RENDIMIENTO REPRODUCTIVO: UNA EXPERIENCIA DEL MEDIO ORIENTE

AWASSI SHEEP PRODUCTION SYSTEMS AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE: AN EXPERIENCE FROM THE MIDDLE EAST

Rami T. Kridli¹, A.Y. Abdullah¹, L.M. Rousan², A. Gonzalez-Bulnes³

¹Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Jordan University of Science and Technology, POB 3030 Irbid 22110, Jordan. Phone: +962-2-7201000 ext. 22200, Fax: +962-2-7201078 Correo-e: rkridli@just.edu.jo (*Corresponding author)

²Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Jordan University of Science and Technology, Irbid, Jordan

³Departamento de Reproducción Animal, INIA, Avda, Puerta de Hierro s/n. 28040, Madrid, Spain

RESUMEN

Jordania es un país predominantemente semiárido. La mayor parte de la tierra es incultivable y sólo se puede utilizar para el pastoreo de rumiantes pequeños. La oveja Awassi de cola gruesa es la raza nativa de ovejas en Jordania. Esta raza es popular por varias razones, tales como su adaptabilidad a ecosistemas difíciles, su producción lechera y por tener una carne con buenas características y un buen sabor. La industria ovejera en Jordania enfrenta muchos retos, el más importante es la escasez de agua, que conlleva a una baja disponibilidad de forrajes y a un alza en los precios de los alimentos. A pesar de las dificultades, se realizan esfuerzos para mejorar la productividad de las ovejas Awassi mediante la selección, el cuidado veterinario, la evaluación de fuentes alternativas de alimentación y tratamientos hormonales para mejorar su fertilidad y fecundidad. Este estudio enfatiza la investigación principal llevada a cabo en ovejas Awassi en Jordania en la última década con un énfasis especial en el rendimiento reproductivo.

Recibido: 29 de septiembre, 2010
Aceptado: 18 de octubre, 2010
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.09.085
www.chapingo.mex./revistas

PALABRAS CLAVE: Pastoreo, forrajes, fertilidad

ABSTRACT

Jordan is a predominantly semi arid country. Much of the land area is uncultivable and can only be used as a range for grazing small ruminants. Fat tailed Awassi is the indigenous sheep breed of Jordan. The breed is popular for many reasons such as the adaptability to harsh ecosystems, milk production ability and having favorable meat flavor and characteristics. The sheep industry in Jordan faces many challenges, the most important of which is water shortage leading to low forage availability and high feed prices. Despite such hardships, efforts are made to improve productivity of Awassi sheep through selection, veterinary care, evaluating alternative feed sources and hormonal treatments to improve fertility and fecundity. This review highlights the major research conducted on Awassi sheep in Jordan over the last decade with special emphasis on reproductive performance.

KEY WORDS: Grazing, forage, fertility

INTRODUCCIÓN

Jordania es un país semiárido que se localiza en el Medio Oriente, entre las latitudes 29°- 33°N y las longitudes 35°- 39° E. En Jordania la altitud varía mucho, desde los -400 m (por debajo del mar) en el mar Muerto hasta aproximadamente unos 1200 m en las tierras altas del norte. Este país tiene una extensión territorial de aproximadamente 90,000 km² de los cuales casi 5 % es tierra arable. Un 90 % de la extensión total de tierra en Jordania está conformada por tierras naturales de pastoreo (Al-Jaloudy, 2001).

El sector agrícola contribuye con alrededor de un 5.7 % al Producto Nacional Bruto. El sector pecuario contribuye con alrededor de 60 % a los ingresos

INTRODUCTION

Jordan is a country located in the Middle East between latitudes 29° to 33° N and longitudes 35° to 39° E. The altitude in Jordan varies greatly from around -400 m (below sea level) in the Dead Sea to around 1200 m in the Northern Highlands. The land area of Jordan is around 90,000 km² of which nearly 5 % is arable. About 90 % of the total land area of Jordan is comprised of natural grazing land (Al-Jaloudy, 2001).

The agriculture sector contributes around 5.7 % to the Gross National Product (GNP). The contribution of the livestock sector to the agriculture income is about 60% (MOA Annual Report, 2009). The largest contributor to the livestock sector is the poultry industry followed

agrícolas (reporte anual del MOA, 2009). El mayor contribuyente para el sector pecuario es la industria avícola, seguida por el ganado lechero y por los rumiantes pequeños (ovejas y cabras). No obstante, los rumiantes pequeños son el sustento de alrededor de 50 % de los habitantes del Badia (desierto), (zona árida y semiárida habitada principalmente por tribus nómadas) donde las precipitaciones pluviales se encuentran por debajo de los 100 mm/año. El total de la producción de carne roja en Jordania es de alrededor de 16,100 toneladas, del cual un 45 % (7,200 toneladas) es carne de ovejas. El consumo *per cápita* de carne roja en Jordania es de 7 a 8 kg/año con un nivel de autosuficiencia de alrededor de 30 %. Estos datos muestran la importancia de mejorar la producción de carne roja.

Ya que en Jordania casi la mitad de la producción de carne roja proviene de las ovejas, es esencial mejorar la productividad para aumentar su producción. Entender el sistema adoptado de producción de ovejas es un paso importante para mejorar la productividad. Un breve vistazo nos muestra que los parámetros reproductivos y productivos en animales domésticos están influenciados por factores ambientales y genéticos (Arechiga *et al.*, 2008; Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). La heredabilidad de la mayoría de las características económicas es muy baja. Los factores ambientales más importantes que afectan el desempeño reproductivo son: (1) el balance de energía y nutrición, (2) el fotoperiodo y la temporada, (3) los factores socio-sexuales, (4) la temperatura, la humedad, y (5) el estrés (Scaramuzzi y Martin, 2008; Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Flores-Najera *et al.*, 2010; González-Bulnes *et al.*, 2010; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). La reducción de energía disponible o la mala condición corporal afecta el estrógeno y la ovulación impidiendo la liberación hipotalámica de la hormona luteinizante (LH) a partir de la glándula pituitaria anterior. Cuando el cuerpo tiene una condición adecuada, parece ser que los suplementos alimenticios afectan poco o no causan ningún efecto en el mejoramiento de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) ni en la secreción de la hormona luteinizante. Los suplementos alimenticios no sólo pueden mejorar la liberación del patrón tanto de las hormonas metabólicas como de las reproductivas (Gámez-Vázquez *et al.*, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009) sino también algunos resultados reproductivos tales como la foliculogénesis, la tasa de ovulación y la prolificidad afectando directamente al folículo (Meza-Herrera *et al.*, 2004; Scaramuzzi *et al.*, 2006). No obstante, un sobre acondicionamiento puede tener efectos adversos en la actividad ovárica (Wolfe, 2005). Este estudio señala una breve descripción de la producción de ovejas en Jordania, enfocándose en los estudios más importantes que se han llevado a cabo dentro del país para mejorar

by dairy cattle then small ruminants (sheep and goats). However, small ruminants are the livelihood of about 50 % of the Badia (arid and semi arid region inhabited mainly by nomadic tribes) inhabitants where rainfall is under 100 mm/year. The total red meat production in Jordan is about 16,100 tons, of which mutton and lamb contribute around 7,200 tons (45 %). The per capita red meat consumption in Jordan is between 7 to 8 kg/year with a self-sufficiency level of about 30 %. Such figures indicate the importance of improving red meat production.

Because almost half of the red meat production in Jordan comes from sheep, improving their productivity is essential to increase red meat production. Understanding the adopted sheep production systems is an important step towards improving productivity. A brief look shows that productive and reproductive parameters in domestic animals are influenced by genetic and environmental factors (Arechiga *et al.*, 2008; Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). The heritability of most economic traits is quite low. The major environmental factors affecting reproductive performance include: (1) nutrition and energy balance, (2) photoperiod and seasonality, (3) socio-sexual factors, (4) temperature and humidity, and (5) stress (Scaramuzzi and Martin, 2008; Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Flores-Najera *et al.*, 2010; González-Bulnes *et al.*, 2010; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). Reduced available energy or poor body condition negatively affect estrus and ovulation inhibiting the hypothalamic release of luteinizing hormone (LH) from the anterior pituitary gland. When body condition is adequate, nutritional supplementation appears to have little or no effect on improving gonadotropin releasing hormone (GnRH) and LH secretion. Nutritional supplementation can improve not only the release pattern of both reproductive (Meza-Herrera *et al.*, 2007) and metabolic hormones (Gámez-Vázquez *et al.*, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2008; Guerra-García *et al.*, 2009), but also some reproductive out-comes such as folliculogenesis, ovulation rate and prolificacy by directly affecting the follicle (Meza-Herrera *et al.*, 2004; Scaramuzzi *et al.*, 2006). However, over conditioning can have adverse effects on ovarian activity (Wolfe, 2005). This review aims at providing a brief description of sheep production in Jordan focusing on the major studies conducted within the country to improve productive and reproductive characteristics of the Awassi breed.

Sheep of Jordan

Sheep are “the pillar of the national livestock industry” in Jordan representing around 65 % of the animal units (Al-Jaloudy, 2001). Jordan has 2.7 million heads of sheep the vast majority of which are of the indigenous Awassi breed (Figure 1 and 2). Fat-tailed Awassi is one of



FIGURA 1. Carnero adulto Awassi cubierto de lana
FIGURE 1. Mature Awassi ram with full fleece.



FIGURA 2. Oveja Awassi de un año
FIGURE 2. Yearling Awassi ewes

las características de producción y reproducción de la raza Awassi.

Las ovejas de Jordania

En Jordania, las ovejas son “el pilar de la industria pecuaria nacional”, estas representan alrededor de 65 % de las unidades de animales (Al-Jaloudy, 2001). Jordania tiene 2.7 millones de ovejas, de las cuales la gran mayoría pertenece a la raza nativa Awassi (Figura 1 y 2). La oveja Awassi de cola gruesa es una de las razas más importantes de las zonas semiáridas de los países del Cercano Oriente (Epstein, 1985; Zarkawi *et al.*, 1999). La oveja Awassi mejorada es reconocida como una de las razas ovejeras con mayor reproducción lechera (Galal *et al.*, 2008). La mayoría de las ovejas Awassi tienen la cara café mientras que alrededor de 10 % de los rebaños criados de manera natural tiene la cara negra (Figura 3). La cola gruesa de las ovejas Awassi actúa como un almacén de alimento durante los periodos de poca disponibilidad de forrajes. Esta cola gruesa mide 18 cm de largo, de 15 a 16 cm de ancho y pesa de 5 a 6 kg (Epstein, 1982).

La región del Medio Oriente tiene principalmente terrenos áridos y semiáridos que requieren de animales que se adapten fácilmente a condiciones de bajos insumos. La raza de ovejas Awassi es muy recomendable debido a su capacidad de ordeño, su adaptabilidad a condiciones ambientales difíciles, su capacidad de recorrer distancias extensas para poder pastorear (de 10 a 15 km por día), su tolerancia para resistir altas temperaturas, su resistencia a las enfermedades, su fuerte instinto, su capacidad por adaptarse a condiciones de manejo adversas y la popularidad de su carne (Epstein, 1985; Gursoy *et al.*, 1992; Thomson *et al.*, 2003). Todos esos atributos han generado una gran distribución de la oveja Awassi por

the most important breeds in the semi-arid regions of the near east countries (Epstein, 1985; Zarkawi *et al.*, 1999). Improved Awassi is recognized as one of the highest milk producing sheep breeds (Galal *et al.*, 2008). Most Awassi sheep are brown faced while around 10% of the naturally raised flocks are black faced (Figure 3). The fat tail acts as a food reservoir during periods of low forage availability. The fat tail of ewes is about 18 cm long, 15 to 16 cm wide and weighs 5 to 6 kg (Epstein, 1982).

The Middle East region has mostly arid and semi arid terrains requiring highly adapted animals under such low input conditions. The Awassi breed is quite desirable due to its milking ability, adaptability to harsh environmental conditions, ability to walk for long distances for grazing (10 to 15 km per day), tolerance to high temperatures, disease resistance, strong flocking instincts, capability of adapting to adverse management conditions and the popularity of its meat (Epstein, 1985; Gursoy *et al.*, 1992;



FIGURA 3. Oveja Awassi de cara negra y cordero
FIGURE 3. Black-faced Awassi ewe and lamb.

todos los continentes incluyendo Australia y Sudamérica (Galal *et al.*, 2008).

La mayor restricción a la que se enfrenta la producción pecuaria en Jordania es la disponibilidad de alimento. Durante las últimas dos décadas el país se enfrentó a muchas temporadas de sequías, generando un escaso crecimiento de vegetación y un uso excesivo de pastizales, provocando una degradación del suelo. Muchos proyectos llevan a cabo la recolección de agua y la restauración de los pastizales.

Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de alimentos representa el mayor cambio para la producción de ovejas en Jordania. Varios estudios han examinado los efectos de sustituir concentrados por alimentos alternativos (Obeidat *et al.*, 2009). Una de las posibles alternativas de alimentación que ha sido evaluada de forma exitosa es la *Prosopis juliflora* (PJP). Los estudios han demostrado la posibilidad de que esta planta se incluya en los alimentos sin que se produzcan efectos desfavorables en el rendimiento de los animales (Obeidat *et al.*, 2008). Las ovejas que llevaron una dieta complementada con *Prosopis juliflora* (para sustituir parcialmente a la cebada) reaccionaron de la misma forma que aquellas ovejas alimentadas con la dieta convencional. No se observaron diferencias en el consumo de alimento, la conversión de alimentos, el aumento promedio diario y las características de la carne entre los animales alimentados con PJP y los alimentados con alimento convencional (Obeidat *et al.*, 2008a). Las plantas *Prosopis juliflora* se adaptan en áreas con poca precipitación pluvial. Comúnmente, estos arbustos se encuentran en los valles de Jordania pero también pueden sobrevivir en distintas áreas del país. Pudiendo ser llevados hasta algunas zonas áridas de Jordania.

Sistemas de producción

En Jordania se han adoptado distintos sistemas de producción de ovejas, de acuerdo a su ubicación, economía y disponibilidad de áreas de pastoreo (Al-Jaloudy, 2001; Hailat, 2005). Estos sistemas pueden resumirse de la siguiente manera:

Sistema extensivo (tradicional o nómada): Este sistema se adapta principalmente a las zonas áridas y semiáridas de Jordania (regiones del este y sur) donde su promedio anual pluvial se encuentra por debajo de los 100 mm. La temperatura promedio durante el día en estas regiones es de 8 °C en el mes de enero y 31 °C en el mes de julio. Este sistema cuenta con los menores insumos comparándolo con los sistemas restantes. El sistema extensivo consiste en mover a las ovejas de un sitio a otro en búsqueda de agua y alimento. Las áreas para pastoreo generalmente no son cultivables y no se utilizan para la producción agrícola. Durante los periodos de baja disponibilidad de alimentos, los



FIGURA 4. Ovejas Awassi reunidas para ser ordeñadas utilizando el método tradicional de restricción.

FIGURE 4. Awassi ewes gathered for milking using the traditional method of restraining.

Thomson *et al.*, 2003). All such attributes have gained Awassi wide distribution to all continents including Australia and South America (Galal *et al.*, 2008). Recent reviews were published about the Awassi breed in Jordan (Hailat, 2005) and in the region (Galal *et al.*, 2008).

The major constraint facing livestock production in Jordan is the availability of feed. Over the past 2 decades the country was faced with several seasons of drought, which resulted in poor vegetation growth and overgrazing of the available range. The result of such overgrazing was range degradation. Many projects are underway to harvest water and restore the range.

As mentioned earlier, feed availability represents the greatest challenge to sheep production in Jordan. Several studies examined the effects of substituting concentrates with alternative feeds (Obeidat *et al.*, 2008; Obeidat *et al.*, 2009). One of the possible alternative feeds that have been successfully evaluated is the *Prosopis juliflora* pods (PJP). Studies have demonstrated the possibility of PJP inclusion into feeds without any adverse effects on animal performance (Obeidat *et al.*, 2008). Lambs fed diets supplemented with PJP (to partially replace barley) performed similar to those fed conventional diets. No differences were observed in feed intake, feed conversion, average daily gain and carcass characteristics among animals fed PJP or conventional diets (Obeidat *et al.*, 2008a). The *Prosopis juliflora* plants are highly adapted to low rainfall areas. Currently, these bushes are predominantly found in the Jordan Valley but they are also able to survive in various areas of the country. They can be introduced to some of the arid parts of Jordan.

animales sobreviven principalmente de la vegetación natural además de los suplementos alimenticios.

Sistemas semi-extensivos: (semi-nómadas): Durante el otoño y el invierno las ovejas son arreadas en zonas áridas y semiáridas (cuando la vegetación está disponible) y se les traslada a zonas de riego o con mayor precipitación (zonas del oeste del país) a finales de la primavera y el verano para alimentarlas utilizando vegetación natural y residuos de cultivo.

Sistema establecido: donde las ovejas pastan durante el día y por la tarde regresan a sus áreas protegidas para que se les complemente alimentándolas con cebada y salvado de trigo.

Sistema intensivo: Las ovejas permanecen en granjas, donde se les provee de alimentos balanceados y se les proporcionan cuidados.

Mientras que el cordero es el principal producto de los dos primeros sistemas, el último sistema se enfoca principalmente en la producción de leche o en la engorda de corderos para comercializarlos. En los primeros dos sistemas, las ovejas son ordeñadas (Figura 4) para el consumo familiar y el exceso de leche se procesa en productos (Galal *et al.*, 2008) que se comercializan. El tercer sistema comparte el ingreso de los corderos y la leche. Un producto terciario en todos los sistemas (Galal *et al.*, 2008) es la lana, debido a su baja calidad (por ser tosca) y a su bajo precio en el mercado.

A pesar de que la oveja Awassi mejorada, en Jordania, es considerada una raza lechera, la oveja Awassi sin mejoras tiende a tener poca capacidad de producción lechera. Said *et al.*, comentó que la producción de leche en ovejas Awassi, dentro de un sistema tradicional de alimentación, baja durante la primera semana después del parto de 1.88 kg-oveja⁻¹·día⁻¹ a 1.06 kg-oveja⁻¹·día⁻¹ siete semanas después.

Tasa de crecimiento y producción de carne de la oveja Awassi

La oveja Awassi es una oveja de tamaño regular. Su aumento promedio diario es de 250 g·día⁻¹ mientras que con una ración de alimento de conversión aumenta alrededor de 4.5 kg (Obeidat *et al.*, 2008b). La carne proveniente de la oveja Awassi tiene un sabor agradable debido a los perfiles de ácidos grasos. Abdullah y Qudsieh (2008) sacrificaron corderos Awassi de 3 distintos pesos (20, 30 y 40 kg). Ellos observaron que el mejor rendimiento y las mejores características de la canal ovina se obtienen cuando el peso en masacre es de 30 kg. El rendimiento de la canal ovina Awassi es aproximadamente de 50 %, donde la cola gruesa representa de 10 a 15 % (Abdullah and Qudsieh, 2008; Obeidat *et al.*, 2008b; Momni shaker *et al.*, 2003).

Production systems

Several sheep production systems are adopted in Jordan depending on location, economics and grazing availability (Al-Jaloudy, 2001; Hailat, 2005). These systems can be summarized as follows:

Extensive system (traditional or nomadic): This system is mostly adopted in the arid and semi arid regions of Jordan (eastern and southern regions) where average annual rainfall is below 100 mm. Average daytime temperature of such regions is 8 °C in January and 31 °C in July. It has the least inputs compared with the remaining systems. This system is based on moving sheep from one location to another in search of feed and water. Lands grazed are generally uncultivable and are not used for any type of agricultural production otherwise. Animals mainly survive on natural vegetation in addition to minimal feed supplementation during the periods of low feed availability.

Semi-extensive system (semi-nomadic): Sheep are herded in the arid and semi arid regions during the fall and winter (when vegetation is available) and moved to irrigated and higher rainfall areas (western parts of the country) during the late spring and summer to feed on natural vegetation and crop residues.

Settled system: Sheep graze during the day and return to their sheltered areas in the afternoon to be supplemented with barley and wheat bran.

Intensive system: Sheep are kept on farms and provided with balanced feeds and health care.

While the major product of the first two systems is lamb, the last system is primarily adopted for milk production or for the fattening of lambs prior to marketing. In the first two systems, ewes are milked (Figure 4) for household consumption and the excess milk is either processed into valuable products (Galal *et al.*, 2008) or marketed. The third system shares income of lamb and milk. Wool is a tertiary product in all systems (Galal *et al.*, 2008) due to its poor quality (coarse) and low market prices.

Even though improved Awassi is noted as a dairy breed, the unimproved Awassi in Jordan tend to have low milk production abilities. Said *et al.* (1999) reported that milk production in Awassi ewes under traditional feeding systems falls from 1.88 kg-ewe⁻¹·day⁻¹ during the first week following parturition to 1.06 kg-ewe⁻¹·day⁻¹ seven weeks later.

Growth rate and meat production in Awassi sheep

Awassi is a moderate size breed. The average daily gain in Awassi ram lambs is about 250 g·day⁻¹ while feed conversion ration ranges around 4.5 kg (Obeidat *et al.*, 2008b). Awassi meat has a favorable flavor

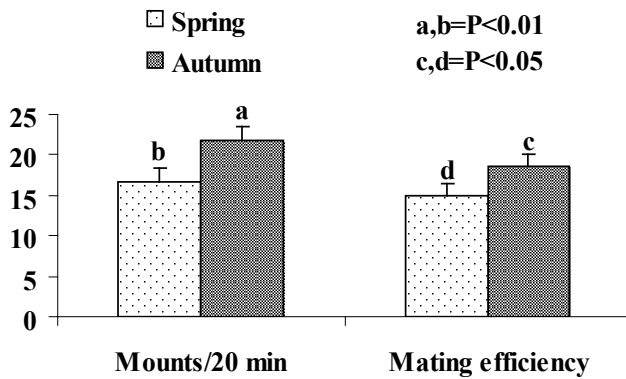


FIGURA 5. Actividad sexual del carnero Awassi presentada por montas y eficiencia de apareamiento (montas por apareamiento) durante los meses de primavera y otoño (adaptado de Kridli *et al.*, 2007b).

FIGURE 5. Sexual activity of Awassi rams as presented by mounts and mating efficiency (mounts per mating) during the spring and autumn months (adapted from Kridli *et al.*, 2007b).

Características reproductivas de la oveja Awassi

La raza Awassi tiende a tener una baja fertilidad. Los estudios han mostrado una tasa de fertilidad que oscila entre 76 % (Alkass y Juma, 2005) y 95 % (Gootwine *et al.*, 1992) con una tasa de cuateo que oscila entre 1.02 y 1.4 % (Galal *et al.*, 2008). Así mismo, en otras partes de la región la oveja Awassi es caracterizada por su baja fertilidad. En Jordania se reportó una tasa de fertilidad de 87 % con una tasa cuateo del 1.02 % (ACSAD, 1983). La estimación de la heredabilidad de fertilidad en la oveja Awassi es baja (0.10; observada por Galal *et al.*, 2008). Kridli *et al.*, (2009) reportó mejores resultados por parte de la oveja Awassi de cara negra, que por parte de la oveja Awassi de cara café en los tratamientos con esponja intravaginal y la gonadotropina coriónica equina (eCG). Los autores atribuyen tales diferencias a las tasas inherentes de cuateo.

Los ovejas Awassi llegan a la pubertad (estro con ovulación) más tarde que otras razas de ovejas. Kridli *et al.*, (2006a) reportó los inicios de la pubertad en las ovejas Awassi a los 280 días de edad, cuando el peso de sus cuerpos alcanzaban los 36 kg (65 % del peso en su madurez). Similarmente, los carneros Awassi alcanzan la pubertad alrededor de los 200 días de edad con un peso de 42 kg (Kridli *et al.*, 2007a).

Las ovejas Awassi son reproductoras temporales, teniendo una amplia temporada de reproducción. Dicha temporada para las ovejas Awassi comienza entre mediados de junio y julio (Epstein, 1982) con partos durante el otoño y el invierno. En la mayoría de los sistemas de producción, los carneros conviven durante todo el año con las ovejas. Los carneros son fértiles durante todo el año (Tabbaa *et al.*, 2006) pero demuestran mayor actividad sexual durante el verano

due to the fatty acid profiles. Abdullah and Qudsieh (2008) slaughtered Awassi ram lambs at three different live weights; 20, 30 and 40 kg. They noted that the best dressing percentage and carcass characteristics are obtained at a slaughter weight of 30 kg. The dressing percentage of Awassi is about 50 %, of which the fat tail represents 10 to 15 % (Abdullah and Qudsieh, 2008; Obeidat *et al.*, 2008b; Momani Shaker *et al.*, 2003).

Reproductive characteristics of Awassi sheep

The Awassi breed tends to have low fertility. Studies have reported a fertility range between 76 % (Alkass and Juma, 2005) and 95 % (Gootwine *et al.*, 1992) in this breed with twinning rates ranging between 1.02 and 1.4 (Galal *et al.*, 2008). Similar to other parts of the region, Awassi sheep in Jordan are characterized by low fertility. Eighty seven percent fertility rates were reported in Jordan with 1.02 twinning rates (ACSAD, 1983). The heritability estimate of fertility in Awassi is low (0.10; Reviewed by Galal *et al.*, 2008). Kridli *et al.* (2009) reported better responses of black-faced than brown-faced Awassi ewes to treatment with intravaginal sponges and equine chorionic gonadotropin (eCG). The authors attributed such differences to inherent twinning rates.

Awassi ewe lambs reach puberty (estrus with ovulation) later than other sheep breeds. Kridli *et al.* (2006a) reported puberty onset at 280 days of age in Awassi ewe lambs when body weight reached 36 kg (65 % of the mature weight). Similarly, Awassi rams reach puberty at around 200 days of age with 42 kg body weight (Kridli *et al.*, 2007a)

Awassi sheep are seasonal breeders with long breeding seasons. The normal breeding season for Awassi sheep begins between mid June and mid July (Epstein, 1982) resulting in lambing during autumn and winter. Under most productions systems, rams are run with ewes throughout the year. Rams are fertile throughout the year (Tabbaa *et al.*, 2006) but they show greater sexual activity during the summer and fall compared with the spring (Figure 5; Kridli *et al.*, 2007b). Under natural conditions, the Awassi breeding season occurs in the summer and fall allowing ewes to lamb only once a year (Rottensten and Ampy, 1971; Epstein, 1982 and 1985). Ewes mate between late June through early September to lamb between late November and early February (Zarkawi, 1997; Thomson *et al.*, 2003). Despite such data Awassi ewes are reported to lamb around the year. Hamadeh *et al.* (1996) indicated the potential of intensively raised Awassi ewes to lamb at 6-month intervals following early weaning.

Hormonal control of reproduction

Several attempts were made to improve the re-

y el otoño que durante la primavera (Figura 5; Kridli *et al.*, 2007b). Bajo condiciones naturales, la temporada de reproducción de la oveja Awassi ocurre durante el verano y el otoño, así las ovejas sólo pueden parir una vez al año (Rottensten y Ampy, 1971; Epstein, 1982 y 1985). La temporada de apareamiento de las ovejas es a finales de junio hasta principios de septiembre para parir entre finales de noviembre a principios de febrero (Zarkawi, 1997; Thomson *et al.*, 2003). A pesar de estos datos, se reporta que la oveja Awassi puede parir durante todo el año. Hamadeh *et al.* (1996) indicó el potencial del incremento intensivo de las ovejas Awassi para parir en intervalos de 6 meses.

Control hormonal de la reproducción

En Jordania se han realizado muchos intentos para mejorar la eficiencia reproductiva de la oveja Awassi utilizando tratamientos hormonales. En los últimos años, un pequeño grupo productor de ovejas han recurrido al uso de esponjas intravaginales con progestágenos y eCG para mejorar la fertilidad e incrementar el porcentaje de producción de ovejas. Se han evaluado distintas dosis de eCG bajo condiciones diversas. La dosis más efectiva fue de 500 a 600 IU (Abdullah *et al.*, 2002). Se evaluaron diferentes inducciones del estro y de los protocolos de sincronización en la oveja Awassi en Jordania. Algunos de los estudios evaluaron el uso de GnRH- prostaglandina F_{2a} (PGF_{2a}) siguiendo la aplicación de la progesterona (Husein y Kridli, 2003). Otros estudios evaluaron el uso de la melatonina tanto para inducir el estro en las ovejas Awassi maduras (Kridli *et al.*, 2006b) como para inducir la ciclicidad en las ovejas Awassi (Kridli *et al.*, 2008a).

Fuera de la temporada de reproducción las ovejas requieren de estimulación hormonal especialmente en anestro profundo (Wildeus, 2000). La administración del eCG puede dar como resultado la creación de anticuerpos que dan pie al uso futuro de tales hormonas ineficaces (Bodin *et al.*, 1997). Por este motivo, varios estudios han evaluado los efectos de sustituir eCG por jalea real (un producto de las abejas) en los parámetros reproductivos de las ovejas Awassi (Husein y Kridli, 2002; Kridli *et al.*, 2003; Husein y Haddad, 2006; Kridli y Al-Khetib, 2006). Los resultados muestran que la jalea real puede ser incorporada de forma efectiva en los programas de sincronización del estro para sustituir el eCG. La administración de la jalea real durante el periodo de inserción de la esponja mejoró la expresión del estro, la tasa de preñez, la tasa de parición y la de cuateo (Kridli y Al-Khetib, 2006). Sin embargo, la jalea real es un producto costoso. Los investigadores deben enfocarse en separar el ingrediente activo y ubicar la ruta más efectiva de administración.

Otro acercamiento realizado por Husein y Ababneh

productiva de Awassi sheep in Jordan using hormonal treatments. In recent years, small-scale sheep producers have resorted to the use of intravaginal progestagen sponges and eCG to improve fertility and increase lamb crop percentage. Different doses of eCG were evaluated under range conditions. The most effective dose was found to be 500 to 600 IU (Abdullah *et al.*, 2002). Various estrus induction and synchronization protocols were tested on Awassi sheep in Jordan. Some studies evaluated the use of GnRH- prostaglandin F_{2a} (PGF_{2a}) following progesterone priming (Husein and Kridli, 2003). Others examined the use of melatonin either to induce estrus in mature Awassi ewes (Kridli *et al.*, 2006b) or to induce cyclicity in Awassi ewe lambs (Kridli *et al.*, 2008a).

Out-of-season breeding of ewes requires hormonal stimulation especially during deep anestrus (Wildeus, 2000). eCG administration is required in conjunction with progestagen priming to induce ovulation in ewes bred out-of-season (Wildeus, 2000). However, continuous usage of eCG can result in the generation of antibodies that render future usage of such hormone ineffective (Bodin *et al.*, 1997). For this reason, several studies examined the effects of replacing eCG with royal jelly (a honeybee product) on reproductive parameters in Awassi ewes (Husein and Kridli, 2002; Kridli *et al.*, 2003; Husein and Haddad, 2006; Kridli and Al-Khetib, 2006). Results indicated that royal jelly can effectively be incorporated into estrus synchronization programs to replace eCG. The administration of royal jelly during the period of sponge insertion improved estrus expression, pregnancy rate, lambing rate and twinning (Kridli and Al-Khetib, 2006). However, royal jelly is quite an expensive product. Research should focus on isolating the active ingredient and identifying the most effective routes of administration.

Another approach by Husein and Ababneh (2008) examined the possibility of administering progesterone either orally or intramuscularly to anovular Awassi ewes primed with progestagen 24 hours before pessary removal. The authors concluded that such treatment was successful in improving reproductive parameters (primarily pregnancy and lambing) in Awassi ewes bred out-of-season without having to administer eCG.

The various protocols discussed above have yielded satisfactory results but they have not reached the level of high reproductive improvement. Some of the reasons behind that may be attributed to inherently low fertility of the breed, suboptimal body condition, and possibly caused by the failure of rams to successfully inseminate all ewes expressing estrus. Because of the presence of the fat tail, rams have to work hard in order to mate with Awassi ewes. On average, an Awassi ram has to mount the ewe more than 10 times before suc-

(2008) examinó la posibilidad de administrar progesterona ya fuese de manera oral o intramuscular a ovejas Awassi anovulatorias preparadas con progestágenos 24 h antes de la extracción del pesario. Los autores concluyeron que este tratamiento fue exitoso a la hora de mejorar los parámetros reproductivos (primordialmente durante la gestación y el parto) en ovejas Awassi criadas fuera de la temporada sin que se les haya administrado eCG.

Los distintos protocolos debatidos anteriormente han generado resultados satisfactorios pero aún no se ha obtenido el nivel alto de mejoramiento reproductivo. Algunos de los motivos se pueden atribuir a una baja fertilidad de la raza, condición corporal subóptima, posiblemente originada por el fallo de los carneros para inseminar de forma satisfactoria a todas las ovejas en estro. Debido a la presencia de la cola gruesa, los carneros tienen que hacer un mayor esfuerzo para lograr aparearse con las ovejas Awassi. En promedio, un carnero Awassi tiene que montar a la oveja más de 10 veces antes de aparearse de forma satisfactoria (eyaculación) (Kridli *et al.*, 2008b), esto debido a su cola gruesa. Los carneros deben contar con experiencia para poder “levantar” la cola gruesa a la hora de aparearse (Kridli y Said, 1999). Al momento de unirse con una oveja con ciclo sincronizado, el carnero podría perder mucho tiempo y esfuerzo al momento de aparearse con cada oveja. Por ello, se aconseja que como máximo un carnero: utilice una oveja proporción 1:5 al momento de estro sincronizado de las ovejas de cola gruesa (datos sin publicar). Se realizaron intentos para entrenar a carneros sin cola gruesa para aparearse de forma natural con ovejas de cola gruesa, estos esfuerzos fueron fallidos (Kridli *et al.*, 2006c; Kridli *et al.*, 2008b)

Alimentación, condición corporal ovina y reproducción

Como se mencionó anteriormente, una de las barreras más importantes para mejorar el desempeño reproductivo de la oveja Awassi es la alta variabilidad/estacionalidad en la disponibilidad de alimentos bajo condiciones naturales. La alta variabilidad de las precipitaciones entre estaciones y regiones en Jordania afecta enormemente los patrones de pastoreo de las ovejas. La alimentación, a través de su efecto en el cambio del peso corporal y su condición corporal, es un factor importante que daña el desempeño reproductivo, principalmente al inicio de la pubertad y de la actividad cíclica (Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). El enfoque en la parte de abajo resalta el efecto de la alimentación y la condición corporal ovina en la actividad reproductiva y como se debe actuar ante estos efectos.

El balance de energía, de acuerdo a la condición corporal ovina y al consumo diario de alimentos,

cessfully mating (ejaculating) (Kridli *et al.*, 2008b). The reason behind that is the presence of the fat tail. Rams have to be well experienced in order to be able to “lift” the fat tail at the time of mating (Kridli and Said, 1999). When joined with estrually synchronized ewes, a ram may waste much time and effort for mating with each ewe. Thus, it is advised that a maximum ram:ewe ratio of 1:5 should be used when synchronizing estrus in fat-tailed ewes (unpublished data). Attempts were made to train non-fat-tailed rams to naturally mate with fat-tailed ewes but were unsuccessful (Kridli *et al.*, 2006c; Kridli *et al.*, 2008b)

Nutrition, body condition and reproduction

As mentioned earlier, one of the major limitations to improving reproductive performance of Awassi sheep is the high variability/seasonality in feed availability under natural conditions. The high variability in rainfall between seasons and regions in Jordan greatly affects grazing patterns of sheep. Nutrition, through its effect on body weight change and body condition score, is an important factor affecting reproductive performance, mainly the onset of puberty and cyclic activity (Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). The review below highlights the effect of nutrition and body condition on reproductive activity and how such effects are mediated.

Energy balance, as measured by body condition and daily feed intake, can greatly influence reproduction (Schneider, 2004). Strong correlation exists between body weight, body condition score and age at puberty (Kridli *et al.*, 2006a; Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). A model for nutritional regulation of folliculogenesis and ovulation was proposed by Scaramuzzi *et al.* (2006). In their model, the authors indicated that nutrition affects reproduction via the interaction of 3 metabolic pathways; insulin-glucose, leptin and insulin-like growth factor (IGF). They proposed that all 3 pathways appear to improve folliculogenesis and ovulation in the “acute” effect of nutrition; however the “static” effect of nutrition appears to be modulated by the leptin system. In their review, Scaramuzzi *et al.* (2006) referred to elevated body weight as “static” and to short-term nutritional supplementation as “acute”. Scaramuzzi and Martin (2008) indicated that fluctuations in nutrient supply have adverse effects on ovarian function and fertility. This effect was tested in Mexican Creole goats, whereby feed restriction during day 12 to 21 of the estrous cycle increased the anovulatory period (Estrada-Cortes *et al.*, 2009).

Both reproductive cyclicality or seasonality of breeding may arise from direct neuronal inputs, governed either by photoperiodic or thermoperiodic pathways, and ultimately affecting energy balance, stimulating in this

puede tener una gran influencia sobre la reproducción (Schneider, 2004). Existe una fuerte correlación entre el peso corporal, la condición corporal y la edad en la pubertad (Kridli *et al.*, 2006a; Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). Scaramuzzi *et al.*, (2006) propuso un modelo para la regulación nutricional de la foliculogénesis y la ovulación. En este modelo, los autores muestran que la alimentación afecta a la reproducción por medio de la interacción de 3 senderos metabólicos; insulina-glucosa, leptina y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF). Se comentó que los 3 senderos parecían mejorar la foliculogénesis y la ovulación en el efecto de nutrición "aguda"; sin embargo el efecto "estático" de la alimentación parece estar modulado por el sistema leptina. En su reporte, Scaramuzzi *et al.*, (2006 se refiere al peso corporal elevado como "estático" y a la alimentación a corto plazo como "aguda". Scaramuzzi y Martin (2008) mostraron que las fluctuaciones en el suministro de los nutrientes tienen efectos adversos en las funciones ováricas y la fertilidad. Este efecto se probó en ovejas criollas mexicanas, haciendo que la restricción alimenticia, del día 12 al 21 del ciclo estral, aumentaran el periodo anovulatorio (Estrada-Cortes *et al.*, 2009).

Tanto el ciclo reproductivo como la estacionalidad de la reproducción podrían surgir de las entradas directas neuronales, regidas tanto por el sendero fotoperiódico como por el termoperiódico, y en última instancia se afectaría el balance de energía, estimulando de esta manera la liberación de las terminales de GnRH en el hipotálamo, generando así el control ambiental clave de la estacionalidad de la reproducción (Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). Los cambios en los niveles de sangre de las hormonas metabólicas son señales importantes que informan el estado nutricional de los mamíferos (Meza-Herrera *et al.*, 2007, Gámez-Vázquez *et al.*, 2008, Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2008). Una explicación para ello, es la respuesta a suplementos alimenticios que alteran la glucosa, la insulina, la leptina o IGF-I y posiblemente otras hormonas metabólicas (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Arellano-Rodríguez *et al.*, 2007; Arellano-Rodríguez *et al.*, 2009).

En noviembre, Haddad *et al.*, (2005) alimentó, por dos meses, con 2 niveles de proteínas no degradables en rumen a las ovejas Awassi postparto. Las ovejas se alimentaron con un alto nivel de proteínas no degradables en rumen, adquiriendo mayor peso, mejor concepción y mejor tasa de parto que aquellas ovejas alimentadas con una dieta baja en proteínas no degradables en rumen. Oqla *et al.*, (2004) alimentó a las ovejas postparto, que tuvieron a sus crías durante el invierno, con una dieta que contenía 33 % de proteína cruda en forma de proteína no degradable en rumen y

way the GnRH releasing terminals in the hypothalamus, giving then the key environmental control of seasonal reproduction (Urrutia-Morales *et al.*, 2009; Meza-Herrera *et al.*, 2010; 2011). Changes in blood level of metabolic hormones are important signals that inform the nutritional status of mammals (Meza-Herrera *et al.*, 2007, Gámez-Vázquez *et al.*, 2008, Meza-Herrera, 2008; Meza-Herrera *et al.*, 2008). An explanation is that the response to a feed supplementation alters glucose, insulin, leptin or IGF-I and probably other metabolic hormones (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Arellano-Rodríguez *et al.*, 2007; (Arellano-Rodríguez *et al.*, 2009).

Haddad *et al.* (2005) supplemented postpartum Awassi ewes lambing in November with two levels of ruminally undegradable intake protein (RUIP) for 2 months. Ewes fed the high level of RUIP gained more weight and had greater conception and lambing rates than ewes fed the control or low RUIP diets. Oqla *et al.* (2004) fed postpartum, winter-lambing Awassi ewes diets containing 33 % of the crude protein in the form of RUIP and supplemented these diets with either 0, 3 or 5 % dry fat. Dry fat supplementation had no effect on weight gain or any of the evaluated reproductive parameters indicating that fat inclusion to high concentrate diets does not have any added advantage.

In a study conducted in the Northern Badia of Jordan, Abdullah *et al.* (2002) fitted ewes with intravaginal sponges for 12 days. Prior to sponge insertion, ewes grazed a poor range during the day and offered 300 g of barley and wheat bran mixture in the evening. Ewes were supplemented with a balanced ration starting on the day of sponge insertion and continuing through the first two weeks of the breeding season. Such feed supplementation had positive effects on improving first cycle conception rate and the percentage of multiple births obtained.

Titi *et al.* (2008) fed Awassi ewes and Shami (Damascus) goats diets containing either 3 % or 5 % dry fat during the postpartum period. Damascus goat milk production and postpartum cyclicity were unaffected by either level of fat supplementation. However, Awassi ewes responded better to 3 % fat supplementation in that they recovered their cyclicity had improved milk production. Similar levels of dry fat were supplemented to Awassi ewes during the breeding season followed by an estrus synchronization protocol utilizing GnRH, progestagen sponges and prostaglandin F_{2α} (Titi and Kridli, 2008). However, the hormonal treatment masked the effects of dry fat resulting in no added value to fat supplementation.

CONCLUSIONS

Awassi sheep are highly valuable animals on which

complemento estas dietas con 0.3 o 5 % de grasa seca.

El suplemento con grasa seca no generó ningún efecto en el aumento de peso o en ninguno de los parámetros reproductivos evaluados, mostrando que la inclusión de grasa en concentraciones altas no produce ninguna ventaja adicional.

En un estudio llevado a cabo en el desierto del Norte en Jordania, Abdullah *et al.*, (2002) introdujo esponjas intravaginales a las ovejas por 12 días. Previo a la inserción de esponjas, las ovejas pastaron durante el día en una tierra de pastoreo deficiente y por la tarde se les proporcionó una mezcla de 300 g de cebada y salvado de trigo. A las ovejas se les complementó con una ración balanceada al comienzo del día en que se inició la inserción de esponjas y durante las primeras 2 semanas de la época de reproducción. Estos suplementos alimenticios tuvieron efectos positivos en el mejoramiento de la tasa de concepción durante el primer ciclo y en el porcentaje de nacimientos múltiples obtenidos.

Titi *et al.*, (2008) alimentó a las ovejas Awassi y a las cabras Shami (de Damasco) con una dieta que contenía un 3 % o 5 % de grasa seca durante el periodo de postparto. Las cabras de Damasco en producción lechera o en ciclo postparto no resultaron afectadas por ninguno de los niveles de suplementación de grasas. Sin embargo, las ovejas Awassi respondieron de mejor manera al 3 % de suplementación de grasas en el que recuperaron su ciclo y mejoraron su producción lechera. Las ovejas Awassi fueron complementadas con niveles similares de grasa seca durante el periodo reproductivo seguido por el protocolo de sincronización del estro utilizando GnRH, esponjas de progestágeno y prostaglandina F_{2a} (Titi y Kridli, 2008). No obstante, el tratamiento hormonal ocultó los efectos de la grasa seca, produciendo un valor no adicional en la suplementación alimenticia.

CONCLUSIONES

La oveja Awassi es un animal muy valioso con el cual la gente del desierto prospera. Debido a sus características favorables y su robustez, se produce una extensa distribución de esta raza por todos los continentes incluyendo a Australia y América. La producción de la oveja Awassi bajo condiciones áridas y semiáridas puede ser mejorada mediante la selección y la aplicación de prácticas de manejo adecuadas para asegurar los medios económicos. El uso de tratamientos hormonales ha demostrado efectividad en el mejoramiento de la fertilidad y la fecundidad de las ovejas. Además, las fuentes de alimentación alternativa no tradicional pueden ser utilizadas para reducir el costo en la producción.

people of the Badia thrive. The favorable characteristics and hardiness of Awassi sheep resulted in wide distribution of the breed into all continents including Australia and the Americas. Productivity of Awassi sheep under arid and semi arid conditions can be improved through selection and applying proper management practices to ensure the most economic means of lamb production. Using hormonal treatments has proven effective in improving fertility and fecundity of ewes. Additionally, non-traditional, alternative feed sources can be used to reduce the cost of production.

End of English Version

LITERATURE CITED

- ABDULLAH, A. Y.; HUSEIN M. Q.; KRIDL R. T. 2002. Protocols for estrus synchronization in Awassi ewes under arid environmental conditions. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15: 957-962.
- ABDULLAH, A. Y.; QUDSIEH R. I. 2008. Carcass characteristics of Awassi ram lambs slaughtered at different weights. *Livestock Sci.* 117: 165-175. doi:10.1016/j.livsci.2007.12.020
- ACSAD (The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands). 1983. Annual Technical Report. ACSAD Livestock Studies Department. Damascus, Syria (in Arabic).
- AL-JALOUDY, M.A. 2001. Country Pasture/Forage Resource Profiles. FAO Publication. <http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Counprof/Jordan/Jordan.htm>
- ALKASS, J. E.; JUMA K. H. 2005. Small Ruminant Breeds in Iraq. In: Iniguez, L. (Ed.). *Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa*. Vol. 1. West Asia, ICARDA, Aleppo, Syria, 63–101 pp.
- ARECHIGA, C.F.; AGUILERA J.I.; RINCON R.M.; MENDEZ DE LARA S.; BAÑUELOS V.R.; MEZA-HERRERA C.A. 2008. Role and perspectives of goat production in a global world. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 9: 1-14.
- ARELLANO-RODRIGUEZ, G.; MEZA-HERRERA C. A.; RODRIGUEZ-MARTINEZ R.; DIONISIO-TAPIA R.; HALLFORD, D. M.; MELLADO M.; GONZALEZ-BULNES A. 2009. Short-term intake of B-carotene supplemented diets enhances ovarian function and progesterone synthesis in goats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 93: 710-715. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2008.00859.x
- ARELLANO-RODRIGUEZ, G.; MEZA-HERRERA C. A.; RODRIGUEZ-MARTINEZ R.; VELAZQUEZ-MELENDEZ G.; MELLADO M.; SALINAS H.; PEREZ-RAZO M. A.; SANCHEZ F. 2007. Short-term betacarotene supplementation positively affects ovarian follicular development and ovulation rate in goats. *J. Appl. Anim. Res.* 32: 177-180.

- BODIN, L.; DRION P. V.; REMY B.; BRICE G.; COGNIE Y.; BECKERS J. F. 1997. Anti-PMSG antibody levels in sheep subjected annually to estrus synchronization. *Reprod. Nutr. Develop.* 37: 651-660. DOI: 10.1051/rnd:19970604
- EPSTEIN, H. 1982. Awassi sheep. *World Anim. Rev.* 44:9-18.
- EPSTEIN, H. 1985. Biology of reproduction, suckling regimes, growth, and development. In: *The Awassi sheep with special reference to the improved dairy type*. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Via delle T. Caracalla. 81-140 pp.
- ESTRADA-CORTÉS, E.; VERA-AVILA H. R.; URRUTIA-MORALES J.; VILLAGMEZ-AMEZCUA E.; JIMÉNEZ-SEVERIANO H.; MEJIA-GUADARRAMA C. A.; RIVERA-LOZANO M. T.; GOMEZ-VAZQUEZ H. G. 2009. Nutritional status influences reproductive seasonality in Creole goats: 1. Ovarian activity during seasonal reproductive transitions. *Anim. Reprod. Sci.* 116: 282-290. doi:10.1016/j.anireprosci.2009.02.011
- FLORES-NAJERA, M. J.; MEZA-HERRERA C. A.; ECHAVARRIA F. G.; VILLAGOMEZ E.; IÑIGUEZ L.; SALINAS H.; GONZALEZ-BULNES A. 2010. Influence of nutritional and socio-sexual cues upon reproductive efficiency of goats exposed to the male effect under extensive conditions. *Anim. Prod. Sci.* 50: 897-901. <http://dx.doi.org/10.1071/AN10030>
- GALAL, S.; GÜRISOY O.; SHAAT I. 2008. Awassi sheep as a genetic resource and efforts for their genetic improvement—A review. *Small Rumin. Res.* 79: 99-108. doi:10.1016/j.smallrumres.2008.07.018
- GAMEZ-VAZQUEZ, H. G.; ROSALES-NIETO C. A.; BAÑUELOS-VALENZUELA R.; URRUTIA-MORALES J.; DIAZ-GOMEZ M. O.; SILVA-RAMOS J. M.; MEZA-HERRERA C. A. 2008. Body condition score positively influence plasma leptin concentrations in Criollo goats. *J. Anim. Vet. Adv.*, 7: 1237-1240. <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2008.1237.1240>
- GONZALEZ-BULNES, A.; MEZA-HERRERA C. A.; REKIK M.; BEN SALEM H.; KRIDL R.T. 2010. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. In: *Semi-arid environments: Agriculture, water supply and vegetation*. Ed: K.M. Degenovine. Nova Science Publishers Inc. Hauppauge, NY, USA. Chapter 2, 41-62 pp.
- GOOTWINE, E.; BRAW-TAL R.; BOR A.; GOOT H.; SHALHEVENT D.; ZENOU A. 1992. Lamb and milk production in Awassi, Assaf, Boorola – Awassi and Boorola –Assaf sheep in Israel-Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 52: 203-206.
- GUERRA-GARCIA, M.; MEZA-HERRERA C. A.; SANCHEZ-TPRRES-ESQUEDA M. T.; GALLEGOS-SANCHEZ J.; TORRES-HERNANDEZ G.; PRO-MARTINEZ A. 2009. IGF-1 and ovarian activity of goats in divergent body condition and supplemented with non-degradable ruminant protein. *Agrociencia*, 43: 241-247.
- GÜRISOY, O.; PEKEL E.; OZCAN L.; TORUN O.; TIMON V. 1992. Genetic selection for milk yield in Awassi sheep. I. Reproduction, lactation. *Doga Tr. J. Vet. Anim. Sci.* 16: 535–546.
- HAILAT, N. 2005. Small ruminant breeds of Jordan. In: Iniguez, L. (Ed.). *Characterization of Small Ruminant Breeds in West Asia and North Africa*. Vol. 1. West Asia, ICARDA, Aleppo, Syria, 30–61 pp.
- HADDAD, S. G.; KRIDL R. T.; AL-WADI D. M. 2005. Influence of varying levels of dietary undegraded intake protein on nutrient intake, body weight change and reproductive parameters in postpartum Awassi ewes. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18: 637-642.
- HAMADEH, S. K.; BARBOUR E. K.; ABI SAID M.; DAADAA K. 1996. Reproductive performance of postpartum Awassi ewes under different lambing regimes. *Small Rumin. Res.* 19: 149-154. doi:10.1016/0921-4488(95)00741-5
- HUSEIN, M. Q.; ABABNEH M. M. 2008. A new strategy for superior reproductive performance of ewes bred out-of-season utilizing progesterone supplement prior to withdrawal of intravaginal pessaries. *Theriogenology* 69: 376–383. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.10.005
- HUSEIN, M. Q.; HADDAD S. G. 2006. A new approach to enhance reproductive performance in sheep using royal jelly in comparison with equine chorionic gonadotropin. *Anim. Reprod. Sci.* 93: 24-33. doi:10.1016/j.anireprosci.2005.06.012
- HUSEIN, M. Q.; KRIDL R. T. 2003. Effect of progesterone prior to GnRH-PGF_{2α} treatment on induction of oestrus and pregnancy in anoestrous Awassi ewes. *Reprod. Dom. Anim.* 38: 228-232. DOI: 10.1046/j.1439-0531.2003.00411.x
- HUSEIN, M. Q.; KRIDL R. T. 2002. Reproductive responses following royal jelly treatment administered orally or intermuscularly into progesterone-treated Awassi ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 74: 45-53. doi:10.1016/S0378-4320(02)00165-3
- KRIDL, R. T.; ABDULLAH A. Y.; HUSEIN M. Q. 2009. The effect of breed type and lactation status on reproductive performance in Awassi ewes. *South African J. Anim. Sci.* 39 (Suppl. 1): 15-18.
- KRIDL, R. T.; JAWASREH K.; SAWALHA M. 2008a. The use of melatonin and progesterone to advance puberty in Awassi ewe lambs, 16th International Congress on Animal Reproduction. Budapest, Hungary 43 (Suppl. 3): 80 (Abstr.).
- KRIDL, R. T.; ABDULLAH A. Y.; MOMANI SHAKER M.; MAHMOUD K. Z. 2008b. Sexual performance of rams sequentially exposed to short-tailed and fat-tailed ewes. *Reprod. Dom. Anim.* 43: 497-501. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2007.00944.x
- KRIDL, R. T.; ABDULLAH A. Y.; MOMANI SHAKER M.; MASA'DEH M. K. 2007a. Sexual activity and puberty occurrence in pure Awassi and its crosses and backcrosses with Charollais and Romanov sheep breeds. *New Zealand J. Agric. Res.* 50:429-436. DOI:10.1080/00288230709510310

- KRIDLI, R. T.; ABDULLAH A. Y.; OBEIDAT B. S.; QUDSIEH R. I.; TITI H. H.; AWAWDEH M. S. 2007b. Seasonal variation in sexual performance of Awassi rams. *Anim. Reprod.* 4: 38-41.
- KRIDLI, R. T.; ABDULLAH A. Y.; MOMANI SHAKER M.; AL-MOMANI A. Q. 2006a. Age at puberty and some biological parameters of Awassi and its first crosses with Charollais and Romanov rams. *Italian J. Anim. Sci.* 5: 193-202. DOI: 10.4081/ijas.2006.193
- KRIDLI, R. T.; HUSEIN M. Q.; MUHDI H. A.; AL-KHAZALEH J. M. 2006b. Reproductive performance of hormonally-treated anestrus Awassi ewes. *Anim. Reprod.* 3: 347-352.
- KRIDLI, R. T.; ABDULLAH A. Y.; MOMANI SHAKER M. 2006c. Sexual performance and reproductive characteristics of young adult Awassi, Charollais-Awassi and Romanov-Awassi rams. *Sheep and Goat Res. J.* 21: 12-16.
- KRIDLI, R. T.; AL-KHETIB S. S. 2006. Reproductive responses in ewes treated with eCG or increasing doses of royal jelly. *Anim. Reprod. Sci.* 92: 75-85. doi:10.1016/j.anireprosci.2005.05.021
- KRIDLI, R. T.; HUSEIN M. Q.; HUMPHREY W. D. 2003. Effect of royal jelly and GnRH on the estrus synchronization and pregnancy rate in ewes using intravaginal sponges. *Small Rumin. Res.* 49: 25-30. doi:10.1016/S0921-4488(03)00057-9
- KRIDLI, R. T.; SAID S. I. 1999. Libido testing and the effect of exposing sexually naïve Awassi rams to estrous ewes on sexual performance. *Small Rumin. Res.* 32: 149-152. doi:10.1016/S0921-4488(98)00168-0
- MOA (Ministry of Agriculture) Annual Report. 2009. <http://www.moa.gov.jo/report2009>. (Arabic)
- MEZA-HERRERA, C. A.; SANCHEZ J. M.; CHAVEZ-PERCHES J. G.; SALINAS H.; MELLADO M. 2004. Protein supplementation, body condition and ovarian activity in goats. Preovulatory serum profile of insulin. *South Afric. J. Animal Sci.* 34 (Suppl. 1): 223-226.
- MEZA-HERRERA, C. A.; ROSS T.; HALLFORD D. M.; HAWKINS D.; GONZALEZ-BULNES A. 2007. Effects of body condition and protein supplementation on LH secretion and luteal function in sheep. *Reprod. Dom. Anim.* 42: 461-465. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2006.00807.x
- MEZA-HERRERA, C.A. 2008. Reglulatory mechanisms of puberty in female goats: Recent concepts. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 9: 29-38.
- MEZA-HERRERA, C. A.; HALLFORD D. M.; ORTIZ J. A.; CUEVAS R. A.; SANCHEZ J. M.; SALINAS H.; MELLADO M.; GONZALEZ-BULNES A. 2008. Body condition and protein supplementation positively affect periovulatory ovarian activity by non-LH mediated pathways in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 106: 412-420. doi:10.1016/j.anireprosci.2007.06.004
- MEZA-HERRERA, C. A.; VELIZ-DERAS F. G.; WURZINGER M.; LOPEZ-ARIZA B.; ARELLANO-RODRIGUEZ G.; RODRIGUEZ-MARTINEZ R. 2010. The kiss-1, kisspeptin, gpr-54 complex: A critical modulator of GnRH neurons during pubertal activation. *J. Appl. Biomed.* 8: 1-9. DOI 10.2478/v10136-009-0001-0
- MEZA-HERRERA, C. A.; GONZALEZ-BULNES A.; KRIDL R.; MELLADO M.; ARECHIGA-FLORES C. F.; SALINAS H.; LUGINBHUL J. M. 2011. Neuroendocrine, metabolic and genomic cues signaling the onset of puberty in females. *Reprod. Dom. Anim.* In press. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2009.01355.x.
- MOMANI SHAKER, M., ABDULLAH A. Y.; KRIDL R. T.; BLAHA J.; SADA I. 2003. Influence of the nutrition level on fattening and carcass characteristics of Awassi ram lambs. *Czech J. Anim. Sci.* 48: 466-474.
- OBEIDAT, B. S.; ABDULLAH A. Y.; AL-LATAIFEH F. A. 2008a. The effect of partial replacement of barley grains by *Prosopis juliflora* pods on growth performance, nutrient intake, digestibility, and carcass characteristics of Awassi lambs fed finishing diets. *Anim. Feed Sci. Tech.* 146: 42-54. doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.12.002
- OBEIDAT, B. S.; ABDULLAH A. Y.; AWAWDEH M. S.; KRIDL R. T.; TITI H. H.; QUDSIEH R. I. 2008b. Effect of methionine supplementation on performance and carcass characteristics of Awassi ram lambs fed finishing diets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21: 831-837.
- OBEIDAT, B. S.; ABDULLAH A. Y.; MAHMOUD K. Z.; AWAWDEH M. S.; AL-BEITAWI N. Z.; AL-LATAIFEH F. A. 2009. Effects of feeding sesame meal on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of Awassi lambs. *Small Rumin. Res.* 82: 13-17. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.01.002
- OQLA, H. M.; KRIDL R. T.; HADDAD S. G. 2004. The effect of dietary fat inclusion on nutrient intake and reproductive performance in postpartum Awassi ewes. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17:1395-1399.
- ROTTENSTEN, K.; AMPY F. 1971. Studies on Awassi sheep in Lebanon: I- production traits of a flock. *J. Agric. Sci.* 77: 371-373. DOI:10.1017/S002185960006442X
- SAID, S. I.; KRIDL R. T.; MUWALLA M. M. 1999. Estimation of milk yield in suckled Awassi sheep under traditional feeding conditions. *J. Appl. Anim. Res.* 16: 163-168.
- SCARAMUZZI, R. J.; CAMPBELL B. K.; DOWNING J. A.; KENDALL N. R.; KHALID M.; MUNOZ-GUTIERREZ M.; SOMCHIT A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 339-354. DOI: 10.1051/rnd:2006016
- SCARAMUZZI, R. J.; MARTIN G. B. 2008. The Importance of Interactions Among Nutrition, Seasonality and Socio-sexual Factors in the Development of Hormone-free Methods for Controlling Fertility. *Reprod. Dom. Anim.* 43 (Suppl. 2): 129-136. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2008.01152.x
- SCHNEIDER, J. E. 2004. Energy balance and reproduction. *Physiol. Behav.* 81: 289-317. doi:10.1016/j.physbeh.2004.02.007

- TABBAA, M. J.; KRIDL R. T. AL-GHALBAN A.; BARAKEH F. S. 2006. Age-related changes in scrotal circumferences and some spermatological features in Awassi rams. *Anim. Reprod.* 3: 431-438.
- THOMSON, E. F.; MARTINI M. A.; TUTWILER R. N. 2003. Sheep management practices in Iraq, Jordan and Syria: the case of reproduction and fertility. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). *Integrated Natural Resource Management Research*. pp.1-40. (Report series, 2).
- TITI, H. H.; KRIDL R. T. 2008. Reproductive performance of seasonal ewes fed dry fat source during their breeding season. *New Zealand J. Agric. Res.* 51: 25-32. DOI: 10.1080/00288230809510431
- TITI, H. H.; ALNIMER M.; TABBAA M. J.; LUBBADEH W. F. 2008. Reproductive performance of seasonal ewes and does fed dry fat during their postpartum period. *Livestock Sci.* 115: 34-41. doi:10.1016/j.livsci.2007.06.006
- URRUTIA-MORALES, J.; MEZA-HERRERA C. A.; ESCOBAR-MEDINA F. J.; GAMEZ-VAZQUEZ H. G.; RAMIREZ-ANDRADE B. M.; DIAZ-GOMEZ M. O.; GONZALEZ-BULNES A. 2009. Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats. *Reprod. Biol.* 9: 283-294.
- WILDEUS, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goat. *J. Anim. Sci.* 77: 1-14. <http://jas.fass.org/content/77/E-Suppl/1.40>
- WOLFE, B.E. 2005. Reproductive health in women with eating disorders. *J. Obstet. Gynecol. Neonatal Nurs.* 34: 255-263. DOI: 10.1177/0884217505274595
- ZARKAWI, M. 1997. Monitoring the reproductive performance in Awassi ewes using croaker one radioimmunoassay. *Small. Rumin. Res.* 26: 291-294. doi:10.1016/S0921-4488(97)00011-4
- ZARKAWI M.; AL-MERESTANI M. R.; WARDEH M. F. 1999. Induction of synchronized estrous and early pregnancy diagnosis in Syrian Awassi ewes, outside the breeding season. *Small. Rumin. Res.* 33: 99-102. doi:10.1016/S0921-4488(99)00007-3