



## Short Note [ Nota corta]

**EFFECTO DEL ESPACIO DE ALOJAMIENTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE CORDERAS DE PELO EN CORRALES DE PISO ELEVADO †**
**[EFFECT OF THE SPACE ALLOWANCE ON GROWTH OF FEMALE HAIR LAMBS IN RAISED-SLATTED FLOOR CAGES]**

**Ignacio Vázquez-Martínez<sup>1</sup>, Jesús Enrique Ek-Mex<sup>2</sup>, Raciél Estrada-León<sup>3</sup>, José Herrera-Camacho<sup>4</sup>, Germani Adrián Muñoz-Osorio<sup>\*5</sup>, Marco Antonio Ramírez-Bautista<sup>6</sup> and Alfonso Juventino Chay-Canul<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>*Programa de Ingeniería Agroforestal. Complejo Regional Norte. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida Universidad S/N, Benito Juárez, CP. 73640, Tetela de Ocampo, Puebla, México.*

<sup>2</sup>*Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 283 Hocabá. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar. Carretera Hocabá-Xocchel Km. 1, CP 97560. Hocabá. Yucatán. México.*

<sup>3</sup>*Tecnológico Nacional de México. C.A. Bioprocesos. Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah-Canul, C. P. 24900, Calkiní, Campeche, México.*

<sup>4</sup>*Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Acueducto esq. con Tzintzuntzan S/N, Col. Matamoros C.P. 58240. Morelia, Michoacán, México.*

<sup>5</sup>*Dirección General de Investigación e Innovación. Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior. Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Tablaje catastral 34338, Km. 5.5 Carretera Sierra Papacal - Chuburná Puerto. Mérida. Yucatán. México. Email: [gamo\\_688@hotmail.com](mailto:gamo_688@hotmail.com)*

<sup>6</sup>*Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Chiná. Chiná, Campeche 24520, México.*

<sup>7</sup>*División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. km 25. Carretera Villahermosa-Teapa, R/A La Huasteca. C.P. 86280. Colonia Centro Tabasco, México.*

*\*Corresponding author*

### SUMMARY

**Background.** The study of space allowance ( $m^2$ ) per animal is important, due in current production systems different group sizes are used throughout the year, without knowing their possible effects on daily weight gain and growth during the fattening period. **Objective.** The effect of space allowance on the growth of hair lambs in raised-slatted floor cages was determined. **Methodology.** Data from 527 daily weight gains (DWG) and weights adjusted at 60 (P60) days post-weaning of female lambs from commercial crossbreds between hair breeds were analyzed. The statistical model included fixed effects of space allowance (AL; 0.69, 0.64-0.60 and 0.56  $m^2$ /animal), year (A; 2012 and 2013), seasons of the year (EA; rainy and north) and the interaction on DWG and P60. The initial body weight was included as co-variate. **Results.** AL, A and interactions  $A \times EA$  affected the dependent variables evaluated ( $P < 0.05$ ). AL larger (0.69  $m^2$ ) and intermediate (0.64-0.60  $m^2$ ) had similar growth ( $P > 0.05$ ); these groups, in turn, were the ones that obtained the highest DWG and P60 compared to smaller AL (0.56  $m^2$ ). Higher growth of the female lambs was observed in the year 2012 compared to 2013. EA had no significant effect ( $P > 0.05$ ). **Implications.** The availability of the space allowance implies the quantity and quality, including the area occupied by the feeder and drinker. **Conclusion.** Under the conditions of the present study, AL should be adjusted between 0.69 and 0.60  $m^2$ /female lambs and that A and  $A \times EA$  interaction can play an important role in animal growth. **Key words:** housing systems; group size; animal behavior; animal welfare.

† Submitted August 11, 2021 – Accepted April 4, 2022. <http://doi.org/10.56369/isaes.3913>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

## RESUMEN

**Antecedentes.** El estudio del espacio de alojamiento ( $m^2$ ) por animal es importante, dado que en los sistemas actuales de producción se emplean diferentes tamaños de grupos a lo largo del año, sin conocer sus posibles efectos sobre la ganancia diaria de peso y crecimiento durante el periodo de engorda. **Objetivo.** Se determinó el efecto del espacio de alojamiento sobre el crecimiento de corderas de pelo en corrales elevados. **Metodología.** Se analizaron 527 datos de ganancias diarias de peso (GDP) y pesos ajustados a 60 (P60) días post-destete de corderas procedentes de cruza comerciales entre razas de pelo. El modelo estadístico incluyó efectos fijos del espacio de alojamiento (AL; 0.69, 0.64-0.60 y 0.56  $m^2$ /animal), el año (A; 2012 y 2013), la época del año (EA; lluvia y nortes) y la interacción entre A  $\times$  EA sobre GDP y P60. El peso inicial fue incluido como co-variable. **Resultados.** AL, A y la interacción A  $\times$  EA afectaron las variables dependientes evaluadas ( $P < 0.05$ ). Los AL mayores (0.69  $m^2$ ) e intermedios (0.64-0.60  $m^2$ ) tuvieron un crecimiento similar ( $P > 0.05$ ); estos grupos, a su vez, fueron los que obtuvieron mayor GDP y P60 en comparación con los AL menores (0.56  $m^2$ ). Se observó un mayor crecimiento de las corderas en el año 2012 que en el 2013. EA no tuvo efecto significativo ( $P > 0.05$ ). **Implicaciones.** La disponibilidad de espacio de alojamiento implica la cantidad y la calidad, incluyendo la superficie que ocupa el comedero y bebedero. **Conclusión.** Bajo las condiciones del presente estudio, AL debe ajustarse entre 0.69 y 0.60  $m^2$ /cordera y que A y la interacción A  $\times$  EA pueden jugar un papel importante en el crecimiento de los animales.

**Palabras clave:** sistemas de alojamiento; tamaño de grupo; conducta animal; bienestar animal.

## INTRODUCCIÓN

Una práctica común en los sistemas de producción de ovinos, es el confinamiento de las hembras recién destetadas, para proporcionarles un manejo sanitario y alimenticio similar al de los machos de engorda y finalización (Muñoz-Osorio *et al.*, 2015). La práctica, tiene como finalidad acelerar el crecimiento de las hembras, para incorporarlas al rebaño como futuras madres, o en su caso comercializarlas con el mismo fin o bien, para el sacrificio. Las corderas se agrupan en corrales a nivel de suelo o elevados, procurando hacer un uso eficiente del espacio en las instalaciones, por lo que usualmente se tiende a disminuir el espacio de alojamiento por animal, con el fin de maximizar la productividad de la granja (Sánchez-Casanova *et al.*, 2021).

La provisión de alojamientos adecuados es esencial para asegurar el bienestar de los animales (Averós *et al.*, 2014), ya que las corderas de engorda alojadas en espacios reducidos podrían consumir menos alimento, debido a la competencia alimenticia y a otras interacciones sociales, repercutiendo en su crecimiento (Van *et al.*, 2007). Al respecto, Muñoz-Osorio *et al.* (2015), han reportado en sistemas intensivos de engorda, espacios de alojamiento de 1.9  $m^2$  y 0.60  $m^2$ /animal, para corrales a nivel del suelo y elevados, respectivamente. También, Dundon y Mayer (2015), estimaron parámetros sobre el espacio de alojamiento para mejorar el rendimiento de ovinos engordados en el Golfo Pérsico (región árida y calurosa). Sin embargo, para las regiones tropicales no se dispone de información que coadyuve a establecer un espacio de alojamiento óptimo, a fin de no afectar el crecimiento de las corderas de pelo en corrales elevados. Por otro lado, se desconoce cuál es el comportamiento productivo de las corderas en las diferentes épocas del año, cuando los animales son expuestos a la alta humedad o al calor extremo de las zonas tropicales; por

lo que, es importante identificar el tamaño de grupo o de espacio requerido en el corral por animal, para hacer frente a la exposición de las diferentes condiciones climáticas que pueden presentarse entre años y épocas del año, así como sus posibles interacciones.

El estudio del espacio de alojamiento es importante, dado que en los sistemas actuales de producción se emplean diferentes tamaños de grupo a lo largo del año (Muñoz-Osorio *et al.*, 2015), sin conocer sus posibles efectos sobre las características de importancia económica, para las futuras madres o las destinadas a la industria cárnica ovina. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del espacio de alojamiento, el año y la época del año sobre el crecimiento post-destete de corderas de pelo en corrales elevados bajo condiciones del trópico de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo con datos generados durante los años 2012-2013, en una granja comercial de ovinos ubicada en Yucatán, México (20° 29' de latitud norte y 89° 43' de longitud oeste, con una altitud de 30m sobre el mar nivel). El clima es cálido y húmedo con lluvias en verano (AWO). La precipitación y temperatura anual promedio es de 1,183 mm y 26.4 °C, respectivamente (CONAGUA, 2012a; 2012b; 2013a; 2013b). De acuerdo a las condiciones climáticas de la región, se pueden clasificar tres épocas del año: 1) seca (febrero a mayo), 2) lluvia (junio a septiembre) y 3) nortes (octubre a enero) (Muñoz-Osorio *et al.*, 2018). Los valores de la temperatura y precipitación pluvial de acuerdo a los años (2012 y 2013) y épocas del año (lluvias y nortes) clasificadas se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Valores de la temperatura (T) y precipitación pluvial (Pp) de acuerdo a los años (2012 y 2013) y épocas del año (lluvias y nortes).**

Años	Épocas del año			
	Lluvias		Nortes	
	T	Pp	T	Pp
2012	27.6 ± 0.2	135.8 ± 25.4	23.9 ± 1.6	49.8 ± 41.1
2013	28 ± 0.3	211.8 ± 47.3	25.5 ± 1.7	109.6 ± 56.8

Fuente: CONAGUA (2012a; 2012b; 2013a; 2013b)

## Manejo

Las corderas procedían de cruza comerciales entre las razas Pelibuey y Blackbelly con Dorper y Katahdin. Los animales no contaban con registros genealógicos, por lo que las proporciones entre cruza se desconocían. Al destete, todas las corderas fueron identificadas con aretes numerados, pesadas con una báscula romana de resorte, desparasitadas contra parásitos internos, vacunadas contra pasteurelisis neumónica (de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes), y alojadas en corrales elevados con piso de rejilla en grupos de entre 13 y 16 animales. El tamaño del corral fue de 9 m<sup>2</sup>. La altura del corral desde el nivel del suelo fue de 80 cm. Los corrales estaban dotados de techo, comederos lineales de 250 cm, ubicados por afuera del corral, de modo que el espacio del corral (9 m<sup>2</sup>) solo era ocupado por los animales y bebederos de tipo chupón, para disponer siempre de agua fresca. Las corderas fueron alimentadas *ad libitum*, con un alimento concentrado comercial a base de granos y pastas oleaginosas, que contenía 12% de humedad, 14.5% de proteína cruda, 2.8% de grasa, 3.1% de fibra cruda, 5.0% de cenizas y 62.60% de extracto libres de nitrógeno (de acuerdo con la etiqueta del fabricante). Además, recibieron heno de *Cynodon nlemfluensis*, *Brachiaria brizantha* o *Zea mays* como fuente de fibra.

## Datos

Durante los años 2012-2013, se registraron 527 datos del peso corporal inicial (PI) y final (PF), así como las fechas de inicio (FI) y final (FF) del período de crecimiento de corderas de pelo en corrales elevados. La edad de las corderas no fue calculada, debido a la falta de datos sobre las fechas de nacimiento. De los datos disponibles, se calculó el período de crecimiento (PC) como la diferencia entre FF y FI, y la ganancia diaria de peso (GDP) como la diferencia entre PF y PI dividida entre el PC. El PF se ajustó a 60 (P60) días post-destete, utilizando la siguiente fórmula (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2013; Muñoz-Osorio *et al.*, 2017):

$$P60 = GDP * 60d + PI$$

Dónde:

GDP, aumento de peso promedio diario

d, días de ajuste

PI, peso corporal inicial

Se consideró un P60, debido a que es el periodo de tiempo en el que se mantienen las corderas, después del destete, en los corrales elevados donde se llevó a cabo el estudio. No hubo datos disponibles del consumo de alimento; por lo tanto, la conversión alimenticia no fue estimada. Los datos de las corderas fueron agrupados en tres espacios de alojamiento (0.69, 0.64-0.60 y 0.56 m<sup>2</sup>/animal), dos años (2012 y 2013) y dos épocas del año: lluvia (junio a septiembre) y nortes (octubre a enero). Para el estudio, no se consideró la época de secas debido al número limitado de datos. En el manejo de datos se consideró el momento en que las corderas iniciaron el confinamiento, tanto en el año como en la época del año.

## Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el procedimiento GLM del programa estadístico SAS versión 8 (SAS, 2010). Se usó análisis de varianza para determinar los efectos fijos del espacio de alojamiento (AL; 0.69, 0.64-0.60 y 0.56 m<sup>2</sup>/animal), el año (A; 2012 y 2013) y la época del año (EA; lluvia y nortes) sobre GDP y P60. El modelo incluyó el PI como covariable para ajustar las diferencias de los pesos iniciales y las interacciones simples entre año y época. El modelo utilizado para el análisis de varianza fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + AL_i + A_j + EA_k + (AEA)_{jk} + \beta(PI)_l + E_{ijkl}$$

Dónde:  $Y_{ijk}$  = son las observaciones de las variables dependientes (GDP y P60),  $\mu$  = es la media general,  $AL_i$  = es el efecto del i-esimo nivel del factor espacio de alojamiento,  $A_j$  = es el efecto del j-esimo nivel del factor año,  $EA_k$  = es el efecto del k-esimo nivel del factor época del año,  $(AEA)_{jk}$  = es el efecto de la interacción del jk-esimo nivel del factor entre año por época del año,  $\beta(PI)_l$  = es el efecto de la covariable PI,  $E_{ijkl}$  = es el efecto del error aleatorio. Los datos se presentan como medias ajustadas por mínimos cuadrados y errores estándar. Las diferencias entre medias fueron determinadas a través de la prueba de Tukey.

## RESULTADOS

Los resultados del efecto del espacio de alojamiento, el año y la época del año sobre el crecimiento de corderas de pelo alojadas en corrales elevados se muestran en la Tabla 2. Los efectos fijos de AL y A afectaron las variables dependientes evaluadas ( $P < 0.05$ ). Los AL

mayores (0.69 m<sup>2</sup>) e intermedios (0.64-0.60 m<sup>2</sup>) tuvieron un crecimiento similar ( $P > 0.05$ ); y a su vez, fueron los que obtuvieron la mayor GDP y P60 en comparación con los AL menores (0.56 m<sup>2</sup>). A, también afectó las variables dependientes evaluadas ( $P < 0.05$ ), observando un mayor crecimiento de las corderas en el 2012 en comparación con el 2013. Las diferencias entre años, para GDP y P60 fueron de 6.8 y 3.2 %, respectivamente. EA no tuvo efecto significativo sobre ninguna variable dependiente evaluada. La interacción entre A por EA fue significativa para GDP y P60 (Figura 1;  $P < 0.05$ ).

**Tabla 2. Efecto del espacio de alojamiento, del año y de la época del año sobre el crecimiento de corderas de pelo alojados en corrales elevados.**

Factor	n	GDP (g)	P60 (kg)
Espacio de alojamiento (m <sup>2</sup> )			
0.69	133	0.230±0.004 <sup>a</sup>	28.00±0.27 <sup>a</sup>
0.64-0.60	127	0.236±0.004 <sup>a</sup>	28.38±0.27 <sup>a</sup>
0.56	267	0.214±0.003 <sup>b</sup>	27.04±0.19 <sup>b</sup>
Año			
2012	259	0.234±0.003 <sup>a</sup>	28.26±0.19 <sup>a</sup>
2013	268	0.219±0.003 <sup>b</sup>	27.35±0.23 <sup>b</sup>
Época del año			
Lluvia	140	0.223±0.004 <sup>b</sup>	27.58±0.25 <sup>b</sup>
Nortes	387	0.231±0.002 <sup>b</sup>	28.02±0.15 <sup>b</sup>

n = número de observaciones, GDP = ganancia diaria de peso, P60 = peso corporal ajustado a 60 días. <sup>a,b</sup> Diferentes literales entre líneas para cada factor indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

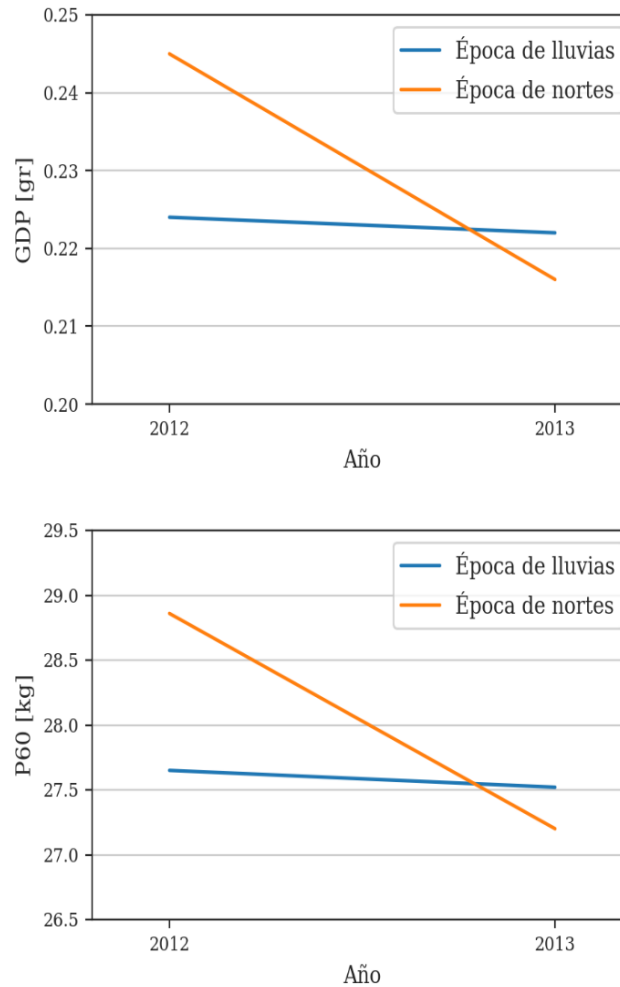
## DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo indican que los AL mayores, propician un mejor crecimiento de las corderas en comparación con los AL menores, ya que, en espacios menores ocasionados por tamaños de grupos mayores, se han observado limitaciones en el movimiento, en los tiempos de alimentación y descanso (Averós *et al.*, 2014), que pueden afectar el entorno social, generando estrés y modificando los estados afectivos de los ovinos (Sánchez-Casanova *et al.*, 2021). Dundon y Mayer (2015), reportaron GDP superiores en densidades  $\geq 1.2\text{m}^2/\text{oveja}$ . Estos autores, sin embargo, indicaron que la asignación de espacio para los animales podría reducirse, sin un efecto perjudicial demostrado, hasta  $0.6\text{m}^2/\text{oveja}$ ; valor que se encuentra dentro del rango utilizado en el presente estudio para los AL comprendidos entre los 0.69 y 0.60

m<sup>2</sup>/animal. Horton *et al.* (1991) indicaron que la restricción de espacio por cordero reduce el consumo de alimento, GDP y la eficiencia alimenticia. Esto se explica porque los animales tienen la necesidad de adaptarse a los factores estresantes, entonces se puede esperar que las restricciones de la conducta natural de los animales provoquen estrés y dañen su homeostasis (Ninomiya, 2014). En general, los AL mayores pueden ofrecer una mayor oportunidad de moverse, alimentarse y descansar, así como de reconocer a todos los miembros del grupo para establecer y mantener una jerarquía estable en comparación con los AL de menor tamaño (Van *et al.*, 2007). Además, el aumento de AL influye en la calidad del aire, en términos de microorganismos, gases y polvo, lo que también puede afectar favorablemente el bienestar de los animales (Caroprese, 2008).

Las diferencias entre años para GDP y P60 pueden explicarse en parte, por las diferencias entre las condiciones meteorológicas presentadas durante los periodos de estudio (Tabla 1). En 2012, por ejemplo, la temperatura media anual fue de 26.0 °C, mientras que en el 2013 fue de 26.8 °C, resultando en una diferencia de temperatura entre años de 0.8 °C (CONAGUA, 2012a; 2013a). Asimismo, en 2012 la precipitación media anual fue de 948 mm, mientras que en el 2013 fue de 1,418 mm, resultando en una diferencia de precipitación entre años de 470 mm (CONAGUA, 2012b; 2013b). Bajo este contexto, es posible que en el año 2013 los ovinos hayan experimentado un mayor estrés por calor como consecuencia de una mayor temperatura ambiental y humedad relativa, afectando el consumo de alimento y, por lo tanto, el crecimiento (Dundon y Mayer, 2015; Nicolás-López *et al.*, 2021). Macías-Cruz *et al.* (2020) reportaron una disminución en la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso en corderos Dorper × Katahdin bajo estrés por calor. Las temperaturas elevadas incrementan las demandas de energía metabolizable para la activación de los mecanismos de termorregulación en los corderos (Vicente *et al.*, 2020).

El posible efecto de las altas temperaturas, no se vio reflejado en la época del año, a pesar de que los meses lluviosos presentaron mayores temperaturas (promedio 27.8 °C) en comparación con los meses de nortes (promedio 24.7 °C) (Tabla 1). No obstante, si se encontró efecto de la interacción entre A × EA para GDP y P60 ( $P < 0.05$ ), observando una tendencia desfavorable para el año 2013 y la época de nortes, ya que se presentó una situación atípica; se incrementaron de manera importante la temperatura ambiental y la precipitación pluvial, por la presencia de un huracán tropical en el golfo de México (Figura 1, Tabla 1), lo que propició un estrés en los animales, no solo por las



**Figura 1.** Efecto de la interacción entre el año y la época del año sobre el crecimiento de corderas de pelo alojados en corrales elevados.

inclemencias ambientales, sino también por cambios en el manejo cotidiano de la unidad productiva. En la literatura se muestra que las altas temperaturas limitan el crecimiento de los ovinos. Macías-Cruz *et al.* (2013) reportaron mayor GDP y peso final en corderas mantenidas en primavera en comparación con las corderas mantenidas en verano (con temperaturas extremas de hasta 50 °C), a pesar de que, en esta época, las corraletas fueron provistas de ventiladores operando las 24 h del día para contrarrestar el estrés térmico. En el presente estudio, si bien es posible que los corrales elevados influyan potencialmente sobre el estrés por calor de los animales en la época de lluvias (con temperaturas en promedio de 27.8 °C), debido a que evitan la humedad del suelo y permiten una buena ventilación de aire fresco generado por efecto de las lluvias (Muñoz-Osorio *et al.*, 2017), no se observó una mejora en el comportamiento productivo de los animales. En contraste, en la época de nortes, es

posible que el fresco generado por las menores temperaturas ambientales haya propiciado intercambios térmicos favorables entre la superficie corporal de los animales y el medio ambiente, mejorando la eficiencia alimenticia y, por lo tanto, el crecimiento de los animales (Caroprese, 2008). Los ovinos de pelo suelen ser eficientes para tolerar las altas temperaturas; inclusive aquellas que sean superiores a su zona termoneutral (límite superior de 30 °C), debido a la activación de sus mecanismos compensatorios y adaptativos (Vicente *et al.*, 2020), basados en la evaporación de la humedad a través de la piel (transpiración) o las vías respiratorias (Rodríguez *et al.*, 2016).

## CONCLUSIONES

Los AL mayores, propician un mayor crecimiento de las corderas en comparación con los AL menores. Bajo

las condiciones del presente estudio, se determinó que el espacio de alojamiento debe ajustarse entre 0.69 y 0.60 m<sup>2</sup>/cordera y que, el año puede jugar un papel importante en el crecimiento de los animales. Sin embargo, es necesario realizar más investigación que permita identificar los factores ambientales (temperatura, humedad, viento y aire, radiación y sus interacciones) que afectan las características de importancia económica y el bienestar de las corderas en crecimiento en corrales elevados.

#### Agradecimientos

Los autores desean agradecer al propietario y personal del "Rancho Garrido" por su colaboración durante el proyecto.

**Funding.** The authors declare that did not receive funding.

**Compliance with ethical standards and Statement of animal rights.** All applicable national guidelines on the care and use of animals were followed.

**Conflict of interest.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

**Data availability.** Data are available with the corresponding author of this publication upon reasonable request.

**Author contribution statement (CRediT).** **Ignacio Vázquez-Martínez** – Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, Writing original draft, Writing review & editing., **Jesús Enrique Ek-Mex** – Methodology, Formal Analysis, Writing review & editing., **Raciel Estrada-León** – Formal Analysis, Writing review & editing., **José Herrera-Camacho** – Writing review & editing., **Germani Adrián Muñoz-Osorio** – Conceptualization, Investigation, Methodology, Formal Analysis, Writing original draft, Writing review & editing., **Marco Antonio Ramírez-Bautista** – Writing review & editing., **Alfonso Juventino Chay-Canul** – Supervision, Investigation, Formal Analysis, Writing original draft, Writing review & editing.

#### REFERENCIAS

Averós, X., Lorea, A., Beltrán de Heredia, I., Ruiz, R., Marchewka, J., Arranz, J. and Estevez, I., 2014. The behaviour of gestating dairy ewes under different space allowances. *Applied Animal Behaviour Science*, 150, pp. 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.11.002>

Caroprese, M., 2008. Sheep housing and welfare. *Small Ruminant Research*, 76, pp. 21-25. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.015>

Hinojosa-Cuéllar, J.A., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, T. and Segura-Correa, J.C., 2013. Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 45, pp. 135–143. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2013000200004>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012a. *Temperatura media promedio a nivel nacional y por entidad federativa*. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Pron%C3%B3stico%20clim%C3%A1tico/Temperatura%20y%20Lluvia/TMED/2012.pdf>. Consultado el 9 de junio de 2020

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012b. *Precipitación a nivel nacional y por entidad federativa*. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Pron%C3%B3stico%20clim%C3%A1tico/Temperatura%20y%20Lluvia/PREC/2012.pdf>. Consultado el 9 de junio de 2020

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2013a. *Temperatura media promedio a nivel nacional y por entidad federativa*. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Pron%C3%B3stico%20clim%C3%A1tico/Temperatura%20y%20Lluvia/TMED/2013.pdf>. Consultado el 9 de junio de 2020

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2013b. *Precipitación a nivel nacional y por entidad federativa*. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Pron%C3%B3stico%20clim%C3%A1tico/Temperatura%20y%20Lluvia/PREC/2013.pdf>. Consultado el 9 de junio de 2020

Dundon, S.G. and Mayer, D.G., 2015. Pen parameters for improving the performance of sheep imported from Australia to Persian Gulf feedlots. *Small Ruminant Research*, 126, pp. 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.03.004>

Horton, G.M.J., Malinowski, K., Burgher, C.C. and Palatini, D.D., 1991. The effect of space allowance and sex on blood catecholamines and cortisol, feed consumption and average daily gain in growing lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 32, pp. 197-204.

- [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80043-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80043-7)
- López-Carlos, M., Fernández-Mier, R., Aréchiga-Flores, C., Hernández-Briano, P., Medina-Flores, C. and Ramírez-Chéquer, J., 2021. Crecimiento de corderos de pelo en el altiplano semiárido de Zacatecas durante el invierno. *Abanico Veterinario*, 11, pp. 1-14. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.4>
- Macías-Cruz, U., Saavedra, R., Correa-Calderón, A., Mellado, M., Torrentera, N.G., Chay-Canul, A., López-Baca, M.A. and Avendaño-Reyes, L., 2020. Feedlot growth, carcass characteristics and meat quality of hair breed male lambs exposed to seasonal heat stress (winter vs. summer) in an arid climate. *Meat Science*, 169, pp. 108202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108202>.
- Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., Álvarez-Valenzuela, F.D., Noemí, G., Torrentera-Olivera, N.G., Meza-Herrera, C., Mellado-Bosque, M. and Correa-Calderón, A., 2013. Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4 (1), pp. 1-12. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2822>
- Muñoz-Osorio, G.A., Aguilar-Caballero, A.J. and Cámara-Sarmiento, R., 2019. Influencia del tipo de alojamiento sobre el comportamiento productivo y bienestar de corderos en sistemas de engorda intensivos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, pp. 1-11. <http://www.revista.cbba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v22i1.2777>
- Muñoz-Osorio, G.A., Aguilar-Caballero, A.J., Sarmiento-Franco, L.A., Wurzinger, M. and Alavez-Ramírez, A., (2018). Post-weaning growth of pure and crossbred hair lambs under the tropical Mexican conditions. *Archivos de Zootecnia*, 67(257), pp. 149-152. <https://doi.org/10.21071/az.v67i257.3503>
- Muñoz-Osorio, G.A., Aguilar-Caballero, A.J., Sarmiento-Franco, L.A., Wurzinger, M. and Gutiérrez-Reynoso, G.A., 2017. The effect of two housing systems on productive performance of hair-type crossbreed lambs in sub-humid tropics of Mexico. *Journal of Applied Animal Research*, 45, pp. 384-388. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1200979>
- Muñoz-Osorio, G.A., Aguilar-Caballero, A.J., Sarmiento-Franco, L.A., Wurzinger, M. and Cámara-Sarmiento, R., 2015. Descripción de los sistemas intensivos de engorda de corderos en Yucatán, México. *Nova Scientia*, 7 (15), pp. 207-226. <https://doi.org/10.21640/ns.v7i15.346>
- Nicolás-López, P., Macías-Cruz, U., Correa-Calderón, A., Mellado-Bosque, M.A., Díaz-Molina, R. and Avendaño-Reyes, L., 2021. Ajustes asociados a la aclimatación y estrés oxidativo en ovinos bajo estrés calórico: una revisión. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 117(5), pp. 494-512. <https://doi.org/10.12706/itea.2021.005>
- Ninomiyama, S., 2014. Satisfaction of farm animal behavioral needs in behaviorally restricted systems: Reducing stressors and environmental enrichment. *Animal Science Journal*, 85, pp. 634-638. <https://doi.org/10.1111/asj.12213>
- Rodríguez, M., Bello, J.M., González, J.M. and Fernández, N., 2016. Housing: A major success factor in feedlot lambs. *Small Ruminant Research*, 142, pp. 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.04.001>
- Sánchez-Casanova, R.E., Muñoz-Osorio, G.A. and Sarmiento-Franco, L.A., 2021. ¿Cómo afecta la disponibilidad de espacio y el tamaño de grupo al bienestar de los animales de granja? *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 117(4), pp. 375-389. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.041>
- SAS Institute. 2010. *Statistical Analysis Software SAS/STAT®*. version 9.0.2, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3. [http://www.sas.com/en\\_us/software/analytics/stat.html#](http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#)
- Van, T.T., Mui, N.T. and Ledin, I., 2007. Effect of group size on feed intake, aggressive behavior and growth rate in goat kids and lambs. *Small Ruminant Research*, 72, pp. 187-196. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.010>
- Vicente, P.R., Macías, C.U., Avendaño, R.L., Correa, C.A., López, B.M.Á. and Lara, R.A.L., 2020. Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11 (1), pp. 205-222. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>