



**UADY**

POSGRADO  
INSTITUCIONAL  
EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y  
MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES TROPICALES

# **Efecto de la densidad de población sobre conductas e indicadores productivos en corderos**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

POR

**Médico Veterinario Zootecnista  
Omar Orlando Castillo Trujillo**

**Directores:**

**M. en C. Ramón Cámara Sarmiento**

**Dr. Ronald Santos Ricalde**



POSGRADO INSTITUCIONAL  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO  
DE RECURSOS NATURALES TROPICALES

Mérida, Yuc, México, noviembre del 2018



**UADY**

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE YUCATÁN

COORDINACIÓN GENERAL  
DEL SISTEMA DE POSGRADO,  
INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

POSGRADO INSTITUCIONAL EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES TROPICALES

**ALUMNO: MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
OMAR ORLANDO CASTILLO TRUJILLO**

**SÍNODO DEL EXAMEN DE TESIS DE GRADO**

**DR. LUIS SARMIENTO FRANCO  
CCBA-UADY**

**DR. ARMANDO AGUILAR CABALLERO  
CCBA-UADY**

**DR. DAVID OSEGUERA MONTIEL  
CCBA-UADY**

**DR. FELIPE TORRES ACOSTA  
CCBA-UADY**

**DR. ARTURO CASTELLANOS RUELAS  
CIR-HIDEYO NOGUCHI**

**MÉRIDA, YUCATÁN, NOVIEMBRE DEL 2018**

El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por las facilidades económicas a través de la beca que me permitieron realizar la presente tesis. Muchas gracias.

A mi madre por enseñarme los valores básicos para ser la persona que soy, y por apoyarme en todo el trayecto académico hasta hoy en día.

A mi padre por sus consejos y por enseñarme que la vida no es fácil, y que tenemos que esforzarnos por lo que queremos.

A mis hermanos por apoyarme en las buenas y las malas. En general a toda la familia Trujillo, por su apoyo constante y su cariño.

A mis asesores el M. en C. Ramón Cámara Sarmiento y el Dr. Ronald Santos Ricalde por su paciencia, conocimientos, y disponibilidad de tiempo. Ha sido un honor haber sido su asesorado.

A la Universidad Autónoma de Yucatán, por darme la oportunidad de lograr mis metas académicas. Es un orgullo decir que soy UADY.

A mis compañeros y amigos de generación; por su amistad incondicional: Gladys Noh Cuxim, Ivette Velázquez Delgado, Eduardo Ramos Bruno, Eduardo Ávalos Borges, José Ortiz Esquivel.

## RESUMEN

La producción animal intensiva se caracteriza por un elevado número de animales por unidad de espacio, misma que tiene efectos sobre conductas e indicadores productivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres densidades de corderos (0.6 m<sup>2</sup>, 1.2 m<sup>2</sup> y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero) en corrales de piso elevado, sobre patrones conductuales, ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento y conversión alimenticia, en corderos de una granja intensiva en Yucatán. El experimento presentó un diseño de bloques, con cuatro repeticiones por tratamiento. El mismo inició con el pesaje de corderos y su distribución en tres corrales con 12 m<sup>2</sup> de área, formando tres densidades: 0.6 m<sup>2</sup>/cordero, 1.2 m<sup>2</sup>/cordero y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero (20, 10 y 5 corderos, respectivamente). Se pesaron los días 10, 20, y 30, obteniendo así las GDP. Se registró el consumo de alimento, pesando el alimento ofrecido y rechazado, y así calcular la conversión alimenticia. Así mismo, se registró de 6:00 a las 18:00 horas la ingesta de alimento, actividad física (acostado y de pie), y agresiones. Las medias de los indicadores productivos y las frecuencias de comportamientos fueron evaluadas mediante un análisis de varianza de bloques con un diseño de medidas repetidas. No se encontraron diferencias significativas sobre los indicadores productivos (GDP, consumo de alimento y conversión alimenticia), así como en el comportamiento acostado. Se observaron tendencias en aumentar el porcentaje de corderos de pie y la frecuencia de agresiones. La conducta de ingesta de alimento presentó diferencias significativas, observándose una menor frecuencia (0.2876) en 0.6 m<sup>2</sup>/cordero en comparación de 2.4 y 1.2 m<sup>2</sup>/cordero (0.3352, y 0.3279, respectivamente). Se concluye que el aumento de la densidad de población disminuye la conducta de consumo de alimento, siendo mejor el tratamiento 1.2 m<sup>2</sup>/cordero desde el punto de vista económico (mayor cantidad de kg de cordero finalizado por m<sup>2</sup>), sin afectar considerablemente el bienestar de los animales.

## SUMMARY

Intensive animal production is characterized by a high number of animals per unit of space, which has effects on behavior and productive indicators. The objective of the present study was to evaluate the effect of three densities of lambs (0.6 m<sup>2</sup>, 1.2 m<sup>2</sup> and 2.4 m<sup>2</sup> / lamb) in high floor pens, on behavioral patterns, daily weight gain (DWG), food consumption and feed conversion, in lambs of an intensive farm in Yucatan. The experiment presented a block design, with four repetitions per treatment. It began with the weighing of lambs and its distribution in three pens with 12 m<sup>2</sup> of area, forming three densities: 0.6 m<sup>2</sup> / lamb, 1.2 m<sup>2</sup> / lamb and 2.4 m<sup>2</sup> / lamb (20, 10 and 5 lambs, respectively). The days 10, 20, and 30 were weighed, obtaining the DWG. Food consumption was recorded, weighing the food offered and rejected, and thus calculating the feed conversion. Likewise, the intake of food, physical activity (lying down and standing), and aggressions were recorded from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. The means of the productive indicators and the frequencies of behaviors were evaluated through a variance analysis of blocks with repeated measures. No significant differences were found in the productive indicators (DWG, food consumption and feed conversion), as well as in lying behavior. There were tendencies to increase the percentage of standing lambs and the frequency of attacks. The behavior of food intake showed significant differences, observing a lower frequency (0.28) in 0.6 m<sup>2</sup> / lamb compared to 2.4 and 1.2 m<sup>2</sup> / lamb (0.33, and 0.32, respectively). It is concluded that the increase in population density decreases the behavior associated to the consumption of food, being better the treatment 1.2 m<sup>2</sup>/lamb from the economic point of view (greater amount of kg of lamb finalized by m<sup>2</sup>), without affecting considerably the welfare of the lambs.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1 Ovinocultura en México</b> .....	3
<b>2.2 Situación actual de la producción de carne ovina en Yucatán</b> .....	4
<b>2.3 Manejo de ovinos en sistemas de producción intensivo de engorda</b> .....	6
<b>2.3.1 Interacción humano-animal</b> .....	6
<b>2.3.2 Instalaciones para la engorda</b> .....	7
<b>2.4 Fisiología del estrés</b> .....	10
<b>2.5 Comportamiento y bienestar en sistemas de producción animal</b> .....	12
<b>2.6 Interacción del bienestar e indicadores productivos</b> .....	14
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	17
<b>4. OBJETIVO</b> .....	17
<b>5. REFERENCIAS</b> .....	18
<b>6. ARTÍCULO CIENTÍFICO</b> .....	25

## ÍNDICE DE GRÁFICAS Y CUADROS

<b>Gráfica 1.</b> Resumen nacional de cabezas ovinas desde 2006 hasta 2014.....	4
<b>Cuadro 1.</b> Reportes de densidades de población en sistemas de engorda intensiva de ovinos.....	9
<b>Cuadro 2.</b> Reportes de los efectos de la densidad de población sobre comportamientos e indicadores productivos.....	16
<b>Cuadro 1.</b> Etograma utilizado durante las observaciones de corderos en estudio.	32
<b>Cuadro 2.</b> Medias de ganancia de peso, consumo voluntario y conversión alimenticia, de los tres tratamientos. ....	35
<b>Cuadro 3.</b> Medias ajustadas del porcentaje de animales realizando comportamientos de ingesta de alimento, de pie, parado, y frecuencia de agresiones, de los tres tratamientos.....	36

## 1. INTRODUCCIÓN

En la explotación intensiva, los ovinos permanecen en corrales todo el tiempo, ya sea corrales de piso elevado y ranurados, o a nivel de suelo de concreto, además de ofrecerles allí sus porciones de agua y todo su alimento (Partida *et al.*, 2013). Este sistema está caracterizado por el aumento de la densidad de población, intentando maximizar los niveles de producción, lo que puede afectar a largo plazo el bienestar de los animales (Miranda-de la Lama, 2008; Caroprese *et al.*, 2009). Las condiciones precarias de alojamiento, pueden afectar el bienestar y la salud de los animales en sistemas de producción intensiva; siendo la interacción humano-animal, inadecuadas instalaciones y el transporte los principales factores que pueden afectarlos (Tafur y Acosta, 2006; Caroprese, 2008).

Un factor importante que afecta el comportamiento normal y el bienestar de los ovinos en granjas intensivas, es la densidad de población (Miranda-de la Lama, 2008; Caroprese *et al.*, 2009). Estas imponen limitaciones espaciales que influyen en el comportamiento de sus habitantes (búsqueda de lugares de descanso, distribución de alimentos, cohesión grupal, aumento de agresividad, entre otros) (Michelena *et al.*, 2008; Jorgensen *et al.*, 2009; Centoducati *et al.*, 2015), no permitiéndoles satisfacer sus necesidades, creándose así situaciones constantes de estrés que los afectan de manera psicológica (restricciones de espacio, manejo, entre otros) y física (hambre, sed, fatiga, lesiones o temperaturas extremas) (Spinka, 2006).

Dichas situaciones no solo comprometen el bienestar, también los indicadores productivos, observándose una mayor mortalidad y morbilidad, pérdidas de peso, disminución de la GDP, menor ingesta de alimento, lesiones corporales y cambios bioquímicos que afectan negativamente los factores organolépticos de la carne (color, sabor, aroma, entre otros) y físicos (pH, capacidad de retención de agua) (Mota *et al.*, 2012). Por lo tanto, procurar el bienestar, también promueve la

productividad, ya que ésta se incrementa cuando se mitiga el estrés (Koscinczuk, 2014; De *et al.*, 2015).

Todo lo anterior, indica la importancia de identificar el efecto de la densidad de población, sobre los patrones conductuales e indicadores productivos, siendo de utilidad para poder tomar decisiones que beneficien a los productores, sin dejar a un lado el bienestar de los animales.

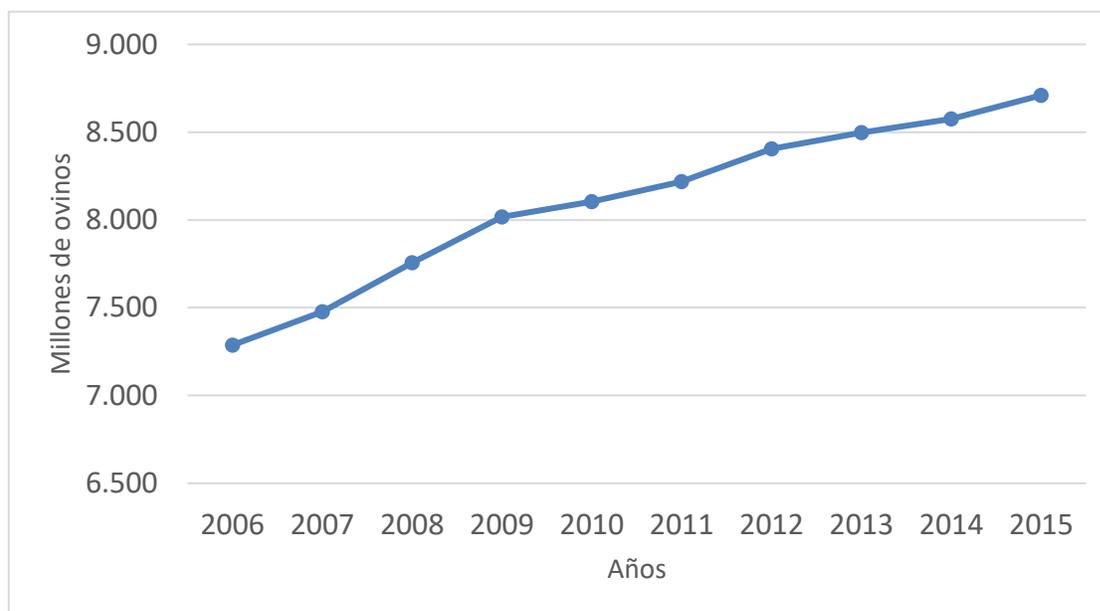
## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Ovinocultura en México

La producción de ovinos en México, es baja en comparación con las otras especies pecuarias de importancia (FAO, 2003). Tradicionalmente, México ha sido deficitario en la producción ovina de carne, teniendo que recurrir a las importaciones para complementar el abasto (Arteaga, 2007). Sin embargo, la ovinocultura durante el periodo de 2000 y 2008 presentó un aumento de ovinos, pasando de 6,045,999 cabezas ovinas a 7,757,266, incrementando la tasa media anual de crecimiento (3.16%) (Castro y Guerrero, 2010). Un punto a recalcar, es que la orientación de la ovinocultura mexicana es primordialmente hacia la producción de carne, donde obtienen altos precios en pie y en canal, en comparación con otras especies pecuarias (Cuéllar *et al.*, 2011). Hasta el 2015, México reporta alrededor de 8,710,781 cabezas ovinas (Gráfica 1) (SIAP, 2015a).

Los sistemas de producción ovina se dividen de acuerdo a su intensidad de régimen productivo: intensivo, semi-intensivo y extensivo, donde cada uno posee características que los hacen distintivos en su clasificación (Partida *et al.*, 2013; Munoz-Osorio *et al.*, 2016). En esta revisión se dará énfasis a la producción intensiva en confinamiento, debido a la influencia de sus características de manejo e instalaciones sobre el comportamiento, bienestar animal e indicadores productivos de las mismas granjas.

**Gráfica 1.** Censo nacional de cabezas ovinas desde 2006 hasta 2015.



Fuente: SIAP (2015a).

## 2.2 Situación actual de la producción de carne ovina en Yucatán

Yucatán cuenta con un clima cálido subhúmedo (85.5%), seco y semiseco (14.5%). Su temperatura media anual es de 26°C, siendo su temperatura máxima alrededor de 36°C y una mínima promedio de 16°C; su precipitación media anual es de 1,100 mm, con una humedad relativa promedio de 78% de mayo a octubre y de 73% de noviembre a abril (INEGI, 2013). Estas condiciones ambientales deberían tomarse en cuenta al realizarse el diseño de instalaciones en la granja y la planeación del manejo de los animales (por ejemplo, el calor), mismos que se retomarán más adelante en esta revisión.

En la zona centro-norte del estado, la ovinocultura era una actividad que se practicaba de manera tradicional, con rebaños explotados en su mayoría a nivel de traspatio, con infraestructura rústica y sistemas de alimentación poco definidos, lo cual se traducía en indicadores productivos relativamente bajos. Actualmente el

panorama de la industria se dirige en un rumbo diferente en Yucatán, ya que presenta cambios sustanciales como la conformación de asociaciones especializadas en ovinos, mercado constante, precios atractivos y apoyos gubernamentales, reflejando la inclusión de nuevos productores con inversiones importantes, permitiendo en mayor o menor medida, la incorporación de prácticas tecnológicas en el manejo del rebaño, con finalidad de producción definidas (Góngora-Pérez *et al.*, 2010). El último censo en Yucatán reporta 137,805 cabezas ovinas (SIAP, 2015b).

El principal propósito en sistemas intensivos y tecnificados es generar superávit, por lo tanto deben ser completamente redituables, siendo la alimentación el punto importante, ya que representa más del 60% de los costos de producción. En este sistema se incluye la cría y desarrollo de animales para propósitos reproductivos (venta de pie de cría), la producción, finalización y venta de ovinos para el abasto (Partida *et al.*, 2013).

En la explotación intensiva, los ovinos permanecen en corrales con pisos de rejilla elevados o de concreto a nivel de piso, donde se les proporciona sombra, agua y se les provee de todo su alimento. En este aspecto, Munoz-Osorio *et al.* (2015b) reportaron en Yucatán que la mayoría de los productores (61.76%) utilizan sistemas intensivos de engorda en corrales a nivel del suelo (SICS); poco menos de la mitad (32.35%) utiliza sistemas intensivos de engorda en corrales elevados con piso de rejilla (SICE), y una mínima parte ambos sistemas (5.88%). En el caso del espacio vital, los SICS presentan una mayor área de corral con una media de  $1.9 \pm 0.9$  m<sup>2</sup>/cordero, en comparación con los  $0.6 \pm 0.3$  de los SICE. Por corral reportan un total de animales/corral de  $13.2 \pm 7.1$  para SICS y  $15.5 \pm 5.4$  para SICE. De igual manera reporta que el peso vivo al inicio y al final de la engorda, el consumo de alimento y la conversión alimenticia entre SICS y SICE fue similar; únicamente la ganancia de peso diario fue mayor en los corderos presentes en SICE comparado con SICS ( $270 \pm 74.9$  y  $183.0 \pm 66.7$  kg, respectivamente).

Las razas más utilizadas por sistemas de engorda en Yucatán son Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Kathdin (Munoz-Osorio *et al.*, 2015a; Munoz-Osorio *et al.*, 2016). Cabe señalar que la cruce entre estas razas es una práctica común en Yucatán, reportando Góngora *et al.* (2010) y Munoz-Osorio *et al.* (2015a) un porcentaje total del rebaño de 68.7% y 93.94%, respectivamente.

### **2.3 Manejo de ovinos en sistemas de producción intensivo de engorda**

El manejo durante las etapas de la producción de los ovinos, tiene un efecto en el bienestar de los mismos. La calidad del manejo, está relacionada con la disponibilidad en tiempo y forma de alimentos de buena calidad, de acuerdo a la especie, etapa fisiológica y productiva; libre acceso al agua en cantidad y calidad suficiente; correctas instalaciones para los animales; contar con medidas sanitarias adecuadas; capacitación con conocimientos de manejo como transporte de animales, procedimientos dolorosos (descorne, marcado, entre otros) (Córdova *et al.*, 2009).

#### **2.3.1 Interacción humano-animal**

Durante el manejo de los ovinos, estos usualmente se desplazan con estímulos de miedo, siendo adverso para los animales. Se debe entender, que la interacción con las personas tiene implícito un estrés para los ovinos, el cual se debe reducir. Por lo tanto, el bienestar animal se relaciona con el adecuado trato a los animales por parte de las personas (Partida *et al.*, 2013). Los ovinos deben acostumbrarse al manejo humano y se debe contar con el equipo necesario para sujetar, descornar, entre otros (Hernández *et al.*, 2013).

Se sabe que un trato adecuado mejora la relación humano-animal y, por lo tanto, amortigua las reacciones negativas bajo situaciones de estrés, facilita el manejo, reduce accidentes, contusiones y golpes en los animales, disminuyendo así las

pérdidas económicas (Dwyer y Bornett, 2004; Reefman *et al.*, 2012; Partida *et al.*, 2013).

Se deben tomar en cuenta las características conductuales de la especie presente en la granja para su manipulación. Por ejemplo, los animales gregarios seguramente se mostrarán nerviosos al mantenerlos separados de su grupo; por lo tanto, se deben establecer estrategias para lograr que los animales se muestren más tranquilos, evitando situaciones indeseables (Córdova *et al.*, 2009).

Por lo tanto, los ovinocultores y su personal deben contar con una buena capacitación en el manejo de los animales en general, buscando no provocar constantes situaciones de estrés que afecten el bienestar. Por ello, el personal debe contar con conocimientos sobre comportamientos e indicadores de bienestar animal, hasta bioseguridad (Dwyer y Bornett, 2004; OIE, 2012).

### **2.3.2 Instalaciones para la engorda**

El diseño de las instalaciones es importante para la operación exitosa de la producción ovina (O'Brien, 2002). Todas las granjas ovinas deben contar con instalaciones adecuadas para el manejo del rebaño, sin que se produzcan heridas o miedos excesivos, teniendo presente el conocimiento sobre el comportamiento normal de los animales, procurando así las condiciones idóneas para el establecimiento de la especie dentro de los corrales (Grandin y Deesing, 2008; Hernández, *et al.*, 2013; Partida *et al.*, 2013).

La disponibilidad de espacio es un factor que influye dentro del manejo, debiéndose conocer las necesidades espaciales de la especie presente en la granja, teniendo en cuenta la superficie física que ocupan por su tamaño, el área para realizar sus

actividades y el espacio necesario para la ubicación de los comederos, bebederos, patio interior, entre otros. Además, se debe tener en cuenta el comportamiento social, siendo la escala jerárquica un indicador para no mantener determinados animales juntos, y se limite el número albergado en un mismo corral (Grupo Latino Editores Ltda, 2008).

La producción animal intensiva es caracterizada por grandes cantidades de animales por unidad de espacio (aumento de densidad de población) (Estevez *et al.*, 2007). Una elevada densidad de población puede aumentar lesiones y producir efectos adversos en el rendimiento productivo, así como en su comportamiento. Lo ideal es que cada miembro del grupo tenga un área de espacio para echarse, descansar, alimentarse, entre otros, dependiendo de la especie y la edad del grupo (Estevez *et al.*, 2007; OIE, 2012; Hernández-Uribe *et al.*, 2013).

La densidad de población tiene una influencia importante sobre el bienestar, los patrones conductuales e indicadores productivos de los ovinos en sistemas de producción intensiva, siendo las limitaciones de espacio, una fuente constante de estrés. En el cuadro 1 se mencionan las densidades de población recomendadas o reportadas en sistemas de producción ovina de engorda.

**Cuadro 1.** Reportes de densidades de población en sistemas de engorda intensiva de ovinos.

Densidad población por corral	Autor (es)
-Animales jóvenes (15-25 kg/PV): 0.6 m <sup>2</sup> /ovino -Animales jóvenes (25-40 kg/PV): 1 m <sup>2</sup> /ovino	Sevi <i>et al.</i> , 2007 (Italia)
-Animales destetados menores de 1 año: 3 m <sup>2</sup> /ovino	Grupo Latino Editores Ltda, 2008.
-Ovinos post-destete: 0.5 a 1 m <sup>2</sup> /ovino	Cuéllar, 2008 (México)
-Corral elevado: 0.6 m <sup>2</sup> /ovino -Corral de piso: 4.42 m <sup>2</sup> /ovino	Sánchez-Loeza <i>et al.</i> , 2013 (Muna, Yucatán, México).
-Corderos de engorda (25kg): 0.2 a 0.3 m <sup>2</sup> /ovino -Corderos de engorda (35kg): 0.5 a 0.75 m <sup>2</sup> /ovino	Hernández-Uribe <i>et al.</i> , 2013 (Buenas prácticas pecuarias México).
-Cordero: 1.5 a 2 m <sup>2</sup> /ovino	RSPCA., 2013 (Reino Unido).
-Corral elevado: 0.6 ± 0.3 m <sup>2</sup> /ovino -Corral piso de cemento: 1.9 ± 0.9 m <sup>2</sup> /ovino	Muñoz-Osorio <i>et al.</i> , 2015b (Yucatán, México).

Han surgido nuevos desarrollos tecnológicos para el alojamiento de corderos después del destete, y durante el periodo de engorda. Esto llega a ser de importancia en climas como el trópico húmedo y sub-húmedo, los cuales presentan obstáculos para la crianza de ovinos (Martínez *et al.*, 2010). En el trópico sub-húmedo de México, los sistemas intensivos de engorda de ovinos han promovido el uso de los SICE, para prevenir el contacto entre las heces fecales y promover una adecuada ventilación (que puede afectar la salud en condiciones de calor) (Munoz-Osorio *et al.*, 2016).

La influencia del tipo de piso sobre la productividad ha sido reportada en Yucatán, como se mencionó anteriormente, Munoz-Osorio *et al.* (2016) identificaron que los ovinos en SICE presentaron mayor ganancia de peso vivo en comparación de los SICS.

La optimización de espacio es una de las ventajas reportadas por parte de los SICE (Cuéllar, 2008), donde se recomienda una densidad de 0.5 m<sup>2</sup>/ovino. Sin embargo, las elevadas densidades de población producen efectos negativos sobre los animales. Además, los ovinos tienen preferencia a suelos suaves con menor transmisión de calor, no siendo recomendados los pisos de rejilla de metal, los cuales son utilizados para los SICE (Farevik *et al.*, 2005; McGreevy *et al.*, 2006). En este aspecto, no existen estudios en Yucatán sobre la influencia del tipo de piso en los corrales intensivos sobre el comportamiento y el bienestar animal.

## **2.4 Fisiología del estrés**

El estrés es una respuesta fisiológica que los animales presentan cuando se altera su homeostasis, amenazando no solo el bienestar, también la supervivencia de los individuos. La naturaleza, magnitud, y duración de los estímulos específicos que causan estrés, son factores importantes para determinar la magnitud y grado de la respuesta adaptativa producida en el animal. Si esta es elevada, se produce una disfunción, deshabilitación, depresión y enfermedad, las cuales predisponen a un distrés (estrés que afecta negativamente las funciones biológicas) y sufrimiento, que en conjunto constituyen el “síndrome de enfermedad”, poniendo en riesgo la vida. Estos estímulos ocurren cuando los animales experimentan enfermedad, trauma o cirugía, o ellos perciben una amenaza o ambiente no familiar. Los estímulos auditivos y visuales, producen y potencian la entrada somatosensorial al Sistema Nervioso Central (SNC), donde se producen señales para producir respuestas sensoriales, autonómicas, endócrinas, e inmunes, que contribuyen al mecanismo

que procura proteger su integridad y/o mantener la homeostasis (Koscinczuk, 2014; Gaynor y Muir III, 2015).

Aún sin un estímulo doloroso, las amenazas y el ambiente pueden producir un estado de ansiedad y miedo en los animales, sensibilizándolos y amplificando la respuesta al estrés, aumentando la sensación de dolor (hiperalgesia inducida por estrés) o suprimir el dolor (analgesia inducida por estrés), dependiendo de la severidad del dolor o anteriores experiencias del animal ante situaciones estresantes o dolorosas, gracias a la modificación química desencadenada (Gaynor y Muir III, 2015).

El sistema nervioso autónomo (SNA) es el responsable de la respuesta inmediata, luego de una disrupción de la homeostasis o amenaza al bienestar del individuo, procurando la integridad antes de volverse consciente la amenaza (Koscinczuk, 2014). Posteriormente, los diferentes estímulos viajan hasta el SNC, donde el tálamo e hipotálamo serán las zonas finales de respuesta antes de ser consciente, cambiando la composición química cerebral, provocando así un estado de alerta, afectando el desempeño de aprendizaje, y la memoria, produciéndose ajustes conductuales, además de los cambios fisiológicos. Después de ingresar la información, el tálamo la envía hacia la corteza somatosensorial, el cual la proyecta a diferentes áreas de asociación, incluyendo el sistema límbico. Este sistema incluye al círus cingulado (comportamiento, emoción), amígdala (miedo condicionado, ansiedad), hipocampo (memoria), hipotálamo (actividad autonómica simpática), y el locus ceruleus (LC) (vigilancia, comportamiento). Los estímulos estresantes incrementan la concentración del factor liberador de corticotropina (FCR) en el hipotálamo, amígdala y LC, incrementando estado de alerta, ansiedad, miedo, y en algunos animales, ira. El FCR sirve como un neurotransmisor excitatorio en el LC, liberando ACTH, norepinefrina cortical, dopamina y 5-hidroxitriptamina (5-TH), que en conjunto producen estado de hiperrespuesta, hipervigilancia, y agitación (Gaynor y Muir III, 2015).

Cabe señalar que la experiencia previa (memoria) y el estado físico actual (salud, estado de dolor) desempeñan un papel importante en la determinación de las respuestas adaptativas y de comportamiento animal. De igual manera, el estrés prolongado modifica la habilidad de aprendizaje y generalmente resulta en miedo, periodos de agresión y conductas evasivas (Gaynor y Muir III, 2015).

Estas respuestas fisiológicas al estrés a corto plazo, permiten al animal hacer frente a un estímulo estresante. Al solucionarse la situación, el sistema debería desactivarse y la respuesta al estrés desaparecería, lográndose la adaptación al evento estresante. Sin embargo, el estrés comienza a ser perjudicial (distrés), cuando los cambios en el individuo no son suficientes para neutralizar el desencadenante. Un ejemplo es cuando el animal no tiene control sobre la situación, o no puede predecir lo que va a suceder, por lo que la respuesta neuroendocrina se mantiene, provocando hiperglucemia, catabolismo muscular, hipertensión, alteraciones de la memoria y control del comportamiento e inmunosupresión (Koscinczuk, 2014).

## **2.5 Comportamiento y bienestar en sistemas de producción animal**

El bienestar animal, es un tema de vital importancia en los sistemas de producción, radicando en la relación del trato que las personas les proporcionan a los animales, y el diseño de las instalaciones (Córdova *et al.*, 2009). Las granjas llegan a presentar condiciones precarias de alojamiento, lo que afecta el bienestar y la salud de los animales (Caroprese, 2008).

El bienestar animal, se define como todo aquello que tenga relación con la satisfacción física, psicológica y mental de los animales, que les permita mantener un estado de equilibrio con su medio (Miranda-de la Lama, 2008; Córdova *et al.*, 2009). Es importante que el animal sea capaz de adaptarse a su medio, y poder satisfacer sus necesidades físicas y mentales. Existen tres escenarios en los que

los animales pueden responder a su medio: a) No se adaptan, se enferman o mueren, siendo la morbilidad y mortalidad indicadores de bienestar; b) se logra una adaptación pero con la presencia constante de estrés, que disminuye el bienestar; c) se presenta en un ambiente adecuado y puede satisfacer sus necesidades sin complicaciones, manteniendo un satisfactorio estado de bienestar (Miranda-de la Lama, 2008).

Las instalaciones de los sistemas de producción animal deben ser diseñadas con base en las características propias de la especie, como sus conductas, necesidades físicas, etapa fisiológica, edad, infraestructura, entre otros (Miranda-de la Lama, 2008; Córdova *et al.*, 2009).

Tradicionalmente, los sistemas intensivos de producción han sido diseñados para facilitar prácticas de manejo, sin tomar en cuenta las necesidades conductuales de los individuos (Miranda-de la Lama, 2008). De igual manera, están caracterizados por el aumento de la densidad de población para intentar maximizar los niveles de producción, y esto puede afectar a largo plazo el bienestar de los animales (Miranda-de la Lama, 2008; Caroprese *et al.*, 2009). En este aspecto, diversos estudios han demostrado que los ovinos confinados en sistemas intensivos, presentan un incremento de la secreción de cortisol, trayendo consigo efectos secundarios en el animal (Caroprese, 2008).

Los métodos de manejo en los sistemas de producción, han sido diseñados para minimizar sus consecuencias negativas hacia los animales y la productividad misma (Yardimci *et al.*, 2012). Existen varios factores que pueden afectar el bienestar animal e indicadores productivos, como son el manejo, las inadecuadas instalaciones y el transporte (Tafur y Acosta, 2006; Córdova *et al.*, 2009).

La densidad de población es un factor de importancia en las granjas intensivas de ovinos, debido a las consecuencias sobre el comportamiento y bienestar de los animales (Bøe *et al.*, 2006; Miranda-de la Lama, 2008; Caroprese *et al.*, 2009). En un entorno de cautividad, se imponen limitaciones espaciales que influyen en el comportamiento de sus habitantes (búsqueda de lugares de descanso, distribución de alimentos, cohesión grupal, aumento de agresividad, entre otros) (Bøe *et al.*, 2006; Van *et al.*, 2007; Michelena *et al.*, 2008; Jorgensen *et al.*, 2009; Averós *et al.*, 2014; Centoducati *et al.*, 2015). Al no permitirles expresar sus conductas normales, se producen consecuencias negativas, creándose situaciones constantes de estrés que los afectan de manera psicológica (restricciones de espacio, manejo, entre otros) o física (hambre, sed, fatiga, lesiones o temperaturas extremas) (Spinka, 2006; Yardimci *et al.*, 2012).

Para permitir expresar las conductas normales, se depende de los requerimientos propios de la especie y de las condiciones ambientales que los rodean (Spinka, 2006). Los animales con menores densidades de población, expresan sus preferencias individuales, mantienen un equilibrio en la organización social y desarrollan habilidades cognitivas, los cuales son importantes para garantizar un buen nivel de bienestar en sistemas de producción (Miranda-de la Lama, 2008; Vas y Andersen, 2015).

## **2.6 Interacción del bienestar e indicadores productivos**

El bienestar animal se relaciona con el trato adecuado hacia los animales, y se complementa con el objetivo de la producción ovina, que es generar productos sanos para los consumidores, en cada uno de los eslabones de la cadena alimenticia. Además, al mejorar las condiciones de los animales dentro de la granja, no solo beneficia el bienestar animal, sino que pueden mejorarse los niveles y la calidad de producción (Partida *et al.*, 2013).

Como se menciona anteriormente, el mal manejo produce un deficiente bienestar animal, y sus consecuencias se ven reflejados en mayor mortalidad, animales enfermos que deben ser expurgados, pérdidas de peso, lesiones corporales y cambios bioquímicos que afectan negativamente los factores organolépticos de la carne (color, sabor, aroma, entre otros) y físicos (pH, capacidad de retención de agua) (Mota *et al.*, 2012).

Diferentes estudios han demostrado el efecto de la densidad de población sobre los indicadores productivos (Cuadro 2). En sistemas de producción de carne, Horton *et al.* (1991) y Leme *et al.* (2013) identificaron que las ovejas presentaron una mayor ingesta de alimento y ganancia de peso al presentarse en bajas densidades de población, en comparación de altas densidades. Bajo este aspecto, Munoz-Osorio *et al.* (2015b) añaden que, aunado a la alta densidad, la presencia de una baja higiene en el corral promueve la disminución de la ingesta y ganancia de peso diario.

Por lo tanto, el monitoreo del comportamiento y bienestar de los animales de granja, resulta relevante y necesario para que las empresas puedan llevar a cabo su trabajo de manera efectiva, tanto ética como económicamente (Mota *et al.*, 2012).

En Yucatán, no existen estudios donde se relacione el efecto de la densidad de población, sobre los patrones conductuales e indicadores productivos en sistemas de producción ovina intensiva en corrales de piso elevado, siendo importante esta relación, para buscar beneficios a largo plazo desde la perspectiva del bienestar animal y la producción.

**Cuadro 2.** Reportes de los efectos de la densidad de población sobre comportamientos e indicadores productivos.

<b>Densidad de población por corral</b>	<b>Efectos negativos sobre comportamientos e indicadores productivos</b>	<b>Autor (es)</b>
-Ovejas adultas: 3 y 1.5 m <sup>2</sup> /oveja	-Aumento en desplazamientos dentro del corral -Disminución en conteo leucocitario -Disminución en calidad de leche; aumento de células somáticas en leche	Caroprese <i>et al.</i> (2008)
-Ovejas adultas: Grupos mayores a 9 individuos	-Aumento de tiempo parados o caminando -Disminución en tiempos de descanso	Jørgensen <i>et al.</i> (2009)
-Ovejas adultas: 0.5, 0.75, y 1 m <sup>2</sup> /oveja	-Disminución en tiempos de descanso -Aumento de desplazamientos dentro del corral	Leme <i>et al.</i> (2013)
-Ovejas adultas gestantes: 1, 2, y 3 m <sup>2</sup> /oveja	-Disminución en tiempos de descanso -Menor tiempo en ingesta de alimento	Averós <i>et al.</i> (2014)
-Corderos destetados a los 35 días: 0.34, 0.48, y 0.63 m <sup>2</sup> /cordero	-Aumento de tiempo parados -Disminución en tiempos de descanso, alimentación y rumiado -Sin diferencias significativas en ganancia de peso	Norouzian (2017)

### **3. HIPÓTESIS**

Los corderos criados en bajas densidades de población en corrales elevados con piso de rejilla, presentan menores modificaciones conductuales y mejores indicadores productivos en comparación con altas densidades de población, en sistemas intensivos de engorda en Yucatán.

### **4. OBJETIVO**

Evaluar el efecto de tres densidades de población (0.6 m<sup>2</sup>, 1.2 m<sup>2</sup> y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero) en corrales de piso elevado, sobre patrones conductuales, ganancia diaria de peso (GDP), consumo voluntario y conversión alimenticia, en corderos de una granja intensiva en Yucatán.

## 5. REFERENCIAS

- Arteaga, C.J.D. 2007. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. 8° Congreso Mundial del Cordero y la Lana. Querétaro, México.
- Averós, X., Lorea, A., de Heredia, I. B., Ruiz, R., Marchewka, J., Arranz, J. 2014. The behaviour of gestating dairy ewes under different space allowances. *Applied Animal Behaviour Science*, 150, 17-26.
- Bøe, K.E., Berg, S., Andersen, I.L. 2006. Resting behaviour and displacements in ewes-effects of reduced lying space and pen shape. *Applied Behaviour Science*, 94, 249-259.
- Castro, M.J.M., Guerrero, C.A.J. 2010. Ovinocultura para pequeños y medianos productores de Yucatán. *Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)*, No. 10.
- Caroprese, M. 2008. Sheep housing and welfare. *Small Ruminant Research*, 76, 21-25.
- Caroprese, M., Annicchiarico, G., Schena, L., Muscio, A., Migliore, R., Sevi, A. 2009. Influence of space allowance and housing conditions on the welfare, immune response and production performance of dairy ewes. *Journal of Dairy Research*, 76(1), 66-73.
- Centoducati, P., Maggolino, A., De Palo, P., Milella, P., Tateo, A. 2015. Semiextensively reared lactating ewes: Effect of season and space allowance reduction on behavioral, productive, and hematologic parameters. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research*, 10(1), 73-77.

- Córdova, A., Ruiz, C.G., Saltijeral, J.A., Xolalpa, V., Cortés, S., Méndez, M., Huerta, R., Córdova, M., Córdova, C., Guerra, E. 2009. Importancia del bienestar animal en las unidades de producción animal en México. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 10(12). Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209.html>
- Cuéllar, O.J.A. 2008. Uso de pisos de rejilla en explotaciones ovinas. En Sistema Producto Ovinos. *Tecnologías en apoyo a los ovinocultores*; (pp 146-148). Obtenido el 20 de noviembre del 2016 de: <http://spo.uno.org.mx/tecnologias-para-ovincultores/>
- Cuéllar, O.J.A., García L.E., De la Cruz C.H.A., Aguilar N.M. 2011. Manual práctico para la cría ovina. Recuperado de: <http://iberovinos.com/iberovinos/images/stories/cyted/Archivos-Sanidad/Manuales-para-productores/Manual-Practico-para-la-Cria-Ovina.pdf>
- De, K., Kumar, D., Kumar, K., Sahoo, A., Naqvi, S. M. K. 2015. Effect of different types of housing on behavior of Malpura lambs during winter in semi-arid tropical environment. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research*, 10(3), 237-242.
- Dwyer, C.M. y Bornett, H.L.I. 2004. Chronic stress in sheep: assessment tools and their use in different management conditions. *Animal Welfare*, 13, 293-304.
- Estevez, I., Andersen, L.I, Naevdal, E. 2007. Group size, density and social dynamics in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 103, 185-204.

- Faarevik, G., Andersen, I.L., Bøe, K.E. 2005. Preferences of sheep for different types of pen flooring. *Applied Animal Behaviour Science*, 90. pp 265-276.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2003. Livestock sector reporte México: Condiciones estructurales, evolución (1990-2000) y perspectivas (2010, 2020, 2030).
- Gaynor, J.S., Muir III, W.W. 2015. Handbook of Veterinary Pain Management. Elsevier Mosby. Missouri, EUA. pp 3-58.
- Góngora-Pérez R.D., Góngora-González S.F., Magaña-Magaña M.A., Lara P.E. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*, 21. pp 131-144.
- Grandin, T. y Deesing, M. 2008. Humane Livestock Handling, Understanding Livestock Behavior and Building Facilities for Healthier Animals. Storey Publishing.
- Grupo Latino Editores Ltda (Ed). 2008. Manual de explotación y reproducción en ovejas y borregos. pp 374-376.
- Hernández-Uribe, T.C., Braña, V.D., Rodríguez, I.G. 2013. Producción de Carne Ovina Buenas Prácticas Pecuarias. Libro técnico No. 8. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Obtenido el 21 de noviembre del 2016:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/14.%20Producci%C3%B3n%20de%20Carne%20Ovina,%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Pecuarias.pdf>

- Horton, G. M. J., Malinowski, K., Burgher, C. C., 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(2-3), 197-204.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2013.
- Jørgensen, G. H. M., Andersen, I. L., Berg, S., Boe, K. E. 2009. Feeding, resting and social behaviour in ewes housed in two different group sizes. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(2-4), 198-203.
- Koscinczuk, P. 2014. Ambiente, adaptación y estrés. *Revista Veterinaria*, 25(1). pp 67-76.
- Leme, T. M., Lencioni, E.A., Gonçalves, C., Franco, A.M., Chiquitelli, M. 2013. Influence of stocking density on weight gain and behavior of feedlot lambs. *Small Ruminant Research*, 115, 1-6.
- Martínez, G.S., Aguirre, O.J., Gómez, D.A.A., Ruíz, F.M., Lemus, F.C., Macías, C.H., Moreno, F.L.A., Salgado, M.S., Ramírez, L.M.H. 2010. Tecnologías para mejorar la producción ovina en México. *Revista Fuente*, 5, 41-51. Obtenido el 20 de noviembre del 2016: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/02-05/5.pdf>
- McGreevy, P.D., George, S., Thomson, P.C. 2006. A note on the effect of changes in flooring on the behaviour of housed rams. *Applied Animal Behaviour Science*, 107, 355-360.

- Michelena, P., Gautrais, J., Gerard, J. F., Bon, R., y Deneubourg, J. L. 2008. Social cohesion in groups of sheep: Effect of activity level, sex composition and group size. *Applied Animal Behaviour Science*, 112(1-2), 81-93.
- Miranda-de la Lama, G. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. *Revista Electrónica Veterinaria*, 9(10B). Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008B.html>
- Mota, R.D., Huertas C.S.M., Guerrero, L.I., Trujillo, O.M.E. 2012. Bienestar animal: Productividad y calidad de la carne. Segunda edición. Elsevier.
- Munoz-Osorio G.A., Aguilar-Caballero A.J., Sarmiento-Franco L.A., Wurzinger M., Cámara-Sarmiento R. 2015a. Descripción de los sistemas intensivos de engorda de corderos en Yucatán, México. *Revista de Investigación de la Universidad De la Salle Bajío*, 7(15), pp 207-226.
- Munoz-Osorio G.A., Aguilar-Caballero A.J., Sarmiento-Franco L.A., Wurzinger M., Gutiérrez-Reynoso, G.A. 2015b. Factores que influyen sobre algunas variables productivas en corderos finalizados en corrales elevados con piso de rejilla. *Nova Scientia*, 7(15), pp 285-296.
- Munoz-Osorio G.A., Aguilar-Caballero A.J., Sarmiento-Franco L.A., Wurzinger M., Gutiérrez-Reynoso G.A. 2016. 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(1), 384-388.
- Norouzian, M.A., 2017. Effect of floor area allowance on behavior and performance of growing lambs. *Journal of Veterinary Behavior*, 19, 102-104.

O'Brien, A. 2002. Planning your sheep handling facility. Factsheet Animal Science.

Obtenido el 23 de noviembre del 2016:

[http://ablamb.ca/producer\\_mgmt/Setting-It-Up-Sheep-Infrastructure/6-Handling-Systems/A-Handling/6-6-Planning-Your-Sheep-Handling-Facility.pdf](http://ablamb.ca/producer_mgmt/Setting-It-Up-Sheep-Infrastructure/6-Handling-Systems/A-Handling/6-6-Planning-Your-Sheep-Handling-Facility.pdf)

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2012. Bienestar animal y sistemas de producción vacuno de carne en Código sanitario para los animales terrestres: Actualización, pp. 1-13.

Partida, J.A., Braña, V.D., Jiménez, S.H., Ríos, R.F.G., Buendía, R.G. 2013. Producción de carne ovina. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico No. 5.

Reefman, N., Muehlemann, T., Wechsler, B., Gygax, L. 2012. Housing induced mood modulates reactions to emotional stimuli in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 136, 146-155.

Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA). 2013. RSPCA welfare standards for sheep. pp 7. Obtenido el 19 de noviembre del 2016: <https://science.rspca.org.uk/ImageLocator/LocateAsset?asset=document&assetId=1232731812601&mode=prd>

Sánchez-Loeza, J.G., Aguilar-Caballero, A.J., Sarmiento-Franco, L.A., Torres-Acosta, J.F.J, Soberanis, O.P. 2013. Evaluación económica de dos sistemas de alojamiento de ovinos de pelo en el trópico. XVII Congreso Internacional de Ovinocultura. pp 461- 464.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015a. Resumen Nacional Ganadero 2006-2015. Recuperado el 21 de noviembre del 2016 de: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166002/Resumen.pdf>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015b. Resumen Nacional y Entidad Federativa Ganadero 2006-2015. Recuperado el 21 de noviembre del 2016 de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166001/ovino.pdf>

Sevi, A., Casamassima, D., Pulina, G., Pazzona, A. 2007. Factors of welfare reduction in dairy sheep and goats. *Italian Journal of Animal Science*, 8(1), 81-101.

Spinka, M. 2006. How important is natural behaviour in animal farming systems? *Applied Animal Behaviour Science*, 100(1-2), 117-128.

Tafur, M. y Acosta J.M. 2006. Bienestar animal: Nuevo reto para la ganadería. Produmedios: Productos Editoriales y Audiovisuales. Bogotá, Colombia. pp 8-15.

Van, D.T.T., Thi, M.N., Ledin, I. 2007. Effect of group size on feed intake, aggressive behaviour and growth rate in goat kid and lambs. *Small Ruminant Research*, 72, 187-196.

Vas, J., y Andersen, I. L. 2015. Density-Dependent Spacing Behaviour and Activity Budget in Pregnant, Domestic Goats (*Capra hircus*). *Plos One*, 10(12), 17.

Yardimci, M., Shin, E.H., Centigul, I.S., Bayram, I., Aslan, R., Sengor, E. 2012. Stress responses to comparative handling procedures in sheep. *Animal*, 7(1), 143-150.

## 6. ARTÍCULO CIENTÍFICO

El documento a continuación, sigue la guía para de autores de la revista **Applied Animal Behaviour Science**, de Saunders Elsevier.

**Efecto de la densidad de población sobre conductas e indicadores productivos en corderos.**

Castillo-Trujillo<sup>a1</sup>, Omar Orlando; Cámara-Sarmiento<sup>a</sup>, Ramón.; Santos-Ricalde<sup>a</sup>, Ronald.

<sup>a</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil, Km. 15.5, apartado postal 4-116, CP. 97100, Mérida, Yucatán, México.

<sup>1</sup> Autor correspondiente: [o2castillo.trujillo@gmail.com](mailto:o2castillo.trujillo@gmail.com)

## 1. RESUMEN

La producción animal intensiva se caracteriza por un elevado número de animales por unidad de espacio, misma que tiene efectos sobre conductas e indicadores productivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres densidades de corderos (0.6 m<sup>2</sup>, 1.2 m<sup>2</sup> y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero) en corrales de piso elevado, sobre patrones conductuales, ganancia de peso (GDP), consumo voluntario y conversión alimenticia, en corderos de una granja intensiva en Yucatán. El experimento presentó un diseño de bloques, con cuatro repeticiones por tratamiento. El mismo inició con el pesaje de corderos y su distribución en tres corrales con 12 m<sup>2</sup> de área, formando tres densidades: 0.6 m<sup>2</sup>/cordero, 1.2 m<sup>2</sup>/cordero y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero (20, 10 y 5 corderos, respectivamente). Se pesaron los días 10, 20, y 30, obteniendo así las GDP. Se registró el consumo de alimento, pesando el alimento ofrecido y rechazado, y así calcular la conversión alimenticia. Así mismo, se registró de 6:00 a las 18:00 horas la ingesta de alimento, actividad física (acostado y de pie), y agresiones. Las medias de los indicadores productivos y las frecuencias de comportamientos fueron evaluadas mediante un análisis de varianza de bloques con medidas repetidas. No se encontraron diferencias significativas en los indicadores productivos (GDP, consumo de alimento y conversión alimenticia), así como en el comportamiento acostado. Se observaron tendencias a aumentar el porcentaje de corderos de pie y la frecuencia de agresiones. La conducta de ingesta de alimento presentó diferencias significativas, observándose una menor frecuencia (0.28 en 0.6 m<sup>2</sup>/cordero en comparación de 2.4 y 1.2 m<sup>2</sup>/cordero (0.33, y 0.32 respectivamente). Se concluye que el aumento de la densidad de población disminuye la conducta asociada al consumo de alimento, siendo mejor el tratamiento 1.2 m<sup>2</sup>/cordero desde el punto de vista económico (mayor cantidad de kg de cordero finalizado por m<sup>2</sup>), sin afectar considerablemente el bienestar de los corderos.

Palabras clave: corderos, densidad de población, conductas, indicadores productivos.

#### Destacados

-El aumento de la densidad de población disminuye la conducta de ingesta de alimento en corderos.

-La ganancia de peso diario, consumo de alimento y conversión alimenticia no se afectan al aumentarse la densidad de población.

## 2. INTRODUCCIÓN

La producción intensiva animal está caracterizada por el aumento de la densidad de población, intentando maximizar los niveles productivos, manejo que afecta a mediano y largo plazo el bienestar de los mismos (Miranda-de la Lama, 2008; Caroprese *et al.*, 2009). Esta impone limitaciones espaciales que influyen en el comportamiento de sus habitantes (búsqueda de lugares de descanso, ingesta de alimento, cohesión grupal, agresividad, entre otros) (Jorgensen *et al.*, 2009; Centoducati *et al.*, 2015), no permitiéndoles satisfacer sus necesidades, creándose situaciones constantes de estrés que los afectan de manera mental y física.

Estas situaciones constantes de estrés no solo comprometen el bienestar, también los indicadores productivos, observándose una mayor mortalidad y morbilidad, pérdidas de peso, disminución de la GDP, menor ingesta de alimento, lesiones corporales y cambios bioquímicos que afectan negativamente los factores organolépticos de la carne (color, sabor, aroma, entre otros) y físicos (pH, capacidad de retención de agua) (Mota *et al.*, 2012). Por lo tanto, procurar el bienestar, también promueve la productividad, ya que ésta se incrementa cuando se mitiga el estrés (Koscinczuk, 2014; De *et al.*, 2015).

Lo mencionado anteriormente, indica la importancia de identificar el efecto de la densidad de población, sobre los patrones conductuales e indicadores productivos, siendo de utilidad para poder tomar decisiones que beneficien a los productores, sin dejar a un lado el bienestar de los animales. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres densidades de población (0.6 m<sup>2</sup>, 1.2 m<sup>2</sup> y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero) en corrales de piso elevado, sobre patrones conductuales, ganancia de peso diario (GDP), consumo voluntario y conversión alimenticia, en corderos de una granja intensiva en Yucatán.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudio**

El experimento se realizó en una granja de producción de carne ovina, ubicada en el km 4.5 carretera Umán-Xtepén, en el estado de Yucatán. El clima del área es clasificado como cálido sub-húmedo, donde su temperatura media anual es 26°, la temperatura máxima promedio es de alrededor de 36° y una mínima promedio de 16°. Su precipitación media estatal es de 1,100 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio y octubre. El estudio se realizó en dos periodos: el primer periodo fue de 2 de noviembre a 2 de diciembre, y el segundo periodo de 12 de diciembre a 12 de enero.

#### **3.2. Manejo experimental**

70 corderos por periodo, con 75 días de edad, con un promedio de peso vivo de 13.1 kg, fueron distribuidos en seis grupos: a) Dos grupos con 20 corderos, b) dos grupos con 10 corderos y c) dos grupos con 5 corderos. Cada grupo fue alojado en corrales de 12 m<sup>2</sup> de área. Esto permitió formar tres densidades: 0.6 m<sup>2</sup>/cordero, 1.2 m<sup>2</sup>/cordero y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero. Todos los animales fueron identificados de manera individual, previamente desparasitados y vacunados. Su alimentación se basó en alimento concentrado ofrecido *ad libitum* y un kg de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) por animal, mediante corte y acarreo. Los periodos de estudio tuvieron una duración de 30 días.

### 3.3 Mediciones de indicadores productivos

Ganancia diaria de peso (GDP). Los corderos fueron pesados individualmente el día cero, 10, 20 y 30 del estudio. Se calculó la GDP por cada intervalo de tiempo (0-10, 10-20, 20-30) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Pesaje final del intervalo de tiempo} - \text{pesaje inicial del intervalo de tiempo}}{\text{Total de días del intervalo de tiempo}}$$

Consumo de alimento por día. Se obtuvo mediante la diferencia del alimento ofrecido y rechazado por grupo, en los intervalos de tiempo anteriormente mencionados.

Conversión alimenticia. Se calculó basado en la relación entre el alimento consumido y la GDP obtenidos en los intervalos de tiempo anteriormente mencionados.

### 3.4. Observación conductual

Los corderos fueron video-grabados de 6:00 a 18:00 horas, mediante una cámara de vigilancia por cada corral, dos veces por semana (2, 4, 9, 11, 16, 18, 23, y 25los). El registro de patrones conductuales se tomaron de las videograbaciones. En el caso de los estados conductuales, se estimó el porcentaje de animales realizando los comportamientos mediante un registro focal por intervalos de tiempo de 20 minutos (instantáneo), durante el horario indicado anteriormente. Para los eventos conductuales, se registró la frecuencia de las agresiones totales por día, mediante un muestreo focal por intervalos de tiempo, cada 20 minutos, durante un minuto, en el horario mencionado anteriormente. Los patrones conductuales estudiados están agrupados en las siguientes categorías: Comportamientos alimenticios, descanso, y comportamientos de agresión-dominancia (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Etograma utilizado durante las observaciones de corderos en estudio.

<b>Categoría</b>	<b>Conductas</b>	<b>Definición</b>	<b>Medición, tipo de muestreo y registro</b>
Descanso	-Acostado  -De pie	-Con el cuerpo en decúbito esternal o lateral en descanso  -En cuadrípedación o desplazamiento, sin realizar comportamiento de alimentación	Frecuencia, muestreo de barrido por intervalos de tiempo (instantáneo): Horario de 6:00 a 18:00, cada 10 minutos (36 puntos de muestreo).
Comportamientos alimenticios	-Ingesta de alimento	-Parado con cabeza dentro del comedero, ingiriendo alimento	Ídem anterior
Comportamiento de agresión-dominancia	-Cabezazos y patadas.  -Desplazamientos por recursos  -Desplazamientos por zona de descansos  -Mordiscos	-Golpes a otros corderos usando la cabeza y/o las extremidades  -Forzar a otro cordero a alejarse de alimentarios o bebederos  -Forzar a otro cordero a alejarse de espacios de descanso  -Realizar una mordida a un compañero, para obtener recursos o espacio	Frecuencia, muestreo focal por intervalos de tiempo (uno-cero): Horario de 6:00 a 18:00, cada 20 minutos, durante un minuto (36 puntos de muestreo).

### 3.4. Análisis estadístico

La normalidad de la distribución de todas las variables, fue probada usando la prueba Shapiro-Wilk.

Las medias de GDP, consumo voluntario y conversión alimenticia se sometieron a un análisis de varianza de bloques al azar con un diseño de medidas repetidas, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se bloqueó por periodo de tiempo, en cada periodo hubo dos repeticiones por tratamiento. El primer periodo fue de 2 de noviembre a 2 de diciembre, y el segundo periodo de 12 de diciembre a 12 de enero.

En el caso de las variables conductuales, se analizaron la frecuencia por tratamiento, estimando la media total del día, a partir de los puntos de muestreo para los estados y eventos conductuales, mediante un diseño de medidas repetidas. En el caso específico de las agresiones, se utilizó la siguiente fórmula para obtener las frecuencias:

$$\frac{\text{Frecuencia total de agresiones por día}}{\text{Total de animales en jaula}}$$

El modelo usado para el análisis de varianza de las variables productivas es presentado a continuación, con una significancia del 5%:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij} + \delta_{ijk}$$

Donde Y es la variable dependiente de los indicadores productivos;  $\mu$  es la media general de Y; a el efecto de tratamientos; b es el efecto de bloque;  $e_{ij}$  el error experimental;  $\delta_{ijk}$  el efecto de las medidas repetidas.

El modelo usado para el análisis de varianza de las variables conductuales es presentado a continuación, con una significancia del 5%:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij} + \delta_{ijk}$$

Donde  $Y$  es la variable dependiente de cada una de las conductas estudiadas;  $\mu$  es la media general de  $Y$ ;  $a$  el efecto de tratamientos;  $b$  es el efecto de bloque;  $e_{ij}$  el error experimental;  $\delta_{ijk}$  el efecto de las medidas repetidas.

Los análisis estadísticos, fueron procesados a través del programa Statistical Analytics System (SAS), utilizando el procedimiento GLM para medidas repetidas.

Los datos que mostraron diferencias estadísticamente significativas, se les realizaron comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Indicadores productivos

Los resultados de comportamiento productivo evaluados en este trabajo se presentan en el cuadro 2. No se encontraron diferencias significativas en GDP, consumo de alimento y conversión alimenticia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 2.** Medias de ganancia de peso, consumo voluntario y conversión alimenticia, de los tres tratamientos.

	<b>Densidad (m<sup>2</sup>/cordero) (Media)</b>			
	<i>2.4</i>	<i>1.2</i>	<i>0.6</i>	<i>P</i>
<b>Ganancia Diaria de Peso (kg)</b>	0.243	0.247	0.237	0.89
<b>Consumo voluntario (kg)</b>	1.17	1.08	1.07	0.34
<b>Conversión alimenticia</b>	5.0	4.6	4.8	0.72

<sup>a, b, c</sup> Valores con literales diferentes en la misma línea, no son estadísticamente iguales a  $P = < 0.05$ .

### 4.2 Comportamientos

En los comportamientos de acostado, de pie, y frecuencia de agresiones no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). La conducta de ingesta de alimento mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), teniendo una menor frecuencia de animales comiendo en 0.6 m<sup>2</sup>/cordero en comparación de 2.4 y 1.2 m<sup>2</sup>/cordero (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Medias ajustadas del porcentaje de animales realizando comportamientos de ingesta de alimento, de pie, parado, y frecuencia de agresiones, de los tres tratamientos.

<b>Comportamientos</b>	<b>Densidad (m<sup>2</sup>/cordero)</b>				
	2.4	1.2	0.6	EE	P
<i>De pie</i>	0.26	0.27	0.30	0.0105	0.054
<i>Acostado</i>	0.40	0.40	0.40	0.0104	0.866
<i>Comiendo</i>	0.33 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.0059	0.002
<i>Agresiones</i>	0.53	0.70	0.81	0.0641	0.055

<sup>a, b, c</sup> Valores con literales diferentes en la misma línea, no son estadísticamente iguales a  $P = < 0.05$

## 5. DISCUSIÓN

En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas en los indicadores productivos entre tratamientos (GDP, consumo de alimento y conversión alimenticia) ( $P > 0.05$ ). Esto coincide con lo reportado por Van *et al.* (2007), Jorgensen *et al.* (2009), Schütz *et al.* (2015), Jongman *et al.* (2017) y Norouzian (2017) quienes observaron que el aumento de la densidad de población, no tuvo un efecto significativo sobre los indicadores productivos en ovinos. A pesar de que es muy probable que los corderos en mayor densidad de población se encontraban en un ambiente con mayor tensión social y competencia por recursos en los corrales (Estevez *et al.*, 2007; Petherick, 2007; Van *et al.*, 2007), los corderos encontraron espacios y tiempos para poder alimentarse, cubriendo sus requerimientos energéticos. Además, al disminuirse el espacio por cordero, se afecta su libertad de movimiento, disminuyéndose sus necesidades energéticas, por ello es probable que no se encontraran diferencias significativas en la GDP en el presente estudio.

Diversos autores han reportado que la densidad de población no afecta la GDP en sus experimentos (Van *et al.*, 2007; Schütz *et al.*, 2015; Jongman *et al.*, 2017; Norouzian, 2017); sin embargo, cuando se habla de densidad de población en confinamiento, es importante tener en cuenta el peso final de los animales. En este trabajo, los tratamientos 2.4, 1.2 y 0.6 m<sup>2</sup> por cordero tuvieron 6.8, 12.8 y 26.2 kg de cordero por m<sup>2</sup> al inicio y concluyeron con 9.8, 18.9 y 37.8 kg por m<sup>2</sup> respectivamente, lo que implicó un incremento de más de casi 4 veces el peso por metro cuadrado en el tratamiento 0.6 m<sup>2</sup>, con respecto al tratamiento 2.4 m<sup>2</sup> por cordero. Sin embargo, en términos porcentuales, el porcentaje de incremento de kg por m<sup>2</sup> fue mejor en el tratamiento 1.2 m<sup>2</sup> por cordero (44.1, 47.7 y 44.2%, para los tratamientos 2.4, 1.2 y 0.6 m<sup>2</sup> por cordero respectivamente). Es importante considerar en trabajos posteriores, la densidad en kg de animales por m<sup>2</sup> en función del peso final esperado, pues es al final del periodo de engorda cuando se pueden

observar los efectos indeseables sobre la productividad y la conducta de los animales.

En el presente trabajo se observó que la proporción de corderos alimentándose durante el periodo de muestreo fue menor en los corderos en el tratamiento con mayor densidad (0.29) ( $P < 0.05$ ) en comparación de los corderos en los tratamientos con menor densidad (0.34 y 0.33, tratamiento 2.4 y 1.2 m<sup>2</sup>/cordero, respectivamente). Esto coincide con lo reportado por Leme *et al.* (2013), donde el tratamiento con menor densidad de población presentó un mayor porcentaje de animales alimentándose, en comparación los corderos presentes en un corral con mayor densidad. Según Estevez *et al.* (2007) y Van *et al.* (2007), el incremento de la densidad poblacional disminuye el acceso a los recursos principalmente de los subordinados, disminuyéndose la sincronía en la alimentación, misma que afecta su comportamiento natural, ya que los ovinos presentan un comportamiento gregario, prefiriendo comer simultáneamente (Dwyer, 2006; Van *et al.*, 2007). Esto pudo estar relacionado con el aumento de la tensión social y competencia por recursos, misma que se observa cuando se incrementa el número de animales y la densidad de población en los corrales (Dwyer y Bornett, 2004; Estevez *et al.*, 2007; Petherick, 2007; Van *et al.*, 2007; Munoz-Osorio *et al.*, 2015).

El incremento poblacional en los corrales implica, como ya se mencionó anteriormente, un aumento en la competencia por recursos y espacios, tal y como se observó en el presente trabajo, donde se encontró una tendencia a incrementarse el porcentaje de animales realizando el comportamiento de pie ( $P < 0.06$ ) y las frecuencias de las agresiones ( $P < 0.06$ ) en los corderos alojados más densamente (0.6 m<sup>2</sup>/cordero, 0.30 y 0.8, respectivamente), en comparación con los demás tratamientos (2.4 y 1.2 m<sup>2</sup>/cordero, 0.26 y 0.53; 0.27 y 0.7, para porcentajes de pie y agresiones, respectivamente). En este aspecto, Van *et al.* (2007) y Averós *et al.* (2014) observaron un incremento de las agresiones, cuando se aumenta el tamaño de grupo y la densidad de población, ya que los corderos no pueden evadir

la invasión de su espacio personal. A pesar de solo observarse una tendencia, esta es importante, ya que normalmente los ovinos no expresan la dominancia de una manera obvia, utilizando principalmente movimientos de cabeza y contacto visual para mantener una jerarquía saludable, evitando así conflictos sociales (Estevez *et al.*, 2007). Además, el mayor porcentaje de animales de pie y el aumento en agresiones pudo estar relacionado con la disminución en la conducta de ingesta de alimento, ya que al existir una competencia por los recursos, los subordinados cedieron a la imposición de jerarquía, permaneciendo de pie esperando el momento para poder alimentarse.

## **6. CONCLUSIÓN.**

Los resultados del presente estudio indican que el aumento de la densidad de población (0.6, 1.2 y 2.4 m<sup>2</sup>/cordero) no tiene un efecto sobre los indicadores productivos estudiados (GDP, consumo de alimento, y conversión alimenticia). En el caso de los patrones conductuales, al aumentar la densidad de población, se disminuye la frecuencia de la alimentación. El caso del porcentaje de animales de pie y la frecuencia de agresiones, se observa una tendencia en incrementarse al aumentar la densidad de población, por lo que se recomienda realizar más investigaciones bajo este aspecto. Por lo tanto, el tratamiento 1.2 m<sup>2</sup>/cordero se considera el mejor, desde el punto de vista económico (mayor cantidad de kg de cordero finalizado por m<sup>2</sup>), sin afectar considerablemente el bienestar de los corderos.

## 7. REFERENCIAS

- Averós, X., Lorea, A., de Heredia, I. B., Ruiz, R., Marchewka, J., Arranz, J., 2014. The behaviour of gestating dairy ewes under different space allowances. *Applied Animal Behaviour Science*, 150, 17-26.
- Caroprese, M., Annicchiarico, G., Schena, L., Muscio, A., Migliore, R., y Sevi, A., 2009. Influence of space allowance and housing conditions on the welfare, immune response and production performance of dairy ewes. *Journal of Dairy Research*, 76(1), 66-73.
- Centoducati, P., Maggiolino, A., De Palo, P., Milella, P., Tateo, A., 2015. Semiextensively reared lactating ewes: Effect of season and space allowance reduction on behavioral, productive, and hematologic parameters. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research*, 10(1), 73-77.
- De, K., Kumar, D., Kumar, K., Sahoo, A., Naqvi, S. M. K., 2015. Effect of different types of housing on behavior of Malpura lambs during winter in semi-arid tropical environment. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research*, 10(3), 237-242.
- Dwyer, C.M., 2006. *The Welfare of Sheep*. Springer. pp 81-85.
- Dwyer, C.M. y Bornett, H.L.I., 2004. Chronic stress in sheep: assessment tools and their use in different management conditions. *Animal Welfare*, 13, 293-304.
- Estevez, I., Andersen, L.I., Naevdal, E., 2007. Group size, density and social dynamics in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 103, 185-204.

- Jongman E.C., Rice, M., Campbell, A.J.D., Butler, K.L., y Hemsworth, P.H., 2017. The effect of trough space and floor space on feeding and welfare of lambs in an intensive finishing system. *Applied Animal Behaviour Science*, 186, 16-21.
- Jorgensen, G. H. M., Andersen, I. L., Berg, S., y Boe, K. E., 2009. Feeding, resting and social behaviour in ewes housed in two different group sizes. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(2-4), 198-203.
- Koscinczuk, P., 2014. Ambiente, adaptación y estrés. *Revista Veterinaria*, 25(1), 67-76.
- Leme, T. M., Lencioni, E.A., Gonçalves, C., Franco, A.M., Chiquitelli, M., 2013. Influence of stocking density on weight gain and behavior of feedlot lambs. *Small Ruminant Research*, 115, 1-6.
- Miranda-de la Lama, G., 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. *Revista Electrónica Veterinaria*, 9(10B). Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008B.html>
- Mota, R.D., Huertas C.S.M., Guerrero, L.I., Trujillo, O.M.E., 2012. Bienestar animal: Productividad y calidad de la carne. Segunda edición. Saunders Elsevier.
- Munoz-Osorio G.A., Aguilar-Caballero A.J., Sarmiento-Franco L.A., Wurzinger M., Gutiérrez-Reynoso, G.A., 2015. Factores que influyen sobre algunas variables productivas en corderos finalizados en corrales elevados con piso de rejilla. *Nova Scientia*, 7(15), 285-296.
- Norouzian, M.A., 2017. Effect of floor area allowance on behavior and performance of growing lambs. *Journal of Veterinary Behavior*, 19, 102-104.

Petherick, J.C. 2007. Spatial requirements of animals: Allometry and beyond. *Journal of Veterinary Behavior*, 2, 197-204.

Schütz, K.E., Huddart, F.J., Sutherland, M.A., Stewart, M., Cox, N.R. 2015. Effect of space allowance on the behavior and physiology of cattle temporarily managed on rubber mats. *Journal Dairy Science*, 98, 6226-6235.

Van D.T.T., Thi M.N., Ledin I. 2007. Effect of group size on feed intake, aggressive behaviour and growth rate in goat kid and lambs. *Small Ruminant Research*, 72, 187-196.