

Efecto de suplementación con harina de aguacate en dietas de corderos sobre crecimiento y el rendimiento de la canal

Effect of supplementation with avocado meal on lamb diets on growth and carcass performance

Bugarín-Prado Job^{1ID}, Lemus-Flores Clemente^{1*ID}, Grageola-Núñez Fernando^{1ID}, Valdivia-Bernal Roberto^{1ID}, Bonilla-Cárdenas Jorge^{2ID}

¹Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia y Unidad Académica de Agricultura, Campus Xalisco, Nayarit, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Nayarit, México. *Autor de Correspondencia: Clemente Lemus Flores. Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura, Campus Xalisco, Nayarit, México. E-mail: job.bugarin@uan.edu.mx, clemus@uan.edu.mx, fgrageola@uan.edu.mx, roberto.valdivia@uan.edu.mx, jorgeabc@hotmail.com.

RESUMEN

Para evaluar la inclusión de harina de aguacate (AM) en dietas para ovinos (0, 2.5, 5 y 10%) con una relación forraje:concentrado 40:60, sobre el comportamiento productivo y características de la canal. Se emplearon 96 corderos machos Pelibuey-Dorper con peso inicial promedio de 32.83 ±0.707 kg, ocho animales por tratamiento, en arreglo factorial 4x3 con cuatro dietas y periodos de alimentación de 28, 56 y 84 días antes del sacrificio. Peso final y peso al sacrificio incrementaron ($p < 0.05$) con inclusión del 10% en comparación al control. En ganancia de peso diaria, consumo alimento, peso de la canal y grasa intramuscular, los valores fueron iguales ($p > 0.05$) con inclusión de 10% AM y la del 0%. La conversión alimenticia, eficiencias de DM, CP y de energía, y el rendimiento de la canal no se mejoran con AM. A mayor tiempo de consumo 56 y 84 días aumentan ($p < 0.05$) ganancia de peso por día, consumo alimento, eficiencias alimenticias de DM, CP y energía, y disminuye conversión alimenticia, sin diferencias para peso final y canal. Ganancia diaria y peso de la canal indican una ligera tendencia positiva por la inclusión de AM al 10 % por 84 días. La inclusión no afecta el comportamiento productivo del crecimiento en ovinos.

Palabras clave: harina de aguacate, comportamiento en crecimiento, canal, ovinos.

ABSTRACT

To evaluate the inclusion of avocado meal (AM) in diets for sheep (0, 2.5, 5 and 10%) with a forage:concentrate ratio 40:60, on productive behavior and carcass characteristics. Ninety-six Pelibuey-Dorper male lambs with an average initial weight of 32.83 ±0.707 kg, eight animals per treatment, in a 4x3 four diets and factorial arrangement with feeding periods of 28, 56 and 84 days were used. Final weight and slaughter weight increased ($p < 0.05$) with 10% inclusion compared to the control. In daily weight gain, feed intake, carcass weight and intramuscular fat, values were equal ($p > 0.05$) with the inclusion of 10% AM and 0% AM. Feed conversion, DM, CP, energy and carcass yield efficiencies did not improved with AM. The longer the intake time (56 and 84 days), the higher the daily weight gain, feed intake, feed efficiency of DM, CP and energy ($p < 0.05$), and the lower the feed conversion rate, with no differences for final weight and carcass yield ($p < 0.05$). Daily gain and carcass weight indicate a slight positive trend due to the inclusion of 10% AM at 84 days. Inclusion does not affect the productive behavior of growth in sheep.

Keywords: avocado meal, growth performance, carcass, sheep.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento productivo en los animales se puede mejorar mediante aditivos alimentarios o estrategias alimenticias. Se menciona que la tasa máxima de crecimiento animal está limitada por su potencial genético, factores fisiológicos y nutricionales. En el sentido nutricional, la energía es un requisito importante en rumiantes. La cual contribuye en la generación de calor, crecimiento, actividad y producción. La energía suele ser la primera y más importante consideración al seleccionar un ingrediente; además de los altos y fluctuantes precios que actualmente tienen los ingredientes, que han provocado la búsqueda de fuentes alimenticias alternativas. Es posible aprovechar subproductos agroindustriales y recursos agrícolas de descarte para el consumo humano con alto potencial nutricional para la alimentación animal (Romero-Huelva *et al.*, 2017; De Evan *et al.*, 2020; Moghaddam *et al.*, 2019; Ruiz-Hernández *et al.*, 2019). México es líder en la producción de aguacate y contribuye con el 30% de la producción total en el mundo (SIAP, 2017). Esto ha propiciado que exista una gran cantidad de este fruto considerado como desecho, el cual resulta de la eliminación de grandes cantidades durante el proceso de empaque de esta fruta.

El aguacate descartado para consumo humano por daños físicos o tamaño, es considerado una fuente importante de energía para los animales (Grageola *et al.*, 2010; Van Ryssen *et al.*, 2013;), debido principalmente a su contenido de grasa (10-30%), además de que mantiene la homeostasis de lípidos y colesterol (Solís, 2012; Hernández-López *et al.*, 2016). La adición de fuentes de lípidos a la dieta tiene efectos sobre el rendimiento y características de la canal, estos incluyen menor consumo de alimento, mayor palatabilidad, tasa de crecimiento, conversión alimenticia y canal (Azain, 2001). En un estudio en pollos de engorda al incluir el subproducto de la extracción de aceite de aguacate, se redujo la ingesta de alimento y el crecimiento (Van Ryssen *et al.*, 2013). Hernández-López *et al.* (2016), reportaron que al incluir 30% de aguacate de desecho en base húmeda, se redujo el contenido de grasa intramuscular en cerdos en finalización. Por su parte, Fránquez *et al.* (2017), al ofrecer 21% de pasta fresca de aguacate a cerdos en finalización mejoró la conversión alimenticia, pero disminuyó la ganancia de peso al reducir el consumo voluntario del alimento. Con respecto al uso de la harina y pasta de aguacate en rumiantes, existe poca información que se concentra en aspectos de composición, digestibilidad y degradabilidad *in situ* del rumen (Eliyahu *et al.*, 2015). En un estudio reciente en cabras lecheras al incluir una mezcla fresca de pulpa y cáscara de aguacate en la dieta, concluyeron que es un subproducto con alto contenido de humedad, pero su materia seca es rica en grasa insaturada la cual influyó en el contenido y calidad de grasa de la leche (De Evan *et al.*, 2020). Sin embargo, no hay la evidencia del uso de harina de aguacate entero en borregos sobre aspectos de comportamiento productivo.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de harina de aguacate durante diferentes tiempos de alimentación, sobre el comportamiento en crecimiento y características de la canal en ovinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

El experimento se realizó en el Laboratorio de Fisiología Nutricional y Cirugía Experimental de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, ubicada en el 9 km de la carretera Tepic-Puerto Vallarta en Nayarit, México.

Preparación de la harina de aguacate (AM) con la fruta completa

En la elaboración de las dietas para corderos, se usaron frutas de aguacates Hass; descartadas de aquellas destinadas para el consumo humano, debido a su tamaño pequeño. Las frutas se recolectaron en plantas empacadoras ubicadas en Xalisco Nayarit, México. Se almacenaron a temperatura ambiente hasta que alcanzaron la madurez de consumo, cuando la piel del aguacate cambió de verde a negro siguiendo la metodología escrita por [Lemus-Flores et al. \(2020\)](#) y [Lemus et al. \(2017\)](#), que describen las características químico proximales y el perfil de ácidos grasos. Para obtener una mezcla homogénea de aguacates maduros y enteros (pulpa, semilla y cáscara), la fruta fue molida en un molino de martillos móvil sin tamiz, accionado por un motor de gasolina de 5 HP. En fresco la pasta fue almacenada a temperatura ambiente, sin aditivos, en envases de plástico. Después la pasta se dejó a temperatura ambiente durante cuatro días hasta que se obtuvo una pasta seca, que de nuevo fue pasada por molino para obtener harina de aguacate de fruto completo e incorporarla a las dietas de los corderos.

Animales y dietas

Se utilizaron 96 corderos machos cruzados Pelibuey-Dorper con peso promedio de 32.833 (± 0.707) kg, los cuales fueron distribuidos distribuyendo a 8 animales en cada uno de los 12 tratamientos, bajo un arreglo factorial de 4x3; se consideraron cuatro dietas y tres periodos de tiempo de alimentación. Las cuatro dietas para cada periodo de tiempo, fueron con diferentes niveles de AM en base seca. Se utilizaron dietas con 0, 2.5, 5 y 10 % de AM con una relación 40:60 de forraje: concentrado (tabla 1), de acuerdo a los resultados previos publicados por [Lemus-Flores et al. \(2020\)](#). Los tiempos de alimentación con aguacate (FD) en la engorda fueron 28, 56 y 84 días antes del sacrificio, con la finalidad de evaluar el efecto de la harina de aguacate en el desarrollo de los ovinos. Los animales se manejaron de acuerdo con las directrices nacionales para el uso y cuidado de los animales ([NOM-062-ZOO-1999, 2001](#)). Durante el periodo experimental los animales se alojaron en una nave con corrales individuales de 2 x 2 m, con pisos de cemento y separados uno del otro. Cada corral estaba equipado con un comedero de lámina de acero y un bebedero automático. Previo al experimento los ovinos fueron sometidos a un periodo de adaptación al corral y al manejo de la alimentación por tres días. Las dietas se proporcionaron diariamente, de acuerdo al peso de los ovinos se consideró un consumo del 3.5 % del peso vivo (DM/animal/día), más un 10 % de rechazo; cada día antes de servir el alimento nuevo se recogía el sobrante para valorar el consumo.

Tabla 1. Dietas con diferentes concentraciones de harina de aguacate

Ingredientes, %	0	2.5	5	10
Harina de aguacate	0.00	2.50	5.00	10.00
Harina de Alfalfa	40.00	37.50	35.00	30.00
Grano de Sorgo	46.91	47.00	46.30	44.47
Harina de Soya	4.59	2.00	3.00	3.56
Harina de Canola	0.10	2.30	2.00	3.27
Melaza de caña	7.00	7.00	7.00	7.00
Minerales con monensina (0.3%)	1.00	1.00	1.00	1.00
Urea	0.10	0.40	0.40	0.40
Oxido de Magnesio (0.3 %)	0.30	0.30	0.30	0.30
Valor nutricional calculado en base seca				
Energía digestible Mcal/kg	2.58	2.67	2.77	2.97
Proteína Cruda	14.00	14.00	14.00	14.00
Grasa Cruda	2.39	3.56	4.67	6.92
Fibra Cruda	13.29	13.13	12.86	12.43
Calcio	0.85	0.84	0.8	0.75
Fósforo	0.28	0.30	0.29	0.30
Costo/kg (MXN\$)	4.48	4.35	4.37	4.36

MXN\$: Pesos Mexicanos.

Evaluación del comportamiento productivo y canal en los corderos

En cada tiempo y para cada dieta se realizaron mediciones de peso vivo inicial y final, se calculó ganancia de peso final (kg) y el promedio de ganancia de peso por día (kg). Se obtuvieron los consumos de materia seca (DM), se calcularon la conversión alimenticia (CA), la eficiencia alimenticia para el uso de DM, para proteína cruda (CP) y para energía. La ingesta diaria de DM se determinó a partir de la diferencia entre el peso del alimento ofrecido y el rechazado al final de cada día experimental. Al sacrificio se obtuvieron: peso al sacrificio en los ovinos que fueron dietados por 24 horas, peso de la canal, rendimiento de la canal (%) considerando el peso al sacrificio menos el peso de las vísceras, la cabeza, piel y partes no comestibles; también se midió el peso de la pierna izquierda. Se siguieron los protocolos establecidos por la Norma Oficial Mexicana, para el “Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres” ([NOM-033-ZOO-1995, 2014](#)). Inmediatamente al sacrificio a cada borrego se le tomó la muestra de 100 g de carne proveniente del músculo *Longissimus dorsi*, las cuales fueron conservados a -18 °C hasta la obtención de la grasa intramuscular, la cual fue expresada en porcentaje, mediante la utilización de solventes (Cloroformo-metanol), de acuerdo al método descrito por [Folch et al. \(1957\)](#).

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos obtenidos para comportamiento del crecimiento y características de la canal se analizaron mediante un diseño factorial, con un modelo de efectos fijos y aleatorios. Se

consideraron como efectos fijos las dietas (AM incluida al 0, 2.5, 5 y 10 %), el tiempo de alimentación (FD a 28, 56 y 84 días antes del sacrificio) y la interacción dieta por tiempo (AM*FD); se consideró como efecto aleatorio a los animales. El análisis estadístico se realizó con el procedimiento Modelo Mixto Lineal y la comparación de medias mediante la prueba de Bonferroni ($p < 0.05$), con el software SPSS v20 (2008). Se calcularon las regresiones de superficie de respuesta mediante [Minitab v15 \(2007\)](#), de acuerdo a un modelo multivariado que incluyó AM, FD y su interacción (AM*FD), para obtener la optimización de la respuesta máxima para AM y FD en cada variable.

RESULTADOS

En el comportamiento productivo en crecimiento de ovinos y las características de la canal después de los días experimentales, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) (tabla 2), se apreció que el peso final y peso al sacrificio incrementaron con el nivel de inclusión de AM al 10 %, en comparación con la dieta control 0 %. En las variables ganancia de peso por día, consumo de alimento diario, peso de la canal y grasa intramuscular, se presentaron los valores más altos con igualdad estadística en la inclusión de AM 10% y la del 0%. A pesar de que el tratamiento con una inclusión AM del 10 % presentó valores altos en peso de la canal, el rendimiento (%) de la canal fue bajo; similar a las dietas con inclusión de AM, lo cual pudo deberse a una mayor acumulación de grasa visceral que no fue cuantificada en este trabajo. No se observaron diferencias estadísticas en CA, ni en las eficiencias de DM y CP. Se apreció que a mayor inclusión de AM disminuyó la eficiencia en el uso de la Energía de la dieta, así como el rendimiento de la canal en comparación con la dieta control 0%.

De acuerdo con el tiempo de alimentación (FD) en el uso de las dietas con AM, siete variables resultaron diferentes ($p < 0.05$). A mayor tiempo en el consumo (56 y 84 días), aumentan: ganancia de peso por día, consumo alimento diario, eficiencias alimenticias de DM, CP y Energía; disminuyendo la CA. Para las variables peso final y peso de la canal, no se observaron modificaciones con el tiempo de alimentación.

En la interacción de la inclusión de AM y el tiempo de alimentación FD, se apreció que a mayor tiempo de alimentación y de inclusión se mejora el peso final; algo similar ocurre con la ganancia diaria de peso, caso contrario a la conversión alimenticia de la DM, la cual es mayor en los primeros días de alimentación influida; quizás por el cambio en la alimentación por el mayor aporte de harina de aguacate en la ración. Para la eficiencia alimenticia y de proteína fue el mismo efecto con una mejoría a mayor tiempo de inclusión de harina. En eficiencia de la energía se apreció que la menor cantidad de harina en la ración (control y 2.5 %) y los mayores tiempos de alimentación, mostraron la mejor interacción; lo anterior influido quizás por menor cantidad de grasa en las raciones comparado con las dietas con el 5 y 10 % de AM. Para peso al sacrificio se apreció una interacción en la inclusión de harina de aguacate en los tres porcentajes de inclusión de

AM, mejorando a 56 días. Caso contrario a lo ocurrido en rendimiento de la canal (%) donde sin inclusión de AM (0 %) se presenta un efecto positivo con mayor tiempo.

Tabla 2. Comportamiento productivo y de la canal en corderos alimentados con diferentes niveles de harina de aguacate a diferentes tiempos antes del sacrificio

	AM				FD			eem	p < AxF
	0	2.5	5	10	28	56	84		
Peso final (kg)	46.20 ^b	46.37 ^b	46.85 ^b	49.02 ^a	46.99	47.6	46.73	0.57	*
Ganancia de peso por día (kg)	0.26 ^a	0.24 ^b	0.23 ^b	0.26 ^a	0.23 ^b	0.25 ^a	0.26 ^a	0.006	*
Consumo alimento diario (kg DM)	1.16 ^a	1.10 ^b	1.13 ^{ab}	1.17 ^a	1.11 ^b	1.17 ^a	1.15 ^a	0.013	ns
Conversión alimenticia (kg DM/kg peso)	4.52	4.75	4.92	4.81	5.08 ^a	4.68 ^b	4.49 ^b	0.15	*
Eficiencia alimenticia (kg peso/kg DM)	0.22	0.22	0.21	0.22	0.20 ^b	0.22 ^a	0.23 ^a	0.005	*
Eficiencia de proteína (kg peso/ kg CP)	1.59	1.55	1.47	1.56	1.46 ^b	1.55 ^a	1.62 ^a	0.04	*
Eficiencia de energía (kg peso/Mcal)	0.09 ^a	0.09 ^a	0.07 ^b	0.07 ^b	0.07 ^b	0.08 ^a	0.08 ^a	0.002	*
Peso al sacrificio (kg)	45.39 ^b	46.04 ^{ab}	46.29 ^{ab}	48.00 ^a	46.24	47.3	45.75	0.58	*
Peso de la canal (kg)	24.39 ^a	23.12 ^b	23.59 ^{ab}	24.40 ^a	23.37	24.29	23.96	0.34	ns
Rendimiento de la canal (%)	53.76 ^a	50.23 ^b	51.02 ^b	50.98 ^b	50.44 ^b	51.61 ^{ab}	52.44 ^a	0.49	*
Peso promedio de la pierna (kg)	3.45	3.22	3.47	3.41	3.33	3.45	3.39	0.08	ns
Grasa intramuscular (%)	3.86 ^a	2.99 ^b	2.91 ^b	3.35 ^{ab}	3.18	3.29	3.37	0.21	ns

AM: efecto del nivel de suplementación de harina de aguacate, %; FD: efecto del tiempo de alimentación, días; eem: error estándar de la media; AxF: interacción entre nivel de suplementación de harina de aguacate y el tiempo de alimentación con p value; *p < 0.05; ns: no significativo; DM: materia seca; CP: proteína cruda; a, b: diferentes letras en el mismo renglón indican diferencias estadísticas (p < 0.05) para AM y FD.

Tabla 3. Regresiones de superficie de respuesta y optimización de la respuesta máxima con la inclusión de harina de aguacate a diferentes tiempos de alimentación

Variables	AM	FD	RESP	R ²	Mejores ecuaciones de predicción
Peso final (kg)	10	84	49.83	0.59	Y=47.84-0.12(AM)-0.03(FD)+0.007(AxF)
Ganancia de peso por día (kg)	10	84	0.29	0.66	Y=0.25-0.01(AM)-1.41(FD)+0.001(AxF)
Consumo alimento diario (kg DM)	10	84	1.18	0.56	Y=1.11-0.001(AM)+0.0003(FD)+0.0006(AxF)
Conversión alimenticia (kg DM/kg peso)	10	28	5.78	0.41	Y=4.44+0.22(AM)+0.004(FD)-0.003(AxF)
Eficiencia alimenticia (kg peso/kg DM)	10	84	0.25	0.64	Y=0.23-0.008(AM)-1.81(FD)+0.0001(AxF)
Eficiencia de proteína (kg peso/ kg CP)	10	84	1.77	0.63	Y=1.62-0.06(AM)-0.001(FD)+0.001(AxF)
Eficiencia de energía (kg peso/Mcal)	0	28	0.09	0.66	Y=0.09-0.005(AM)-0.0001(FD)+0.0006(AxF)
Peso al sacrificio (kg)	10	84	47.98	0.47	Y=46.28+0.14(AM)-0.02(FD)+0.002(AxF)
Peso de la canal (kg)	10	84	24.82	0.68	Y=23.76-0.11(AM)-0.001(FD)+0.003(AxF)
Rendimiento de la canal (%)	0	84	52.81	0.72	Y=51.20-0.38(AM)+0.02(FD)+0.0034(AxF)
Peso promedio de la pierna (kg)	10	84	3.49	0.45	Y=3.39-0.01(AM)-0.0005(FD)+0.0003(AxF)
Grasa intramuscular (%)	0	84	3.56	0.32	Y=3.09+0.006(AM)+0.006(FD)-0.0006(AxF)

RESP: Respuesta óptima máxima de acuerdo con la variable; R²: Correlaciones cuadradas del modelo; DM: materia seca; CP: proteína cruda; AM: efecto del nivel de suplementación de harina de aguacate, %; FD: efecto del tiempo de alimentación, días; AxF: interacción entre nivel de suplementación de harina de aguacate y el tiempo de alimentación.

Los resultados de la regresión de superficie de respuesta, por la inclusión de AM a diferentes niveles y FD, se aprecia en la tabla 3, donde se observa que las mayores

respuestas calculadas se encontraron en los valores máximos de inclusión de AM del 10 % y a 84 FD, con excepción de eficiencia de Energía, rendimiento de la canal y grasa intramuscular que son mayores a 0% de AM. Sin embargo, se aprecian valores de R² muy bajos para las variables conversión alimenticia, peso al sacrificio, peso promedio de la pierna y grasa intramuscular. El resto de variables presenta valores intermedios de R², los cuales indican una predicción moderada.

DISCUSIÓN

La producción de ovinos es una actividad común en zonas tropicales de México, donde las razas de pelo se utilizan por su rusticidad, fertilidad y adaptación al clima; en este sentido la raza Pelibuey y Dorper son las de mayor distribución en este país; sin embargo, en estas razas el peso al nacimiento y el desarrollo pre-destete de los corderos es bajo comparado con otras razas. En consecuencia, el sistema de alimentación de los ovinos podría ser un factor que limite la expresión del potencial genético para producir ovinos (Chay-Canul *et al.*, 2019). Diversos esfuerzos para emplear subproductos agrícolas y pecuarios se han empleado en la alimentación, en este sentido Mejía-Haro *et al.* (2011), reportan valores de 71 g/día/ovino cuando utilizaron un ensilaje que contenía un 25 % de nopal para la elaboración de bloques multinutricionales; sin embargo, no se apreciaron diferencias estadísticas significativas en el peso final de los ovinos. Por su parte Rivas-Jacobo *et al.* (2017) lograron ganancias promedio de 138 g/día/ovino cuando utilizaron 500 g/día/ovino de bagazo de cervecería, el cual era suministrado después del pastoreo. Autores como Ortiz *et al.* (2007) evaluaron la inclusión de tres niveles de pollinaza elaborada con cascarilla de café; reportaron que con la inclusión de un 20 % de pollinaza en una engorda con ovinos jóvenes, lograron valores máximos de 118 g/día/animal; estos mismos autores reportan el mayor peso final con la inclusión de pollinaza de cascarilla de café, logrando un efecto lineal en la producción. Por su parte Gómez-Gurrola *et al.* (2017) evaluaron la inclusión de 12 % de *Guazuma ulmifolia* y *Tithonia diversifolia* a diferentes niveles, en una ración con pasto *Pennisetum*, donde lograron la mayor ganancia diaria de peso en el nivel más alto (40 %), con un promedio de 159 g/día/ovino, donde el mayor nivel de inclusión logró el peso final más alto. Los valores antes mencionados se consideran bajos en comparación a los obtenidos en este estudio, donde con la inclusión de AM del 10 % alcanzó los máximos promedios de 260 g/día/ovino.

En este experimento se apreció que la inclusión de AM al nivel más alto 10 %, no afectó el consumo diario, pero de acuerdo con Lemus-Flores *et al.* (2020) niveles más altos afectan consumos y digestibilidad. La inclusión de AM no afectó de manera significativamente la conversión alimenticia, similar a lo que reportaron Partida-Hernández *et al.* (2019), al incluir alfalfa al 55 % y *Guazuma ulmifolia* al 8 % en dietas de corderos. Se ha documentado que el contenido de taninos en los alimentos no influyen en el consumo de los mismos (Méndez-Ortiz *et al.*, 2018); sin embargo, autores como Zamora-Beltrán *et al.* (2018) indican que un consumo mayor al 40 % de harina de hoja

de *Ricinus comunis*, afecta el consumo de materia seca y la eficiencia alimenticia. En este experimento no se afectan la CA ni las eficiencias en el uso de MS y PC, pero sí disminuye la eficiencia del uso de energía al incluir valores del 5 y 10 % de AM. Por su parte [Rodríguez-Ruiz et al. \(2018\)](#) evaluaron la selección y el consumo de las harinas de los frutos de *Enterolobium cyclocarpum* y *Caesalpinia coriaria* en ovinos, donde lograron consumos máximos de 100 y 80 g/día/ovino respectivamente, influido quizás por el contenido de factores antinutricionales en *Caesalpinia*; contrario a lo ocurrido en esta evaluación donde se lograron consumos máximos de 117 g/día/ovino al 10 % de inclusión de AM, sin efectos negativos en la ganancia diaria de peso y peso de la canal. Al considerar los resultados de [Ly et al. 2021](#), quienes indican que la digestibilidad del fruto completo de aguacate es alta, por lo que a niveles hasta el 10 % de inclusión, no afectaron el consumo diario ni la CA y eficiencias alimenticias de DM y CP, lo que hace factible su uso en la engorda de ovinos por un mayor tiempo de consumo. En este sentido ([De Evan et al., 2020](#)) evaluaron la inclusión de pulpa y cáscara de aguacate en cabras, ellos reportaron un aumento en el porcentaje de la grasa en la leche de las cabras alimentadas con aguacate y una reducción en el peso vivo.

En el presente experimento se afectó el rendimiento de la canal, pues los tres tratamientos donde se incluía AM rindieron en promedio un 3.7 % menos y al momento del sacrificio de los ovinos una mayor acumulación de grasa visceral, lo cual debió influir en la reducción antes mencionada.

En una evaluación sobre la calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo, suplementados con caña de azúcar fermentada, [Frías et al. \(2011\)](#) reportaron valores de 42 % en la canal; en los rendimientos de canal; los valores no se vieron favorecidos por la inclusión de AM que alcanzó valores superiores al 50 %. En esta evaluación el tratamiento control presentó el mayor rendimiento con 53.76 %. En los reportes presentados en este apartado, los tiempos de alimentación emplean de 45 a 90 días, que son los necesarios para alcanzar un peso al sacrificio arriba de los 40 kg. Proporcionar AM por más tiempo (56 y 84 días), mejora los resultados en la mayoría de las variables evaluadas para comportamiento y características de la canal.

La interacción de la inclusión de AM con el tiempo de alimentación, evidenció que sí se mejora la ganancia diaria de peso y el peso al sacrificio de los ovinos, así como la eficiencia alimenticia de la DM y de CP; Sin embargo, el rendimiento de la canal no presentó un efecto positivo, similar a lo reportado con el uso de aceites vegetales en las dietas de ovejas [Martínez-Marín et al. \(2012\)](#), quienes concluyeron que es posible incluir cantidades moderadas de aceites vegetales ricos en ácidos grasos insaturados en la dieta de pequeños rumiantes, sin causar efectos negativos en la digestibilidad de los nutrientes, lo que pudo suceder en este experimento con el uso de harina de aguacate, el cual es rico en ácidos grasos insaturados, de acuerdo con los reportes de autores como [De Evan et al. \(2020\)](#) y [Lemus et al. \(2017\)](#).

CONCLUSIONES

La utilización de harina de aguacate hasta niveles máximos del 10 %, no tiene un efecto negativo en el comportamiento productivo en el crecimiento de ovinos. No se afecta el consumo, ni la ganancia diaria de peso; incluso se mejora el peso final y el peso al sacrificio; sin embargo, será necesario evaluar la calidad de la carne de ovino alimentado con harina de aguacate.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por el apoyo financiero (subvención I0002, PDCPN 2014-I), del proyecto "Uso de aguacate de desecho en la manipulación de la calidad y composición de la carne porcina y ovina para producir alimentos funcionales con estabilidad oxidativa".

LITERATURA CITADA

AZAIN JM. 2001. Fat in swine nutrition, in: Lewis AJ, Southern LL. Eds., *Swine Nutrition*. CRC Press, New York. ISBN 9780849306969 <https://doi.org/10.1201/9781420041842>

CHAY-CANUL AJ, García-Herrera RA, Magaña-Monforte JG, Macias-Cruz U, Luna-Palomera C. 2019. Productividad de ovejas Pelibuey y Katahdin en el trópico húmedo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6(16):159-165. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1872>

DE EVAN T, Dolores CM, Fernández YJE, Haro A, Arbesú L, Romero-Huelva M, Molina-Alcaide E. 2020. Effects of feeding multinutrient blocks including avocado pulp and peels to dairy goats on feed intake and milk yield and composition. *Animals*. 10(194):1-12. <https://doi.org/10.3390/ani10020194>

ELIYAHU ED, Yosef E, Weinberg ZG, Hen Y, Nikbachat M, Solomon R, Mabjeesh SJ, Miron J. 2015. Composition preservation and digestibility by sheep of wet by-products from the food industry. *Animal Feed Science and Technology*. 207:1-9. ISSN: 0377-8401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.05.005>

FOLCH J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 226 (1): 497- 509. ISSN en línea 1083-351X <https://asset-pdf.scinapse.io/prod/2168526937/2168526937.pdf>

FRÁNQUEZ P, Rodríguez G, Lemus C, Grageola F, Ly J. 2017. Performance traits and indexes of the intake pattern of fattened pigs with fresh paste of whole avocado. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 51(3):329-336. ISSN: 2079-3480. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193057229006.pdf>

FRÍAS JC, Aranda EM, Ramos JA, Vázquez C, Díaz P. 2011. Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 15(3):33-44.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83720034004>

GÓMEZ-GURROLA A, Del Sol-García G, Sanginés-García L, Loya-Olguín L, Benítez-Meza A, Hernández-Ballesteros A. 2017. Rendimiento en canal de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum* spp. *Abanico Veterinario*. 7(2):34-42. ISSN 2448-6132
<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.72.3>

GRAGEOLA F, Sanginés L, Díaz C, Gómez A, Cervantes M, Lemus C, Ly J. 2010. The effect of breed and dietary level of avocado fat on the N and energy balance in young pigs. *Journal of Animal and Feed Science*. 19: 37-49.
<https://doi.org/10.22358/jafs/66268/2010>

HERNÁNDEZ-LÓPEZ SH, Rodríguez-Carpena JG, Lemus-Flores C, Grageola-Nuñez F, Estévez M. 2016. Avocado waste for finishing pigs: Impact on muscle composition and oxidative stability during chilled storage. *Meat Science*. 116:186–192.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.018>

LEMUS C, Bugarín J, Grageola F, Rodríguez JG, Mejía K, Valdivia R. 2017. Características químicas de la pasta de aguacate Hass fruto completo (*Persea americana* Mill.) Mexicano de Nayarit destinado a la alimentación animal. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 24(2):112-118. ISSN 1026-9053
<http://www.iip.co.cu/RCP/242/06%20CLemus.pdf>

LEMUS-FLORES C, Bugarin Prado JO, Grageola Nuñez F, Valdivia Bernal R, Ruiz Dimas I, Bonilla Cardenas JA, Segura Correa JC. 2020. The effect of avocado flour, sunflower oil and different forage: concentrate ratios in the final diet on feed intake, digestibility and productive performance of male sheep. *Veterinarski Arhiv*. 90 (4):353-364. ISSN 0372-5480. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0802>

LY J, Fránquez P, Rodríguez G, Lemus C, Dominguez IA, Grageola F. 2021. Note on in vitro digestion of avocado products for pigs. *South African Journal of Animal Science*. 51 (1):138-141. ISSN 0375-1589 (print), ISSN 2221-4062 (online).
<http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v51i1>

MARTÍNEZ-MARÍN AL, Pérez-Hernández M, Pérez-Alba LM, Carrión-Pardo D, Gómez-Castro AG. 2012. Adición de aceites vegetales a la dieta de cabras lecheras: efecto sobre la digestibilidad y los resultados productivos. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 44(1):21-28. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000100004>

MEJÍA-HARO J, Delgado-Hernández JL, Mejía-Haro I, Guajardo-Hernández I, Valencia-Posadas M. 2011. Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Acta Universitaria*. 21(1):11-16. ISSN: 0188-6266.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41618395003>

MÉNDEZ-ORTIZ FA, Sandoval-Castro CA, Ventura-Cordero J, Sarmiento-Franco LA, de Jesús Torres-Acosta, Juan Felipe. 2018. Efecto de la ingesta de taninos sobre el consumo y ganancia de peso de ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 22(1):73-74.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757427033>

MINITAB v15 (2007), Minitab® Statistical Software, LLC. All Rights Reserved, 2021.

<https://www.minitab.com/es-mx/about-us/>

MOGHADDAM VK, Elahi MY, Nasri MHF, Elghandour MMY, Monroy JC, Salem AZM, Karami M, Mlambo V. 2019. Growth performance and carcass characteristics of finishing male lambs fed barberry pomace-containing diets. *Anim Biotechnol*. 15:1-7.

<https://doi.org/10.1080/10495398.2019.1674861>

NOM-033-ZOO-1995. 2014. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. México.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014

NOM-062-ZOO-1999. 2001. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. México.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=762506&fecha=22/08/2001

ORTIZ A, Elías A, Valdivié M. 2007. Evaluación de la pollinaza de cascarilla de café como *complemento* alimenticio en la ceba de ovinos en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 30(2):279-286.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269119703008>

PARTIDA-HERNÁNDEZ M, Loya-Olguin JL, Gómez-Gurrola A, Ramírez-Ramírez JC, Hernández-Ballesteros JA, Amezcua-Jaeger T, Escalera-Valente F, Sanginés-García L. 2019. Reemplazo de grano de sorgo con fruto de *Guazuma ulmifolia* en dietas de corderos con diferente forraje. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6(17):253-262.

<https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1613>

RIVAS-JACOBO M, Herrera-Medina R, Santos-Díaz R, Herrera-Corredor A, Escalera-Valente F, Martínez-González S. 2017. Bagazo húmedo de cervecería como sustituto de cereales en la suplementación de ovinos. *Abanico Veterinario*. 7(3):21-29.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.73.2>

RODRÍGUEZ-RUIZ ML, Palma-García JM. 2018. Selección y consumo de harinas de frutos de árboles nativos tropicales por ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 22(1):59-60. ISSN: 0188-7890.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/837/83757427026/index.html>

ROMERO-HUELVA M, Ramírez-Fenosa MA, Planelles-González R, García-Casado P, Molina-Alcaide E. 2017. Can by products replace conventional ingredients in concentrate of dairy goat diet. *Journal Dairy Science*. 100(6):4500-4512.

<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11766>

RUIZ-HERNÁNDEZ O, Ibarra-Hinojosa M, Hernández-Meléndez J, Lucero-Magaña F, Cienfuegos-Rivas E, Martínez-González J. 2019. Comportamiento de corderos de ovejas alimentadas con cáscara fresca de naranja y niveles de suplementación. *Abanico Veterinario*. 9:1-10. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2019.98>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. *Atlas Agroalimentario: Primera edición, Ciudad de México, México*. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/mexico-primer-productor-mundial-de-aguacate?idiom=es>

SOLÍS AK. 2012. Aproximación a una tipología del consumidor de aceite de aguacate. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. 175:1-4. ISSN 1696-8352.

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2012/consumidor-aceite-aguacate-mexico.html>

SPSS. (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.

VAN RYSSSEN JBJ, Skenjana A, Van Niekerk WA. 2013. Can avocado meal replace maize meal in broiler diets?. *Applied Animal Husbandry and Rural Development*. 6: 22-27.

<https://www.sasas.co.za/AAH&RD/can-avocado-meal-replace-maize-meal-in-broiler-diets/>

ZAMORA-BELTRÁN J, del Viento-Camacho Alejandra, Palma-García JM. 2018. Inclusión de harina de lámina de hoja de *Ricinus communis* L. en la alimentación de ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 22 suppl. 1:67-68. ISSN: 0188-7890

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757427030>