

Artículo Revisión. Enero-Diciembre 2019; 1:1-14. Recibido: 10/01/2019 Aceptado: 12/08/2019.

Una revisión sobre la pulpa de naranja: cantidad, composición y usos

A review on orange pulp: quantity, composition and uses

Adalberto Espinoza-Zamora¹, Guadalupe Orozco-Benítez¹ , Yessica Vázquez-López² , Javier Romo-Rubio² , Francisco Escalera-Valente¹ , Sergio Martínez-González¹ 

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit; Nayarit, México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Culiacán, Sinaloa, México; *Autor responsable y de correspondencia: Yessica Vázquez-López. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa; Boulevard San Ángel s/n, Colonia San Benito, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México; CP 80246. aespinozaz2@hotmail.com, mgorozco63@gmail.com, yessica.vazquez@uas.edu.mx, romo60@uas.edu.mx, franescalera@hotmail.com, sergio.martinez@uan.edu.mx

RESUMEN

En México, el cultivo de cítricos como la naranja, el limón, mandarina, lima, entre otros, es una actividad agrícola importante. La naranja es el principal cítrico que se procesa (80 %). El subproducto de la industria de jugos y pequeños comercios de venta de jugo es el desecho o pulpa de cítricos, el cual está integrado por la cáscara, bagazo, semilla, jugo, aceites y frutos de desecho. Este subproducto se puede utilizar para alimentación animal (fresco, fermentado, deshidratado, melaza, y torta), fuente de fibra dietética, uso en cama, composta, producción de dextrano y fructosa; sin embargo, mucho se va al relleno sanitario. La deshidratación de pulpa de cítricos al sol tiene un rendimiento de 23.9 %.

Palabras clave: cítricos, agricultura, animal, desecho.

ABSTRACT

The cultivation of citrus fruits such as oranges, lemons, tangerines, lime and others is an important agricultural activity in Mexico, and orange is the main crop of all processed citrus fruits (80 %). The by-product of the juice industry and of small shops selling juice is the waste or pulp of citrus fruits, which is composed of the husk, bagasse, seeds, juice, oils and fruit waste. This by-product can be used as: source of dietary fiber, use in animal feed (fresh, fermented, dehydrated, molasses, cake), bed, dextran and fructose production, and compost; however, much goes to the landfill. When dehydrating the pulp of citrus sun has a yield of 23.9 %.

Keywords: citrus, agricultural, animals, waste.

INTRODUCCIÓN

Los subproductos de origen vegetal y desechos agrícolas se han incrementado de manera exponencial en las últimas décadas en México; estos se han depositado en vertederos o incinerado para transformarse en gases de efecto invernadero, como metano, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y otros (Raj y Antil, 2011). En respuesta a ello, una parte importante de los biotecnólogos de todo el mundo enfocaron sus investigaciones hacia la utilización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales para la producción de compuestos útiles como insumos de otros procesos industriales. Al inicio la prioridad se enfocó en la generación de productos con valor agregado, años más tarde se sumó utilizar los residuos para reducir el impacto ambiental que ocasiona, y a partir del presente siglo la prioridad está orientada a la producción de bioenergéticos y a la elaboración de nuevas formulaciones de alimentos para animales (Saval, 2012).

En México, en el 2006 se produjeron 75.7 millones de toneladas de materia seca proveniente de 20 cultivos, de los cuales 60.1 millones de toneladas corresponden a residuos primarios, obtenidos al momento de la cosecha, entre los que están: hojas y tallos del maíz, tallos y vaina de sorgo, puntas y hojas de caña de azúcar, paja de trigo, paja de cebada y de frijol; así como cáscara de algodón. El resto, 15.6 millones de toneladas corresponden a residuos secundarios obtenidos del procesamiento post-cosecha, entre los que están: bagazo de caña de azúcar, mazorcas y olotes, bagazo de maguey o agave; así como pulpa de café.

Algunos datos que sirven para tener una idea del volumen de residuos que generan diferentes tipos de industrias, son los siguientes: la industria de la cerveza solamente utiliza el 8 % de los componentes del grano, el resto 92 %, es un residuo; la industria del aceite de palma utiliza el 9 %, el 91 % restante es un residuo; la industria del café utiliza el 9.5 %, el 90.5 % restante es un residuo y la industria del papel utiliza menos del 30 %, el resto es un residuo (Valdez-Vázquez *et al.*, 2010).

La citricultura constituye una de las actividades más importantes en la agricultura, y en México representa una opción para un gran número de productores, principalmente de las zonas tropicales en los estados de Veracruz, San Luis Potosí y Tabasco; mientras otro importante porcentaje, se distribuye en Nuevo León, Tamaulipas, Guerrero y Sonora; algunos de los cuales participan en la exportación de este producto (Nieto, 1998). Los rendimientos de producción fluctúan entre 9 y 35 toneladas por hectárea.

Los países que registran los mejores rendimientos son Estados Unidos y Cuba, como consecuencia de las buenas condiciones agroclimatológicas que imperan y la tecnología utilizada. Entre los cítricos destaca la naranja (*Citrus sinensis*), la cual abarca cerca del 71.4 % de dicho sector (Del Rosal, 2003). Cuando las frutas cítricas se procesan para obtener jugo y otros productos, alrededor del 50 % de la masa total de la fruta es desecho (cáscara, hollejo y semillas) o pulpa de cítricos, la cual es usada en la alimentación de bovinos y cerdos (Jiménez *et al.*, 2012).

REVISIÓN DE LITERATURA

El residuo derivado de la extracción del jugo se denomina pulpa de cítricos, y está formada por la cáscara, bagazo, semillas, junto con una pequeña cantidad de jugo, aceites y frutos de desecho. Aproximadamente del 45 al 60 % de peso del fruto completo es desecho o pulpa de cítricos (60-65 % cáscara, 30.4 % pulpa y del 0-10 % semillas); la cual se obtiene de plantas procesadoras de jugos o de expendios de jugo locales. La pulpa de cítricos está formada principalmente por naranja y toronja; aunque a veces de limón, pero es menos apetecida (Gaztambide, 1986; Flores, 1991; Bueno *et al.*, 2002; Viuda *et al.*, 2008; Romero, 2010). Cada año se utilizan en el mundo unos 20 millones de toneladas de cítricos para la elaboración de jugos y concentrados, esta cifra representa el 40 % de la producción mundial de cítricos. La naranja es el principal de todos los cítricos elaborados (80 %), seguido de la toronja (9 %), los limones (6 %) y las mandarinas (5 %) (FAO 1989).

Disponibilidad de naranja en Nayarit, México.

En el estado de Nayarit ingresa naranja que proviene de Veracruz (en octubre), Tamaulipas (en mayo), Sonora (en julio) y de Yucatán (en agosto); entran de 400 a 800 toneladas por mes, aproximadamente entre 13 y 26 toneladas/día; las que se distribuyen a todo el estado y en Puerto Vallarta, Jalisco. Para un litro (1.1 kg) de jugo de naranja se requiere de 2.2 kg de naranja, por lo que el 50 % es desecho, calculándose que hay una disponibilidad diaria de entre 7 y 13 toneladas, las cuales van al relleno sanitario de los diferentes municipios de Nayarit y Puerto Vallarta, Jalisco. Para la zona de Tepic y Xalisco se calcula que son entre 5 y 7 toneladas/día (Mercado de Abastos de Tepic, 2017; puestos ambulantes y fijos de jugos naturales de Tepic, 2017).

Los derivados de naranja y otros cítricos

Los derivados principales de los cítricos son los siguientes: a) aceites esenciales: se emplean en las industrias de perfumes, dulces, alimentos y farmacéutica; b) jugo: por el elevado contenido de nutrientes, se comercializa como jugo fresco, pasteurizado, concentrado, pulposo y clarificado; así como concentrado en polvo; de una tonelada de naranja se obtienen, por ejemplo, 20 galones de concentrado a 65 °Brix; 1.95 kg de aceite esencial, y 100 kg de alimento para ganado; c) mermeladas y jaleas, y d) cáscara deshidratada para alimento de ganado y para la obtención de pectinas (SARH y BANCOMEXT, 1995).

La composición química de la pulpa de naranja

La pulpa de naranja en estado fresco es rica en carbohidratos, alta en agua y baja en proteínas, grasa y minerales; la corteza de la naranja es rica en proteínas, grasa y minerales. Además, la corteza y pulpa son altos en vitaminas A, B y C; como se observa en la tabla 1 (Gaztambide, 1986). La pulpa de naranja contiene 27.3 mg/100 g de calcio, 8.64 mg/100 g de magnesio, 0.38 mg/100 g de Zinc y 16.3 mg/100 g de ácido ascórbico (Rincón *et al.*, 2005).

Tabla 1.- Composición química de la pulpa fresca de naranja.

Producto	Composición (%)					
	Agua	Minerales	Proteínas	Carbohidratos extracto libre de nitrógeno	Fibra	Grasa
Pulpa fresca	80	0.67	1.7	15.2	1.61	0.75
Corteza	30	3.65	6.26	47.5	10.7	1.80

Gaztambide, 1986.

En un estudio realizado por Coppo y Mussart (2006), con desecho de industria juguera, encontraron que estaba formado por: bagazo de naranja (60 %), toronja (20 %), mandarina (10 %) y limón (10 %); e informaron que contenía 7.6 % de proteína cruda, 17.7 % fibra cruda, 4.5 % extracto etéreo, 65.7 % extracto no nitrogenado y 4.5 % de cenizas (0.17 % de fósforo, 0.54 % calcio, 0.03 % sodio, 0.50 % potasio, 725 mg/kg magnesio, 15 mg/kg manganeso, 78 mg/kg zinc, 83 mg/kg **hierro y 15 mg/kg** de cobre); con 3.62 Mcal/kg materia seca (15.5 % de energía bruta).

En la tabla 2 se presenta la composición química de subproductos derivados del desecho de de naranja.

Tabla 2.- Composición química de subproductos de la naranja con diferentes procesos

Producto	MS	PB	FB	Cenizas	EE	ELN	Calcio	Fósforo
Naranjas frescas enteras	12.8	7.8	9.4	4.7	1.6	76.5	0.47	0.23
Pulpa fresca de naranja	16.1	6.8	6.2	3.7	1.9	81.4	1.3	0.12
Ensilaje de pulpa de naranja	19.6	7.7	14.3	5.1	2.6	70.3	1.38	0.10
Pulpa desecada de citrus	91.8	8.0	11.4	5.5	3.9	71.1	-	-
Melaza de citrus	85	5.8	0.0	6.6	0.3	87.3	1.13	0.08
Harina de semillas de citrus	85	40	8.8	7.0	6.7	37.5	-	-

Composición de nutrientes en base seca y en %. MS (materia seca). PB (Proteína bruta). FB (Fibra bruta). EE (Extracto etéreo). ELN (Extracto libre de nitrógeno) (Gohl, 1975).

La palatabilidad de la pulpa de cítricos es buena, tiene una digestibilidad elevada de 85 % y un valor energético similar al de la cebada (2.67 Mcal de energía metabolizable); su fermentación ruminal es típicamente acética. Entre las características de la proteína de la pulpa de cítricos se destaca la elevada solubilidad (35-40 %), una degradabilidad efectiva del 65 % y una velocidad de degradación del 6 % por hora. La digestibilidad intestinal de la proteína que escapa de la degradación ruminal es del orden del 85 % (FEDNA, 2004.)

En una investigación, la pulpa húmeda deshidratada a una temperatura de 90 °C, sin retirar las semillas o extraer la melaza; se encontró que el residuo seco contenía 8.1 % de proteína cruda, 11 % fibra cruda, 73 % extracto libre de nitrógeno, y 14 % de azúcar. La mitad de la proteína era proteína verdadera, pero baja en lisina. El promedio total digestible y la energía digestible de pulpa de cítrico calculada por diferencia fue aproximadamente 80 % y 3,503 kcal/kg, respectivamente (Bhattacharya y Harb 1973). La pasta de pulpa seca contiene aminoácidos, como: lisina 30.8, histidina 17.4, arginina 45.6, ácido aspártico 90.7, treonina 29.6, serina 36.4, ácido glutámico 82.8, prolina 89.7, alanina 38.7, valina 37.1, metionina 8.31, isoleucina 48.5, tirosina 29.6 y fenilalanina 28.9 mg/g de nitrógeno (Bhattacharya y Harb, 1973).

Tabla 3. Comparativa de la composición química y digestibilidad *in vitro* de MS (%) del residuo fresco de naranja y del grano de sorgo

Indicador	Residuo fresco de naranja	Grano de sorgo
Materia seca	21.9	90.2
Proteína cruda	6.0	11.2
Fibra cruda	16.2	4.3
Extracto etéreo	2.4	3.2
Extracto libre de nitrógeno	72.2	76.4
Cenizas	3.2	4.9
Fibra neutro detergente	22.7	45.2
Fibra ácido detergente	17.1	26.4
Celulosa	11.7	13.1
Hemicelulosa	18.0	9.7
Lignina	1.7	2.1
DIVMS	72.3	68.0
EM (MJ/kg de MS)	10.9	10.0

DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la MS (materia seca). Villanueva *et al.* (2013).

Tabla 4.- Composición de la harina de naranja

Determinación	Composición (%)
pH	4.29 ± 0.15
Cenizas	3.33 ± 0.74
Proteína cruda	5.63 ± 0.14
Extracto etéreo	0.59 ± 0.08
Fibra dietética total	39.5 ± 2.08
Fibra dietética soluble	20.1 ± 1.71
Fibra dietética insoluble	19.0 ± 1.34

(Jiménez *et al.*, 2012).

Usos del desecho de naranja

El desecho de naranja tiene muchas formas de uso, que a continuación se explican superficialmente; sin embargo, muchas toneladas todavía van al relleno sanitario.

1). Fuente de fibra dietética. Jiménez *et al.* (2012) indicaron que los residuos de naranja son una excelente fuente de fibra, ya que poseen cantidades suficientes tanto soluble e insoluble; con efecto positivo en el crecimiento de las bacterias benéficas y negativo en el de las patógenas; además, de ser una buena fuente de ácido acético y ácido ascórbico, el cual es necesario para mantener una buena salud intestinal.

2). Fresco o fermentado. El origen de la pulpa de naranja, son las jugueras, comercios fijos o ambulantes que regularmente la entregan en bolsas negras. Se recomienda conservarlas en las mismas bolsas para que se fermenten; obteniendo un producto de color café y olor agradable. El aspecto que toma la cáscara es como si estuviera cocida. La pulpa de naranja fermentada se ofrece como suplemento a borregas en pastoreo; la cantidad varía de acuerdo a la calidad del pastoreo y de la etapa productiva; por ejemplo, a borregas en gestación temprana y con pastoreo les regulan calidad; se le puede ayudar con 500 g de pulpa de naranja por cabeza/día, en borregas lactantes con regular calidad de pastoreo; se puede dar de 1 hasta 3 kg por cabeza/día; con esto se reduce mucho el concentrado que se ofrece a la borrega lactante.

En algunas explotaciones se ha quitado por completo otro tipo de suplemento, solo se ofrece el desecho de naranja y el pastoreo. Hay que tener cuidado de no servir cáscara que presente contaminación con hongos o que tenga un olor desagradable (Soto y Delgado, 2014). Cuando se evaluaron los cambios en las características bromatológicas del desecho fresco de naranja almacenado en montones al aire libre durante el mes de mayo (temperaturas que variaron de 32 a 38 °C y una humedad relativa de 75 a 80 %), tomando tres muestras representativas diarias, a una profundidad de 30 a 40 cm, en un diseño completamente al azar; se observó que la materia seca aumentó ($p < 0.01$) de 210 a 310 g/kg durante el periodo de almacenamiento; el incremento de la materia seca fue del 10 % (21 a 31 %), indicándose que pudo ser debido a una pérdida de humedad por escurrimiento y deshidratación. El contenido de proteína cruda se mantuvo relativamente constante ($p > 0.05$) durante los días 1 al 5 (de 9 %); mientras que durante los días 6 y 7 los valores fueron mayores (de 14 y 17 %; $p < 0.01$). Los contenidos de materia orgánica, fibra detergente neutro, fibra detergente ácida, hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas no fueron modificados ($p > 0.05$) durante los días de almacenamiento; por lo

que el desecho fresco de naranja almacenada en montones hasta por 7 días, no presenta variaciones significativas en el contenido bromatológico que comprometan el uso en la alimentación de rumiantes (González-Reyna *et al.*, 2013).

3). Ensilado mixto. Por muchas razones, el ensilaje es el mejor método de conservación de forrajes. Los subproductos de la industria alimenticia se pueden aprovechar haciendo ensilajes mixtos. Se llaman así, porque se le agregan algunos productos para elevar el valor del ensilado (figura 1). La preparación consiste en diluir 600 g de urea en 60 litros de agua; después agregar 50 kg de melaza en el agua. Posteriormente, colocar una capa gruesa de rastrojo debajo del contenedor o silo; luego una capa de cáscara de naranja (triturada). Enseguida una capa de agua con melaza y urea para humedecer la naranja y el rastrojo; seguir haciendo capa por capa de la misma manera, apisonando para compactar cada capa. Finalmente tapar perfectamente con plástico negro para silos, para evitar le entrada de aire y agua de lluvia. En 25 días ya está listo el ensilado para ser ofrecido a los animales.

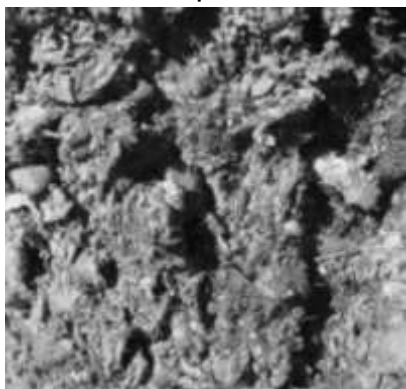


Figura 1. Ensilado de naranja enriquecido, imagen de Cordero Supremo

La pulpa ensilada es una alternativa para la alimentación del ganado en época de estiaje, sobretodo en zonas áridas; si al ensilado se le agregan microorganismos, es posible incrementar el contenido proteico de 4.5 a 18 % (UNPG, 2012). También se puede amoniacarse con facilidad; el método más sencillo es colocar el residuo en una manga larga de polietileno e introducir por un extremo el gas de amoníaco (Gohl, 1975).

4). Pulpa deshidratada. La pulpa deshidratada al sol es menos voluminosa, se conserva mejor y es de uso más fácil; debe darse en una ración balanceada con concentrados proteicos y minerales. El desecho molido se parece mucho al maíz grano molido y con olor agradable, aunque carece de efectos tóxicos; en grandes cantidades tiene efecto laxante. Cuando no es posible desecarla, se puede usar fresca o ensilarla en barriles o tambos, en donde puede permanecer hasta por ocho meses sin deterioro. Se han registrado ingestas de hasta 40 kg por día sin el menos efecto nocivo, salvo el posible peligro de que la fruta entera pueda quedar atascada en el esófago; por lo tanto, es mejor cortar las frutas antes de suministrarlas al ganado (Gaztambide, 1986).

5). Torta oleaginosa. Algunas veces las semillas se recogen por separado en la industria juguera y se someten a un proceso de extracción del aceite; la torta

oleaginosa resultante suele llamarse harina de semilla de citrus, que contiene 40 % de proteína cruda; sin embargo, contiene una sustancia tóxica, la limonina, para los cerdos y las aves de corral; por lo que no se recomienda el uso en estas especies animales (Gohl, 1975; Gohl, 1982; Orozco, 2015).

6). Melaza de citrus. La melaza de citrus se obtiene cuando la pulpa de naranja es prensada antes de extenderse en patio; la melaza contiene del 9 al 15 % de sólidos, de los cuales del 60 al 75 % corresponden a azúcares; normalmente suele ser un líquido espeso y viscoso, de color entre pardo oscuro y casi negro, de sabor muy amargo por la presencia de naringina, un flavonoide; sin embargo, se puede usar como la melaza de caña de azúcar, a razón del 5 al 10 % en las dietas (Gohl, 1975).

7). Composta. En un estudio se determinaron características físicas, químicas, y se realizaron bioensayos de fitotoxicidad de residuos compostados de paja de trigo, bagazo de caña y cáscara de naranja; debido a que se encuentran en gran disponibilidad en las regiones de Oaxaca, México. Los tres sustratos presentaron buena liberación de humedad (34.2 %), espacio poroso total mayor a 85 %, bajas densidades aparentes (0.1 g/cm^{-3}) y real (1.31 g/cm^{-3}); incrementos de pH de ácido a neutro. La composta de paja de trigo mostró las mayores concentraciones de nitrógeno (0.79 %), fósforo (3.0 %) y potasio (0.54 %); una conductividad eléctrica significativamente mayor (6.65 dS m^{-1}) e índice de germinación superior a 120 en semillas de brócoli (López *et al.*, 2015).

8). Cama. Los productores de hongos comestibles (champiñones o setas), usan por lo general, pajas (paja de trigo, paja de cebada, paja de arroz, cáscara de naranja, pulpa de café, tallos de algodón, residuos de destilería de uva) y al término del periodo de crecimiento de los hongos. La fibra de la paja se ha solubilizado ampliamente, por lo que es posible que los animales consuman dicha paja y le aprovechen más eficientemente, ya que los hongos solubilizan los enlaces de lignina y mejoran la digestibilidad de la fibra y de los componentes lignocelulósicos de la pared celular (González, 2010).

9). Producción de dextrano y fructosa. En Colombia a nivel de laboratorio para la producción de dextrano y fructosa a partir de cáscara de naranja, piña y cachaza de caña panelera, utilizando una cepa de *Leuconostoc mesenteroides*. Los autores determinaron sus características y concluyeron que la dextrosa obtenida es grado técnico y se puede utilizar como espesante en la industria de alimentos, o como floculante para el tratamiento de aguas residuales (Rodríguez y Hansen, 2007).

Uso en la alimentación animal

El desecho de cítricos, es un alimento valioso tanto fresco como seco. La pulpa fresca es agradable al paladar y el ganado la come con gusto; pero debe proporcionarse a los animales inmediatamente llegando a la granja, ya que se descompone rápidamente. Se recomienda ofrecerla picada, pues los animales no desperdician nada de producto; aunque también se la comen en mitades. La pulpa deshidratada de cítricos es más liviana, voluminosa (160 kg/m^3), contiene mucho menos humedad y es menos agradable al paladar; sin embargo, el ganado la come sin dificultad, sobre todo cuando se mezcla con otros ingredientes. En los cerdos hay buenos resultados

en aumento de peso y rentabilidad (Gaztambide, 1986; Ángeles y Cortés, 2009). El número internacional del alimento es 4-01-237 (Church y Pond, 1990).

La pulpa de cítricos no altera el sabor de la leche. El ganado vacuno de engorda o lechero consume fácilmente la pulpa de cítricos una vez que se han adaptado al consumo. En bovinos de leche se recomienda un nivel de 30 % de pulpa de cítricos en la dieta, ya que incrementa la producción láctea en 0.5 kg/día. En porcino, los niveles de inclusión habituales suelen ser entre 10-15 % y un máximo de 20 % en base seca, niveles de inclusión superiores pueden llegar a penalizar los rendimientos productivos. En bovinos de carne con el uso de 60 % de pulpa de cítricos en la dieta, se puede obtener una ganancia diaria promedio de 940.2 ± 195.2 g/día (Flores, 1991; Gaztambide, 1986; Viuda *et al.*, 2008; Bueno *et al.*, 2002; Romero, 2010).

La pulpa de naranja puede reemplazar parte del maíz o la soya, o simplemente el alimento cotidiano, esta harina tiene ciertas propiedades que contribuyen a la nutrición de animales, tal como la fibra, la cual es muy importante para la alimentación de las reses, ya que garantiza la absorción de las proteínas y otros nutrientes que contienen el maíz y la soya. Además, se ha comprobado que el sabor es aceptado por los animales, en especial por el ganado vacuno. La pulpa de naranja es un excelente suplemento alimenticio en el ganado, ya que es altamente energética, debido a la gran cantidad de carbohidratos; además estimula la formación de bacterias probióticas que ayudan a mejorar la salud de los animales, evitando el crecimiento de patógenos alimenticios (Cuevas, 2012).

La necesidad de encontrar métodos alternativos a los antibióticos para reducir la presencia de bacterias patógenas en el ganado, ha llevado a un equipo del *Agricultural Research Service* a probar la eficacia de la corteza y la pulpa de los cítricos para alcanzar este objetivo. Han demostrado que la pulpa y la corteza de los cítricos, específicamente la pulpa de naranja, ayuda a reducir la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* en el intestino de los rumiantes. Diversos estudios previos ya habían demostrado que los cítricos proveen al ganado bovino una cantidad adecuada de fibra y vitaminas, y los aceites esenciales tienen un efecto antibiótico natural.

Los datos obtenidos han demostrado la viabilidad de utilizar la pulpa de naranja como una fuente de alimento para estimular la actividad antimicrobiana intestinal del ganado bovino. Asimismo, se ha comprobado que el consumo de corteza y pulpa de naranja es compatible con las prácticas actuales de producción en el bovino, que los come sin problemas de aceptación. Uno de los principales problemas de la pulpa y la corteza de naranja es el transporte, ya que la humedad es muy elevada y eso dificulta la tarea; sin embargo, la peletización evita este contratiempo. En uno de los experimentos de campo llevado a cabo con ganado ovino, se demostró que la alimentación basada en pellets de pulpa de naranja durante ocho días, divide por 10 la cantidad de *Salmonella* intestinal en estos animales (Ventura, 2011).

En una investigación se incorporó harina de naranja en dietas para borregos, para obtener carne de mejor calidad y con menos concentración de grasa, se reportó que los animales que se alimentaron con la dieta que contenía harina de naranja incrementaron ligeramente el peso y presentaron menos grasa; además, la consistencia y sabor de la carne fue superior (Neria, 2010). El residuo fresco de naranja puede utilizarse como alternativa útil en la alimentación de los corderos en confinamiento durante la etapa de engorda, hasta 30 % en sustitución del grano de sorgo; esto representa una disminución de 48 % en los costos de alimentación por kg de cordero (Villanueva *et al.*, 2013).

La sustitución de la miel final de caña por ensilaje de cítricos en niveles de 0, 12, 25 y 40 % con respecto a la materia seca de la dieta de cerdos en finalización, no modificó la ganancia de peso, observándose curvas de crecimiento similares en todos los tratamientos; mientras que la conversión de la materia seca disminuyó ($p < 0.001$) a partir del 25 % de inclusión del ensilaje de pulpa de naranjas, en sustitución de la miel final. La conversión de la energía digestible fue similar entre los tratamientos, aunque se observó una tendencia a que fueron mayores en los dos primeros niveles de sustitución, con respecto al control y al mayor nivel de inclusión del ensilaje. El espesor de la grasa dorsal disminuyó ($p < 0.001$) a medida que se sustituyó la miel final por el ensilaje de pulpa de naranjas.

Se obtuvieron correlaciones significativas entre la ganancia y la conversión con la utilización digestiva de la materia seca, la energía y el nitrógeno. En general se observó un aumento en los coeficientes de correlación cuando el ensilaje de naranjas forma parte de la dieta, sustituyendo a la miel final, y se obtuvieron mejores correlaciones de la digestibilidad de nutrientes con la conversión respecto de la ganancia media diaria. La digestibilidad total de la energía fue el mejor predictor de los rasgos de comportamiento (Domínguez, 1995).

La suplementación con desecho fresco de naranja a niveles de 300, 450 y 600 g animal/día, a borregas de diferente genotipo (Blackbelly, Katahdin y Pelibuey), no modificaron ($p > 0.05$) el peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria predestete (2.50 ± 0.15 , 9.25 ± 1.57 y 0.11 ± 0.01 kg, respectivamente, (Ruiz *et al.*, 2019).

Resultados preliminares

El secado al sol de desecho de naranja fresca se realizó en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit. El proceso consistió en colocar el desecho de naranja fresca en una plancha de concreto durante 14 días y con movimiento diario del desecho, con una pala, para permitir el secado homogéneo del material. Posteriormente el producto seco fue molido en un molino de martillos No. 20 (figura 2), provisto con una criba de 1 cm de diámetro, con el fin de obtener la harina. El secado al sol de desecho de naranja fresca presentó un rendimiento del 23.9 % (tabla 5).

CONCLUSIÓN

El subproducto de la industria juguera y de pequeños comercios de venta de jugo es el desecho o pulpa de cítricos, el cual está integrado por la cáscara, bagazo, semillas, jugo, aceites y frutos de desecho. Este subproducto se puede usar como fuente de fibra dietética y energía en la alimentación animal de rumiantes y no rumiantes (fresco, fermentado, deshidratado, melaza, o torta), cama, producción de dextrano y fructosa, y composta; sin embargo, mucho se va al relleno sanitario. Al deshidratar la pulpa de cítricos al sol tiene un rendimiento de 23.9 %.

Tabla 5. Rendimiento de desecho de de naranja fresca secado al sol

Pulpa de naranja fresca (kg)	Pulpa de naranja seca al sol (kg)	Rendimiento (%)
137.9	35.4	25.7
151.6	38.8	25.6
92.2	22.6	24.5
217.0	51.0	23.5
86.6	20.5	23.7
105.0	23.4	22.3
76.0	19.4	25.5
150.8	32.8	21.8
90.3	23.0	25.5
81.4	17.1	21.0
	Media	23.9

LITERATURA CITADA

ÁNGELES CS, Cortés Sánchez M. 2009. Manual de ingredientes de utilidad en alimentación animal y algunas características microscópicas. UNAM. México. Pp.21. ISBN: 9786072003590

BHATTACHARYA AN, Harb M. 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. *Journal Animal Science*. 36(6):1175-1180. ISSN: 1525-3163; DOI: [10.2527/jas1973.3661175x](https://doi.org/10.2527/jas1973.3661175x)

BUENO MS, Ferrari E, Blanchini D, Leinz FC, Rodríguez F. 2002. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. *Small Ruminant Research*. 46:179-185. ISSN: 0921-4488; DOI: [10.1016/S0921-4488\(02\)00184-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00184-0)

CHURCH DC, Pond WG. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Noriega-Limusa. México. Pp. 438. ISBN: 968-18-2173-4

COPPO JA, Mussart NB. 2006. Bagazo de citrus como suplemento invernal en vacas de descarte. *Portal veterinaria*.

<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3539/articulos-rumiantes-archivo/bagazo-de-citrus-como-suplemento-invernal-en-vacas-de-descarte.html>



Figura 2. Proceso de secado al sol y molienda de desecho de naranja fresca

CUEVAS MMM. 2012. Una alternativa para temporadas de escasez de pastos cáscara de naranja opción alimentaria para ganado. Instituto Tecnológico Superior de Misantla. Misantla, Veracruz. <http://elproductor.com/2012/02/21/una-alternativa-para-temporadas-de-escasez-de-pastos-cascara-de-naranja-opcion-alimentaria-para-ganado/>

DEL ROSAL JA. 2003. Problemática en la comercialización de naranja (*Citrus sinensis*) en el estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

DOMÍNGUEZ PL. 1995. Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 2(2):2-11. <http://www.iip.co.cu/RCPP/ant/RCPP2.2.pdf>

FAO. 1989. Zumos cítricos. Tendencias y perspectivas de la producción mundial y del mercado internacional. Estudio FAO Desarrollo económico y social 78. CIP. https://sb.unah.edu.hk/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=41572&shelfbrowse_itemnumber=128909

FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2004. http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/pulpa-de-c%C3%ADtricos

FLORES J. 1991. Uso de productos no tradicionales en la alimentación animal. Universidad Técnica de Ambato. Medicina Veterinaria y Zootecnia Ambato, Ecuador. <http://es.slideshare.net/pablos1991/uso-de-productos-no-tradicionales-en-la-alimentacin-animal>.

FLORES MJA. 1986. Manual de alimentación animal. Ediciones ciencia y técnica. México. Pp. 843-845. ISBN: 968-18-2097-5

GAZTAMBIDE AC. 1986. Alimentación de animales en los trópicos. Editorial Diana. México. Pp. 96-99. ISBN: 968-13.0282-6

GOHL BI. 1975. Los subproductos de los citrus para la alimentación del ganado. *Revista Mundial de Zootecnia*. 6:30-40.

GOHL BI. 1982. Les aliments du betail sous les tropiques. FAO. Division de production et santé animale. Roma, Italy.

GONZÁLEZ MS. 2010. Aprovechamiento de esquilmos agrícolas y subproductos en la alimentación del ganado. SAGARPA-COLEGIO DE POSGRADUADOS. México. <https://docplayer.es/15132764-Aprovechamiento-de-esquilmos-y-subproductos-en-la-alimentacion-del-ganado.html>

GONZÁLEZ-REYNA A, Lucero-Magaña FA, Zárate-Fortuna P, Hernández-Meléndez J, Ibarra-Hinojosa MA, Limas-Martínez AG. 2013. Evolución del valor nutritivo de la pulpa de naranja fresca almacenada durante siete días. *Zootecnia Tropical*. 31(2): 159-164. <https://docplayer.es/68269386-Evolución%20del%20valor%20nutritivo%20de%20la%20pulpa%20de%20naranja%20fresca%20almacenada%20durante%20siete%20días.pdf>

JIMÉNEZ VR, González Cortés N, Magaña Contreras A, Corona Cruz A. 2012. La fibra de la naranja y la salud. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*. 25(3). <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol25num3/articulos/fibra/>

LÓPEZ-CLEMENTE XA, Robles-Pérez C, Velasco-Velasco VA, Ruiz-Luna J, Enríquez-del Valle JR, Rodríguez-Ortiz G. 2015. Propiedades físicas, químicas y biológicas de tres residuos agrícolas compostados. *CIENCIA ergo-sum*. 22(2):145-152. ISSN 1405-0269; <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7715>

- MERCADO de abastos de Tepic, Nayarit, México. 2017.
- MORRISON FB. 1980. Alimentos y alimentación del ganado. UTEHA. México. Pp.700-701. ISBN: 968-438-450-5
- NIETO Reyes HR.1998. Problemática actual de la comercialización de naranja en Tamaulipas. *Fitotecnia*. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/contacto.html>
- NERIA G. 2010. Podría cáscara de naranja mejorar la carne de borrego. El Independiente de Hidalgo. <http://www.elindependientedehidalgo.com.mx/hemeroteca/2010/07/9961>
- OROZCO Corral AL. 2015. Esquilmos frutales para alimento de los animales. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7924/ALFONSO%20LUI%20OROZCO%20CORRAL.pdf?sequence=1>
- PUESTOS AMBULANTES y fijos de jugos naturales de Tepic, Nayarit. México. 2017.
- RAJ D, Antil RS. 2011. Evaluation of maturity and stability parameters of compost prepared from agro-industrial wastes. *Bioresource Technology*. 102:2868-2873. ISSN: 0960-8524; DOI: [10.1016/j.biortech.2010.10.077](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.077)
- RIHANI N, Garrett W N, Zinn RA. 1993. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep. *Journal Animal Science*. 71:2310-2321. ISSN: 1525-3163. DOI: [10.2527/1993.7192310x](https://doi.org/10.2527/1993.7192310x)
- RINCÓN AM, Vásquez AM, Padilla FC. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*citrus sinensis*), mandarina (*citrus reticulata*) y toronja (*citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 2005. 55(3):1-12. ISSN: 0004-0622. <https://www.scienceopen.com/document?vid=89582ffb-3adf-4484-84db-140a8ea490e5>
- RODRÍGUEZ OV, Hansen H. 2007. Obtención de dextrano y fructosa, utilizando residuos agroindustriales con la cepa *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B512-F. *Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquia*. 7: 159-172.
- ROMERO DP. 2010. Utilización de la cáscara de naranja fresca y morera como alternativas de alimentación en ganado de doble propósito. Reuniones de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Forestal en México. Campeche, México. Pp. 124
- RUIZ-HERNÁNDEZ O, Ibarra-Hinojosa Martín, Hernández-Meléndez Javier, Lucero-Magaña Froylán, Cienfuegos-Rivas Eugenia, Martínez-González Juan. 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>

SAVAL S. 2012. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *BioTecnología*. 16(2):14-48. ISSN: 0188-4786. https://www.academia.edu/4478614/Saval_Residuosagroindustriales

SARH y BANCOMEXT. 1995. La industria de la naranja en México. Comercio Exterior. Pp. 232-247. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/244/4/RCE4.pdf>

SOTO LC, Delgado M. 2014. Uso de cáscara de naranja en la alimentación de ovinos. Cordero Supremo. <http://corderosupremo.com/wp-content/uploads/2014/03/Usodec%C3%A1scara-de-naranja.pdf>Valdez-

UNPG. Unión Nacional de Productores de Ganado. 2012. Elaboran los ganaderos silo con bagazo de naranja. Sonora, México. <http://www.unpg.org/bagazodenaranja.html>

VAZQUEZ I, Acevedo-Benitez JA, Hernandez-Santiago C. 2010. Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 2147-2153. ISSN: 13640321; DOI: [10.1016/j.rser.2010.03.034](https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.03.034)

VENTURA GJ. 2011. Alimentar a los rumiantes con corteza y pulpa de cítricos reduce la presencia intestinal de E. coli y salmonella. *Portal veterinaria*. <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10687/actualidad/alimentar-a-los-rumiantes-con-corteza-y-pulpa-de-citricos-reduce-la-presencia-intestinal-de-e.-coli-y-salmonella.html>

VIUDA M, Ruiz Y, Fernández-López J, Pérez A. 2008. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon L*), mandarin (*C. reticulata L.*), grapefruit (*C. paridisi L*) and orange (*C. sinensis*) vs. essential oils. *Food Control*. 19(12):1130-1138. ISSN: 0956-7135. DOI: [10.1016/j.foodcont.2007.12.003](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.12.003)

VILLANUEVA Z, Ibarra MA, Zárate P, Briones F, Escamilla OS, González A, Gutiérrez E. 2013. Comportamiento productivo de corderos de pelo alimentados con residuo fresco de naranja (*Citrus sinensis*) en sustitución de granos de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 47(1):27-31. ISSN: 0034-7485. <https://docplayer.es/36217190-Revista%20Cubana%20de%20Ciencia%20Agrícola%20ISSN%20Instituto%20de%20Ciencia%20Animal%20Cuba.pdf>