

Evaluación productiva de *Capra hircus* alimentados con ensilado de cascarilla de arroz y *Opuntia ficus*

Productive evaluation of *Capra hircus* feeded with rice scrambled salad and *Opuntia Ficus*

Héctor Sánchez Suárez*; Gloria Ochoa Mogollón;
Petter Peña García; Alex López Córdova

Resumen

La producción caprina en regiones donde hay escasez de pasto busca alternativas para reducir el sobre pastoreo, la *Opuntia ficus* como forraje del desierto y su consumo como ensilado mezclado con residuos de la zona (cascarilla de arroz), son alternativas como fuente de alimento para caprinos. Se suplementó ensilado, compuesto de 30 kg de *Opuntia ficus*, 50 kg de cascarilla de arroz, como sustrato se utilizó melaza y como fermentadores se utilizó líquido ruminal y lactobacilos del fermento de arroz, el ensilado mejoró el valor proteico (8%), el tiempo de estabilidad fue a los 21 días, con buenas características organolépticas, se aislaron lactobacilos y bacterias celulolíticas (degradadora y fermentativa) *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus pumilus*. Fueron agregados para caprinos en crecimiento, dosis de 10, 15 y 20% de la dieta, consumiendo cada uno 200, 214, 300 y 340 g por día/animal de la dieta, la dosificación al 20% presentó mejores incrementos de peso, mejor merito económico y donde el ensilado es aportante de proteína y fibra, a la vez disminuye los costos de producción.

Palabras clave: estabilidad del ensilado; ácido láctico; fermento de arroz; celulolíticas; cascarilla de arroz; alimentación caprina.

Abstract

Goat production in regions where there is a shortage of pasture looks for alternatives to reduce overgrazing, *Opuntia ficus* as desert fodder and its consumption as silage mixed with waste from the area (rice husk), are alternatives as a source of food for goats, silage was supplemented, composed of 30 kg of *Opuntia ficus*, 50 kg of rice husk, molasses was used as substrate, and ruminal fluid and rice fermenting lactobacilli were used as fermentors, silage improved the protein value (8%) , the stability time was 21 days, with good organoleptic characteristics, lactobacilli and cellulolytic bacteria (degrading and fermentative) were isolated *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus pumilus*. They were added for growing goats, doses of 10, 15 and 20% of the diet, each consuming 200, 214, 300, and 340 g per day/animal of the diet, the dosage at 20% presented better weight increases, better economic merit and where silage is a source of protein and fiber, while reducing production costs.

Keywords: silage stability; lactic acid; rice ferment; cellulolytic; rice husk; goat feed.

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes.

*Autor correspondiente: hsanchezs@untumbes.edu.pe (H. Sánchez).

Introducción

Los efectos del cambio climático han ocasionado la escasez de lluvias en muchas zonas de nuestro país, disminuye los pastos naturales, degradación del suelo, produciendo el sobre pastoreo y la pérdida de la producción de ganado caprino, esta escasez de pasto es cada año perjudicial para la alimentación de ganado caprino de nuestra zona lo que implicaría la búsqueda inmediata de soluciones a corto plazo a este problema creciente (Fernández, 2010; Cruz *et al.*, 2011; Cordeiro y Gonzaga, 2003).

La crianza de caprinos es de vital importancia socioeconómica de la población rural en nuestra región, es de subsistencia, está bajo el sistema de subsistencia, sin desarrollo técnico, sin embargo, actualmente la ausencia de alimento destinado a este sector ha influido en su desarrollo principalmente durante los periodos de estiaje, permitirá sufragar un déficit de alimento (Gil y Bernal, 2001; Rodríguez y Álvarez, 2005; Llorente, 2014; Gusha *et al.*, 2014).

Los cultivos de opuntia han demostrado ser de importancia para la producción ganadera del desierto en países como

Sudáfrica, Etiopia, Brasil, México y Chile (Anaya, 2003), sin embargo, opuntia es deficiente en el contenido de proteína, por lo que pertinente mejorar su valor nutricional en forma de silaje y su ingesta como forraje en animales semi-estabulados (Anaya, 2003; Novoa, 2006; Machin, 2001; Chedly y Lee, 2001; Mokoboki, 2017; Oude *et al.*, 2001).

La cascarilla es uno de los desechos más importantes de la producción de arroz, se calcula que aproximadamente el 20% y contáminate por su disposición, pero es un buen aportante de fibra dietética para ganado caprino (Sierra, 2010; Mendiola, 2013; Vera *et al.*, 2015).

Proyectando al uso de alimentos que pueden ser destinados para sistemas de crianza semi-estabulado es necesario conocer la capacidad forrajera, del ensilado de Opuntia conjuntamente con la cascarilla de arroz como materia prima, su uso y aprovechamiento de manera sencilla y adecuada como ensilado, para la alimentación del ganado caprino en nuestra región (Gusha *et al.*, 2014; Cañete y Sacha 1998).

Material y métodos

Preparación del ensilado

Para preparar fermento láctico e incorporar al ensilado se utilizó 100 gramos de arroz para 1 litro de agua se dejó para fermentación. Se lavaron 100 gramos de arroz integral con un litro de agua y se recogió el agua en una botella plástica, se agregaron 100 gramos más de arroz sin lavar, luego se tapó la botella con una tela y se envolvió en un plástico negro para ser guardado por una semana en un lugar fresco y oscuro por una semana.

En una olla se calentó 1 litro de leche fresca, hasta aproximadamente a 80 °C, se dejó enfriar a 40 °C, moviéndolo con una paleta constantemente para lograr su homogenización y luego se agregó 100 cc del líquido anterior y se volvió a guardar por siete días más en las mismas

condiciones, fue utilizado para el ensilado en proporción 1/100 como solución madre, se pueden hacer comparticiones proporcionales y así se guarda en congelación (Proañes y Castro, 2014).

Los cladodios de *opuntias* los cuales fueron recogidos del lugar de siembra experimental, la cascarilla fue obtenida directamente del molino de pilado de arroz de la zona.

En los recipientes se colocaron la materia prima para el ensilado, se mezclaron en proporción de 50 kg de cascarilla de arroz, (30, 50 y 70 kg) de *Opuntia ficus*, 30 kg de melaza kg, un litro de líquido ruminal y un litro de lactobacilos del fermento de arroz (adicionalmente se incorporó 200 litros de agua para hidratar a la cascarilla de arroz).

Tabla 1. Ingredientes utilizados en el ensilado de residuos de Cascarilla de arroz, con diferentes proporciones de cladodios de *Opuntia ficus*, líquidos ruminal, melaza, lactobacilos del arroz

Ingrediente (kg)	G0	G1	G2	G3
Cascarilla de arroz (kg)	50,00	50,00	50,00	50,00
Cladodios de <i>Opuntia ficus</i> (kg)	00,00	30,00	50,00	70,00
Melaza (kg)	30,00	30,00	30,00	30,00
Líquido Ruminant (L)	1,00	1,00	1,00	1,00
Lactobacilos del fermento de arroz (L)	1,00	1,00	1,00	1,00
Agua (L)	200,00	200,00	200,00	200,00
TOTAL	282,00	312,00	332,00	352,00

La producción del ensilado biológico es un método de conservación y mejoramiento del forraje, la incubación es a temperatura ambiente (Oude *et al.* 2001). Tiene como importancia la conservación determinada por la estabilización del proceso de fermentación hasta su uso.

Muestreo

Se tomaron aproximadamente 100 g de peso recolectada a los 3 y 30 días de almacenamiento para los análisis físico-químico, microbiológico, organoléptico, se realizó en depósitos plástico transparentes de capacidad para de 5 L mezclados todos los componentes, se tapa herméticamente el envase, dejando un 25% de espacio libre entre el producto y la tapa evitando la contaminación, se mezcla y se conserva de forma anaeróbica, desde el primer día, se controla el pH y el grado de acidez, el cual determina su estabilidad según los días de fermentación (Figura 2) (Gusha *et al.*, 2014; Díaz *et al.*, 2001; Chedly y Lee, 2001). Se tomaron muestras de ensilados, para realizar la evaluación física, química y organoléptica,

Análisis fisicoquímico

Se realizó el monitoreo de temperatura mediante el uso de un termómetro.

Se obtuvo el pH mediante el equipo conocido como potenciómetro de la marca ADWA, modelo AD1020, colocando los electrodos directamente dentro de los recipientes de los ensilados. Según Pérez y Iglesias (2016), la lectura del valor a considerar es aquella que permanece constante por 10 segundos aproximadamente, se enjuaga

el electrodo con agua destilada y secar con papel filtro y debe estar calibrado con buffer de pH 4 y 7 respectivamente. Para medir la acidez titulable se empleó el método de Martínez (2003), el gasto de NaOH por el factor 0,09 fue asumido como ácido láctico de la muestra (Pérez y Iglesias, 2016).

Para determinar la composición de alimentos se realiza un secado previo, en los métodos oficiales de la AOAC se recomienda una temperatura de secado más baja (70 °C) en particular alimentos ricos en azúcares (Southgate y Greenfield, 2003). Se llevó a cabo el secado de muestras por estufa a 70 °C por 48 horas hasta peso constante para para moler, tamizar y envasar en fundas herméticas para su evaluación nutricional en base seca. La determinación de composición proximal del ensilado biológico que se describe a continuación, se realizaron de acuerdo a un manual de análisis de alimentos (UNAM, 2009; Sintagma *et al.*, 2015): determinación de la humedad, método por secado en estufa, análisis de lípidos, método de Soxhelt, determinación de minerales, método cenizas totales, determinación de fibra bruta, extracto libre de nitrógeno (ELN), por diferencia.

Análisis microbiológico

La preparación de muestras para el análisis microbiológico exige condiciones de manipulación aséptica muy estrictas, así como la utilización de material y diluyentes estériles (DIGESA, 2001; Fernández *et al.*, 2011). Se analizó la muestra en una cámara de flujo laminar de la marca Labotecgroup.com, modelo BBS - DDC.

Para preparar la muestra de ensilado para microbiología, se agregó 25 g de muestra al medio diluyente (agua peptonada) de 225 ml, se efectuó diluciones 1 ml a los tubos falco que contenga medio diluyente, se mezcló por 20 s en un agitador. Se agregó 100 µl de las diluciones respectivas en placa Petri debidamente rotuladas por duplicado y con la técnica por extensión en superficie. A partir de los ensilados preparado se extrajeron muestras, se realizaron diluciones seriadas hasta 20⁻² para luego ser sembradas en el laboratorio, Se sembraron en placas Petri con agar MRS y azul de anilina al 0,12%, para ayudar al reconocimiento de los microorganismos lácticos, incubo por 48 horas a 32 °C (Jurado *et al.*, 2009), posteriormente, se realizaron purificaciones consecutivas en agar MRS de las colonias bacterianas aisladas, hasta obtener cultivos puros, los que fueron confirmados con tinción Gram, las cepas seleccionadas fueron conservados en tubos con agar MRS inclinado a 4 °C y criopreservados a -20 °C en caldo MRS suplementado con 30% de glicerol.

Aislamiento y selección de bacterias celulolíticas a partir de ensilado biológico

Se analizaron 4 muestras de ensilado biológico preparados a partir de cascarrilla de arroz (*Oryza sativa*), cladodio de tuna (*Opuntia ficus*), con ayuda de hisopos estériles se colectó porciones de ensilado biológico y fueron inoculados por estría en placas de Petri que contenían agar Luria Bertani con 1% (P/V) de carboximetilcelulosa (CMC). Las placas fueron incubadas a 37 °C por 48 a 72 h. Posteriormente de la incubación, a las placas de Petri se les agregó rojo de Congo al 1% (P/V) y se dejó colorear por 10 a 15 minutos. El exceso de colorante fue eliminado con solución de cloruro de sodio (NaCl 1 M) estéril y luego se procedió a seleccionar las colonias bacterianas que presentaban halo de hidrólisis. Las colonias bacterianas seleccionadas fueron sembradas por estría sucesivamente en placas con agar Luria Bertani (1% CMC), hasta cultivos puros. Las cepas

seleccionadas fueron conservadas en tubos con agar Luria Bertani inclinados y mantenidos en refrigeración, y en crio viales con caldo Luria Bertani con 30% de glicerol para su conservación a -25 °C (Ortiz *et al.*, 2010; Lynd *et al.*, 2002; Sazci *et al.*, 1986).

Análisis Molecular, la extracción de ADN se realizó utilizando el método estándar CTAB-DTAB, adaptado para células bacterianas según (Dulanto, 2013). Se procedió a pesar las muestras de BAL en un microtubo 1,5 ml en la balanza analítica hasta obtener una cantidad entre de 25 a 30 mg, se agregó 600 µl de solución de lisis (DTAB) agitando en vórtex por 20 segundos, luego se procedió a incubar a 75 °C por 10 min para después enfriar a temperatura ambiente por 5 min. Se agitó en vórtex por 20 s, adicionando 700 µl de cloroformo, agitando nuevamente en vórtex por 20 s se centrifugó a 13000 RPM durante 5 min. Se transfirió 250 µl del sobrenadante a otro microtubo de 1,5 ml que contiene previamente 100 µl de solución precipitante (CTAB) y 900 µl de agua ultrapurificada. Se agitó en vórtex e incubo a 75 °C durante 5 min. Después se enfrió a temperatura ambiente y centrifugó a 13000 RPM por 10 min, se eliminó el sobrenadante, re-suspendiendo el pellet (ADN) con 150 µl de solución disolvente, incubando a 75 °C durante 5 min, se enfrió a temperatura ambiente, se centrifugó a 13000 RPM por 5 min, transfiriendo 150 µl del sobrenadante a un nuevo microtubo con 300 µl de etanol absoluto, agitando en vórtex por 20 s, se centrifugó a 13000 RPM por 5 min. Para finalizar se lavó el pellet con 200 µl de solución de lavado, volteando el tubo varias veces para secar el pellet por 15 min sin perderlo y re-suspendiéndolo con 200 µl de tampón TE (Tris 10 mM-EDTA 1 mM) almaceno a -20 °C (Deusch *et al.*, 2015).

PCR (Reacción en cadena polimerasa)

Para la amplificación de la región 16S RNAr, se utilizó los cebadores universales 8F (5' AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG 3') y 1510R (5' GGC TAC CTT GTT ACG A 3') descritos por Weisburg para

estudios filogenéticos bacterianos (Dulanto, 2013). El volumen final de cada reacción fue 20 μ l, constituida por 2 μ l de buffer Taq 10X, 1,5 mM de $MgCl_2$, 0,2 mM de cada dNTPs (100mM), 1 U de Taq ADN polimerasa, 10 pmol de cada cebador y 2 μ l de ADN extraído. La PCR se realizó en un termociclador (Eppendorf Mastercycler) y consistió de 1 ciclo a 94 °C por 5 min, seguido de 30 ciclos a 94 °C por 1 min, 55 °C por 1 min y 72 °C por 2 min y una extensión final a 72 °C por 5 min (Guerra *et al.*, 2015; Flores-Hernández *et al.*, 2015). Para las pruebas de electroforesis, de cada producto de amplificación de la reacción en cadena polimerasa (PCR), 10 μ l fueron migrados en gel de agarosa al 1% con tampón de migración TAE 1X. La migración se realizó a 100 V durante 30 min; se procedió a migrar un marcador de peso molecular de 50 pb. Los geles fueron visualizados utilizando un transiluminador UV (Rodríguez y Barrios, 2015). Para la secuenciación se empleó 10 μ l de los productos obtenidos por amplificación en la PCR, fueron trasladados a microtubos de 0,2 ml. Igualmente se preparó en microtubos de 0,2 ml porciones de 5 μ l de cada cebador universales para el gen 16S RNAr. Estas se dirigieron empacadas y enviadas, para realizar la secuenciación de las 2 cadenas de cada producto amplificado.

Análisis organoléptico del ensilado

Se evaluaron características del producto como su color, olor y consistencia, según Chachapoya (2014) y Morón (2010).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de temperatura y pH fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de confianza de 95% y la determinación de medias distintas con la prueba de Duncan.

Valoración y caracterización de la composición química del ensilado para la alimentación de caprinos (*Capra hircus*)

Para la caracterización química del ensilado biológico se tomaron 100 g de muestra, de la cual se determinó la materia seca por el método de deshidratación por estufa (Morrison, 1985).

Determinación de cenizas, por el método de calcinación por mufla (900 °C por 5 horas), cenizas por incineración única, proteína cruda por Kjeldhal, extracto etéreo por Soxhlet, fibra cruda por el método gravimétrico con ácido-álcali (H) (UNAM, 2009; Morrison, 1985; Van Soest *et al.*, 1991).

Valoración productiva de *Capra hircus* en crecimiento alimentados con ensilado

Preparación del ensilado

Se mezclan en proporción de 50 kg de cascarilla de arroz con 30 kg de cladodios de *Opuntia ficus*, 30 kg de melaza, un litro de líquido ruminal y un litro de lactobacilos del fermento de arroz (adicionalmente se incorporó 200 litros de agua para hidratar a la cascarilla de arroz) (Vieira *et al.*, 2008; Gusha *et al.*, 2014) (Tabla 2).

Tabla 2. Ingredientes utilizados en el ensilado e ingredientes utilizados en la dieta base en la alimentación de caprinos (16%) en crecimiento a los cuales se agregó diferentes niveles de ensilado

Ensilado		Dieta base	
Ingrediente	%	Ingrediente	Cantidad
Maíz, grano	62,30	Cascarilla de arroz (kg)	50,00
Harina de pescado	2,00	Cladodios de <i>Opuntia ficus</i> (kg)	30,00
Harina de soja, 40%	8,00	Melaza (kg)	30,00
Torta de algodón - Slvnt 44%	8,00	Líquido ruminal (L)	1,00
Sal común	1,00	Lactobacilos del fermento de arroz (L)	1,00
Pre-mezcla vitamínico	0,20	Agua (L)	200,00
Pre-mezcla mineral	0,50		
Afrecho de arroz	17,00		
CO3 de calcio	1,00		
TOTAL	100,00	TOTAL	312,00

Material Biológico: veinte caprinos (*Capra hircus*) criollos, de tres meses de edad en fase de crecimiento del departamento de Tumbes, Perú. Los materiales para la preparación del ensilado: líquido ruminal y lactobacilos del fermento de arroz, como materia prima; pajilla de arroz, cladodios de *opuntia ficus* y melaza de caña. Los materiales para la instalación: 4 compartimientos de malla metálica, desparasitadores, repelentes. Los insumos para las dietas: melaza de caña de azúcar, soya, harina de maíz, polvillo de arroz, pasta de algodón, sal común, sal mineral, aditivos.

Construcción de los compartimientos, se utilizó un ambiente cerrado, con ventanales, techo de calamina y cercado de material noble y malla metálica, interiormente las separaciones fueron con malla metálica de un metro de altura, área total de 60 m², los caprinos fueron comprados a un productor de la zona, criollos con características semejantes entre sí, de tres meses de edad con un peso aproximado de 10 kg al momento.

Tratamiento en estudio. Se diseñaron 4 grupos experimentales (tratamientos); se evaluó el comportamiento de peso semanal por 180 días con una dieta base de 16% de proteína, se les incorporó tres proporciones de ensilado: 10%, 15% y 20% de ensilado (MS), para formulación de las dietas se utilizó el método del tanteo, corregida por el cuadrado de Pearson (Córdova, 1993; Morrison, 1985; Vergara, 2008) y plantilla de hoja de cálculo español Wuff (2002) en función a requerimientos en etapas de crecimiento de caprinos (Vieira *et al.*, 2008).

La mezcla del alimento y el ensilado, formó los tratamientos (T0, T1, T2 y T3)

en estudio cuyo diseño se observa en la tabla 3.

Actividades de crianza. Se tomó peso quincenal de los animales, limpieza, alimentación, una vez al día; se revisó el estado de los animales constantemente, realizando el manejo de bebederos y comederos; se lavó y desinfectó cada semana, se suministró agua en forma continua, se anotó en el registro ocurrencias diarias la cantidad de alimento consumido, etc., se realizó manejo de limpieza dentro y fuera del corral, se desparasitó en el primer mes con ivermectina y albendazol con diferencia de 15 días, la unidad experimental fue un animal. Los datos fueron registrados en una hoja electrónica y los datos procesados con el programa estadístico Excel, determinando la prueba de análisis de varianza, y luego la prueba de significancia Duncan. Los datos se analizaron a un nivel de significación $\alpha = 0,05$ (Santos *et al.*, 2010).

Se realizaron actividades para la valoración del incremento de peso vivo, consumo del alimento, la conversión alimenticia y el mérito económico de los caprinos alimentados con ensilado biológico.

Metodología para determinar las características físicas de las excretas

Se tuvo en cuenta la presencia de cuadros diarreicos para el presente trabajo en la fase de adaptación donde se incorporaron diferentes niveles del ensilado proporcionado a los animales niveles de ensilado que va desde 10, 20, 30, 40 y 50% de la dieta, considerándose cuadros diarreicos a más de cinco deyecciones continuas de heces sueltas según (Santos *et al.*, 2010).

Tabla 3. Esquema de los tratamientos en estudio con diferentes niveles de ensilado para la alimentación de caprinos en crecimiento

Factor	Niveles EB (MS)	Código	Combinaciones
Etapa de crecimiento	0 %	T0	Inclusión E (00%.) + Dieta (16%P.T.)
	10%	T1	Inclusión E (10%.) + Dieta (16%P.T.)
	15%	T2	Inclusión E (15%.) + Dieta (16%P.T.)
	20%	T3	Inclusión E (20%.) + Dieta (16%P.T.)

E: Ensilado.

Resultado y Discusión

Valoración físico química del ensilado Análisis fisicoquímicos

Los procesos físico químicos de los ensilados están en función a la materia prima y a la humedad de estos (Garcés *et al.*, 2004; Araiza-Rosales *et al.*, 2015) en el caso de la cascarilla de arroz tiene muy poca humedad por lo que esta se hidrata como parte del proceso de ensilado para asegurar las reacciones bioquímicas en el (Mendiola, 2013).

Temperatura: La temperatura de un buen ensilado no debe sobrepasar los 40

°C, esta entre 26 y 39 °C (Gil y Bernal 2001; Garcés *et al.*, 2004). Los valores promedios de temperatura de los tratamientos T1, T2, T3, T4 se incrementaron con respecto al tiempo de fermentación, inicialmente se encontró temperaturas iguales del T3, T2 y T1 con 31,4 °C y T0 31,6 °C (Figura 1), haciéndose estable a los 21 días (20 a 30 días, según Gil y Bernal, 2001) donde baja la temperatura a 27,2 °C. Este proceso dura para su estabilidad entre dos a tres semanas (Gil y Bernal, 2001).

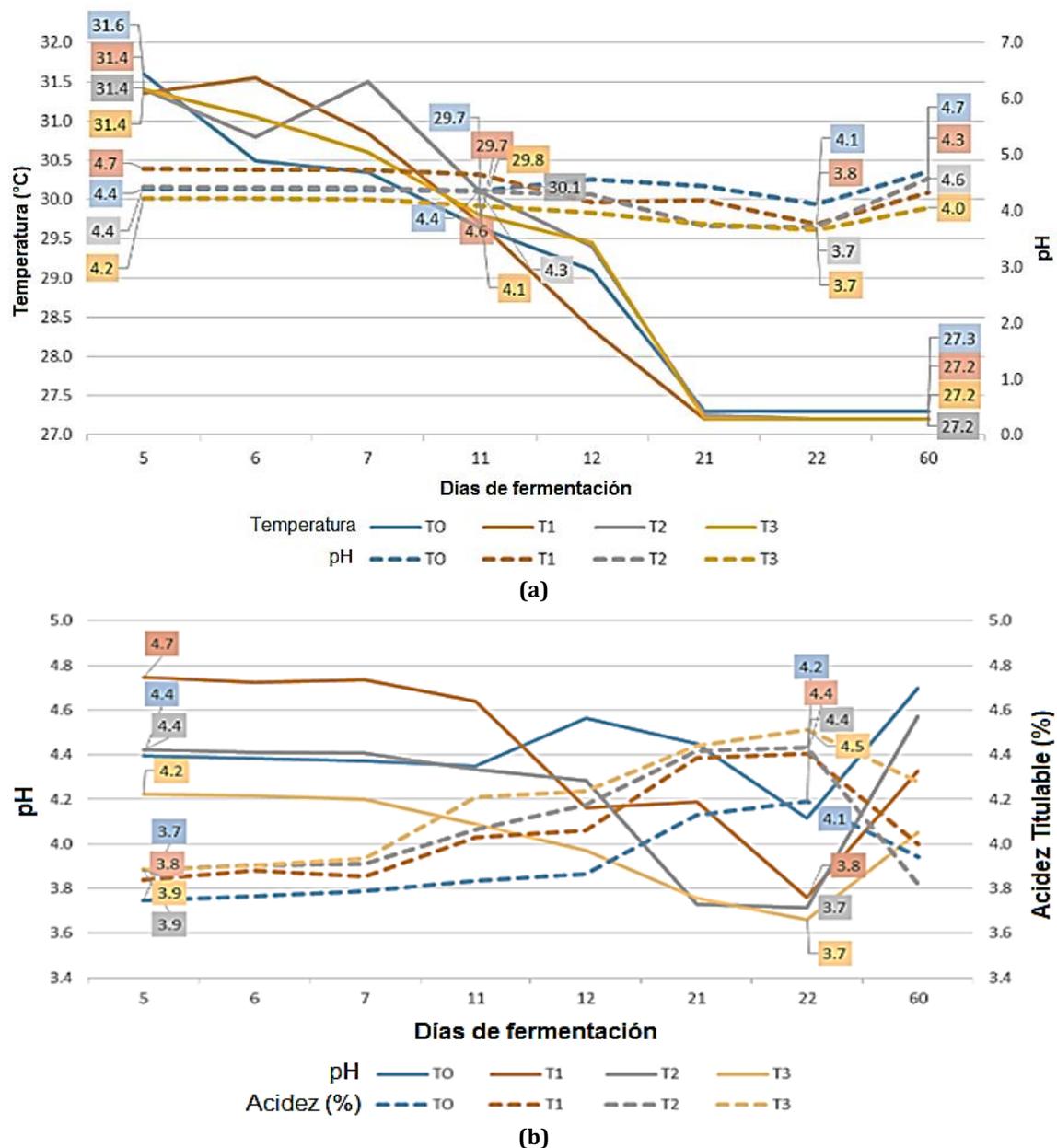


Figura 1. a) relación entre temperatura de fermentación y el pH; b) relación entre el pH y la producción de Ácido láctico (% de acidez), durante el proceso de fermentación del ensilado.

Los resultados promedios de análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativamente entre los tratamientos T1, T2, T3, T4 (Díaz *et al.*, 2001).

pH: En condiciones viables el material ensilado se estabiliza en pH 4,0 a 4,2 (Gil y Bernal, 2001; Ocanto *et al.*, 2014) otros considerados un rango mayor de 4 a 5 de pH (Garcés *et al.*, 2004; Cyamopsis y Aridas, 1994). Los valores promedios del pH, se presentan en la figura 1, no se encontraron diferencias significativas de los pH a los 60 días que fueron pH 4,0, 4,3, 4,6 y 4,7, los pH menores se encontró a los 21 días donde no hay diferencia significativa entre los tratamiento, T2 y T3 (pH 3,7), diferentes con T1 y T0 (pH 3,8 y 4,1), semejantes a los resultados de pH 3.6 a 4,66, obtenido en ensilados de cascarilla de arroz obtenidas por Mendiola (2013) y del ensilado de maíz con manzana reportados por Araiza-Rosales *et al.* (2015).

Acidez titulable: Todo ensilado con más de 4% de acides es estable según (Gil y Bernal, 2001) y donde el ácido láctico predomina en presencia de la melaza (Cardona *et al.*, 2002), los valores obte-

nidos a los 21 días, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, el menor fue para T0 de 4,2 el tratamiento T1 y T2 (42%) y T3 de 45% la producción de acidez se incrementa con el consiguiente descenso de pH y determina la estabilidad del ensilado, como lo reporta (Sierra, 2010; Mendiola, 2013; Vera *et al.*, 2015; Triana *et al.*, 2014) (Figura 1).

Análisis organoléptico

En la tabla 4 se aprecia las características organolépticas del ensilado durante los primeros 60 días de almacenamiento, donde se observaron características semejantes para todo los tratamientos, al inicio presentaron un color marrón claro el cual cambiaba a un color más oscuro en el proceso o hasta su fase final, el olor también vario, de un dulce suave hasta un olor ácido dulce fuerte, de consistencia a capacidad de campo (humedecida) cambiando hasta diferenciarse dos fases semis solida líquida y la final semilíquida (De la Roza, 2005; Vera *et al.*; 2015; Guerra *et al.*, 2015; Betancourt *et al.*, 2005).

Tabla 4. Características organolépticas del EB evaluado durante su almacenamiento

Parámetros	Tratamiento	Repetición	Tiempo (Días)					
			5	6	7	12	22	60
Color	T1, T2, T3, T4	1	Marrón claro	Marrón amarillento	Marrón caova	Marrón oxidado	Marrón oxidado	Marrón oscuro
		2	Marrón oscuro	Marrón amarillento	Marrón caova	Marrón oxidado	Marrón oxidado	Marrón oscuro
		3	Marrón oscuro	Marrón amarillento	Marrón caova	Marrón oxidado	Marrón oxidado	Marrón oscuro
		4	Marrón oscuro	Marrón amarillento	Marrón caova	Marrón oxidado	Marrón oxidado	Marrón oscuro
Olor	T1, T2, T3, T4	1	Dulce	Acido suave	Acido suave	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte
		2	Dulce	Acido suave	Acido suave	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte
		3	Dulce	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte
		4	Dulce	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte	Acido fuerte
Consistencia	T1, T2, T3, T4	1	Capacidad de campo	cc	Semi-solida	Semi-solida	Semi-líquida	Semi-líquida
		2	CC	cc	Semi-solida	Semi-solida	Semi-líquida	Semi-líquida
		3	CC	cc	Semi-solida	Semi-solida	Semi-líquida	Semi-líquida
		4	CC	cc	Semi-solida	Semi-solida	Semi-líquida	Semi-líquida

Aislamiento de cepas cultivables del lactobacilos y bacterias celulolíticas del ensilado

Se aislaron e identificaron tanto bacterias celulolíticas como lactobacilos, de un total de 10 cepas bacterianas del ensilado, se diferenciaron bacterias con diferentes características morfológicas. Diferenciándolo para obtener lactobacilos y bacterias celulolíticas, La evaluación de sus características fenotípicas, permitió seleccionar 3 cepas bacterianas para su identificación molecular: *Bacillus cereus*, Los resultados de la identificación de las cepas purificadas por el gen 16S ARNr, y mediante programa de bioinformática MEGA 6 y Blast: encontrando al *Bacillus cereus strain BA6-1*, con una identidad y cobertura de 99%. *Lactobacillus plantarum strain CAU10295*, con una identidad de 81% y 91% cobertura, La cepa bacteriana celulolítica, *Bacillus pumilus strain HNS70*, identidad y cobertura de 100%.

Se identificaron tres cepas molecularmente, la genómica encontrada fue con buen porcentaje de identidad y cobertura, las cepas encontradas (Tabla 5), fueron *Bacillus cereus*, identificada como microorganismo del arroz, patógena en algunas cepas pero presente en los

lugares donde se procesa papel, relacionada con acción acidificante y celulítica como también hemicelulosa (Drobniewski, 1993; Salamanca-Torres *et al.*, 2009; Ortiz-Escobar *et al.*, 2014) la segunda cepa encontrada fue *Lactobacillus plantarum* la cual es encontrada en la descomposición de celulosa de frutas y alimentos fermentados e inhibición de hongos (Ström *et al.*, 2002; Ogunbanwo *et al.*, 2003; Filya, 2003) y por último el *Bacillus pumilus*, que presenta enzimas capaz de degradar la endoxilanasas y celulosa en diferentes medios (Panbangred *et al.*, 1983; Cooper, 2013; Poorna y Prema, 2007; Battan *et al.*, 2007; Nagar *et al.*, 2010; Duarte *et al.*, 2000; NCBI, 2015).

Valoración nutritiva del ensilado para los caprinos.

En condiciones naturales los alimentos con alto niveles de lignina tienen bajo valor nutritivo, la lignina enmascara el uso de la celulosa en la cascarilla de arroz con valor proteico de 2,3% (Van Soest *et al.*, 1991). En la tabla 6 se presenta la valoración nutritiva de los ensilados y de la dieta base donde varía la cantidad de cladodios de *Opuntia ficus*.

Tabla 5. Identificación molecular mediante el gen 16S ARNr de cepas bacterianas aisladas del ensilado

N° Cepa	Especie	pb	Max score	Total score	Query cover (%)	% Identidad	N° accesión
18	C1 <i>Lactobacillus plantarum strain CAU10295</i>	1403	776	776	91%	81%	MF428973.1
19	C2 <i>Bacillus cereus strain BA6-1</i>	1442	2597	2597	99%	99%	FJ696632.1
20	C3 <i>Bacillus pumilus strain HNS70</i>	1448	2612	2612	100%	100%	KF933667.1

Tabla 6. Valor nutritivo del ensilado utilizado diferentes niveles de cladodios de *Opuntia ficus* y utilizados para la alimentación de caprinos en crecimiento

Nutriente	0	1	2	3
Materia Seca	36,81	33,02	31,04	30,58
Proteína	8,26	8,50	8,66	8,80
Extracto Etéreo	0,58	0,64	0,68	0,71
Fibra Cruda	30,14	29,10	28,46	27,86
Ceniza	17,56	17,26	17,65	18,02
ELN	44,49	44,49	44,55	44,60

Para el experimento se utilizó el ensilado del grupo uno 30% de cladodios de *Opuntia ficus*, se obtuvieron los valores nutricionales semejantes a valores de ensilados de plantas o residuos forrajeros utilizando *Opuntia ficus* con diferentes alimentos fibrosos que van desde pajas, residuos de cosechas y pastos cultivados (Suarez y Leonel, 2012; Torres-Sales, 2010; Gusha *et al.*, 2014). Ensilado con los nutrientes adecuados para formular dietas utilizadas en la alimentación de caprinos obtenidos por López (2015).

Determinar las características físicas y microbiológicas de las excretas

Las excretas tuvieron características normales (70 a 80% de materia seca) no se presentaron heces fluidas de los tratamientos y en la fase experimental y de adaptación, al compararon por siete días diferentes niveles de ensilado estos animales aceptaron dietas hasta 50% de ensilado sin presentar cuadros diarreicos, lo cual indica que no se desarrollan bacterias patógenas (Córdova, 1993; Villena y Ruiz, 2002; Vergara, 2008).

Valoración nutritiva del ensilado proporcionada a los caprinos.

En la tabla 7 se presenta la valoración nutritiva del ensilados y de la dieta base donde varía la cantidad de cladodios de *Opuntia ficus*, en la alimentación de los caprinos, corresponde el que tenía 30% de cladodios de *Opuntia ficus*, los valores nutricionales fueron semejantes a ensilados en su mayoría utilizando *Opuntia ficus* con diferentes alimentos fibrosos que van desde pajas, residuos de cosechas y pastos cultivados, obtenidos por (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2011; López, 2015; Muciño-Castillo, 2014; Suarez y Leonel, 2012; Sánchez, 2017), para formular la dieta que consumieron los caprinos, e se agregó a la dieta base diferentes proporciones al ensilado (0, 10%, 15% y 20) en MS, obteniendo dietas entre 14,5 y 16%, requerimientos necesario para la alimentación de caprinos (Torres-Sales, 2010; Gusha *et al.*, 2014; López, 2015; Sánchez y Ochoa, 2016; Sánchez y Junior, 2017).

Tabla 7. Valor nutritivo del ensilado y dieta utilizado cladodios de *Opuntia ficus* y utilizados para la alimentación de caprinos en crecimiento

Nutriente	Ensilado	Dieta
Materia Seca	33,02	88,94
Proteína	8,50	16,02
Extracto Etéreo	0,64	4,97
Fibra Cruda	29,10	4,52
Ceniza	17,26	3,73
ELN	44,49	-
Energía Metabolizable	-	2,84

Valoración productiva del alimento utilizando ensilado

Comparación de pesos e incremento de peso total de caprinos. El análisis de varianza de los pesos de los animales sometidos al experimento, el peso inicial nos permite observar el uso adecuado de la unidades experimentales en iguales condiciones, que par nuestro caso son estadísticamente iguales, por otro lado el peso final y el incremento total logrado nos permite suponer la acción panorámica encontrada en el experimento, donde también resultaron ser estadísticamente iguales para los tratamientos, considerando que tantos los pesos iniciales como pesos finales corresponden a caprinos en crecimiento por (Morrison, 1985). En el presente trabajo el incremento total de peso tiene valores estadísticamente semejantes donde el mayor lo obtuvo el T3 seguido del T2, T1 y T0 con valores de 5,62; 56,42; 4,49 y 3,78 kg, incremento de peso menores a los obtenidos en un periodo de tiempo más corto en trabajos de alimentación de caprinos estabulado reportados por Suarez y Leonel (2012) y Sánchez (2017) (Figura 2).

Incremento promedio diario de peso vivo de caprinos.

En la Figura 2 se muestra el incremento promedio de peso vivo (PV) de los caprinos alimentados con dietas que contenían ensilado, los cuales permiten observar que tanto en el ANVA como la prueba de Duncan, muestran que no existe diferencia estadística en los tratamientos, existiendo diferencia aritmética en la cual el tratamiento, donde el mejor fue T2 con 28,80 g/día de

incremento, seguido de T3 con 27,78 g/día, T1 presentó 23,01 g/día y por último el T0 con 19,36 g/día estos valores son bajos a los reportados por diferentes autores donde manifiesta que los caprinos alimentados con ensilado y en estabulación tienen incrementos diarios promedios de 58 g/día (Vieira *et al.*, 2008; Gusha *et al.*, 2014; López, 2015) además podemos considerar que el incremento que se obtuvo, está ligado al cambio de sistema de crianza ya que en nuestra zona el sistema de crianza es extensivo, al pastoreo y al estabular estos animales presentan bajas de peso muy pronunciado que no lo recuperan con facilidad, pero estando en las mismas condiciones los tratamientos pueden ser comparados entre sí, el análisis del incremento de peso quincenal de caprinos en crecimiento tienen los mismos resultados, tanto el ANVA como la prueba de Duncan permiten observar que no hay diferencia estadística entre ellos, donde los valores de mayo a meno obtenidos fue T3 obtuvo 0,468 kg/quincenal seguido de T2 con 0,461 kg/quincenal, T1 presentó 0,374 kg/quincenal y por último el T0 con 0,315 kg/quincenal (Figura 2) (Vieira *et al.*, 2008; Gusha *et al.*, 2014; López, 2015).

Consumo de alimento. El consumo de materia seca estuvo influenciado al peso vivo de 2% a 4%, el T0 fue de 0,200 kg, seguido del T1 de 0,260 kg, el T2 de 0,300 kg y T3 de 0,340 consumida, semejante a pesos reportados por Vieira *et al.* (2008), Gusha *et al.* (2014) y López (2015).

Índice de conversión alimenticia (ICA)

De los caprinos alimentadas con ensilado (Figura 3), revelan que el tratamiento T3 y T1 son los que lograron un mejor ICA de 7,88 y 7,99 y donde el tratamiento T2 y T0 fueron los menos eficiente con 8,57 y 815. El análisis de varianza de los ICA, muestra efectos no significativos entre tratamientos. La comparación Duncan de los ICA, indica significancia entre el tratamiento T3 con T2, y T0 con T1 respectivamente. Estos ICA son ligeramente menores a los obtenidos en caprinos alimentados con productos voluminosos que complementan al concentrado entre 10 a 11 de ICA (Vieira *et al.*, 2008; Gusha *et al.*, 2014), en los cuales se determina un consumo de 8 a 10% de su peso vivo que al compararlo con el incremento de peso pequeños resulta ICA mayores de 10 (Morrison, 1985; Vergara, 2008).

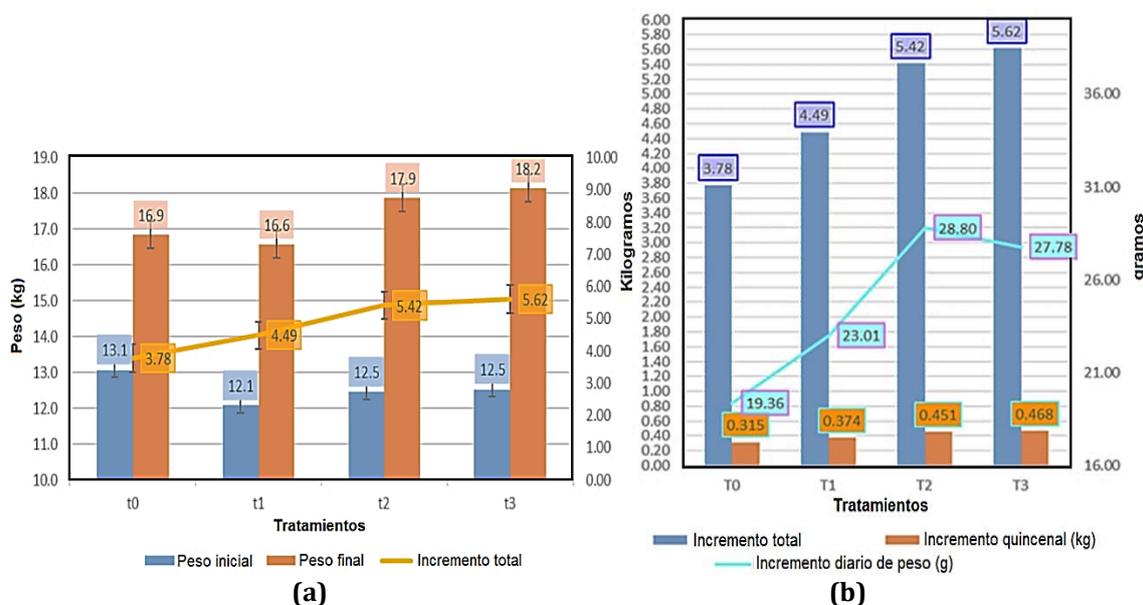


Figura 2. (a) Pesos Inicial (kg), Peso Final (g) e Incremento de peso (g) corresponden a niveles de ensilado para la alimentación de caprinos en crecimiento; (b) Comparación de los incrementos de peso diario (g), incrementos quincenales (kg) e incrementos de peso final (kg) de los tratamientos con diferentes niveles de ensilado.

El Mérito económico (ME)

La figura 3 muestra el análisis del mérito económico, donde los tratamientos mejores consecutivamente fueron T3, T2, T1 y T0, de mayor a menor ME fueron de 25,17%, 22,34%, 13,60% y el T0 6,78% el menos eficiente (testigo).



Figura 3. Evaluación del Índice de conversión alimenticia (ICA y mérito económico) de los tratamientos en estudio de caprinos en crecimiento alimentados con ensilado.

El precio de venta animal fue de S/. 12 Nuevos soles el kg de PV y el costo de alimento es según formulación por

tratamiento (0,214; 0,224; 0,237 y 0,235 soles) para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, nos permite determinar una rentabilidad positiva donde se incluye ensilado, si los costos del alimento representan el 60 a 80% de los costos de producción, el ensilado contribuye a bajar estos (Vieira *et al.*, 2008; Gusha *et al.*, 2014; López, 2015) el presente trabajo revela rentabilidad en función al valor del alimento reemplazado por el ensilado (Tabla 8).

Características físicas de las excretas

Las excretas tuvieron características normales (70 a 80% de materia seca) no se presentaron heces fluidas de los tratamientos en las fases experimental y de adaptación. Al comparar por siete días diferentes niveles de ensilado estos animales aceptaron dietas hasta 50% de ensilado sin presentar cuadros diarreicos, lo cual indica que no se desarrollan bacterias patógenas (Villena y Ruiz, 2002; Vergara, 2008).

Tabla 8. Esquema de la evaluación del mérito económico de los tratamientos en estudio, que corresponden a niveles de ensilado para la alimentación de caprinos en crecimiento

	Incremento total	Venta vivo (kg)	Ingreso venta (S/.)	Consumo (kg/día)	Precio alimento	Gasto diario	Días de consumo	Consumo de alimento (S/.)	Ganancia (S/.)	Mérito Económico (%)
T0	3,78	12	45,3	0,200	1,07	0,214	180	38,52	6,78	17,60
T1	4,49	12	53,9	0,260	0,86	0,224	180	40,25	13,60	33,80
T2	5,42	12	65,0	0,300	0,79	0,237	180	42,66	22,34	52,37
T3	5,62	12	67,4	0,340	0,69	0,235	180	42,23	25,17	59,61

Conclusiones

El ensilado de cladodios *Opuntia ficus* mezclado con cascarilla de arroz producen ensilados estabilizados y permite el uso de insumos fibrosos. El ensilado a los 21 días de fermentación presenta parámetros apropiados de temperatura, pH y % de acidez, determinantes para considerar la estabilización del ensilado. En el proceso de fermentación se produce la presencia de ácido láctico, determinado por la presencia BAL, reducción del pH y el incremento del % de acidez titulable. El nivel de proteína presente en el ensilado es mayor a los reportados individualmente en los insumos utilizados. Se encontraron bacterias con potencial

fermentativo y degradador de celulosa en el ensilado. La incorporación de ensilado biológico como fuente alimenticia no produce cuadros diarreicos en caprinos utilizados hasta en 50% de las dietas. La incorporación de ensilado a la alimentación de caprinos, mejora la composición química de la dieta y tiempo de vida de sus componentes. Los caprinos a la cual se le agrego el 20% de ensilado a su dieta, obtuvieron mejor eficiencia, en conversión alimenticia y mérito económico. No se presentaron problemas digestivos utilizado hasta 50% de ensilado en la dieta para la alimentación de caprinos.

Agradecimientos

Agradecemos a la universidad Nacional de Tumbes por el continuo apoyo institucional y económico (Proyecto financiado con recursos ordinarios de la Universidad Nacional de Tumbes) a Froilán Lupuche Navarro, trabajador del

área pecuaria de la Facultad de ciencias agrarias, a los Alumnos de la Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias y los trabajadores administrativos de la Oficina de Investigación de la UNT.

Referencias bibliográficas

- Anaya, M.A. 2003. Historia del uso de *Opuntia* como forraje en México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de agricultura. México.
- Araza-Rosales, E.E.; Delgado-Licón, E.; Carrete-Carreón, F.O.; Medrano-Roldán, H.; Solís-Soto, A.; Rosales-Serna, R.; Haubi-Segura, C.U. 2015. Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 2(6): 255-267.
- Betancourt, M.; Gonzalez, I.; Martinez, M. 2005. Evaluación de la calidad de los ensilajes. *Revista Digital Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela* 8: 1-5.
- Battan, B.; Sharma, J.; Dhiman, S.S.; Kuhad, R.C. 2007. Producción mejorada de xilanas termoestable libre de celulasa por *Bacillus pumilus* ASH y su posible aplicación en la industria del papel. *Enzyme and Microbial Technology* 41(6-7): 733-739.
- Cañete, M.V.; Sacha, J.L. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la Alimentación rumiantes, p. 1- 260.
- Cardona, M.G.; Sorza, J.D.; Posada, S.L.; Carmona, J.C.; Ayala, S.A.; Alvarez, O.L. 2002. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(2): 240-246.
- Cyamopsis, E.D.P.T.C.; Aridas, T.E.R. 1994. Ensilage of pearl millet *Pennisetum typhoides* with clusterbean *Cyamopsis tetragonoloba* for arid regions. *Arch. Zootec* 43: 119-126.
- Cooper, B.L. 2013. Enzimas xilanolíticas bacterianas y sus aplicaciones industriales. *Vertientes. Revista Especializada en Ciencias de la Salud* 16(1): 19-22.
- Cordeiro, D.; Gonzalez, S. 2003. *Opuntia* as fodder in the semi-arid northeast of Brazil. FAO. Departamento de Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/Y2808E/y2808e09.htm#bm9>
- Córdova, P. 1993. Alimentación Animal, Mapas Bibliografía CONCYTEC p. 244, Lima Perú.
- Cruz, P.Z.; Guerra, R.Q.; Payan, J.G. 2011. Evaluación en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura, Peru. *Ecología Aplicada*. 10:13-22
- Chachapoya, D. 2014. Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el Cantón Zavallos. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>
- Chedly, K.; Lee, S. 2001. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. In *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos: Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos* 1(9): 87-97.
- De la Roza, B. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. *IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra)*. 1-20 pp.
- Deusch, S. Tilkoca, B. Camarinha, A. Seifert J. 2015. News in livestock research - use of omics-technologies to study the microbiota in the gastrointestinal tract of farm animals. *Computational and Structural Biotechnology Journal* 13: 55-63.
- Díaz, R.F., Brizuela, M.A., Serrano, P., Martínez, A.; González, L.A. 2001. Inoculantes y otros aditivos en ensilajes. Efecto en el valor nutritivo de la paja de arroz. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 35(4): 337-343.
- DIGESA. 2001. Manual de análisis microbiológico de alimentos. Manual, Ministerio de la salud, Lima.

- Duarte, M.C.T.; Pellegrino, A.C.A.; Portugal, E.P.; Ponezi, A.N.; Franco, T.T. 2000. Caracterización de xilanas alcalinas de *Bacillus pumilus*. *Brazilian Journal of Microbiology* 31(2): 90-94.
- Dulanto, J.R. 2013. Identificación rápida de especies del género *Vibrio* asociados con el cultivo de "langostino blanco" *Litopenaeus vannamei* por amplified ribosomal DNA restriction analysis (ARDRA).
- Drobniowski, F.A. 1993. *Bacillus cereus* y especies relacionadas. *Revisión de microbiología clínica* 6(4): 324-338.
- Fernández, A. 2010. Agricultura en el desierto. Nota de Blog. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/05/18/135993>
- Fernández A.; Tabera, A.; Agueria, D.; Manca, E. 2011. Obtención, caracterización microbiológica fisicoquímica de ensilado biológico de carpa (*Cyprinus carpio*). *REDVET* 12(8): 1-15.
- Filya, I. 2003. El efecto de *Lactobacillus buchneri* y *Lactobacillus plantarum* en la fermentación, la estabilidad aeróbica y la degradabilidad ruminal de maíz de baja materia seca y silajes de sorgo. *Journal of Dairy Science* 86(11): 3575-3581.
- Flores-Hernández, A.; Trejo-Calzada, R.; Arreola-Avila, J.G.; Orona-Castillo, I.; Murillo-Amador, B.; Rivera-González, M.; de Santa Rita, P.P. 2015. Producción estacional de nopal verdura (*Opuntia* spp.) bajo riego por goteo en una región agrícola de México. *Seasonal Prickly Pear Production Under Drip Irrigation in an Agricultural Region of Mexico*.
- Garcés, A.M.; Berrío, L.; Ruíz, S.; Serna, J.G.; Builes, A.F. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación* 1(1): 66-71.
- Gil, H.C.; Bernal, J. 2001. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tercer Mundo Editores. Colombia.
- Guerra, I.F.E.; Montenegro, L.B.; Vallejo, C.A.T.; Vera, M.R.L.; Montes, Y.M.G.; Centeno, C. 2015. Efecto de inoculantes microbianos sobre las características químicas y fermentativas de ensilajes de maíz forrajero. *ESPAMCIENCIA* 6(1): 15-21.
- Gusha, J.; Halimani, T.E.; Katsande, S.; Zvinorova, P.I. 2014. Performance of goats fed on low quality veld hay supplemented with fresh spiny cactus (*Opuntia megacantha*) mixed with browse legumes hay in Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production* 46(7), 1257-1263.
- Jurado, H.; Aguirre, D.; Ramírez, C. 2009. Caracterización de bacterias probióticas aisladas del intestino grueso de cerdos como alternativa al uso de antibióticos. *Revista MVZ Córdoba* 14(2): 1723-1735.
- López, P. 2015. División de ciencia animal. Suplementación con ensilado de nopal (*Opuntia* spp.) En. *Caprinos*. Por: Pedro López Hernández. Tesis para obtener el Título de: Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Llorente, M.F.M. 2014. Utilización de opuntias en la alimentación de animales domésticos. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nueva León.
- Lynd, L.P.; Weimer, W.; Van, Z.; Pretorius, I. 2002. *Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology*. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 66(3): 506-577.
- Machin, D. 2001. El uso potencial del ensilaje para la producción animal en la zona tropical, especialmente como una opción para los pequeños campesinos. Editado por Mannelje L. t. Roma.
- Martínez, P. 2003. Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de la especie *Prochilodus mariae* (coporo), *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) y *Phractocephalus hemiliopterus* (cajaro). Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Mendiola, A.R. 2013. El ensilado como alternativa ambiental y económica en la transformación de la cascarilla de arroz como alimento de ganado en la provincia de San Martín. Tesis Doctorado en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Trujillo.
- Mokoboki, K.; Sebola, N.; Makgobatlou G. 2017. Evaluación química de las variedades de clado de sudafricano de cladodios como forraje para rumiantes cultivados en Mara ADC, Sudáfrica, *Journal of Human Ecology* 56: 1-2, 60-64.
- Morrison, F. 1985. *Alimentos y Alimentación del Ganado*. Versión Española Tomo I y II, de José Luis de la Loma. Editorial UTHEA. 1370 México.
- Morón, T. 2010. Silagem biológica de pescado. Centro Avanzado de Investigación Tecnológica del Agronegocio del Pescado Marino, del Instituto de Pesca. Santos, Brasil. Disponible en: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/simbiolpesc.pdf>

- Muciño-Castillo, G. 2014. Evaluación nutricional de harina de nopal en dietas para borregos.
- Nagar, S., Gupta, V.K.; Kumar, D.; Kumar, L.; Kuhad, R.C. 2010. Producción y optimización de xilanasa estable a los álcalis libre de celulasa por *Bacillus pumilus* SV-85S en fermentación sumergida. *Revista de microbiología industrial y biotecnología* 37(1): 71-83.
- NCBI. 2015 National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Novoa, S. 2006. Sobre el Origen de la Tuna en el Perú Algunos alcances. *Zonas áridas* 10(1): 174-181.
- Ocanto, G.; Acevedo, I.; García, O. 2014. Evaluación de las Características Fisicoquímicas y Funcionales del Ensilaje de Maíz (*Zea Mays*) y Ensilaje de Sorgo (*Sorghum Vulgare*) Municipio Urdaneta del Estado Lara. *Revista ASA* 1(1): 110-129.
- Ogunbanwo, S.T.; Sanni, A.I.; Onilude, A.A. 2003. Caracterización de la bacteriocina producida por *Lactobacillus plantarum* F1 y *Lactobacillus brevis* OG1. *African Journal of Biotechnology* 2(8): 219-227.
- Ortiz, M.; Muñoz, L.; Ballinas, L.; Calvillo, C.; Rascón, Q. 2010. Caracterización de bacterias degradadoras de celulosa. Memorias del VII congreso del noreste y III nacional de ciencias alimentarias y biotecnología.
- Ortiz-Escobar, T.B.; Olalde-Portugal, V.; Paredes-López, O. 2014. Aislamiento, caracterización e identificación de cepas bacterianas degradadoras de hemicelulosa. Resumen XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. México.
- Oude, E.; Driehuis, F.; Gottschal, J.; Spoelstra, S. 2001. Estudio 2.0 - Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Cap. 2 de *Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos*, de FAO, editado por L. 't Mannetje. Italia.
- Panbangred, W.; Shinmyo, A.; Kinoshita, S.; Okada, H. 1983. Purificación y propiedades de la endoxilanasas producidas por *Bacillus pumilus*. *Agricultural and Biological Chemistry* 47(5): 957-963.
- Pérez, J.T.; Iglesias, J.L. 2016. Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímica y viológica. *Revista AquaTIC* 25: 28-33.
- Pinos-Rodríguez, J.M.; Duque-Briones, R.; Reyes-Agüero, J.A.; Aguirre-Rivera, J.R.; García-López, J.C.; González-Muñoz, S. 2011. Efecto de las especies y la edad sobre el contenido de nutrientes y la digestibilidad *in vitro* de *Opuntia* spp. *Journal of Applied Animal Research* 30: 13-17.
- Poorna, C.A.; Prema, P. 2007. Production of cellulase-free endoxylanase from novel alkalophilic thermotolerant *Bacillus pumilus* by solid-state fermentation and its application in wastepaper recycling. *Bioresource technology* 98(3): 485-490.
- Proaños, J.; Castro, Y.P. 2014. Evaluación de la producción de ácido láctico a partir de cascarilla de arroz por *Lactobacillus delbrueckii*. *Mutis* 4(1): 33-39.
- Rodríguez, A.; Álvarez, R. 2005. Uso múltiple del bosque seco del norte del Perú: análisis del ingreso y autoconsumo. *Zonas Áridas* 9(1): 131-148.
- Rodríguez, I.; Barrios M. 2015 Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y otras técnicas moleculares en el estudio de afecciones dermatológicas *Dermatologia Ibero-Americana Online*, Laboratorio de Ingeniería Genética, Instituto de Biomedicina, Universidad Central de Venezuela capítulo 85: Disponible en: <http://piel-l.org/libreria/item/1074>
- Salamanca-Torres, A.; Geissler, G.; Sánchez-Salas, J.L. 2009. Tratamiento de aguas provenientes de la industria papelera por medio de la combinación de un proceso fotooxidativo y un proceso microbiológico. *Revista latinoamericana de recursos naturales* 5(1): 50-57.
- Sánchez, H.; Ochoa, G. 2016. Producción y valoración de alimentos para animales monogástricos, con ensilado biológico de los restos del procesamiento de langostino (*litopenaeus vannamei*) fermentados con lactobacilos". *Scientia Agropecuaria* 7(3): 181- 189.
- Sánchez, R.; Junior, A. 2017. Estrategia de Suplementación de Cabras a base de nopal (*Opuntia* spp) o maguey (*Agave* spp) en Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Agraria Antonio Narro, división de Ciencia Animal,
- Sánchez, J.G. 2017. Determinación de la producción de leche de cabras suplementadas con nopal (*Opuntia* spp.) y manilla de maguey (*Agave* spp.). Tesis de Título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Santos, A.O.A.; Batista, Â.M.; Mustafa, A.; Amorim, G.L.; Guim, A.; Moraes, A.C.; de Andrade, R. 2010. Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Tropical animal health and production* 42(3): 487-494.
- Sazci A.A.; Radford, K.; Erenler. 1986. Detection of cellulotic fungi by using Congo red as an indicator: a comparative study with dinitrosalicylic acid reagent method. *Journal of Applied Bacteriology*. 61: 559-562.
- Sierra, J. 2010. Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia. Tesis Doctoral. Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Colombia.
- Sintagma, W.C.; Rodríguez, R.; Lezcano, P.; Vargas, J.C.; Ly, J.; Valle, S. 2015. Efecto de inocuidad del ensilado biológico de tubérculos de papa China (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para la alimentación de cerdos. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 2(3): 162-171.
- Southgate, H.; Greenfield, D. 2003. Examen de los métodos de análisis. En *Datos de composición de alimentos* (Vol. 7). Roma, Italia.
- Suarez, R.; Leonel, A. 2012. Suplementación de ovinos con ensilaje de nopal (*Opuntia spp.*) adicionado con melaza y urea. Tesis. título de ingeniero agrónomo zootecnista. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ström, K., Sjögren, J., Broberg, A., y Schnürer, J. 2002. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produce los dipéptidos cíclicos antifúngicos ciclo (L-Phe-L-Pro) y ciclo (L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) y ácido 3-feniláctico. *Microbiología aplicada y ambiental* 68(9): 4322-4327.
- Torres-Sales, A. 2010. Composición química del nopal y sus implicaciones en la nutrición de rumiantes (experiencias Brasil). *Revista salud pública y nutrición* 5: 143-151.
- Triana, E.; Leal, F.; Campo, Y.; Lizcano, H. 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cáscara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. *Alimentos Hoy* 22(31): 33-45.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A.; 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch carbohydrates in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Vergara, V. 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Vera, Y.C.; Vargas, J.A.V.; Peñaranda, M.G. 2015. Evaluación de ensilajes a partir de residuos de post-cosecha de arroz tratados con bacterias ácido lácticas. *Alimentos Hoy* 23(36): 62-74.
- Villena, E.; Ruiz, J. 2002. Técnico en ganadería, Tomos 1, 2 y 3. Editorial cultura, S.A. Madrid España.
- Vieira, E.L.; Batista, Â.M.; Guim, A.; Carvalho, F.F.; Nascimento, A.C.; Araújo, R.F.S.; Mustafa, A.F. 2008. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Animal Feed Science and Technology* 141(3-4): 199-208.
- UNAM. 2009. Análisis de alimentos. Fundamentos y técnicas. Disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/AlimentosAlimentacion/images/Documentos/2015/Analisis%20de%20Alimentos%20Fundamentos%20y%20Tecnicas-UNAM.pdf>.
- Wufff, D.A. 2002. Formulación de raciones amigables Windows, Gene Pesti, The University of Georgia, Athens GA USA, Version 1.0.