

Ensilaje de residuos orgánicos en sistemas de producción campesinos en el cañón de Anaime, Tolima

Organic waste silage in peasant production systems in cañon de Anaime, Tolima

Roberto Piñeros Varón¹, Bibiana Carvajal² y Jairo Mora-Delgado³

¹ Docente catedrático, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia; ² Médico Veterinario Zootecnista, Joven Investigadora, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia, Tolima, Colombia; ³ Profesor titular, Departamento de Producción Pecuaria, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia
rpiñerosv@ut.edu.co

Resumen

Actualmente, existen diversas técnicas de reciclaje de nutrientes que en su mayoría son desconocidas por los campesinos, muchas veces por falta de información y capacitación por parte de entes del estado, entre estas técnicas de fácil implementación se pueden nombrar en general los compostajes, y los ensilajes; Este artículo se centra en la clasificación de los principales subproductos de origen animal y vegetal encontrados en el estudio y en la formulación de los principales métodos de reciclaje, los cuales fueron aplicados en dos fincas pilotos, esto con el objetivo de una futura implementación en la zona, con el fin de aprovecharlos y disminuir riesgos de contaminación de la tierra y las fuentes hídricas.

Palabras clave: técnicas de reciclaje, fincas piloto, contaminación, subproductos

Abstract.

Currently, exist various techniques of recycling nutrients that are mostly unknown to the peasants, often due to lack of information and training from state agencies, among these techniques easy implementation can be named generally composts and silage. This article focuses on the classification of the main products of animal and vegetable origin found in the study and formulation of the main recycling methods, which were applied in two pilot farms, this with the aim of a future implementation in the area to take advantage and reduce risks of contamination of land and water sources

Keywords: recycling techniques, pilot farms, pollution, by-products

Introducción

El manejo de residuos de origen agroalimentario y su acumulación se están convirtiendo en un problema crítico en todo el

mundo debido al continuo aumento de la población mundial que demanda alimentos y el uso inadecuado de los subproductos. Se ha reportado que en el planeta se obtienen

alrededor de 193 billones de toneladas de materiales orgánicos en el proceso fotosintético (WWF, 2010), siendo la mayor fuente de contaminación ambiental, especialmente la que es inadecuadamente manejada y es considerada por los productores como “desecho” o “basura”, por no poseer características apropiadas para el consumo directo por el hombre o los animales o por desconocimiento de técnicas de manejo (Escobar, 2011).

Se prevé que la cantidad de residuos de origen alimentario aumente en los próximos 25 años debido al crecimiento económico y demográfico, principalmente en los países asiáticos, donde la cantidad anual de residuos alimentarios podría aumentar de 278 a 416 millones de toneladas entre 2005 y 2025 (Melikoglu et al., 2013). Como consecuencia, se produce contaminación del suelo, el aire y el agua, reducción de la diversidad biológica y desaprovechamiento de la energía contenida en los residuos orgánicos (Paritosh et al., 2017). Estos residuos están creciendo exponencialmente imponiendo amenazas graves a nuestra sociedad, como la contaminación ambiental, el riesgo para la salud pública, por lo cual existe una necesidad urgente de tomar medidas apropiadas para reducir la carga de residuos orgánicos mediante la adopción de prácticas de gestión. En la actualidad, se investigan varios tipos de enfoques en el procesamiento y manejo de subproductos orgánicos, por ejemplo, por la vía del reciclaje de masas orgánicas, sea por degradación aeróbica o por la vía de la fermentación anaeróbica.

Este ha sido un tema de interés del grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, el cual dio inicios a una sublínea de investigación en estos temas con la publicación

del libro *Medios de vida y materiales orgánicos en fincas campesinas* (Mora –Delgado y Holguín 2011).

Los residuos orgánicos de origen agroalimentario son biodegradables y según la FAO (2012), en la cadena de suministro de alimentos se pierde casi 1.300 millones de toneladas de alimentos, incluidas verduras frescas, frutas, carne, productos de panadería y productos lácteos. Todas estas ricas en nutrientes aun en sus fracciones residuales.

Por otro lado la alimentación es uno de los rubros de mayor incidencia en el costo de una producción animal. La suplementación tiene a su vez una gravitación fundamental en dicho rubro, donde el precio del alimento y el del producto definirán el nivel y el período de utilización del suplemento. Sin embargo, el objetivo final de una empresa debería ser el de maximizar su resultado económico, sin que ello involucre un mayor riesgo. (INTA 2002)

Teniendo en cuenta que la oferta y demanda de alimentos para la población humana en los países en desarrollo necesita de un crecimiento superior a la de la pecuaria-ganadera en relación a la agricultura, ya que se hace necesario poner un límite máximo a la competición de alimentos entre los hombres y los animales domésticos. (Souza y Santos, 2006)

Igualmente se sabe que existe gran cantidad de residuos ocasionados por la actividad agrícola que actualmente son materia de estudio, con el fin de emplearlos como fuentes alternativas que generen rentabilidad en la alimentación de animales (Henaó, 2012), y que la cantidad disponible de estos materiales es muy grande en todo el mundo y si sólo 5% fuera utilizado de manera correcta en la alimentación animal, se podrían atender las necesidades de la población

humana en términos de energía y proteína (Souza y Santos, 2006).

Se estima que 1/3 de los cereales producidos en el mundo se destina a la alimentación de los animales domésticos, en detrimento de la población humana. Así, debe recomendarse y orientar el uso de residuos lignocelulósicos cada vez más en la alimentación animal, los cuales, bien tratados y correctamente suministrados son una fuente de alimento ideal en la dieta de los rumiantes. (Souza y Santos, 2006)

Actualmente existen diversas técnicas de reciclaje de nutrientes que en su mayoría son desconocidas por los campesinos, muchas veces por falta de información y capacitación por parte de entes del estado, entre estas técnicas de fácil implementación se pueden nombrar los ensilajes y la amonificación. Por ello este capítulo se centra en la clasificación de los principales subproductos de origen animal y

vegetal encontrados en 30 fincas del cañón de Anime (Tolima) y en la evaluación de los principales métodos de reciclaje que se pueden implementar en la zona, para la producción de un sustrato reciclable como alimento para rumiantes.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó en el Cañón de Anime ubicado en el municipio de Cajamarca, Tolima. Este municipio es conocido como la despensa agrícola de Colombia por su rica producción. La cabecera del municipio está a 1814m.s.n.m, Esta parte de la región se caracteriza por tener clima templado y una temperatura media de 18 °C al anochecer la temperatura baja casi hasta los 8 °C. (Cajamarca-Tolima, 2014)

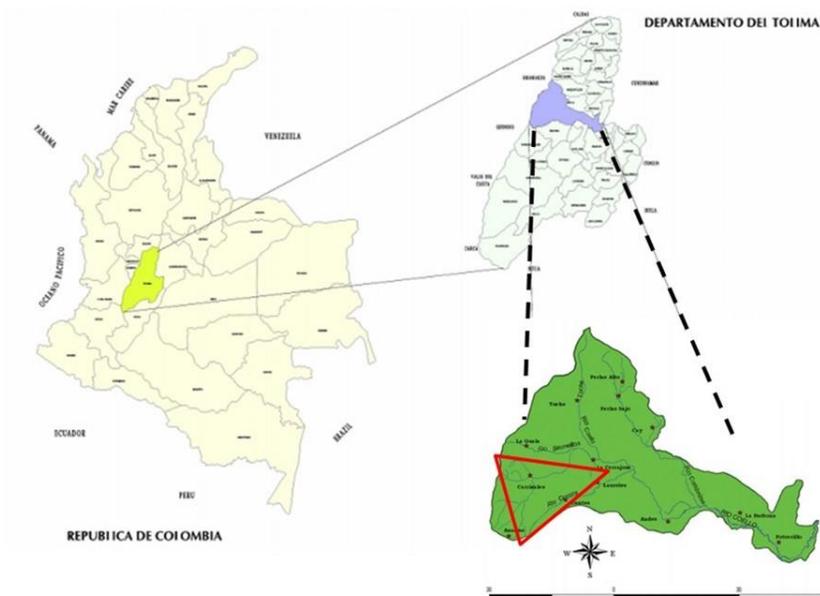


Figura 1. Localización de la zona de estudio resaltada en el triángulo rojo que denota el cañón de Anime en la cuenca alta del río Coello.

Para la caracterización de los residuos producidos en finca, se hizo un análisis de 30 fincas, siguiendo un muestreo de bola de nieve, el cual consiste en seleccionar un grupo inicial de encuestados al azar y después de ser entrevistados se les pide que identifiquen a otros que cumplen con las características de la población de interés (Malhotra et al., 2004). Los encuestados subsiguientes se seleccionan con base en sus referencias. La principal ventaja de este muestreo es que incrementa sustancialmente la probabilidad de localizar la característica deseada en la población y la variación de la muestra. (Malhotra et al., 2004).

Con la información obtenida por las encuestas aplicadas a los productores se pudo saber cuáles eran los diferentes tipos de producción agrícola y pecuaria de la zona, así mismo establecer los principales subproductos y tener información sobre el uso que se les proporciona a estos.

Muestreo de Subproductos de origen vegetal

Después de identificar los principales productos agropecuarios y sus subproductos, se seleccionaron los de mayor frecuencia y volumen producido y se tomó una muestra en diferentes fincas para realizar un análisis bromatológico en el laboratorio de ecofisiología tropical de la universidad del Tolima. Esto, con el fin de saber la cantidad y tipo de nutrientes que pueden aportar en el momento de implementarlos como insumos base para la alimentación de los animales.

Evaluación de Subproductos de origen vegetal

Se realizó un análisis bromatológico de los 5 subproductos principales, siguiendo los protocolos establecidos en el laboratorio los cuales se tomaron del manual de Ayala (2004). Estos subproductos fueron: arracacha, arveja,

frijol, lulo y maíz. Se evidenció que de estos cultivos, al final de cada cosecha, se producen residuos orgánicos que no están siendo aprovechados, y que tratados de manera adecuada podrían ser retornados al sistema, usando métodos de reciclajes como ensilajes.

Para realizar la aproximación de la cantidad de subproductos vegetales en las fincas, se realizó el pesaje de 10 plantas al azar para sacar un promedio de peso del total de la planta, y de cada una de sus partes; con ello, se estimó un valor aproximado basado en la producción por ha de las fincas, así:

$$\text{Total kg} = (\text{Promedio del subproducto (kg)} * \text{total kg producidos del producto}) / \text{Promedio del producto (kg)}$$

Análisis de calidad

Materia seca (MS)

Se realizó la separación de cada parte de la planta, y se tomó su peso en fresco, seguidamente se guardó cada parte a un sobre de manila los cuales fueron pesados previamente, en el caso de la arracacha por su tamaño se secó sobre una bandeja; estas muestras fueron puestas en la estufa de secado a 60°C por 72 horas.



Figura 2. Muestras puestas en la estufa de secado a 60°C. Foto: Los autores

Para determinar la materia seca se sacaron las muestras de la estufa, se pesan y a esto se le resta el peso del sobre de manila. Después de esto para realizar las siguientes mediciones pasan las muestras secas por el molino para obtener partículas de 1mm, y se almacenan en tarros de plástico con tapa.

Materia seca analítica

Se tomó aproximadamente 1g de la muestra en crisoles individuales previamente pesados, estos se llevaron a secar nuevamente en otra estufa a 105°C durante 24 horas, al finalizar se sacó y se hizo el pesaje, y los respectivos cálculos para saber el peso final de la muestra y obtener la MS analítica.



Figura 3. Muestras en crisoles. Foto: Los autores

Determinación de ceniza

Se guardaron en la mufla los crisoles con las muestras a 550°C durante 12 horas. Al finalizar se pesó la muestra y se restó el peso del crisol.

Determinación de fibra

Para esta prueba se determinó fibra detergente neutra y fibra detergente ácido en muestras de forraje. La Fibra Detergente Neutra (FDN), se realizó por el método de Van Soest. Para ello, se pesaron 2 gr. de cada muestra, se sellaron para ser colocados en el analizador de fibra en donde se agregó el reactivo para FDN, en donde dura una hora a 100°C. Al finalizar el tiempo se lavó la muestra tres veces con agua caliente para proceder a secarlas por 12 horas a 105°C en la estufa.



Figura 4. Bolsas Ankom con las muestras para FDN. Foto: Los autores



Figura 5. Analizador de fibra. Para FDN Y FDA. Foto: Los autores

Fibra detergente ácido (FDA):

Se pesaron 2 gr. de cada muestra, se sellaron para ser colocados en el analizador de fibra en donde se agrega el reactivo para FDA, en donde dura una hora a 100°C. Al finalizar el tiempo se lavó la muestra tres veces con agua caliente para proceder a secarlas por 12 horas a 105°C en la estufa.

Determinación de proteína bruta

Paso 1. Digestión. Se pesaron 0.2000 g. y se colocaron en un tubo tekador (limpio y seco). Se le agregó 2g de catalizador Kjeldhal y 10 ml de ácido sulfúrico al 96%. Se introdujo el tubo en un digestor de proteína, calentándolo hasta una temperatura de 384°C



Figura 6. Digestor de proteína. Foto: Los autores

Paso 2. Destilación de nitrógeno: En el mismo tubo digestor y en la unidad de la destilación se realizó este proceso: se colocó un beaker con 30 ml de ácido bórico al 4% para coleccionar el hidróxido de amonio producido en el ramal derecho del destilador, procurando que la

cánula quede sumergida en la solución, esto se hace para evitar que el destilado se evapore. En el tubo que contiene la muestra digerida fría se adicionó aproximadamente 70 ml de agua destilada y 50 ml de hidróxido de sodio al 35% de los depósitos respectivos presionando un botón a la vez. Así, se inicia la destilación, se gradúa la perilla del tiempo en 5 minutos aproximadamente. Finalmente, se recogió el volumen de destilado mínimo de 150 ml

Paso 3. Titulación (Cuantificación automática). Se procedió a titular con el titulador automático, calibrando previamente el electrodo de medición de pH. Esto se re realiza con ácido sulfúrico 0.1 N. en el recipiente donde se recibió el destilado, colocando un magneto, y se lleva al titulador automático. El pH se lee con el potenciómetro, evaluándolo hasta que llegue a un valor de 4.3. Simultáneamente, se lee y anota el volumen de HCL gastado en cada titulación.

Se calcula con la siguiente formula

$$\text{Proteína (\%)} = \frac{V_a - V_b * F * N * 6,25}{P}$$

Donde, V_a = Volumen de la solución de ácido clorhídrico usado para titular la muestra; V_b = Volumen de la solución de ácido clorhídrico usado para titular el blanco; F = Factor de la solución de ácido clorhídrico (0,14); N = Normalidad de la solución de ácido clorhídrico (0,1N); 6.25= Factor de transformación de nitrógeno en proteína bruta; P = Peso de la muestra (gr).

En síntesis, se tiene que $\% PC = \%N * 6.25$

Evaluación de subproductos de origen animal

Se hizo una estimación de los desechos producidos por las diferentes producciones

establecidas, para el caso de bovinos, cerdos y aves de corral.

- **La producción bovina**

se realizó con base al cálculo de UGG (unidad gran ganado) y se promedió la producción de heces por el peso de los animales. Para la producción de estiércoles de pequeños animales (cerdos y aves) se realizó el cálculo promedio de producción de heces en general, por día para cerdos y por ciclo para aves, teniendo en cuenta el porcentaje de producción de excretas en relación al peso vivo. Para estas medidas se tuvo en cuenta los valores de la tabla 1.

Se calculó el total de las UGG de las fincas y para sacar el peso vivo total del hato se multiplicaron las UGG x 450kg.

Excretas promedio día (kg de MS) = peso vivo total hato x 1.84% que es el porcentaje equivalente a la producción de 8,3 kg/UGG

Excretas promedio año (kg de MS) = total heces kg /día x 365 días

Excretas promedio año en ton de MS = (total heces kg/año)/1000

Excretas promedio ton /ha = (total heces ton/año)/Área ganadera (ha)

Área de usos ganadero = ((Área para la explotación ganadera (ha))/Área total (ha)) * 100

Carga animal = UGG/Área ganadera (ha)

- Para la producción porcina:

Se realizó el cálculo total del peso de todos los animales, para el cálculo de las excretas se tuvo en cuenta que por cada 100kg de animal se tienen 4.5kg de porquinaza.

Excretas promedio día (kg de MS) = (Peso vivo total para x 4.5)/100

Excretas promedio año (kg de MS) = total heces kg /día x 365 días

Excretas promedio año en ton de MS = (total heces kg/año)/1000

Proporción porcicultura = ((Área de la explotación)/Área total) x 100

- Para la producción avícola:

Se tuvo en cuenta la producción de gallinaza establecida en la literatura para un ciclo de una gallina ponedora que corresponde a un total de 12.8kg.

Excretas promedio ciclo (kg de MS) = total aves x 12.8kg

Excretas promedio en ton de MS = (total gallinaza kg/año)/1000

Resultados y discusión

Los indicadores de producción de forraje verde y rebrotes por planta se indicaron en la tabla 2.

Número de rebrotes por planta/corte.

La respuesta al indicador número de rebrotes por planta para (p- valor 0.0499) fue de 6,07±0,51 rebrotes en la frecuencia de corte 45

días y $5,57 \pm 0,51$ rebrotes (p -valor 0,2956) para la altura de poda de 50 cm. Estudios realizados por Petit (2010) para esta variable dasométrica fue de 6,4 rebrotes/planta en el periodo de sequía y 3,9 rebrotes en la época de lluvias. Por otra parte estudios realizados por Giselle et al; (2014) indica que para frecuencias de corte 45 días y altura de poda 10 cm, el número de rebrotes por planta fue de 3 y 2 para frecuencia de 60 días y 40 centímetros de altura corte, siendo superior los resultados hallados en esta investigación.

Resultados

Por lo observado en la tabla 2 los subproductos con mayor contenido de MS son los del frijol, maíz y arracacha. Siendo estos una buena fuente de nutrientes para realizar ensilajes que sirvan como complementación en la nutrición animal.

Tabla 2 Análisis bromatológico de los principales subproductos encontrados en las producciones del cañón de Anaime. Carvajal y Méndez 2014

#	PRODUCTO	MS TOTAL (%)	CENIZA (%)	PROTEINA (%)	FDN (%)	FDA (%)
1	Arracacha	25.1	4.4	4.8	37.5	7.1
2	Tamo Arracacha	21.5	9.5	5.8	47.4	15.5
3	Hoja de la arracacha	20.9	11.1	20.48	-	-
4	Tallo de la Arracacha	9.6	11.9	7.6	-	-
5	Cascara Arveja	14.5	6.4	16.6	37.6	26.8
6	Tallo Arveja	20.8	8.2	11.6	53.3	45.4
7	Fruto Arveja	25.3	5.3	24.0	37.0	19.2
8	Hoja Arveja	20.6	13.1	25.9	45.8	42.0
9	Tallo Maíz	25.2	6.7	5.8	58.0	39.4
10	Hoja Maíz	30.2	10.5	6.4	57.1	41.2
11	Cascara Frijol	25.3	4.5	15.9	45.0	27.3
12	Hoja Frijol	82.5	16.0	16.0	45.4	39.6
13	Fruto Frijol	41.4	5.4	25.4	61.3	19.9
14	Tallo Frijol	30.4	6.6	8.0	57.8	47.5
15	Hoja Lulo	18.3	13.8	-	-	-
16	Tallo Lulo	17.4	39.1	-	-	-

Subproductos del frijol: la hoja de frijol para este caso es el subproducto de mayor contenido de MS (82.5%), seguido del fruto (41.4%). así mismo son los de mayor porcentaje de proteína

(16 % y 25.4%) respectivamente. Según lo reportado por la literatura, dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la

lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. Sin embargo, de acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta el 70% comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100%. (Ulloa et al. 2011). Lo anterior descrito se confirma con los resultados del porcentaje de FDN presentes en cada subproducto del frijol, la cascara (45%), hoja (45.4%), tallo (57.8%). Lo que lo hace una buena opción al momento de plantearse un ensilaje para el consumo del ganado.

Subproductos de la arracacha: Por lo observado en la tabla 2 la arracacha tiene un porcentaje de humedad del 74%, lo cual es similar con el resultado obtenido en laboratorio (tabla 2). El tamo de la arracacha tiene un porcentaje de MS de 21.5%, con una digestibilidad del 47.4%. Siendo este una buena opción para realizar un ensilaje, aunque el nivel de proteína no es alto (5.8%), aporta energía gracias a su alto contenido de almidón 23.51% (tabla 3).3,2?

Subproductos del maíz: El ensilaje de maíz es uno de los forrajes conservados más importantes y versátiles en el mundo. Es una mezcla única de grano y fibra digestible, que constituye una de las principales fuentes energéticas para la alimentación de rumiantes. (Ruiz et al., 2009). Aunque es pobre en materias primas nitrogenadas y en algunos minerales (Cañete y Sancha, 1998). Posee un porcentaje de digestibilidad del 58%, una MS de 25% para el tallo y del 30% para la hoja y ceniza de 6.7% el tallo y 10.5% la hoja.

Subproductos de la arveja: tanto la cascara como el tallo proporcionan el material fibroso,

poseen una MS de 14.5% y 20.8% respectivamente, lo cual indica un alto porcentaje de humedad. Adecuado para la descomposición por medio de organismos aerobios.

Por lo observado en la tabla 1. los subproductos de mayor digestibilidad y MS son los del frijol, maíz y arracacha, con los cuales se pueden realizar ensilajes que sirvan como complemento en la nutrición animal., el tamo de arracacha, debido a sus altos niveles de almidón, es un buen producto para ensilar, así mismo se busca disponer de subproductos que no tengan una MS tan alta, ya que esto no permitirá que haya proliferación de bacterias anaerobias y por el contrario favorezca a la aparición de hongos.

El tamo de arracacha aporta al ensilaje los carbohidratos fermentables, la hoja y el tallo del maíz y el frijol aportan las proteínas y la MS necesaria para producir un ensilaje con las características necesarias para suplementar la alimentación de los animales, principalmente en épocas de sequías cuando la disponibilidad forrajera es escasa.

Establecimiento de un modelo sostenible de reciclaje de nutrientes en Fincas piloto

Finca La Siberia

Esta finca está ubicada en la vereda La Cucuana a 2000m.s.n.m, perteneciente al Cañón de Anaime en Cajamarca-Tolima, es una finca agropecuaria, sus principales actividades pecuarias son la producción de leche, venta de ganado para carne y en la parte agrícola destaca por el cultivo de frijol y arracacha. Cuenta con una extensión de 100ha, tiene 2 nacimientos de agua propios y por sus predios pasan 2 más que son vecinales.

En cuanto a la distribución del terreno, se tienen 90ha destinadas para la ganadería y 8ha para cultivos, siendo 4ha para el frijol y 4ha para la arracacha

Producción pecuaria

Según la información proporcionada por el propietario se encontró una producción bovina doble propósito, teniendo el siguiente inventario (Tabla 3)

Tabla 31. Distribución de Bovinos en la finca piloto 1. Carvajal y Méndez 2014

	UGG*	Finca 1
vacas ordeño	1,13	33,9
vacas secas	1	11
Novillas	0.5	4
terneras	0.25	3
Toros	1.5	3
terneros	0.25	4,75
		59,65

*UGG=450kg

El ordeño se hace manual y se tienen lactancias de 7 meses y en promedio cada vaca produce de 5-6 l de leche diarios; se vende a \$800 cada litro. El primer parto es aproximadamente a los 30 meses, la cantidad de partos por vaca es de 7, se hace venta de ganado para carne en promedio 3 a 5 animales por año, el tipo de alimentación es pastoreo en pasturas de *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo); en total se tienen 90 ha con este pasto y están divididas en 15 potreros teniendo el siguiente manejo (Tabla 2.4):

Tabla 4. Manejo de potreros. Carvajal y Méndez 2014

Manejo rotacional de potreros	Frecuencia
Días de ocupación época lluvia	8 días
Días de descanso época lluvia	60 meses
Días de ocupación época seca	4 días
Días de descanso época seca	2 meses

Se hace un manejo manual de malezas en el potrero una vez al año, no se aplica fertilización a los pastos, en los potreros se tienen límites con cercas de alambre de púas y cerca eléctrica para el control de los animales, en cada potrero se tienen 2 bebederos y un saladero.

No se suministra suplementación alimenticia al ganado, solo se proporciona sal mineralizada; se hace vacunación contra Brúcela y Aftosa cada 6 meses y se hace desparasitación con Albendazol cada 3 meses; se tienen 4 establos para el ganado, y se tiene calceta para hacer el manejo.

Excretas producidas por los animales

En cuanto a las excretas del ganado que quedan en el potrero no se tiene ningún tipo de manejo y las que quedan en los establos se desechan sin ningún tratamiento.

Se realizó el cálculo total de la producción de bovinaza para esta finca teniendo en cuenta los siguientes parámetros (Tabla 5):

Tabla 5 .Datos para el cálculo de excretas. Carvajal y Méndez 2014

Área de la finca (ha)	Área destinada a ganadería (ha)	Cantidad de potreros	UGG	Peso vivo total (kg)	Carga
100	90	15	59,65	26842,5	0,66

Y con este inventario animal se obtiene una cantidad importante de biomasa proveniente de los bovinos el cual puede ser empleado como abono orgánico que se recicla en los mismos cultivos (Tabla 6)

Tabla 6. Total de excretas. Carvajal y Méndez 2014

Excretas kg/día	Excretas kg/año	Excretas t/año	Excretas t/ha/año
493,9	180274,2	180,3	2

Producción agrícola

En esta finca se tienen dos cultivos: arracacha y frijol que se hacen en 4 ha cada uno. Son cultivos de tipo convencional y se les hace riego con surtidor, no se deja producto para autoconsumo en la finca ya que toda la producción va para la venta, la cual se hace directamente a intermediarios y el transporte lo hacen con animales.

El cultivo de arracacha es anual, para este se siembran de 4 bultos de colino por ha; cada bulto pesa en promedio 3-5 arrobas; se hace la siembra dejando 50cm entre planta y 1m entre surcos; se calcula que para esta finca se siembran alrededor de 20000 semillas o colinos

por hectárea. Es decir unas 80000 para las 4 hectáreas.

De este cultivo se obtienen en promedio de 30-50 cargas de arracacha por cada bulto de colino sembrado, es decir que aproximada mente salen de 120-150cargas por ha de producto para comercializar.

Para el caso del cultivo de frijol se hace la siembra en entables; aproximadamente se siembra 1 arroba por hectárea, y de esto actualmente se obtienen un promedio de 30 cargas cada una de 125 kg de frijol seco para la venta. Además de la producción agrícola que está orientada al mercado en su totalidad, un aparte importante de biomasa queda en la finca la cual puede ser eficientemente aprovechada para la alimentación de animales.

Cantidad de subproductos de origen vegetal

En las tablas 7, 8 y 9 se presentan valores de la producción de biomasa y residuos de cosecha y procesamiento de los principales productos cultivadas en las fincas analizadas.

Tabla 7. Promedio peso de una planta de los cultivos de la finca piloto 1. Carvajal y Méndez 2014

Producto		peso (KG)	s
Tipo	parte		
Arracacha	Tallo y hojas	0,725	0,140
	Cepa	1,4	0,397
	arracacha	1,98	0,424
Promedio total 1 planta		4,09	0,851
Frijol	Tallo	0,14305	0,009
	Hojas	0,01726	0,002
	Fruto	0,27	0,024
	Cascara	0,1885	0,024
promedio total 1 planta		0,61881	0,052

Tabla 8. Producción de arracacha y frijol en la finca. Carvajal y Méndez 2014

	Rendimiento (cargas /ha)	Producción finca (cargas)	Biomasa total Kg
Arracacha	120	480	60000
Frijol	7,5	30	3750

Tabla 9. Total de biomasa de frijol y arracacha. Carvajal y Méndez 2014

Frijol	Biomasa (kg)	Arracacha	Biomasa (kg)
Promedio fruto	0,27	Promedio fruto	1,98
Promedio cascara	0,19	Promedio cepa	1,4
Total cáscara	2.638,9	Total cepa	42.424
Promedio hojas	0,017	Promedio hojas y tallos	0,725
Total hojas	236,1	Total hojas y tallos	21.969
Promedio tallos	0,143		
Total tallos	1986,1		

Para esta finca se tiene una producción anual promedio de 60000 kg de fruto de arracacha para comercializar, es decir tiene un rendimiento por ha de 15000kg, de esto cultivo

aproximadamente quedan como subproductos 42424kg de cepa y 21969 kg de hojas y tallos.

Además, se produce biomasa proveniente del cultivo de frijol con una producción semestral de 3750 kg de frijol seco para comercialización; el rendimiento por ha es de 937.5 kg/ha, obteniéndose como subproductos la cascara (2639.3kg), las hojas (236.1kg) y los tallos (1986.1kg).

Con esta cantidad de biomasa proveniente de los cultivos de arracacha y frijol se tiene un subproducto reciclable para la preparación de ensilajes para la alimentación de los animales.

Producción de ensilajes con base en subproductos de arracacha y tamo del frijol

Dada la calidad nutricional de los subproductos derivados de la cosecha de estos dos productos, es factible realizar un ensilaje con base en la

mezcla de la tabla 10, y en la tabla 11 puede verse el aporte de nutrientes de cada una de las fuentes al ensilaje.

Tabla 10. Subproductos utilizados para el ensilaje. Carvajal y Méndez 2014

Biomasa	Proporción (%)
Cepa de Arracacha	70
Cascara de frijol	5
Tallo de frijol	10
Hoja de frijol	15
Total	100

Tabla 11. Aporte nutricional de los subproductos para el ensilaje. Carvajal y Méndez 2014

Sustrato	Proporciona en la dieta	MS (%)	Kg	PC (%)	%aporte	FDN	%Aporte
Arracacha cepa	70	21,5	15,05	5,8	4,06	47,4	33,18
Cascara de frijol	5	25,3	1,265	15,9	0,795	45	2,25
Tallo de frijol	10	30,4	3,04	8	0,8	57,8	5,78
Hoja de frijol	15	82,5	12,375	16	2,4	45,4	6,81
Total	100		31,73		8,055		48,02

A partir de este ensilaje propuesto y los resultados de aporte nutricional obtenidos, se recomienda su utilización como un suplemento alimenticio para la producción bovina debido a que no cumple con el total de requerimientos que precisa un animal, sin embargo, es una importante fuente de energía debido a la cantidad de almidones que posee la arracacha

del 21.51% en material fresco, reportada por Palacios et al (2011)

Conclusiones

A partir de las producciones encontradas se pueden obtener grandes volúmenes de subproductos tanto de origen vegetal y animal, los cuales y utilizados en las tecnologías de

reciclaje de nutrientes propuestas, aportarían no solo ganancias monetarias a la producción si no una disminución del impacto ambiental generado por el desconocimiento del procesamiento de este tipo de subproductos.

Los ensilajes son una buena fuente de energía para aportar a la producción de animales, teniendo en cuenta que los volúmenes que se presentan de subproductos son altos. Se recomienda realizar estudios de digestibilidad para porcinos y Bovinos con los ensilajes propuestos, de esta manera poder realizar un balance de dietas más específico ya que estos se recomiendan en este trabajo como un modelo de reciclaje.

Referencias

- Alcaldía de Cajamarca -Tolima, 2014, Información general, disponible en <http://www.cajamarca-tolima.gov.co/>
- Amaya. J, Hashimoto. J, (2006) "ARRACACHA" Arracacia xanthorrhiza Bancroft. Área Temática: Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente, 2006. 15 páginas
- AYALA. S., (2004) "Manual para el Laboratorio de Nutrición Animal" En: Colombia. Editorial Universidad de Antioquia ISBN:9586558231 v.100
- Escobar. N, Mora. J, Romero. N. (2013) Dinámica microbiana en abonos obtenidos a partir de residuos orgánicos de fincas cafeteras, revista agronomía. 21(2): 29-39
- Escobar. N. (2011) Caracterización de la población microbiana en el proceso de compostaje con sustratos provenientes de zonas cafeteras de Cundinamarca y Tolima. Trabajo de Grado, Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad del Tolima.
- Hazard. T, et al. (2001). Evaluación de la mezcla ensilaje de maíz con ensilaje de trébol rosado en diferentes proporciones, en la alimentación invernal de vacas lecheras en la zona sur. agric. téc., vol.61, n.3, pp. 306-318. issn 0365-2807.
- Kayouli. C, Lee. S, (2000) Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos –En 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
- FAO. (2012) Towards the Future we Want: End Hunger and Make the Transition to Sustainable Agricultural and Food Systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Melikoglu M., Lin C. S. K., Webb C. (2013) Analysing global food waste problem: pinpointing the facts and estimating the energy content. Central European Journal of Engineering.3(2):157–164. doi: 10.2478/s13531-012-0058-5
- Malhotra N, Dávila. J, Treviño. M;(2004) Investigación de mercados, un enfoque aplicado. Pearson Educación.
- Mora-Delgado, J. y Holguín, VA (eds.). (2011) Medios de vida y materiales orgánicos en fincas campesinas (Métodos de

análisis en la ecorregión cafetera. Ibagué: Universidad del Tolima, Red Alma Mater. 150 p.

importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista Fuente Año 3 No. 8.

Palacios. R, Morales. M, Arias. G, Evaluación químico bromatológica de tres variedades de Arracacia Xanthorrhiza "Arracacha" ciencia e investigación; 14(2): 12-14, facultad de farmacia y bioquímica. UNMSM.

Piñeros, Mora. J, Aya. S. (2011) Como estimar el flujo potencial de masas orgánicas en fincas campesinas de la ecorregión cafetera. en, Medios de vida y materiales organicos en fincas campesinas (Métodos de análisis en la ecorregión cafetera)/ Jairo Mora Delgado, Vilma A. Holguín Castaño – Ibagué: Universidad del Tolima, Red Alma Mater, 2011

Paritosh, K., Kushwaha, S. K., Yadav, M., Pareek, N., Chawade, A., & Vivekanand, V. (2017). Food Waste to Energy: An Overview of Sustainable Approaches for Food Waste Management and Nutrient Recycling. BioMed Research International, 2017, 2370927. <http://doi.org/10.1155/2017/2370927>

Rojas. C, y Manrique. M. (2001). Comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. Agric. Téc. v.61 n.4 Chillán

WWF (World Wildlife Foundation). (2010). 2010 and Beyond. For a living planet. Rising to the biodiversity challenge. Global foot print Networks. Pp. 45-47.

Ulloa. A, Ulloa. P, Ramírez. J, Ulloa. E, (2011) El frijol (Phaseolus vulgaris): su