

**Subproductos de Piña (*Ananas Comosus*) como alternativa de alimentación en
rumiantes**

Monografía

Autor:

Nelcy Patricia Piracon Cely

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD

Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y medio ambiente ECAPMA

Especialización En Nutrición Animal Sostenible

Yopal- Casanare

2020

**Subproductos de Piña (*Ananas Comosus*) como alternativa de alimentación en
rumiantes**

Monografía para obtener el grado de especialización

Autor:

Nelcy Patricia Piracon Cely

Asesor:

Lina María Monsalve Castro

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - UNAD

Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y medio ambiente ECAPMA

Especialización En Nutrición Animal Sostenible

Yopal- Casanare

2020

Resumen

Esta monografía tiene como objetivo la revisión bibliográfica de investigaciones relacionadas con subproductos de la piña (*Ananas comosus*) como alternativa de suplementación animal en rumiantes, se realiza un barrido de información general de la planta y subproductos, clasificación taxonómica, información nutricional, métodos de conservación de la planta y subproductos, así como de las propiedades fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña y análisis bromatológicos de ensilajes.

Según López (2008) los abundantes subproductos por hectárea del cultivo de la piña pueden ser conservados como alimento de animales rumiantes, pues, el cultivo de piña cosechada por hectárea genera una gran cantidad inutilizada de material verde (entre 200 y 250 toneladas), este es, planta entera, rastrojos (plantas sin raíces), coronas, tallos, cáscaras, pulpa y corazón; material que presenta potencial de uso en la alimentación de rumiantes.

En esta monografía se examinan los resultados de investigaciones de implementación en rumiantes en tanto variaciones de peso, palatabilidad, efecto sobre la producción y valor nutricional que aporta al animal.

Palabras Claves: Alternativas nutricionales, subproductos de piña, rumiantes, ensilaje, conservación de forraje, nutrición animal.

Abstract

The objective of this monograph is the bibliographic review of research related to pineapple by-products (*Ananas comosus*) as an alternative for animal supplementation in ruminants, a general information scan of the plant and by-products, taxonomic classification, nutritional information, conservation methods is performed. Of the plant and by-products, fermentative and nutritional characteristics of pineapple stubble silage and bromatological analysis of silages.

According to López (2008) the abundant by-products per hectare of pineapple cultivation can be conserved for use in feeding ruminant animals, then the pineapple crop harvested per hectare provides us with between 200 and 250 tons of green material (whole plant) that has no use and that can be supplied for the feeding of ruminants, such as the whole plant, the stubble (plants without roots), the crowns, the stems, the shells, the pulp and the heart.

In this monograph, the results of implementation research in ruminants are reexamined in terms of variations in weight, palatability, effect on production and nutritional value that it contributes to the animal.

Key Words: Nutritional alternatives, pineapple by-products, ruminants, silage, forage conservation, animal nutrition.

Índice General

Introducción	8
Justificación	10
Planteamiento del problema.....	12
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco Teórico	15
La Piña (<i>Ananas comosus</i>)	15
Clasificación taxonómica de la piña (<i>Ananas Comosus</i>).	15
Características principales de la piña (<i>Ananas Comosus</i>	16
Zonas de producción piña en Colombia- Área Cosechada.....	20
Producción Mundial	21
Uso de la Piña en Alimentación Animal	27
Conservación de la piña para consumo animal	35
Ensilaje.....	35
Análisis de los subproductos de la piña (<i>Ananas Comosus</i>)	38
Análisis de Resultados	42
Conclusiones	51
Recomendaciones	54
Bibliografía	56

Índice de Tablas.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la Piña (<i>Ananas Comosus</i>).....	15
Tabla 2. Producción de piña en Colombia por departamentos. Fuente: TRADE MAP, 2008	20
Tabla 3. Resumen de las investigaciones sobre la utilización de la Piña en alimentación animal.	23
Tabla 4. Composición nutricional de subproductos de la piña. Fuente: López, et al, 2014.....	31
Tabla 5. Composición química de subproductos de rastrojo de piña con niveles crecientes de Urea. Tomado de: López, et al 2014.	32
Tabla 6. Composición Nutricional de Rastrojo de Piña de Base seca. López 2008. Sánchez y Soto, 1996 y 1997.	33
Tabla 7. Composición Nutricional En Base Seca De Ensilaje De Rastrojo De Piña Y Ensilaje De Maíz. López 2008. Betancourt 2004.....	33
Tabla 8. Composición Nutricional de las Coronas de Piña en Materia Seca. Sánchez 2010.	34
Tabla 9. Análisis bromatológico por autor en materia seca y proteína cruda de subproductos de piña.....	42
Tabla 10. Relación materia seca y proteína cruda de los diferentes subproductos de la piña- comparación investigaciones López, 2008 y (López. et al. 2014).....	44
Tabla 11. Relación Materia Seca - Proteína Cruda. Comparación Alpizar, S. & Elizondo, S. 2019. López, et al. 2009. y López, 2008.....	46
Tabla 12. Valor nutricional de ensilajes de piña con adición de Heno y Urea.....	47

Tabla 13. Comparación con Silo de Piña.....	49
---------------------------------------------	----

Introducción

La tradición agropecuaria de nuestro país contrasta con la intención minero energética de los últimos gobiernos, pero la actual emergencia causada por el COVID 19 ha puesto en el centro de la sostenibilidad alimentaria la producción del agro colombiano y es que no es para menos si se sabe que antes de esta situación atípica, según FEDEGAN (2019) el sector agropecuario ya aportaba el 6% del producto interno bruto y del que la ganadería contribuye con el 1,4 % del PIB nacional. Para seguir contribuyendo como renglón económico al PIB y además ser rentable, el ganadero de hoy debe implementar estrategias como la utilización de fuentes alternativas de alimentación de menor costo que le permitan una mayor eficiencia económica.

Para ello es necesario entender que desde el punto de vista de mercadeo los ingresos son variables y dependen de las condiciones ambientales que en la región destacan por la temporada de lluvias y la de sequía, las cuales afectan la disponibilidad de alimentos; y el riesgo económico según Castillo, Kerguelen y Negrette (2015) “(...) procede de las variaciones del precio como consecuencia que las condiciones climáticas producen estacionalidad en la producción y en los precios. Estos últimos tienden al alza en la época de lluvia, y a la baja en la época de sequía.” (Castillo et al, 2015, p. 134)

La dinámica climática; y según el sistema de explotación ganadero empleado; hacen que el productor vea la necesidad de vender cabezas de ganado por escasez de alimento o acudir a la compra de concentrados para la alimentación cuyos componentes principales son los cereales; Esto sumado a la inestabilidad de precios de estos productos genera incertidumbre en los

productores por lo cual; se hace necesario que los ganaderos dispongan de fuentes de alimentación alternativas de bajo costo y que estén disponibles en el contexto local como los subproductos de la piña (*Ananas comosus*) rastrojo (hojas, hijos y tallo), corona, corazón, cáscara, pulpa de la fruta, y raíces, subproductos que se puede obtener fácilmente porque sus cultivos son cada vez más extensos, tanto que la semilla y en ocasiones sus frutos se dejan perder debido a la falta de comercialización.

Actualmente existe gran interés en el aprovechamiento de los subproductos agroindustriales tanto por sus características económicas como ecológicas, dado que el elevado incremento de residuos vegetales procedentes de los cultivos ocasiona problemas de contaminación por su mala disposición. De acuerdo a López (2008) el cultivo de piña proporciona una cantidad significativa de subproductos por hectárea que pueden ser conservados y utilizados en la alimentación de animales rumiantes.

Por lo tanto, con la revisión bibliográfica sobre la utilización de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) en bovinos se pretende determinar su aporte nutricional como alimento y a su vez promover el aprovechamiento de este producto que puede contribuir al incremento de la producción ganadera.

Justificación

Como indica la investigación de López, WingChing, y Rojas Borurrillon (2014) los diversos trabajos realizados en Colombia alrededor del cultivo de la piña y sus subproductos, señalan que estos son semejantes en tanto composición nutricional a los forrajes usados en los sistemas ganaderos, por lo cual, su conservación mediante el ensilaje permitiría usos posteriores. Esta idea es respaldada por los trabajos en sistemas de producción realizados en otros puntos del globo tales como Brasil, Etiopía, Malasia Rumanía y Estados Unidos. (López et al, 2014)

El acrecentamiento de las áreas cultivadas y la comercialización del producto de la piña en los mercados de Europa y Norteamérica, ha producido el incremento de la producción de biomasa de piña, los trabajos hechos por expertos pretenden no solo encontrar una forma nueva de alimento para el ganado sino también aprovechar la progresiva cantidad de residuos de los cultivos de piña en mundo.

En cuanto a los niveles nutricionales, se estableció que el rastrojo de piña contiene un cúmulo energético superior al 59% en Nutrientes Digestibles Totales, 11% de materia seca, y 7,5% de proteína cruda. Aunque estos indicadores pueden ser bajos frente a otros alimentos, algunos investigadores lograron aumentar el contenido de MS y de energía mezclando el rastrojo con cítricos, y el contenido de proteína cuando se añade urea para su ensilaje

En consonancia, se busca precisar la aptitud de los subproductos del cultivo de piña como alternativa nutricional para rumiantes, debido al alto aporte nutricional, un elevado contenido de proteínas y gran digestibilidad de los nutrientes, presentándose, así como una alternativa eficiente al concentrado convencional en la dieta de los rumiantes. De esta manera se ayudaría al productor en la no compra excesiva de concentrados y contribuyendo con los problemas en épocas de verano por escasez de alimento.

Planteamiento del problema

La ganadería es uno de los rubros más importantes de la economía colombiana, según lo hace notar el jefe de la oficina de planeación del Fondo Nacional de Ganado (FEDEGAN), Óscar Cubillos, este sector es el más grande del país, sobrepasando el café y las flores; y generando trabajo a más de 500.000 familias en más de 280 municipios de vocación ganadera a lo largo y ancho del territorio, en zonas con alturas entre 0 y 100 metros sobre el nivel del mar, siendo los departamentos y valles del Magdalena, Cauca, Costa Atlántica y los Llanos Orientales los mayores productores de ganado multipropósito. (Boletín Insumos Dane 2015) (Contexto Ganadero, 2019.)

Sin embargo, el impacto de la ganadería en los recursos naturales deja a su paso compactación, erosión, incremento en la producción de gases de efecto invernadero, entre otras afectaciones en detrimento del ambiente. La ganadería tradicional representa un gran desgaste de recursos naturales; sumado a esto, 600.000 ganaderos, en su mayoría pequeños productores se enfrentan a los generalmente elevados precios de los concentrados para mantener saludables a sus animales, estos dos factores hacen evidente la necesidad de pensar una ganadería sostenible económica y socialmente.

Por esta razón; el DANE en un boletín mensual en 2015, propone: “el uso o implementación de leguminosas herbáceas o arbustivas; cercas vivas y sistemas silvopastoriles; pastos nativos o mejorados y adaptados a las condiciones ambientales de la zona; (...) materia orgánica; banco de proteínas y pastos de corte mejorados; manejo racional y conservación de forrajes por ensilaje...” (DANE, 2015. pp.2)

Frente al problema de los costos de los concentrados por el cual no todos los productores tienen la ventaja de obtenerlos, y teniendo en cuenta la necesidad de optimizar los recursos naturales, las y los investigadores buscan generar alternativas de alimentación que tengan índices similares en requerimientos del animal. Debido a la dificultad de los productores y ganaderos para abastecer de alimento a sus animales, se aprovechan con más frecuencia frutas y subproductos de cultivos que han ensayado y que son fuentes de alimentación de bajo costo y aprovechamiento, como es el caso de los desechos o subproductos de la piña (*ananas comosus*). Los expertos coinciden en señalar que los “subproductos obtenidos de los sistemas de producción de piña contienen energía y nutrientes suficientes para su utilización en la ración de los rumiantes sin perjudicar su desempeño productivo.” (López et al, 2015, p. 2)

Pregunta problema

¿Es el uso de los subproductos del cultivo de piña (*Ananas comosus*) en la dieta de los rumiantes una alternativa forrajera de bajo costo y de un alto aporte nutricional?

Objetivos

Objetivo General

- Realizar una revisión bibliográfica, donde permita comprender las características nutricionales de la piña, (*Ananas comosus*), como fuente alternativa de alimentación en rumiantes.

Objetivos Específicos

- identificar los análisis bromatológicos y composición nutricional de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación en rumiantes.
- Presentar artículos de investigación donde se usa la piña, (*Ananas comosus*), como fuente de alimentación en rumiantes.
- Exponer los usos de los subproductos de la piña, (*Ananas comosus*), para la alimentación en Rumiantes.
- Establecer una discusión sobre los hallazgos encontrados en la literatura citada.

Marco Teórico

La Piña (*Ananas comosus*)

En Colombia la siembra y aprovechamiento agroindustrial de los cultivos de piña se ha transformado en una opción de negocio favorable para los productores y empresarios, inclusive han dejado sus actividades tradicionales para invertir en esta actividad ya que presenta un alto porcentaje de ganancias. Igualmente, las condiciones de suelo y clima favorecen al producto en cuanto a calidad, sabor, textura y tamaño del fruto.

Clasificación taxonómica de la piña (Ananas Comosus).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la Piña (Ananas Comosus).

Reino	Plantae
Filum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Caricaceae
Orden	Farinosae
Género	Ananas
Especie	Comosus

Características principales de la piña (Ananas Comosus.

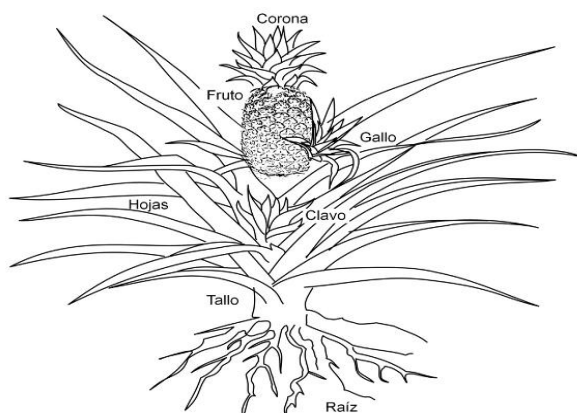


Ilustración 1 Jiménez D. J.A (1996)

La piña es una planta monocotiledónea, perenne, de la familia de las Bromeliáceas, se identifican cerca de 50 géneros y 2000 especies, encontrando también una variedad africana (*Pitcairnia feliciana*), a diferencia de esta las demás son originarias de Centro y Suramérica (EARTH, 2004). Todos los tipos cultivados corresponden al género *Ananas* y a la especie comestible *comosus*. Se encuentran otras 7 especies que se utilizan en bancos de germoplasma como fuente de genes de resistencia o de concentración de azúcares para el mejoramiento genético de las variedades cultivadas. “La *Ananas comosus* posee 5 cultivares o variedades, que se conocen como: Reyna, Española, Pernanbuco, Mordilona, Champaka y Hawaiana (Cayena Lisa), siendo la última la más común en siembras.” (Rebolledo et al. ,2006).

Económicamente, la producción de piña a nivel global se estimó para 2017 y 2020 entre los 17,5 y 18 millones, posicionándose como la tercera fruta tropical en el mundo, representando el 55% de la producción Filipinas, Brasil, Costa Rica, Tailandia y China. (López et al, 2015)

López y compañía señalan que el crecimiento significativo de hectáreas cultivadas y venta de piña, ha generado igualmente un incremento en los subproductos como lo es la planta entera, raíces, rastrojo, coronas, tallo, cáscara y corazón; materiales con un alto valor nutricional y que presentan potencial de uso en la alimentación en animales rumiantes. (López et al, 2015)

Según López (2015) “El cultivo de la piña genera una cantidad importante de subproductos por hectárea que puede ser conservados y utilizados en la alimentación de animales rumiantes”, se evalúa

Que por cada hectárea de cultivo de piña cosechada quedan entre 200 y 250 toneladas de material verde (planta entera) que no tiene uso y presenta potencial para ser utilizado en la alimentación de rumiantes. Igualmente, para Sánchez (2010) el uso de las coronas como alternativa alimenticia para el ganado lechero está en crecimiento equivalente a un 9 y 11% del peso fresco del fruto (190 – 260 g) de acuerdo a la densidad de siembra y cultivar (Rebolledo et al., 2006). López et al, 2015, p. 1-3

Raíces.

El sistema radicular de la planta adulta es muy superficial, por eso su importancia depende básicamente de: estructura, aireación, y humedad esto es, de las características físicas del suelo. Su longitud puede llegar hasta los 2 metros, cuando el medio es favorable. Se extiende principalmente por la capa de los 15cm del suelo; se encuentra algunas hundidas hasta 30cm y en algunos casos excepcionales a 60cm o más (py, 1969).

Tallo.

Las plantas de piña producen un tallo de 20 – 40 cm de largo, grueso y de consistencia carnosa, con un peso promedio entre 400 a 1000 gramos (peso fresco) en plantas desarrolladas, concentrando la mayor cantidad de nutrientes de la planta. Los meristemas producen de 60 a 80 hojas según la variedad y si la floración ha sido inducida o no.

Hojas.

Las hojas son largas y angostas, arregladas en espiral sobre un tallo corto, formando una “roseta” que se forman de 70-80 hojas. “Las hojas no se caen sino que se conservan adheridas a la planta hasta que esta es cortada; la turgencia y la clorofila se mantienen en las hojas por mucho tiempo y a los 10 o 12 meses las hojas miden hasta 1 metro de largo.” (Rebolledo *et al.* 1998).

El extremo es largo y termina en la punta muy fina. La lámina foliar presenta la forma de un canal poco profundo y conduce el agua hacia la base de la planta. El haz de la hoja es verde, mientras que el envés es plateado debido a la presencia de tricomas (pelos multicelulares con pedicelo que absorben agua). Los tricomas y las estomas se localizan en el fondo de canales longitudinales.

Dentro de las hojas se encuentran tejidos almacenados de agua y conductos aéreos. Todas estas características contribuyen a la capacidad de la planta de piña para soportar la sequía. La forma de las hojas varía y depende de la posición en el tallo y por lo tanto de la edad. “La hoja D es la más importante, ya que se considera la hoja más joven y la más larga. Esta indica el balance

nutricional e hídrico de la planta. Otras investigaciones indican que existe correlación entre el peso de la hoja D y el peso de la planta entera.” (Rebolledo *et al.*, 1998).

Pedúnculo.

“El pedúnculo se desarrolla cuando la planta completa su ciclo de crecimiento vegetativo, es un engrosamiento del tallo en su meristemo terminal, en el extremo apical se desarrolla la inflorescencia que dará origen a un nuevo fruto.” (Rebolledo, 1998). “El pedúnculo sostiene al fruto compuesto, rematado por una corona.” (SARH, 1992).

Flor.

Las flores son púrpuras o rojas (50-200) luego florecen en una gran inflorescencia. Rematado por una corona compacta de hojas están se ven en espiral, alrededor del corazón. El número de flores por espiral varía mucho, 100 a 200 flores, en las ocho espirales que conforman el fruto compuesto, son auto estériles o pueden producirse por fecundación y formación de semillas por polinización cruzada con otras variedades o individuos fuera de tipo. (SARH, 1992).

Planta.

Según las investigaciones de Hepton (2003), “Es la unión compacta de varias hojas formando una roseta”; la altura de las plantas adultas puede conseguir 1 metro u 1.5 metros de alto, el peso de la planta alcanza a estar en 4.000 y 4.500 gramos, el peso de las hojas está en un promedio de 3.500 gramos y el tallo junto a la planta podría alcanzar unos 600 a 650 gramos.

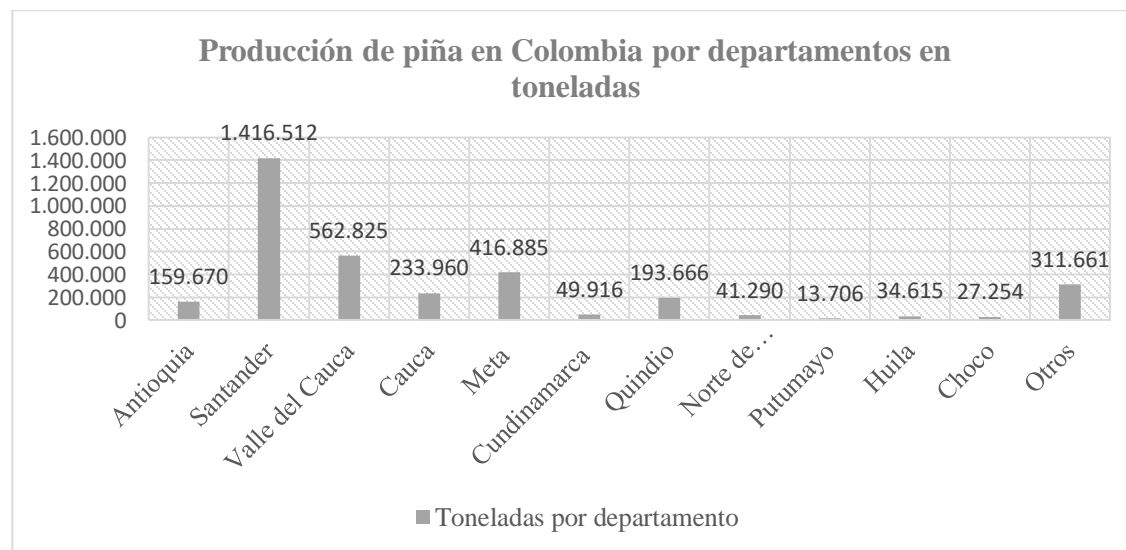
Fruto.

El fruto se da sin necesidad de fecundación del óvulo y sin la formación de hijuelo, después de la antesis, todas las piezas florales contribuyen a formar fruto, el cual se observa en forma de baya. Botánicamente el fruto está conformado por un eje carnoso o corazón, del cual parten las flores que son concrecentes durante el desarrollo del fruto. “Las brácteas y los carpelos se unen al eje para constituir el conjunto comestible fruta.” (Rebolledo, 1998).

Zonas de producción piña en Colombia- Área Cosechada.

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en 2018, para los años 2007-2011 los departamentos sobresalientes en la producción de piña en el país fueron:

Tabla 2. Producción de piña en Colombia por departamentos.



Recuperado de TRADE MAP, 2018.

En la tabla anterior el departamento de Santander lidera con una capacidad de producción de 1.416.512 Toneladas anuales de piña manzana, el departamento de Antioquia cuenta con una producción de 159.670 toneladas anuales, teniendo una participación del 4,6% de la producción nacional de piña.

En Colombia, la extensión para la producción de piña supera las 10.874 hectáreas en el año 2007, llegando a 12.984 hectáreas en el año 2011, lo que semeja a un crecimiento del 19%. La tendencia se mantiene en el tiempo; descendiendo en 2009 y creciendo en 2010 y 2011 aumentando en torno al 18%. En términos generales, el rendimiento medio presenta fuertes altibajos en el periodo analizado.

Producción Mundial

Estudios realizados por la Asociación Nacional de Frutas y Hortalizas de Colombia (Asohofrucol), y el Programa de Transformación Productiva (PTP), la producción mundial de piña escaló a 18.3 millones de toneladas en el año 2006 y se ha elevado en los últimos diez años a una tasa promedio anual del 3%. El comercio internacional del producto de la piña podría llegar a superar los 2.000 millones de dólares en el año 2029, partiendo de una cifra de 1.718 millones en el año 2011, logrando un elevado comercio y ganancia al productor.

En el año 2012 se alcanzaron más de 13.000 hectáreas de tierra sembradas en piña. Los mayores productores han sido, Tailandia, Brasil y Filipinas, en el transcurso de los años 1998-2006 tres países más ocuparon con fuerza en el comercio mundial: China, India y Costa Rica. Según el ministerio de agricultura y ganadería, Colombia en el tema de exportación es mínima,

en el año 2013 se exportaron a estados unidos 2 '000.000 de toneladas, un valor bajo frente a 627.000.000 de toneladas exportadas de todo el mundo. Colombia posee condiciones similares y aun mejores que otros países para lograr exportar un valor más elevado con características óptimas del mercado y excelentes productos.

Agro eficacia SAS (2019) afirma que para el periodo del año 2010 al año 2018 el cultivo de Piña en Colombia, incrementó significativamente en área de siembra, comercialización y exportaciones; Con promedios de incrementos de 32% en el periodo del año 2014 al año 2017, creando alrededor de 30 mil nuevos empleos; estos aumentos en parte se debieron a la inserción de la variedad MD2, también llamada piña Oro Miel o Golden, siendo esta de gran consumo a nivel mundial por su suave textura y dulce sabor. (AGROEFICACIA SAS, 2019)

Para Asohofrucol 2018, la producción de piña ha crecido significativamente de 898.000 toneladas en el año 2017 a 1.051.000 en 2018, igualmente, la utilidad por hectárea pasó de 26 toneladas en el año 2010 a 37 toneladas en el año 2017. En el tema de exportaciones tuvo un incremento satisfactorio referente a años anteriores, en el 2018 fueron exportadas a rededor de 13.000 toneladas de piña por un valor de US\$9,2 millones; “Los principales destinos de la piña colombiana fueron: Perú, Argentina, Arabia Saudita, Chile, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Los Estados Unidos, Rusia, Suiza, Turquía y la Unión Europea.” (Minagricultura, 2018).

Actualmente el ICA vigila 82 predios con un total de 2.511 hectáreas cultivadas para exportación de piña en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander y Valle del

Cauca. Lo anterior demuestra que “Colombia posee un gran potencial con el cultivo de piña, logrando alcanzar alrededor de 3.500 hectáreas sembradas en piña de variedad Golden, cuyo comercio internacional está proyectado para el año 2029 con unos 2.000.000 de dólares.”

(Minagricultura, 2018).

Tabla 3. Resumen de las investigaciones sobre la utilización de la Piña en alimentación animal.

Nro.	Artículo	País	Eficiencia productiva	Autor, Año
1	UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE PIÑA PARA ALIMENTACIÓN DE CABRAS: EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LÁCTEA	Costa rica	Los subproductos de la piña se pueden utilizar en la alimentación de cabras lactantes con la inclusión en la dieta de un 10 y 30 % en alimento fresco, presenta disminución en materia seca por su alto contenido de humedad, sin embargo, se evidenció un efecto positivo en cuanto a producción de leche.	Alpizar Solís, C., Elizondo Salazar, J. (2019)
2	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL IN SITU DE SUBPRODUCTOS DE PIÑA (<i>ANANAS COMOSUS L.</i>) Y PALMA ACEITERA (<i>ELAEIS SINENSIS JACQ.</i>)	Ecuador	Los subproductos de piña y palma aceitera constituyen desechos de alto volumen e impacto ambiental, los investigadores afirman que estos desechos se pueden utilizar de forma eficiente como alternativa de alimentación en dietas especialmente para poligástricos.	Varas Duarte, D. (2015)
	CARACTERIZACIÓN FERMENTATIVA Y	Costa Rica	de acuerdo a la investigación se muestra un mayor aumento	Lazo-Salas, G. Rojas Bourrillo, A. Campos

3	NUTRICIONAL DE MEZCLAS ENSILADAS DE CORONA DE PIÑA CON GUINEO CUADRADO MUSA (ABB) I. PARÁMETROS FERMENTATIVOS, ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO		nutricional y mejor respuesta productiva en los al animal al adicionar al silo de piña una fuente de almidón como el guineo cuadrado, igualmente se puede suministrar a animales rumiantes sin ninguna repercusión y obteniendo mejores ganancias de producción	Granados, C. Zumbado Ramírez, C. López Herrera, M. (2018)
4	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA CÁSCARA DE PIÑA ENSILADA CON CANTIDADES CRECIENTES DE UREA Y HENO	Costa Rica	La cáscara de piña se puede suministrar tanto en fresco como en ensilaje presentando niveles intermedios de nutrientes con relación a otros forrajes comunes, se evaluó también que, al adicionar urea o heno, esta mezcla se puede conservar de una mejor manera y además mejora los contenidos de proteína cruda de forma exitosa.	Elizondo Salazar, J., Campos Granados, C. (2014)
5	CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS Y NUTRICIONALES DEL ENSILAJE DE RASTROJO DE PIÑA (<i>ANANAS COMOSUS</i>)	Costa rica	Los análisis indican que los rastrojos de piña pueden ser proporcionados a los animales rumiantes, en fresco o en ensilaje con o sin adicción de adictivos, ya que presentan niveles de energía mayores a diferentes pasturas tropicales, sin embargo, al adicionar fuentes de carbohidratos como pulpa de cítricos deshidratada y melaza el perfil energético del material mejora.	López, M., R. WingChing-Jones, y A. Rojas. (2009)

6	VALORACIÓN NUTRICIONAL DE ENSILAJES DE CORONA DE PIÑA CON ADICIÓN DE HENO Y UREA	Costa rica	<p>El uso de heno produce aumento de materia seca, y a su vez aumenta la concentración de fibra, lo que genera reducción de consumo y digestibilidad.</p> <p>La inclusión de urea mejora el contenido de proteína cruda, por aumento en la concentración de nitrógeno no proteico, igualmente los valores de PH son elevados. al ser suministrado el silo de cáscara de piña registra un aumento en producción láctea en animales rumiantes</p>	López Herrera, M. WingChing-Jones, R. Rojas Bourrillon, A. (2015)
7	VALOR NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE RASTROJO DE PIÑA CON NIVELES CRECIENTES DE UREA	Costa rica	La inclusión de urea mejora los contenidos de Proteína cruda de los silos, El contenido de energía de los rastrojos es mejor que el de muchos pastos y forrajes tropicales, pero debido a su bajo aporte de nutrientes en dietas para rumiantes se debe buscar otra alternativa para su utilización como alimento principal.	López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A., Rodriguez Chacón, S. (2014)
8	BROMATOLOGÍA DE ENSILADOS DE CORONA DE PIÑA CON PULPA DE CÍTRICOS, HENO Y UREA	Costa Rica	La inclusión de pulpa de cítricos heno y urea al silo de corona de piña representó un aumento en la calidad de la leche producida, ya que hubo un incremento de nutrientes al animal para el aumento de producción, se verificó que al suministrar un mayor consumo al animal (15 kg MV/vaca/día), los materiales	López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A. (2018)

			ensilados permiten una producción de 3,5 – 4,5 kg de leche/vaca/día	
9	APROVECHAMIENTO RESIDUOS BIOMASA DE PRODUCCIÓN DE PIÑA (ANANAS COMOSUS) PARA MUNICIPIO DE AGUAZUL CASANARE	Colombia	Debido a la cantidad de subproductos por hectárea que se optime de los cultivos de piña, la alternativa de aprovechamiento para alimentación bovina es aceptable y de acuerdo a los datos reportados por su composición nutricional se pueden suministrar a los rumiantes sin ninguna repercusión.	TICSO. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Orinoquia. (2014)
10	VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LOS RASTROJOS DE PIÑA (ANANAS COMOSUS) COMO UNA ALTERNATIVA FORRAJERA DE BAJO COSTO PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO.	Costa rica	La utilización de silos de rastrojos de piña es menor en costos a ensilajes de maíz, siendo esta una alternativa de bajo costo para la alimentación de animales rumiantes.	López Herrera, M. (2008)
11	META-ANÁLISIS DE LOS SUBPRODUCTOS DE PIÑA (ANANAS COMOSUS) PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	Costa Rica	El análisis de composición nutricional de los diferentes subproductos de la piña vario dependiendo la parte de la planta, las coronas y rastrojos indicaron un mayor contenido de energía y proteína cruda y un valor bajo en materia seca, las raíces mostraron un mayor contenido de lignina y cenizas, materia seca, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. Al final se concluye que en general los	López Herrera, M., WingChing-Jones, R. Rojas Bourrillon, A. (2014)

			subproductos de la piña tuvieron contenidos de energía y nutrientes que permitirían su utilización como ración en la alimentación de rumiantes sin perjudicar su desempeño productivo.	
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Elaborada por Patricia Piracon, 2020.

Uso de la Piña en Alimentación Animal

La parte principal que se utiliza la piña es la corona y la hoja, ya que la corona tiene 99 % de proteína y 5 % de fibra, lo que la convierte, junto con las cáscaras en un suplemento útil para la producción agropecuaria.

En la literatura citada se encuentran varios trabajos realizados por diferentes actores donde manifiestan que se ha trabajado con rastrojo de piña (Cunha et al., 2009), igualmente con cáscara y pulpa (Azevedo et al., 2011) encontrando que los subproductos de la piña se pueden proporcionar frescos o deshidratados a los rumiantes sin tener ninguna repercusión en el animal. (Rogério et al., 2007).

Pereira (2009) demuestra que los subproductos de la industria de la piña la planta entera, coronas y rastrojos se consideran bajos en proteína cruda (PC) con un porcentaje alrededor de un 7.5 a 11%, materia seca (MS) en valores de 7 a 13% y grasas y “poseen altos contenidos de carbohidratos, tanto fibrosos (FDN= 53 – 60% MS) como no fibrosos (CNF= 21 – 24% MS)” (Azevedo et al., 2011).

En las investigaciones de López (2009) Pereira registra un contenido energético con valores óptimos de 62 a 66%; similar a los forrajes de uso en el trópico lo cual indica que se puede implementar en la suplementación de los rumiantes obteniendo muy buenos resultados y mejores ganancias. (Pereira et al., 2009; López et al., 2014).



Ilustración 1 y 2. Piña (ananas comosus), Rastrojo de Piña. Fotografía propia. Febrero (2020)

“La piña aparte de ser un alimento para los animales contiene un complejo de varias enzimas llamadas: bromelina, comosaína y papaína entre otras. Estas enzimas funcionan como proteasas” (Fernández y Pomillo, 2003) esto quiere decir que descomponen las proteínas en aminoácidos, Según Luchini *et al.* (1996) esta actividad se mantiene a nivel ruminal e intestinal, donde son absorbidas. En el caso de la bromelina, esta afecta la metabolización del ácido araquidónico, logrando un efecto antiinflamatorio. Paape (2000) indica que esta actividad antiinflamatoria puede ayudar a las vacas lecheras contra la mastitis y además reduce el conteo de células somáticas en la leche.

Utilización de subproductos de piña en alimentación de rumiantes

Investigaciones realizadas en Costa Rica, evidencian que los subproductos del cultivo de la piña son semejantes a los forrajes de sistemas ganaderos en tanto composición nutricional y están en capacidad de almacenaje por medio de la técnica del ensilaje para consumo posterior, Gutiérrez et al. (2003) y López et al. (2009). De igual modo, las investigaciones realizadas en sistemas productivos ganaderos en Brasil y Estados Unidos recomiendan considerablemente el uso de los subproductos de la industria de la piña en la alimentación de animales rumiantes, Junior et al.,(2006); Rogério et al.,(2007); Cunha et al., (2009), Estados Unidos Otagaki et al., (1961); Kellems et al., (1979).

En las investigaciones de Palafox y Reld (1961), el rastrojo de piña es considerado un suplemento útil para animales rumiantes y puede utilizarse en forma fresca, desecadas artificialmente o ensiladas. En todos los casos, estas deben ser picadas antes de su utilización. Si se ensilan, se recomienda la adición de melaza para un adecuado proceso fermentativo.

Mejía *et al.* (2001) recomienda aprovechar la corteza y el corazón resultante en las operaciones de enlatado, por medio de un proceso de secado artificial y mezclado posterior del material resultante con melaza, para obtener una harina. Tal proceso presenta una relación de 10 a 1, o sea para obtener una tonelada en producto deshidratado se requiere de 10 toneladas de material en fresco.

Trabajo realizado en costa rica por Solís y Elizondo (2018), donde se Evalúa los efectos de suplementación con subproductos frescos en la dieta de cabras lactantes, sobre el

consumo, la producción y composición de la leche en condiciones del trópico húmedo, nos muestra que los subproductos de la piña se pueden utilizar en la alimentación de cabras lactantes con la inclusión en la dieta de un 10 y 30 % en alimento fresco, y se evidencio una disminución en materia seca, por su alto contenido de humedad, sin embargo se evidenció un efecto positivo en cuanto a producción de leche.

En el artículo publicado por Elizondo-Campos (2014) “Características nutricionales de la cáscara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno”, busca demostrar la inclusión de la cáscara de piña ensilada para uso en la alimentación de novillas y otros rumiantes, se determinó que la cáscara de piña se puede suministrar tanto en fresco como en ensilaje presentando niveles intermedios de nutrientes con relación a otros forrajes comunes, se evaluó también que al adicionar urea o heno, esta mezcla se puede conservar de una mejor manera y además mejora los contenidos de proteína cruda de forma exitosa.

De acuerdo a la investigación de Michael López-herrera, Rodolfo Wingching-Jones, y Augusto Rojas Bourrillon (2015) expuesta en artículo “*valoración nutricional de ensilaje de corona de piña con adicción de heno y urea*” el cual evaluaron los efectos de incluir heno para mejorar materia seca y urea para un mayor valor nutricional, concluyeron que, el uso de heno permite de manera considerable un aumento de materia seca, pero, a su vez aumenta la concentración de fibra, lo que reduce su consumo y digestibilidad. Mientras que la adición de urea mejora el contenido de proteína cruda, por aumento en la concentración de nitrógeno no proteico, igualmente los valores de PH son elevados. Al ser suministrado el silo de cáscara de piña registra un aumento en producción láctea en animales rumiantes.

Composición química y valor nutritivo de los subproductos de la piña (Ananas Comosus).

A continuación (siguiente página) se muestra una tabla donde se tiene la composición nutricional en un estudio realizado por López. (2018), donde se evaluaron todos los subproductos de la piña.

Tabla 4. Composición nutricional de subproductos de la piña..

Parte de la planta	Composición nutricional ^a											
	MS (%)	PC	FDN	FDA	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	CNF	Cenizas	NDT (%)	EN _L	EN _G
	% MS										(Mcal/kg MS)(3X)	
Observaciones	175	177	150	148	42	53	91	114	140	50	46	46
Planta entera	25,2bc	7,6bc	60,8ab	34,7b	37,7b	29,9a	6,6bc	21,9bc	7,3bc	63,8ab	1,39a	0,92a
Rastrojo	15,0c	10,1ab	53,4bc	32,6b	25,8c	17,3b	3,4c	24,7bc	9,5b	62,8ab	1,37abc	0,82ab
Corona	17,0bc	11,0a	59,3ab	35,5b	59,0a	17,5b	3,3c	22,8bc	7,9bc	66,6a	1,44ab	0,91a
Tallo	30,2b	3,7de	46,2c	20,7c	-	-	5,3bc	45,9a	3,4de	-	-	-
Raíces	59,1a	2,5e	70,9a	60,6a	-	-	17,5a	10,2c	15,9a	-	-	-
Cáscara y pulpa	29,5bc	8,2abc	63,9ab	34,3b	22,2c	27,7a	4,7bc	17,6c	8,8bc	60,2b	1,33bc	0,85bc
Pulpa	51,9a	5,9cd	53,2bc	23,7c	25,4c	29,5a	5,3bc	12,2c	3,0de	-	-	-
Cáscara	26,6bc	6,9bcd	54,8bc	20,8c	10,1d	5,8c	7,8b	37,5ab	5,2cd	59,2b	1,31c	0,71c
Corazón	21,9bc	2,1e	-	-	-	-	-	-	0,7e	-	-	-
Estado del material												
Seco	78,9a	6,2c	64,5a	29,8c	27,0a	32,6a	7,3a	18,2a	5,2c	61,7a	1,36a	0,78ab
Ensilado	15,7b	10,0a	57,1b	34,6a	25,7a	17,1b	3,6b	23,3a	9,9a	63,3a	1,38a	0,83a
Fresco	15,4b	9,1b	56,7b	32,4b	24,2a	17,6b	4,9b	22,9a	7,8b	61,1a	1,35b	0,74b

^a MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácida, CNF= carbohidratos no fibrosos, NDT= nutrientes digestibles totales, EN_L= energía neta para lactancia; EN_G= energía neta para ganancia. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente (p<0,05).

Nota. Tabla recuperada de López, et al, 2014.

Los subproductos de piña combinados con urea pueden ser almacenados exitosamente aun sabiendo que presentan un contenido alto de agua, para López et al., (2014); “el adicionar urea

mejora los contenidos de proteína cruda de los ensilados, y la inclusión de melaza como fuente de

Variables	Tratamientos*			
	Nivel de Urea (%) (p.p ⁻¹)			
	0	0,5	1	1,5
Características químicas				
pH	2,96 ^{ab}	2,58 ^b	2,80 ^b	3,86 ^a
NH ₃ /NT	0,57 ^{ab}	0,45 ^{ab}	0,34 ^b	0,78 ^a
Características nutricionales				
MS (%)	9,39 ^b	10,01 ^a	10,04 ^a	10,23 ^a
PC (% MS)	8,17 ^d	18,47 ^c	25,52 ^b	30,07 ^a
EE (% MS)	2,60	2,80	2,90	3,00
Cenizas (% MS)	8,46 ^b	9,47 ^a	9,25 ^a	9,32 ^a
FDN (% MS)	65,12 ^a	54,82 ^b	54,92 ^b	55,03 ^b
FDA (% MS)	39,45 ^a	34,87 ^b	33,77 ^b	33,42 ^b
CNF (% MS)	17,7 ^a	16,44 ^a	9,41 ^b	4,58 ^c
DIVMS (% MS)	67,32 ^c	72,90 ^{ab}	71,65 ^b	74,27 ^a
NDT (%)	60,6 ^a	63,8 ^b	64,6 ^b	64,9 ^b
EN _L 1x (Mcal kg MS ⁻¹)	1,36 ^a	1,44 ^b	1,46 ^b	1,47 ^b
EN _L 3x (Mcal kg MS ⁻¹)	1,34 ^a	1,39 ^b	1,40 ^b	1,41 ^b
EN _G (Mcal kg MS ⁻¹)	0,75 ^a	0,85 ^b	0,87 ^b	0,88 ^b

carbohidratos solubles permite una apropiada conservación de la mezcla reduciendo las pérdidas.

Tabla 5. Composición química de subproductos de rastrojo de piña con niveles crecientes de Urea.-

Nota. Tabla tomada de López, et al, 2014.

Según las referencias citadas de las investigaciones y las tablas de análisis, los tratamientos de subproductos de rastrojo de piña con niveles crecientes de urea muestran una

mayor concentración energética que la conseguida por López en 2009 con respecto a ensilados de rastrojos de piña sin PCD; igual que con 5% de inclusión de PCD, para los autores Pereira et al. (2009), Correia et al. (2006) y Rogério et al. (2007), pero menores para el ensilado de maíz donde se realizaron tratamientos sin aditivos, investigación de Cubero et al. (2010). los tratamientos con adición de urea tuvieron valores mayores a los presentados.

López et al. (2009) Demuestra que los subproductos de la piña poseen alto contenido de nutrientes digestibles totales y energía, en comparación a pastos tropicales; y que al ser utilizarlo en dietas para animales rumiantes pueden mejorar el valor energético de la ración.

A continuación, se presentan tablas relacionadas con análisis de subproductos de la piña, estudios que se han realizado por varios autores, ensilaje y producto fresco y con inclusión de otro forraje.

Tabla 6. Composición Nutricional de Rastrojo de Piña de Base seca.

Nutriente %	Rastrojo de Piña		Estrella Africana	Kikuyo
Materia Seca	11,2		22,0 - 22,7	15,4
Proteína Cruda	7,42		15,3 - 15,4	17,4
FDN	57,7		71,2 - 71,9	64,6 - 68,3
FDA	32,1		39,9 - 40,0	34,3 - 34,4
Extracto etéreo	-----		1,89 - 2,08	2,35
CNF	24,1		7,17 - 8,07	7,83

Nota. Tabla de elaboración propia con los datos proporcionados por López 2008. Sánchez y Soto, 1996 y 1997

Tabla 7. Composición Nutricional En Base Seca De Ensilaje De Rastrojo De Piña Y Ensilaje De Maíz.

Nutriente	Ensilaje de Rastrojo de Piña	Ensilaje de Maíz
pH	4,40	3,55

Nitrógeno amoniacal	6,69	12,15
Materia seca %	12,3	19,28
Proteína cruda %	8,08	8,14
FDN %	56	57,1
FDA %	35	34,3
Extracto etéreo %	1,71	2,39
CNF %	23,5	23,2
TND %	59,03	60,91
Energía digestible Mcal/kg MS	2,60	2,68
Energía metabolizable Mcal/kg MS	2,13	2,20
Energía ganancia peso Mcal/kg MS	0,71	0,76
Energía neta lactancia Mcal/kg MS	1,33	1,37

Nota. Elaboración propia con los datos proporcionados por López, 2008 y Betancourt, 2004.

Tabla 8. Composición Nutricional de las Coronas de Piña en Materia Seca.

Nutriente	Corona de piña fresca	Ensilaje de corona de piña
pH		3,5 - 4,0 4,7
Materia seca %	9,0 - 13,1	9,1
Proteína cruda %	9,3 - 12,4	9,1- 11,5
FDN %	52,2 - 57,4	54,7 - 66,3
FDA %	29,7 - 35,2	38,2 -43,1
Extracto etéreo %	3,0 - 3,3	3,3 - 3,7
CNF %	21,3 - 28,5	3,8- 19,8
Lignina	2,1 - 3,4	3,3 - 3,7

Nota: Rescatado de Sánchez, 2010

Los autores citados anteriormente concuerdan que debido a las exigencias nutricionales de los bovinos de alta producción, para ser óptimo el silo de rastrojos de piña, se deben adicionar alguna fuente proteica para que alcance los requerimientos solicitados, es por esta razón que los diferentes estudios a parte del material de rastrojo se adiciona, melaza, urea, heno, gallinaza, maíz, etc.

Conservación de la piña para consumo animal

Ensilaje.

La técnica del ensilaje es una alternativa para el productor que asegura la disponibilidad del alimento para sus animales rumiantes durante todo el año, incluso en las épocas de sequía o exceso de lluvias en las que generalmente la consecución del alimento es difícil, así, esta práctica surge como una opción viable para conservar el alimento durante un periodo de tiempo más prolongado mediante el proceso de fermentación, es una técnica viable por su utilidad y de fácil implementación para el productor ganadero permitiendo el manejo de distintos recursos vegetales propios del trópico. (Titterton y Bareeba, 2001).

Ojeda (1999 – 2000) describe el proceso de ensilaje basado en la fermentación que utiliza el mínimo energético en la producción de volátiles ácidos grasos en condiciones anaeróbicas, esto con el fin de aumentar la acidez del material vegetal impidiendo su descomposición limitando el crecimiento de microorganismos. Así, pues, el material vegetal se conserva en las condiciones de almacenaje y en capacidad de satisfacer la demanda de nutrientes de las explotaciones lecheras en el trópico.

El proceso del ensilaje de los rastrojos de piña, involucra varias capas de material vegetal; seguidamente se agrega un valor mínimo de melaza para facilitar el incremento de bacterias, las capas se compactan de forma que se extraiga todo el aire y debe quedar herméticamente sellada para evitar el ingreso de oxígeno al silo para que no descomponga el producto final. (Universidad Costa Rica, 2020)

Fermentación.

Las características químicas y microbiológicas que determinan un buen proceso de ensilaje se definen como: una concentración mayor de 1,5-2% MS de ácido láctico con respecto a la concentración de los ácidos acético (1,8% MS) y butírico (Esperance *et al.* 1981), un bajo pH (entre 3,7 y 4,2), un contenido menor a 7% de nitrógeno amoniacal respecto al nitrógeno total (Ojeda *et al.*, 1991), una concentración menor a 0,1% MS de ácido butírico (Ojeda *et al.*, 1991) y un bajo conteo de esporas (Moore y Peterson, 1995).

Ojeda (1999); (2000) evaluó la incorporación de fuentes nitrogenadas en el aumento de la proteína cruda concentrada en los ensilajes de subproductos de la industria de la piña, así mismo en diferentes estudios se representa el proceso de fermentación en diferentes fases. El oxígeno que se conserva después de la compactación se consume en la Fase aeróbica, produciendo calor y liberando jugos. En la Fase de Fermentación (1 a 2 días) predominan las bacterias acéticas aerobias; dando paso a la tercera Fase en donde mueren las bacterias acéticas e inicia la actividad de lácticas. Finalmente, la Fermentación láctica dura aproximadamente 40 días y termina en la Fase de estabilización del silo hasta su apertura.

Características de un buen silo.

Algunos autores dan a conocer características de un ensilado de buena calidad las cuales son: el color, el olor y una buena textura. El color puede fluctuar desde verde, donde se califica como excelente hasta café oscuro (indeseable). El olor debe ser agradable (alta concentración de ácido láctico), pero como indicativo de ineficiencia en el proceso, se califican ensilados con olor avinagrado (acético) hasta el olor pútrido producto de una mala fermentación (butírico). Con respecto a la textura se puede definir como la facilidad para separar los componentes del ensilado, caso contrario cuando se adhieran entre sí.

Los ensilajes de buena calidad deben estar entre 20 y 30° C grados, la temperatura ideal es de 23° C grados, ya que es el ambiente propicio para el crecimiento de las bacterias productoras de ácido láctico (BPAL) y Una adecuada tasa de respiración. Una temperatura mayor de 37° C grados en el Silo estimula el crecimiento de bacterias clostridiales (Moore y Peterson 1995).

Tamaño de partícula.

Jones *et al.* (2004) consideran que para que haya un adecuado proceso de ensilaje el tamaño de partícula del material debe ser de 3/8 a 3/4 de pulgada (de 0,96 a 1,92 cm.) en el ensilado de maíz y de 3/8 a 1/2 pulgada (0,96 a 1,28) en ensilado de alfalfa.

Análisis de los subproductos de la piña (*Ananas Comosus*)

López et al, (2008) encontró que la parte nutricional y energética del ensilaje de subproductos de la piña pueden compensar los requerimientos nutricionales de los bovinos de ceba, alcanzando “una ganancia diaria de 0,5 kg. día-1 y producciones lácteas menores a 25 kg. día-1”; (López et al, 2008, p 12)

En investigaciones posteriores igualmente por el autor López et al., (2014), muestra los resultados de la composición nutricional de los diferentes subproductos de la industria de la piña, los cuales no tienen un aparente aporte de Proteína Cruda (PC), Materia Seca (Ms) y Energía neta para Lactancia (ENL), razón por la cual no se considera como forraje principal en una ración diaria para rumiantes la utilización de subproductos de la piña, a menos que se complemente o adicione alimentos con un porcentaje alto en materia seca y proteína cruda, para que no se disminuya la producción en leche en vacas lactantes y ganancia de peso en bovinos de ceba.

Los subproductos de la piña, se suministran a los rumiantes tanto en ensilaje como en fresco, dependiendo el manejo que le de cada productor, se confirma según varias investigaciones que estos subproductos muestran niveles intermedios de nutrientes respecto a diferentes pastos y leguminosas como el maíz, la soya, y combinaciones de maíz +soya; alimentos utilizados en la alimentación de rumiantes en condiciones tropicales que se suministran igualmente en ensilaje y en fresco.

A parte de nutrientes para López, et al, (2008), los subproductos de piña también poseen mayores niveles de energía que pastos tropicales, inclusive al adicionar fuentes de carbohidratos como melaza y pulpa de cítricos deshidratada esta mejora de forma considerable el valor energético del material.

Pautas de utilización de los subproductos de la piña, problemática y limitaciones.

El incremento de siembras de cultivos de piña en el mundo ha dejado ver el manejo inapropiado de sus subproductos o desechos como algunos productores denominan a los rastrojos, coronas y planta. Según los estudios consultados, se obtienen más de dos centenas de toneladas de material verde por hectárea a las que aún no se les ha dado uso, y que presentan un enorme potencial para su utilización en la alimentación de animales rumiantes. Por esta razón se muestra una alternativa eficiente el uso de estos rastrojos de la piña como fuente de suplementación, alimentos que se pueden brindar al animal de forma fresca o en ensilaje.

La recolección de los residuos de cosecha de piña es una de las limitantes tecnológicas para el aprovechamiento del mismo como suplemento para el ganado, para varios autores se sugiere establecer un proyecto ganadero en los predios con cantidades de hectáreas sembradas de piña para así aprovechar los subproductos e igualmente reducir los costos de transporte y dependencia para la venta del rastrojo cosechado. Ahora, las tecnologías de recolección y transformación han permitido la preservación del material de la industria de la piña tanto en forraje fresco como en ensilaje.

(Sánchez, 2010), nos muestra una limitante en su investigación donde muestra que los subproductos de la piña presentan contaminación por micotoxinas, La mayoría de los mohos reducen el valor nutritivo de los alimentos, en especial los que se proporcionan al ganado, este aspecto es considerado una limitante para la incorporación a dietas de bovinos, se recomienda la adición de secuestrantes de micotoxinas disponibles en el mercado.

Otra de las limitantes que presentan los subproductos de la piña es su alto contenido de humedad y bajos contenidos de proteína cruda, los autores citados en el documento concuerdan en la utilización de fuentes de nitrógeno no proteico para mejorar sus porcentajes nutricionales.

Digestibilidad de los subproductos de la piña en alimentación de rumiantes.

Para Rosero y Posada (2017) al involucrar interacciones entre la dieta, microorganismos ruminales y el hospedero, la digestibilidad en los rumiantes es un proceso complejo, razón por la cual este tema es de gran interés para los nutricionistas, pues, para la producción animal son necesarios los alimentos de alta aceptación, máximo aprovechamiento y el mínimo en pérdidas de nutrientes por excretas. (Navarro C, Díaz J, Roa M, Cuéllar E.- 2015).

La degradabilidad ruminal depende de dos aspectos, el primero es la velocidad de degradación, siendo este determinado por la solubilidad, estructura molecular, actividad de microorganismos; y viéndose afectado por el pH, el tamaño de la partícula, y la proporción de balance – concentrado, a lo que se suma, el consumo de agua o de materia seca. El segundo

aspecto en la degradabilidad es la velocidad de tránsito ruminal. Así, la degradabilidad ruminal adquiere un valor relativo. (Rosero y Posada, 2007)

La digestión de los animales rumiantes tiene la particularidad en la que el alimento ingerido se somete a una fermentación pre - gástrica en el rumen, órgano de gran capacidad (hasta 200 lt) en el cual las bacterias representan entre 60 y 90%, los protozoarios entre 10 y 40%, y los hongos entre 5% y 10% de la masa microbiana (Van Soest, 1994); haciendo de este Rumen o panza un sistema complejo en el que por mililitro de fluido ruminal se pueden encontrar de 25 a 50 mil millones de microorganismos (Church D, Pond W.-1990). Varas Duarte (2015) afirma que esta fermentación en el rumen puede ser estudiada por distintos métodos, ya sea *in vivo*, *in situ* e *in vitro*.

En las investigaciones de Vargas Duarte, D- 2015, La degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica del pasto King grass con inclusión de subproductos de la piña fue mejor debido al alto contenido de carbohidratos solubles y su fácil absorción, favoreciendo una mejor degradabilidad *in situ* por parte de los microorganismos habitantes en las paredes celulares del rumen. Dormond *et al.* Esto indica que el elevado contenido de azúcares reductores puede ser una fuente importante de carbohidratos solubles para la alimentación de rumiantes ya sea en fresco o ensilada

Análisis de Resultados

Tabla 9. Análisis bromatológico por autor en materia seca y proteína cruda de subproductos de piña.

Item	Artículo	País	Materia prima	Características nutricionales		Autor, Año
				MS %	PC%	
1	UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE PIÑA PARA ALIMENTACIÓN DE CABRAS: EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LÁCTEA	Costa Rica	Subproductos de la piña en fresco 100% inclusión	39.98	12.32	Alpizar Solís, C., Elizondo Salazar, J. (2019)
2	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL IN SITU DE SUBPRODUCTOS DE PIÑA (ANANAS COMOSUS L.) Y PALMA ACEITERA (ELAEIS SINENSIS JACQ.)	Ecuador	Cascara de piña	15.02	3.68	Varas Duarte, D. (2015)
			Palma aceitera	15.35	3.45	
3	CARACTERIZACIÓN FERMENTATIVA Y NUTRICIONAL DE MEZCLAS ENSILADAS DE CORONA DE PIÑA CON GUINEO CUADRADO MUSA (ABB) I. PARÁMETROS FERMENTATIVOS, ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO	Costa Rica	Corona de piña	9.10	12.9	Lazo-Salas, G. Rojas Bourillo, A. Campos Granados, C. Zumbado Ramírez, C. López Herrera, M. (2018)
			Guineo cuadrado	20.80	4.38	
			Tratamiento corona 85% y guineo cuadrado 15%	14.00	7.16	
4	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA CÁSCARA DE PIÑA ENSILADA CON CANTIDADES CRECIENTES DE UREA Y HENO	Costa Rica	Cascara de piña	13.83	7.51	Elizondo Salazar, J., Campos Granados, C. (2014)
			Cascara de piña con inclusión de urea 1% y heno 2% silo de 6 meses	17.55	20.22	
5	CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS Y NUTRICIONALES DEL	Costa Rica	Rastrojo de piña	11.20	7.42	López, M., R. WingChing-Jones, y A. Rojas. (2009)

	ENSILAJE DE RASTROJO DE PIÑA (<i>ANANAS COMOSUS</i>)					
6	VALORACIÓN NUTRICIONAL DE ENSILAJES DE CORONA DE PIÑA CON ADICIÓN DE HENO Y UREA	Costa rica	Corona de piña adición de heno y urea 0.5%	9.39	8.17	López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A. (2015)
7	VALOR NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE RASTROJO DE PIÑA CON NIVELES CRECIENTES DE UREA	Costa rica	Rastrojo de piña con inclusión de urea 0.5%	10.30	16.10	López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A., Rodríguez Chacón, S. (2014)
8	BROMATOLOGÍA DE ENSILADOS DE CORONA DE PIÑA CON PULPA DE CÍTRICOS, HENO Y UREA	Costa Rica	Corona de piña + pulpa de cítricos 10% +urea 0.5%	13.95	17.26	López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A. (2018)
			Corona de piña+ heno 10% + urea 0.5%	15.51	14.81	
10	VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LOS RASTROJOS DE PIÑA (<i>ANANAS COMOSUS</i>) COMO UNA ALTERNATIVA FORRAJERA DE BAJO COSTO PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO.	Costa rica	Hoja fresca	20.6	9.1	López Herrera, M. (2008)
			Ensilaje de hoja	19.1	6.0	
			Pulpa de fruta	87.6	3.5	
11	META-ANÁLISIS DE LOS SUBPRODUCTOS DE PIÑA (<i>ANANAS COMOSUS</i>) PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	Costa rica	Planta entera	25.2	7.6	López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A. (2014)
			Rastrojo	15.0	10.1	
			Corona	17.0	11.0	
			Tallo	30.2	3.7	
			Raíces	51.1	2.5	
			Cascara y pulpa	29.5	8.2	
			Pulpa	51.9	5.9	
			Cascara	26.6	6.9	
Corazón	21.9	2.1				

Nota. Tabla de elaboración propia partiendo de los datos de las investigaciones citadas.

En la tabla anterior, se recopila información de diferentes investigaciones en los últimos años a nivel mundial, donde se relacionan los análisis bromatológicos de los diferentes subproductos de la industria de la piña (planta entera, rastrojo (hojas, hijos y tallo), corona, corazón, cáscara y pulpa de la fruta y raíces,), se muestran los valores de materia seca y proteína cruda en fresco y en ensilaje, igualmente se encuentran valores con adicción de otros elementos y materias primas, en todos los artículos citados los autores se centran en determinar el uso y potencial de los subproductos del cultivo de la piña para su empleo en la dieta de animales rumiantes.

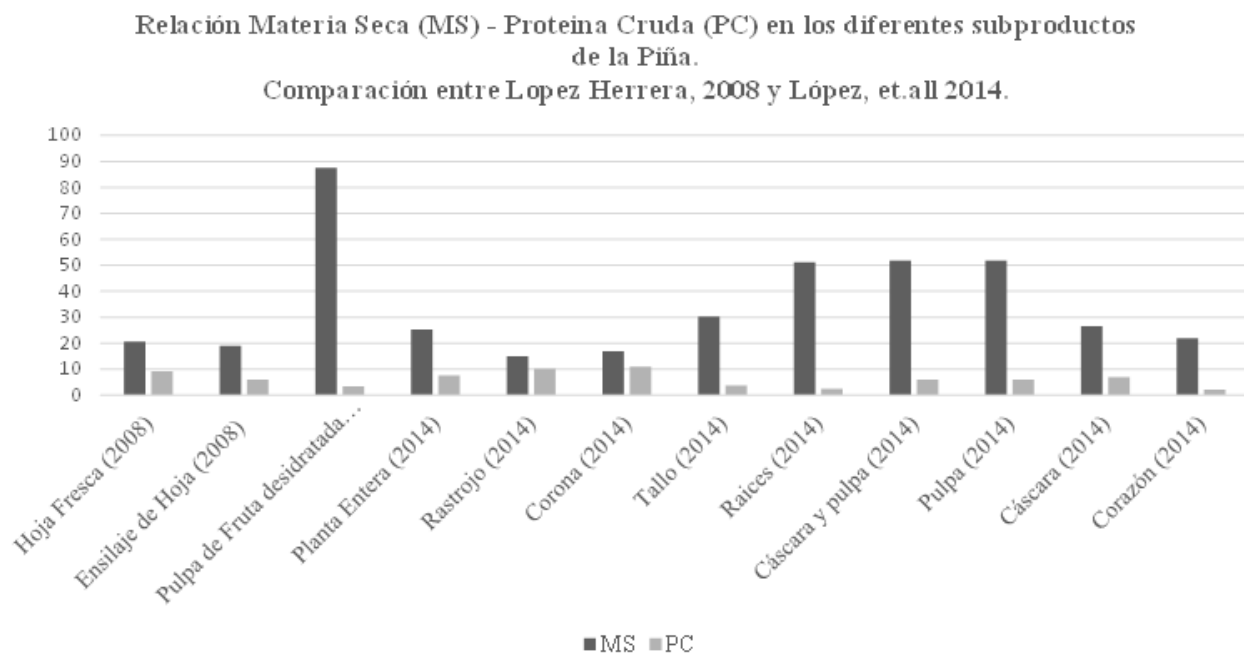
De acuerdo a los análisis se puede observar que la composición nutricional varía de acuerdo a la parte de la planta y su adición de fuentes proteicas, igualmente se evidencia diferencias entre procesos deshidratados, material fresco y ensilado; los contenidos de materia seca son relativamente bajos por su porcentaje de humedad, se evidencia que la adicción de urea o heno mejora considerablemente el porcentaje de materia seca, además la inclusión de urea mejora los contenidos de proteína cruda. Como conclusión de los investigadores se tiene que los subproductos de la piña presentan contenidos de energía y nutrimentos que permitirían su utilización como parte de la ración en la alimentación de rumiantes sin perjudicar su desempeño productivo.

Tabla 10. Relación materia seca y proteína cruda de los diferentes subproductos de la piña.

Materia Prima	MS%	PC%
Planta Entera (López. et al. 2014)	25,2	7,6
Rastrojo (2014)	15	10,1
Corona (López, et al. 2014)	17	11
Tallo (López, et al. 2014)	30,2	3,7

Raíces (López. Et,all. 2014)	51,1	2,5
Cáscara y pulpa (López, et al. 2014)	51,9	5,9
Pulpa (López, et al 2014)	51,9	5,9
Cáscara (López, et al 2014)	26,6	6,9
Corazón (López. et al. 2014)	21,9	2,1
Hoja Fresca (López, 2008)	20,6	9,1
Ensilaje de Hoja (López, 2008)	19,1	6
Pulpa de Fruta deshidratada (López, 2008)	87,6	3,5

Nota. Tabla de elaboración propia comparando las investigaciones comparando las investigaciones López, 2008 y López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A., Rodríguez Chacón, S. (2014)



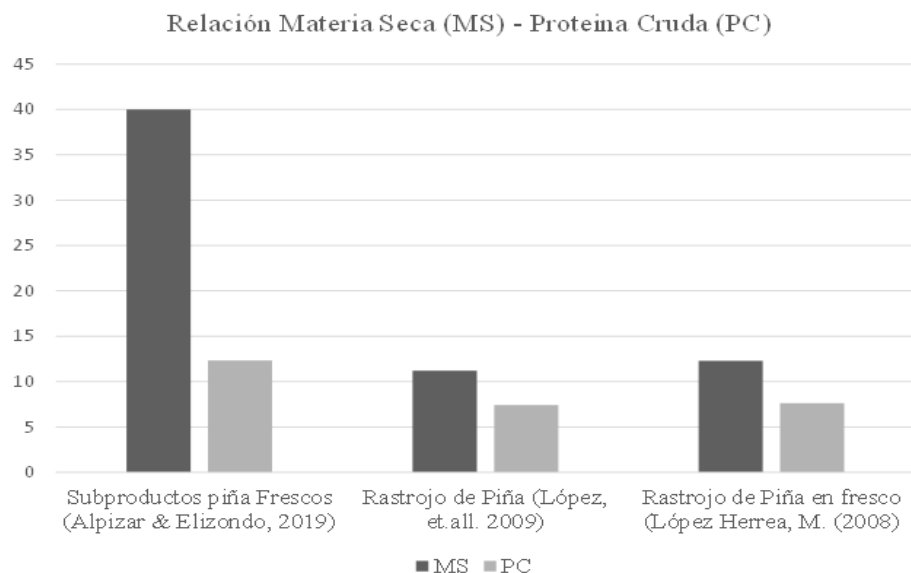
En la gráfica anterior se establecen el análisis de variación de porcentajes en materia seca y proteína cruda, el porcentaje de proteína en los estudios realizados por López. et al. 2014, alcanzó niveles de 10 y 11% en pc (rastrojo y corona), pero la mayoría de resultados estuvieron en rangos menores de 8%, lo cual indica que no hay un adecuado aporte nutricional por lo que

hay que complementar con alimentos altos en proteína cruda para lograr aumentar la producción tanto en ganancia de peso como producción láctea; en cuanto a materia seca los valores fueron entre 15 % y 30%, obteniendo un valor de 51.1 las raíces por su alto contenido de fibra y minerales. El porcentaje de materia seca en pulpa igualmente fue alto, dado que la pulpa obtenida posterior a la extracción del jugo, era deshidratada para mejorar su calidad. López, 2008- muestra valores más altos en cuanto a materia seca, ya que a estos subproductos de le agregó un porcentaje de 10% de inclusión de pulpa de cítricos deshidratada por lo cual se muestran valores más elevados en materia seca, pero en cuanto a proteína cruda los valores no aumentaron.

Tabla 11. Relación Materia Seca - Proteína Cruda.

Materia Prima	MS	PC
Subproductos piña Frescos (Alpizar & Elizondo, 2019)	39,98	12,32
Rastrojo de Piña (López, et al. 2009)	11,2	7,42
Rastrojo de Piña (López Herrea, M. (2008)	12.3	7.62

Nota: Tabla de elaboración propia comparando los datos de Alpizar, S. & Elizondo, S. 2019. López, et al. 2009. y López, 2008



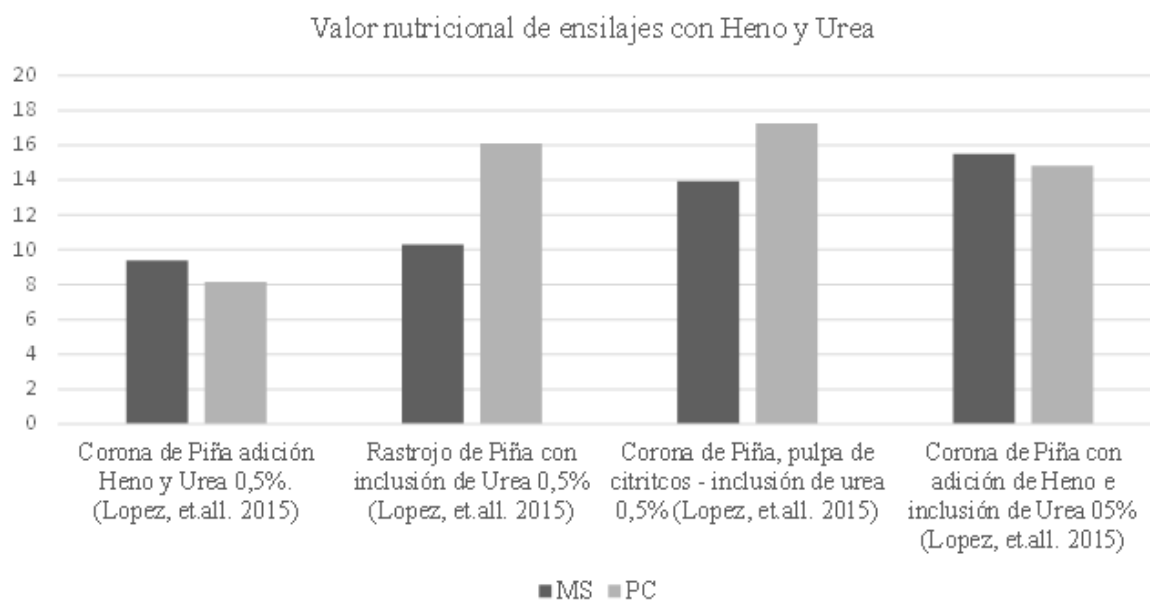
La anterior grafica nos muestra similitudes los resultados de materia seca y proteína cruda de los autores López, et al. 2009 y López Herrera, M. 2008. Teniendo un valor de 11 a 12% de materia seca y un rango en 7.5 a 7.65 de proteína cruda, en cuanto a los valores obtenidos por Alpizar & Elizondo, 2019 son más elevados debido a la inclusión total de subproductos de piña, la materia seca aumento considerablemente mientras que el porcentaje de proteína cruda se mantuvo constante. Conforme incrementó la inclusión de subproductos de piña, el contenido de materia seca disminuye debido al alto contenido de humedad en estos productos (López et al. 2009).

Tabla 12. Valor nutricional de ensilajes de piña con adición de Heno y Urea

Materia Prima	MS	PC
Corona de piña adición de heno y urea 0.5% - López Herrera, M. WingChing-Jones, R. Rojas Bourrillon, A. (2015)	9.39	8.17
Rastrojo de piña con inclusión de urea 0.5%- López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A., Rodríguez Chacón, S. (2014)	10.30	16.10
Corona de piña, pulpa de cítricos- inclusión de urea 0.5% (López, et al. 2008)	13.95	17.26

Corona de piña+ heno inclusión de urea 0.5% (López, et al. 2008)	15.51	14.81
------------------------------------------------------------------	-------	-------

Nota: Tabla de elaboración propia comparando los datos de (López, et al. 2008), López Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas Bourrillon, A., Rodríguez Chacón, S. (2014), y (López Herrera, M. WingChing-Jones, R. Rojas Bourrillon, A. (2015)



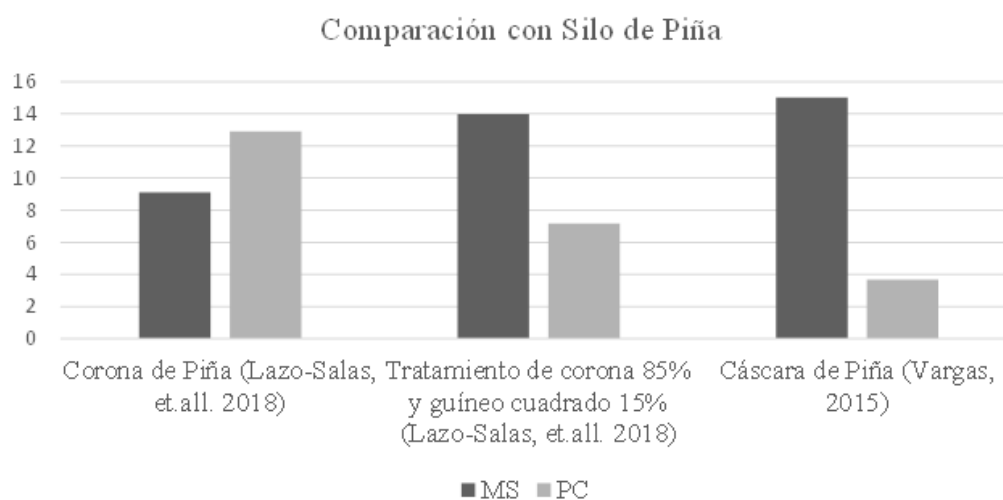
La piña se caracteriza por su alto contenido de humedad, (López-Herrera et al., 2014), al adicionar heno el porcentaje de materia seca aumenta de forma considerable, en este caso la inclusión es de un 0.5% pero se evidencia un aumento significativo a características bromatológicas con solo rastrojos, los resultados no varían mucho en referencia a los autores citados, los resultados más altos en materia seca se dieron para López, et al. 2018 con un porcentaje de 15.51 ya que este análisis se realizó adicionando al producto inicial un 0.5 % de urea.

Según Sánchez (2006) al comparar la mayoría de pastos utilizados para corte (King Grass, Camerún, Tanzania), solamente la cáscara de piña es semejante en concentración de proteína cruda, pero, es menor a la que presenta el común de pastos tropicales para pastoreo (Kikuyo, Estrella africana, Ryegrass). No obstante, la concentración de proteína cruda aumenta significativamente cuando se adiciona el 0,5% de urea. La investigación de Sánchez (2006) muestra que los ensilados evaluados tuvieron un contenido de proteína concentrada PC mayor a los valores de Prado et al. en 2003 (8,83% MS), Correia et al. en 2006, (7,37% MS), López et al. en 2009 (7,08%- 8,24%) y, Azevedo et al. en 2011 (7,09% MS).

Tabla 13. Comparación con Silo de Piña

Materia Prima	MS	PC
corona de piña (Lazo - Salas. et al. 2018)	9.10	12.9
tratamiento corona 85% y guineo cuadrado 15% (Lazo - Salas. et al. 2018)	14.00	7.16
cáscara de piña. Vargas Duarte, D. (2015)	15.02	3.68

Nota: Tabla de elaboración propia comparando los datos de Vargas Duarte, D. (2015) y Lazo - Salas. et al. (2018)



Se demuestra en la gráfica anterior que la adicción de fuentes de almidón como es el caso del guineo cuadrado, permite un aumento en su valor nutricional, lo que favorece el aumento en digestibilidad. Los porcentajes de materia seca fueron bajos debido a su contenido de humedad, por esta razón algunos autores como (Rojas-Bourrillon et al.,1998), considera e hacer uso de materiales secantes en los ensilados, tales como la semolina, la pollinaza o la pulpa de cítricos deshidratada.

Los contenidos de proteína cruda, cenizas y ácido acético, ácido propiónico, disminuyeron significativamente conforme se aumentó el nivel de sustitución de guineo cuadrado. Los valores de PC cuantificados son similares a los obtenidos con ensilados de rastrojos de piña con pulpa de cítricos deshidratada (López-Herrera et al.,2009)

Conclusiones

- Como resultado de los experimentos realizados por los investigadores citados tenemos que, los subproductos de la piña (*Ananas Comosus*) pueden ser utilizados en la alimentación de rumiantes, según los estudios realizados por Gutiérrez et al. (2003), López et al. (2009) y Rodríguez (2010) en Costa Rica y Estados Unidos, los subproductos del cultivo de la piña poseen una composición nutricional paralela a forrajes utilizados en ganadería, y presentando la capacidad de almacenamiento por medio del ensilaje para uso posterior. Igualmente, Palafox y Reld (1961), afirma que el rastrojo de piña es considerado un suplemento útil para animales rumiantes y puede utilizarse en forma fresca, Desecadas artificialmente o ensiladas.
- “El método de conservación de los desechos del cultivo de piña para diferentes actores es mejor la técnica de ensilaje, esto se logra gracias a la fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas.” (Elferink *et al.* 2005), La cual esta mejorada por el valor de pH inicial, capacidad buffer inicial del forraje, Temperatura, contenido de bacterias, contenido de carbohidratos solubles, el Contenido de materia seca y el volumen de aire por volumen de material (Moore y Peterson 1995). Igualmente, este autor manifiesta

algunas características esenciales para que un silo sea de buena calidad, la temperatura ideal es de 23° C grados, ya que, provee el ambiente propicio para el crecimiento de las bacterias productoras de ácido láctico (BPAL), El color debe ser verde, el olor debe ser agradable y partículas de buena textura.

- Referente al valor nutricional de los rastrojos de piña frescos, se describe que depende de la composición de los rastrojos; Kellems *et al.*(1979), los porcentajes de materia seca varían según el subproducto, la concentración de proteína varía de la siguiente forma; en una planta de piña: 6,41(% MS) en las hojas verdes, 3,10 (% MS) en las hojas secas,5,15 (% MS) en los hijos, 3,74 (% MS) en el tallo y 2,55 (% MS) en las raíces, esta última no siempre se incluye. Para Krauss (1979), la mayoría de los subproductos presentan altos contenidos de materia seca, las raíces mostraron alto contenido de fibra y poco contenido de humedad.
- Sánchez (2006) muestra en sus investigaciones que la proteína cruda concentrada del King Grass, Camerún y Tanzania (pastos de corte que se utilizan para la elaboración de silos), es semejante a la que presenta la cáscara de piña. Sin embargo, se tienen datos de que la proteína cruda de estos es menor a la mayoría de pastos tropicales para pastoreo como ejemplo el Kikuyo, Estrella africana, Ryegrass.
- Se confirmó que al añadir el 1% de urea al silo de cascara de piña la concentración de proteína cruda aumenta de forma significativa ($P<0,05$) hasta valores de 20,06%, los cuales se pueden contrastar con los valores de Proteína Cruda de algunos pastos como el

Kikuyo y Ryegrass, los cuales poseen un alto aporte de proteína degradable en el rumen. (Sánchez, 2006).

- Respecto a nutrientes digestibles totales, el subproducto con más alto contenido energético fue las coronas, en investigaciones de Sánchez y Soto (1999), se establece que el subproducto con Menor contenido de NTD fue la cáscara de la fruta y obtuvo un elevado contenido de fibra; los demás subproductos (rastros) se situaron entre el 60 y 64% NDT. Lo anterior nos demuestra que independientemente del método utilizado en la conservación de los subproductos de los cultivos de piña, estos tienen un contenido energético equivalente o mayor a los forrajes utilizados en los sistemas de producción de animales rumiantes.

Recomendaciones

- Los subproductos de piña se pueden ensilar con o sin adicionar carbohidratos, para mejorar los contenidos de proteína cruda, se puede adicionar nitrógeno no proteico con gallinaza o pollinaza (desechos avícolas) o urea.

- Los costos de los ensilajes de subproductos de piña son menores, y son una alternativa para productores que también se dedican a la agricultura con cultivos de piña, ya que presenta un valor agregado al productor y evidencia ganancia de peso para los animales rumiantes.

- Como suplementos los subproductos de la piña en animales rumiantes, frescos o mediante la técnica de ensilaje, presentan niveles intermedios de nutrientes, respecto a los pastos frescos y ensilados.

- El contenido energético de los subproductos de piña tanto en fresco como en ensilaje es mejor que muchos de los pastos forrajeros y de corte empleados en ganadería. Se ha demostrado en la mayoría de los estudios realizados que la adicción de nitrógeno al ensilado mejora considerablemente el contenido de proteína cruda; sin embargo, por su contenido de materia seca y su bajo aporte de nutrimentos en las dietas para rumiantes se limita su utilización como forraje principal. Por lo tanto, se deben buscar alternativas para hacerlo óptimo.

- El subproducto de las cosechas de piña goza la ventaja de permitir el beneficio animal aumentando la producción por individuo, debido a su bajo contenido de fibra. Al ser un producto con alto contenido energético y elevado contenido de azúcares representa un aprovechamiento animal mayor comparado con pastos tropicales

Bibliografía

- Abreo Gamboa, Y., & Becerra, B. J. (2016). *Estudio de mercado, legal y técnico para la exportación de Piña*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Barreto, L. y Carreño, N. (2005). *Nutrición avanzada* 2-11 pp. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201501/>. Bogotá, Colombia
- Betancourt, M., González, I., Martínez, M. (2005). *Evaluación de la calidad de los ensilajes*. Revista Digital CENIAP.
- Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña de C.R. . (2011). *Área sembrada de piña se duplicó en últimos cuatro años*. Disponible en <https://bit.ly/3mhBLf9> .
- Corfoga (Corporación Ganadera). Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2000). *Censo bovino*. Costa Rica.
- Corfoga. Ministerio de agricultura y ganadería. 2000. Censo Bovino. Costa Rica.
- Elizondo J.A. & Campos C.M. (2014). Características nutricionales de la cáscara de piñaensilada con cantidades crecientes de urea y heno. *Nutrición Animal Tropical*.

Elizondo, j. (2015). Calidad nutricional y consumo de forraje de maíz (*zea mays*) y forraje de estrella africana (*cynodon nlemfuensis*) con o sin alimento balanceado en cabras. *Nutrición animal tropical*.

Estrada, X., Ibrahim, M., Camero, A., Abarca, S., Hidalgo, C. (1998). Degradación ruminal de forrajes tropicales cuando se sustituye King grass (*Pennisetum purpureum***Pennisetum typhoides*) por Morera (*Morus alba*). FAO. Roma. Italia.

Gutiérrez, F., A. Rojas, H. Dormond, M. Poore, y R. WingChing. (2003). Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Agron. Costarricense*.

Gutiérrez, F., Rojas, A., Dormond, H., Poore, M., Wingching, R. (2003). Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Agronomía Costarricense*.

Hernández, M. (2008). *Elaboración y caracterización del papel artesanal de la corona del fruto de dos variedades de piña (Ananas comosus (L.) Merr.)*. Tesis de Licenciatura, Texcoco, México.

Hiriart, M. (2008). *Ensilados. Procesamiento y Calidad*. Editorial Trillas. México. 110 p.

Hoffman, P. (2005). *Ash content of forages. College of Agricultural & Life Sciences.*

University of Wisconsin. USA. Focus on forages.

Jones c. M., Heinrichs a. J., Roth g. W., Ishler v. A. (2004). *From harvest to feed: Understanding silage management.* Pennsylvania State.

Junior, J.E., Neiva J., Rodríguez N., J.C. Pimentel, R. Lôbo, et al. (2005). *Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos.* R. Bras. Zootec.

Junior, J.E., Da Costa Neiva J.M., J.N., Rodriguez N.M.. (2006). *Caracterização físico química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal.* R. Ciênc.Agron.

Kellems, R.O., Wayman, O., Nguyen, A.H., Nolan, J.C., Campbell, C.M., Carpenter, J.R., Ho-a, E.B. (1979). *Post-harvest pineapple plant forage as a potential feedstuff for beef cattle: Evaluated by laboratory analyses, in vitro and in vivo digestibility and feedlot trials.* J. Anim. Sci.

La miel de la piña atrae a empresarios veteranos. (2014, 21 de noviembre). *El Tiempo.*

Recuperado de <https://bit.ly/3mkwCmS>.

López, M. (2008). *Valoración nutricional de los rastrojos de piña (Ananas comosus) como alternativa forrajera de bajo costo para la alimentación del ganado.* Tesis de

licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

López, M., R., WingChing-Jones, & Rojas A. (2009). Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). *Agronomía Costarricense*.

López, M., WingChing-Jones & Rojas A. (2014). Meta-análisis de los subproductos de piña para la alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana No. 25 (2)*, 383-392.

Mejía d., De La Cruz j., García h. S. (2001). *Operaciones postcosecha de la piña*. Instituto Tecnológico de Veracruz. México. 10 pp.

Ministerio de Agricultura Nacional de Colombia. (2018, 22 de mayo). *Producción de piña llegaría a más 950 mil toneladas en 2018, calcula MinAgricultura* [comunicado de prensa].recuperado de <https://n9.cl/n0kew>

Moore k. J., Peterson M. A. (1995). Post-Harvest physiology and preservation of forages. *Crop Science Society of America Inc. Special publication No 22*. Wisconsin, USA.

Navarro C, Díaz J, Roa M & Cuéllar E. (2011). Comparación de la técnica de digestibilidad in vitro con la in situ de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. *Revista Sistemas de producción groecol Vol. 2 (002)*. 2-24

Ojeda f., Cáceres o., Esperance m. (1991). *Conservación de Forrajes*. Editorial Pueblo y Educación.

Peña, Bonilla, E. (2018, 21 de junio) Ensilaje de rastrojo de pina: Una opción viable para productores agropecuarios. *Noticias Universidad de Costa Rica*. Recuperado de <https://n9.cl/i8w2g>.

Quesada K, Alvarado P, Sibaja R, Vega B. (2005). Utilización de las fibras del rastrojo de piña (*Ananas comosus*, variedad champaka) como material de refuerzo en resinas de poliéster. *Revista Iberoamericana de Polímeros*.

Rebolledo, A., A.I. Pérez, I. Rebolledo, y A.E. Becerril. (2006). Rendimiento y calidad de fruto de cultivares de piña en densidades de plantación. *Rev. Fitotec. Mex.*

Rebolledo, M.A.; D.E. Uriza A.; Rebolledo M., 1998. tecnología para la producción de piña en México. INIFAP-CIRGOC. *Campo Experimental Papaloapan. Folleto Técnico Num. 20*, Veracruz, México.

Rodríguez, S. (2010). *Mejoramiento de la calidad nutricional de rastrojos de piña (Ananas comosus), con niveles crecientes de urea y minelaza*. [Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica Ingeniería Agronómica. Escuela de Zootecnia, San José, Costa Rica.

Rogério, M.C.P., Borges, I., Neiva, J.N.M., Rodriguez, N.M., Pimentel, J.C.M., Martins, G.A., Ribeiro, T. P., Costa, J.B., Santos, S.F., Carvalho, F.C. (2007). Valor nutritivo do residuo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1. Consumo,

digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Rojas A. (2011). Alimentación de bovinos con rastrojos de piña (ananas comosus): alternativa e innovación tecnológica para solventar un problema ambiental. *UTN-Inforna*.

Rosero R & Posada S. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, No.20:174-182.

Sánchez, J. M., Soto, H. (1998). Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. II. Componentes de la pared celular. *Revista Nutrición Animal Tropical*. Costa Rica.

Sánchez, J.M., y H. Soto. (1999). Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. III Energía para la producción de leche. *Revista de Nutrición Animal Tropical*.

Sánchez, J. (2006). *Valor nutricional de los forrajes de Costa Rica*. Boletín Centro de Investigación en Nutrición Animal. Costa Rica.

Sarh, (1992). *Frutales Tropicales y subtropicales*. México: Editorial Trillas. University. College of Agricultural Sciences.