



REVISTA AMAZÓNICA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ISSN EN LÍNEA 1390-8049
ISSN IMPRESO 1390-5600

VOLUMEN 9
N° 2
2020



Revista Amazónica
Ciencia y Tecnología

Universidad Estatal Amazónica
PUYO - ECUADOR 2020



ISSN en línea 1390-8049

ISSN impreso 1390-5600

Universidad Estatal Amazónica

Código Postal 160101

Dirección: Km. 2. 1/2 vía Puyo a Tena (Paso Lateral)

Puyo – Ecuador

Teléfonos: /032892-118 / 032892-188 / 032892-098 / 032896-188 / 032896-476

revamazcyt@uea.edu.ec

Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología

Volumen 9 N° 02 julio – diciembre 2020

Puyo – Ecuador

La Revista Amazónica Ciencia y Tecnología es una Revista Internacional editada por la Universidad Estatal Amazónica-UEA. Puyo-Pastaza, Ecuador desde 2012, en la que se publican artículos de investigación original e inédita en acceso abierto y gratuito con información novedosa y multidisciplinaria.

La revista se encuentra indexada y registrada en:



Los artículos que se publican en la revista son de responsabilidad exclusiva de sus autores; no reflejan necesariamente el pensamiento de la Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología
Envío de artículo e Información:

Suscripciones, pedidos y distribución

(revamazcyt@uea.edu.ec)



Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología/ copilado por Patricio Ruiz Mármol – Vol 9 N°2 - Pastaza - Ecuador: Universidad Estatal Amazónica, UEA 2020. 62; 21x297cm
ISSN en línea: 1390-8049 ISSN Impreso: 1390-8049
Agroindustrias y Ciencia de los Alimentos; Ciencias Ambientales y Forestales; Ciencias Agropecuarias y Ciencias del suelo; Ciencias Sociales y Humanidades.

CONSEJO EDITORIAL UNIVERSITARIO

Dra. Ruth Arias-Gutiérrez, PhD. Rectora (Presidenta)
Dr. David Sancho, PhD. Vicerrector Académico
Dr. Reinaldo Alemán, PhD. Director de Investigación
Dr. Yudel García, PhD. Director de Posgrado
Dr. Carlos Bravo, PhD. Director de Vinculación
Ing. Patricio Ruiz Mármol, PhD. Director de la Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología (secretario).

COMITÉ EDITORIAL

Dr. David Alan Neill, PhD. Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador. dneill@uea.edu.ec ORCID:0000-0002-5143-9430
Dr. Segundo Valle-Ramírez, PhD. Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador. svalle@uea.edu.ec ORCID:0000-0002-2599-4641
Dr. Maddela Naga Raju, Ph.D. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. ORCID: 0000-0002-7893-0844
Dr. Enrique Cabanilla, PhD. Turismo Ecológico, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. ORCID: 0000-0002-2853-291X
Dr. Eduardo Héctor, PhD. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. ORCID:0000-0003-1371-7345
Dra. Belén Bravo, PhD. Directora de la revista RECIENA. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. ORCID:0000-0003-1840-1200
Dr. Frank Intriago, PhD. Coordinador de la Maestría en Agroindustria, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. ORCID: 0000-0002-0377-1930

COLABORADORES DE SECCIÓN Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Dr. Manuel Pérez, PhD. Agroindustria y Ciencias de los Alimentos; Desarrollo de Procesos Agroindustriales. mperez@uea.edu.ec ORCID:0000-0002-9473-6507
Dr. Olivier Méric, PhD. Ciencias Sociales y Humanidades; Plurinacionalidad y saberes ancestrales. americ@uea.edu.ec ORCID ID: 0000-0003-1825-6728
Dr. Reinier Abreu, PhD. Ciencias Ambientales y Forestales; Gestión y conservación Ambiental. rabreu@uea.edu.ec ORCID ID: 0000-0003-1048-7126
Dr. Pablo Lozano, PhD. Ciencias Ambientales y Forestales; Ecosistemas, Biodiversidad y Conservación de Especies. plozano@uea.edu.ec ORCID ID:0000-0003-0857-8141
Dr. Luis Manosalvas, PhD. Ciencias Sociales y Humanidades; Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial. lmanosalvas@uea.edu.ec ORCID ID: 0000-0002-4659-8090
Dr. William Caicedo, PhD. Ciencias Agropecuarias y Ciencias del Suelo; Producción de alimentos en sistemas Agrobiodiversos. wcaicedo@uea.edu.ec ORCID ID: 0000-0002-2890-3274
MSc. Tannia Cevallos. Turismo y Patrimonios. tc.cevallosp@uea.edu.ec

Equipo técnico

Revisión de estilo: Lic. CC. Cristina Marquéz
Diseño y Maquetación: Vintage Creativo
Editor Invitado de volumen: PhD.(C) María Belén Calvache
Fotografías: Meric Olivier Gerard Angel - Vintage Creativo

Presentación

La Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología, es una revista académica de la Universidad Estatal Amazónica de distribución nacional e internacional, publicada semestralmente en los meses de Junio y Diciembre, enfocada a la publicación de artículos originales de tipo científico, dirigida a la comunidad científica y a quienes les sea de interés ampliar y o actualizar sus conocimientos en las secciones de: Ciencias Sociales y Humanidades; Agroindustrias y Ciencia de los Alimentos; Ciencias Ambientales y Forestales; Ciencias Agropecuarias y Ciencias del suelo. Los artículos publicados por edición deben cumplir con ser originales e inéditos, revisados por evaluadores externos, los derechos deben ser cedidos por sus autores y su reproducción, el contenido científico es responsabilidad exclusiva de los propios investigadores. Los nombres comerciales citados de ninguna manera implican algún tipo de patrocinio. La revista será de carácter científico y no considera fines de lucro.

Contenido

Determinación del valor nutricional de bloques nutricionales obtenidos a partir de residuos agroindustriales enriquecidos. 10-17

- Ana Lucía Chafla
- Fernanda Aillón
- Lucía Silva
- Iván Acosta

Efecto de un extracto húmico en indicadores productivos en *Zea mays* L. 19-28

- Jenifer Alvarez Lima
- Dariellys Martínez Balmori
- Fernando Guridi Izquierdo

Formulación y evaluación de una pulpa mixta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y naranjilla (*Solanum quitoense* L), con conservación química y térmica, en la parroquia Santa Rosa, Cantón El Chaco, Provincia de Napo. 30-42

- Miguel Ángel Enríquez Estrella
- Cristian Abad
- Roberth Alexis Trujillo Ibarra
- Jean Carlo Iza Morocho

Uso medicinal y conocimientos ancestrales de *Monnina crassifolia* (Bonpl.) Kunth; Polygalaceae 44-53

- María F. López
- Moraima C. Mera
- Luz M. Cañamar
- Luis Haro

Digestibilidad fecal aparente de ovinos Blackbelly en la etapa de engorde alimentados con forrajes amazónicos 55-61

- Juan Carlos Moyano Tapia
- Jenny Patricia Miguez
- Derwin Viafara
- Pablo Marini



**Determinación del valor nutricional
de bloques nutricionales
obtenidos a partir de residuos
agroindustriales enriquecidos.**



Determinación del valor nutricional de bloques nutricionales obtenidos a partir de residuos agroindustriales enriquecidos.



Determination of the nutritional value of nutritional blocks obtained from enriched agro-industrial waste.

- Ana Lucia Chafla, Ingeniería Agroindustrial, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica. (Pastaza, Ecuador) (achafla@uea.edu.ec) ORCID:0000-0001-5092-4613
- Fernanda Aillón, Ingeniería Agroindustrial, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica. (Pastaza, Ecuador) (fe.aillono@uea.edu.ec) ORCID: 0000-0002-5761-4690
- Lucía Silva, Medicina Veterinaria. Universidad Técnica de Cotopaxi. (Latacunga, Ecuador) (lucia.silva@utc.edu.ec) ORCID:0000-0002-6660-8102
- Iván Acosta, Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (Riobamba, Ecuador) (ji_acosta@epoch.edu.ec) ORCID:0000-0002-1034-7839

Resumen

Los residuos agroindustriales cuentan con un alto potencial para ser aprovechados en diferentes procesos que incluyen la elaboración de nuevos productos con valor agregado. El objetivo del estudio fue evaluar la composición bromatológica de los bloques nutricionales con diferentes porcentajes de inclusión de caña de azúcar y residuos agroindustriales valorizados a través del enriquecimiento proteico producto de la fermentación en estado sólido (FES). Se empleó un diseño completamente al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos: saccharina (30%), residuos enriquecidos a base de harina de yuca, plátano y guayaba (30%), saccharina/residuos sin enriquecimiento (15%) y saccharina/residuos enriquecidos (15%); cada tratamiento con 3 repeticiones. Se determinó el contenido de materia seca (MS), fibra cruda (FC), cenizas (Cz), fibra detergente neutra (FDN) y proteína cruda (PC). Todas las variables fueron sometidas a análisis de varianza, prueba de Tukey (5%). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) para el contenido de FC, FDN, FDA y PC. El tratamiento con 30% de adición de saccharina obtuvo el mayor contenido de PC (28.65%), FDN (26.59%) y FDA (10.87%) y los valores bajos se encontró en la mezcla de residuos sin fermentar. La caña de azúcar y los residuos agroindustriales molidos, fermentados y con aditivos utilizados como materias primas para la fabricación de bloques nutricionales pueden ser una alternativa en la alimentación de rumiantes gracias al contenido de energía-proteína, necesarios para obtener la máxima síntesis de microorganismos celulolíticos en rumen y, con ellos, una mayor digestión de la fibra de los alimentos.

Palabras clave: Bloques nutricionales, FES, Proteína microbiana, Residuos agroindustriales.

Abstract

Agroindustrial waste has a high potential to be used in different processes that include the development of new products with benefit. The objective of the study was to evaluate the

Recibido:28/07/2020 - Revisado:20/08/2020 Aceptado: 16/09/2020 - Publicado:20/12/2020
© 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
Disponible gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



bromatological composition of the nutritional blocks with different percentages of inclusion of sugarcane and agro-industrial waste valued through protein enrichment product of solid-state fermentation (FES). A completely randomized design was used, where four treatments were evaluated: saccharina (30%), enriched residues based on cassava, banana and guava flour (30%), saccharina / residues without enrichment (15%) and saccharina / residues enriched (15%); each treatment with 3 repetitions. The content of dry matter (DM), crude fiber (FC), ash (Cz), neutral detergent fiber (NDF) and crude protein (PC) were determined. The treatment with 30% addition of saccharin obtained the highest content of PC (28.65%), NDF (26.59%) and FDA (10.87%) and the low values were found in the mixture of unfermented residues. Sugarcane and ground, fermented agroindustrial residues and with additives used as raw materials for the manufacture of nutritional blocks can be an alternative in the feeding of ruminants thanks to the energy-protein content necessary to obtain the maximum synthesis of cellulolytic microorganisms in rumen and, with them, a greater digestion of fiber from food.

Keywords: Nutritional blocks, FES, Microbial protein, Agroindustrial waste.

Introducción

La agroindustria es una actividad económica que combina el proceso de producción o transformación agrícola, pecuaria o forestal con la industria, a fin de producir alimentos o materias primas semielaboradas destinadas al mercado (Saval, 2012). Dicha actividad ha generado cada vez mayores cantidades de residuos no comestibles, los cuales están disponibles en una amplia diversidad, ya que en su mayoría proceden de la cosecha y procesamiento de diferentes productos agrícolas de alta demanda social (Cury *et al.* 2017). El aprovechamiento de residuos agroindustriales es una alternativa que impulsa el desarrollo de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales como una estrategia para su manejo, con diversidad de alternativas gracias a la composición variada que presentan los residuos o subproductos (Cury *et al.* 2017).

En el proceso de la FES de residuos agroindustriales ricos en carbohidratos como azúcares y celulósicos en combinación con la urea como fuente de nitrógeno (N) son utilizados para el crecimiento de la microflora epifita, lo que permite obtener proteína

no convencional debido al incremento de levaduras y bacterias, aún sin la utilización de inóculo en el sistema (Costa *et al.* 2010). Existen numerosos estudios orientados a la aplicación de esta tecnología, dentro de ellos se puede mencionar la utilización de los residuos agrícolas e industriales enriquecidos por FES, como una fuente importante de biomasa empleados a alimentación animal (Ajila *et al.* 2012). Al respecto, Aguirre *et al.* (2010), orientaron su investigación en la búsqueda de alimentos alternativos para ovinos con distintos tipos de caña de azúcar entre ellas las fermentadas y demostraron que los residuos de caña fermentados mejoraron significativamente su valor nutricional. La caña de azúcar y sus derivados representan en la actualidad el 30% de la producción Agropecuaria en Pastaza, lo que genera y proporciona trabajo a un gran número de familias provenientes de esta región, a través de su participación en los procesos de cultivo, procesamiento, transportación y comercialización (Sablón *et al.* 2016). En la alimentación del ganado la caña de azúcar puede ser aprovechada principalmente durante la época de sequía o bajas temperaturas, cuando disminuye la disponibilidad de los pastizales (Urdaneta *et al.* 2005). Otras fuentes alternas de

carbohidratos de fácil fermentación se encuentran en el banano de rechazo, la yuca y la guayaba que, en el caso de la industria, son aquellas materias que se desechan cuando no cumple con los estándares de calidad requeridos por el mercado. Los productos de la FES son utilizados para mejorar los componentes nutricionales de una dieta, ya que se pueden remplazar o sustituir sus ingredientes por otros funcionales en el metabolismo fisiológico. Una manera efectiva de suministrar los residuos enriquecidos por FES en las dietas de animales son los bloques nutricionales, considerados como suplementos balanceados donde se incluyen, de preferencia, ingredientes proteicos y/o energéticos, así como minerales y vitaminas (Mejía *et al.* 2011). Además, se incorpora nitrógeno no proteico (NNP), principalmente en forma de urea, y los ingredientes que hacen posible la solidificación y formación del bloque (melaza, cal y cemento) (Graillet *et al.* 2017). El uso de bloques nutricionales es una forma de suplementar al ganado, no requiere comederos, se evita la pérdida por el viento, se puede distribuir adecuadamente en corral o al pastoreo y puede ser elaborado por el mismo productor a bajos costos (Fernández, A. 2012).

Las ventajas de los bloques nutricionales, frente a los suplementos líquidos o en harina, incluyen: facilidad de transporte y manejo, consumo más homogéneo entre animales, reducción de la necesidad de sal como regulador de consumo y menor riesgo en el uso de urea como fuente de nitrógeno no proteico (Graillet *et al.* 2017). Razón por la cual la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el contenido nutricional de los bloques nutricionales elaborados a partir de residuos agroindustriales enriquecidos, como una alternativa para la suplementación de nutrientes en la alimentación animal.

Materiales y métodos

La recolección de la caña de azúcar se realizó en la finca Santa Rosa, de la parroquia Fátima, situada en el barrio las Américas, en el km 3 de la vía Puyo-Tena. La caña picada fue distribuida sobre piso de cemento con un espesor de capa de 10 centímetros. Se preparó una mezcla de melaza (5%), urea (1.5%) y sal mineral-vitamínica (0.5%), la que se distribuyó de manera uniforme sobre la caña de azúcar picada. Todos los componentes se mezclaron homogéneamente, con la ayuda de un rastrillo forrajero. El tamaño de muestra por lote fue de 10 kg, con tres repeticiones, la temperatura promedio durante la realización del experimento fue de $29\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$. El tiempo para el proceso de fermentación en estado sólido fue de 36 horas, con volteos de capa cada cuatro horas. Se midió la temperatura de fermentación en el interior de la capa y simultáneamente se midió el pH, utilizando un pH/temperature meter, Testo 205. Un procedimiento similar se realizó con la mezcla de plátano, yuca y guayaba a razón de 1 kg de cada residuo. En este caso se realizó un secado de las muestras hasta obtener 80% de materia seca. Las muestras de saccharina y los residuos agroindustriales secos fueron finamente molidos a un tamaño de partícula de 1 a 2 mm. La formulación de los bloques nutricionales se realizó con la inclusión: 30% saccharina (SACH), 30% residuos enriquecidos a base de harina de yuca, plátano y guayaba (RAGIF), 30% saccharina/residuos agroindustriales fermentados (SACH/RAGIF) y 30% de caña de azúcar/residuos agroindustriales sin fermentar (CA/RAGISF). Las mezclas se adicionaron en partes iguales (15%:15%), los ingredientes (Tabla 1) se mezclaron, se comprimieron en un molde de plástico (1 kg) y se secaron a temperatura ambiente durante 10 días hasta tener una consistencia dura, siguiendo las recomendaciones de Sansoucy (1987).

Tabla 1. Ingredientes utilizados en la formulación de bloques nutricionales parroquia Malacatos

Ingredientes	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
SCHF	30	-	-	-
RAGIF	-	30	-	-
SACH/RAGIF	-	-	30	-
CA/RAGISF	-	-	-	30
Salvado de trigo	10	10	10	10
Maíz	5	5	5	5
Soya	5	5	5	5
Melaza	30	30	30	30
Urea	8	8	8	8
Sal	1	1	1	1
Minerales	1	1	1	1
Cal	10	10	10	10

Tratamiento 1: 30% saccharina (SACH), **Tratamiento 2:** 30% residuos enriquecidos a base de harina de yuca, plátano y guayaba (RAGIF), **Tratamiento 3:** 30% saccharina/residuos agroindustriales fermentados (SACH/RAGIF), **Tratamiento 4:** 30% de caña de azúcar/residuos agroindustriales sin fermentar (CA/RAGISF)

Las determinaciones analíticas de los productos de fermentación y bloques nutricionales se realizaron en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica: Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Cenizas (C), Extracto Etéreo (EE), Humedad (H), Materia Seca (MS) y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), se estimaron por los métodos convencionales (A.O.A.C, 2005) y la fibra neutro detergente (FND) y ácido detergente (FAD). Se empleó un diseño completamente al azar. Los resultados fueron estudiados mediante un análisis de varianza y expresados en medias con su respectivo

error estándar. La comparación de medias se realizó mediante la Prueba de Tukey ($P < 0.05$) por medio del programa SPSS 26.0.

Resultados y discusión

Valor nutritivo de la saccharina y residuos agroindustriales

El valor nutricional de la saccharina y residuos agroindustriales utilizados en la elaboración de los bloques nutricionales se muestra en la (Tabla 2).

Tabla 2. Valor nutritivo de las materias primas utilizadas en la elaboración de los bloques nutricionales

Muestras	%MS	%PC	%EE	%FC	%C	%FDN	%FAD
Caña de azúcar	89.31	4.26	1.22	28.15	4.17	57.28	19.64
Residuos agroindustriales	91.24	3.81	2.1	24.54	3.7	28.35	12.57
Saccharina	86.15	12.54	2.48	27.13	4.85	55.72	16.56
Residuos agroindustriales (FES)	88.37	8.6	1.8	23.64	4.8	26.36	11.68

El contenido de proteína de la caña de azúcar y residuos agroindustriales se incrementó considerablemente al ser sometidos a fermentación de 4.26% y 3.81% a 12.54% y 8.6%, respectivamente. Lo contrario presentó la FDN y FDA, donde se evidenció reducción de su contenido, lo que pudiera estar determinado por la acción de la microbiota presente en la caña de azúcar y residuos agroindustriales, los que se nutren de los azúcares presentes y cuyo desarrollo se favorece con el aporte de pequeñas cantidades de urea y sales minerales (Castro

et al. 2008). Con los valores obtenidos se considera que la FES fue eficiente a pesar de que estos sistemas dependen de factores como el microorganismo, el estimado de la producción de calor, el efecto de la temperatura y la actividad del agua (Weber *et al.* 2002).

Valor nutritivo de los bloques nutricionales

Como resultados del análisis proximal, se muestra el valor nutricional de los cuatro tratamientos evaluados (Tabla 3).

Tabla 3. Valor nutricional de los bloques nutricionales formulados con saccharina y residuos agroindustriales

Tratamientos	%MS	%PC	%EE	%FC	%C	%FDN	%FAD
Tratamiento 1	88.54 ^a	28.65 ^a	2.43 ^a	14.60 ^a	18.64 ^a	26.59 ^a	10.87 ^a
Tratamiento 2	89.13 ^a	26.12 ^c	2.12 ^a	12.81 ^{ab}	19.05 ^a	22.65 ^d	9.64 ^c
Tratamiento 3	88.62 ^a	28.04 ^b	2.44 ^a	11.54 ^c	18.74 ^a	24.51 ^c	9.87 ^d
Tratamiento 4	88.76 ^a	21.47 ^d	2.18 ^a	14.75 ^a	18.81 ^a	26.18 ^{ab}	10.48 ^{ab}
P<0.05	NS	*	NS	*	NS	*	*

NS: No significativo/ * Significativo: (p < 0.05)

a, b: Letras diferentes en la misma columna representan diferencias estadísticas, Tukey (p < 0.05)

Los valores promedio de porcentaje de MS obtenidos en este estudio no presentaron diferencia significativa entre los cuatro tratamientos, con un promedio de 88.76%. Estos resultados fueron menores a los encontrados por Mejía *et al.* (2011) en bloques nutricionales de harina de caña de azúcar, esta diferencia puede atribuirse al contenido de humedad de las materias primas utilizadas y factores climáticos en el momento del secado. El contenido de MS en bloques nutricionales es determinante para el consumo del animal y evita el crecimiento de hongos (Arrubla *et al.* 2010). El porcentaje de proteína cruda reportado para bloques nutricionales a base de saccharina y residuos agroindustriales fermentados y sin fermentar, están alrededor del 21-28 % con diferencias significativas entre tratamientos. Según Rivero *et al.* (2013), los bloques nutricionales

de melaza y urea son una alternativa para completar la dieta de rumiantes cuando se los alimenta con pastos de baja calidad o con esquilmos agrícolas como rastrojo de maíz, caña, sorgo, trigo, etc. Los residuos agroindustriales usados como materias primas en este estudio (caña de azúcar, plátano, yuca y guayaba) tienen bajos contenidos proteicos, por lo que fueron enriquecidos mediante FES. Rodríguez *et al.* (2005), sostienen que los bloques nutricionales, constituyen una estrategia alterna de suplementación de nutrientes a los rumiantes, que además de su fácil elaboración a nivel de fincas, permite el uso de materias primas del área.

El contenido de extracto etéreo tiene una gran importancia en la dieta de bovinos, pero su porcentaje en cada tratamiento no tiene una diferencia significativa. El EE está

directamente relacionado con el contenido de EE de los ingredientes adicionados. Los valores de Fibra Cruda presentan diferencias significativas, a excepción de los tratamientos 1 y 4, y en todos los casos no superan el 15%. Las fuentes fibrosas aseguran la ligadura del bloque nutricional (Rivero *et al.* 2013). El contenido de fibra resulta favorable para la nutrición en rumiantes, ya que la FC regula el consumo del forraje (Bravo *et al.* 2013).

Las cenizas o minerales son sales y óxidos de los diferentes elementos químicos (Cárdenas *et al.* 2008). No se encontró diferencia significativa en el contenido de ceniza entre los tratamientos, observándose un promedio de 18.81%. El valor promedio determinado se encuentra entre los valores obtenidos por Nouel *et al.* (2009) y Mejía *et al.* (2011). Con respecto a la FDN y FDA, los tratamientos presentaron diferencias significativas. Los promedios se encuentran entre 22-27% para FDN y 9-10% para FDA, los valores obtenidos en la investigación son similares a los reportaron por Sánchez *et al.* (2019) en bloques nutricionales formulados a base de pulpa de mango, con valores de FDN entre 21-26 y FDA 10-13%. La FDN y FDA, entre otras características, son factores a considerar para el llenado físico del bovino y permite estimar el consumo voluntario de materia seca; sin embargo, a pesar de tener ventajas teóricas en la estimación, se puede afirmar que un solo análisis químico no puede proveer toda la información necesaria para estimar un parámetro tan complejo (Cruz y Sánchez, 2000).

Conclusiones

La adición de saccharina y residuos agroindustriales enriquecidos en la formulación de bloques nutricionales mostraron valores significativos en el contenido de PC, FC, FDN y FDA, en relación a los residuos no fermentados que presentaron los valores de PC más bajos. Las materias primas enriquecidas por FES

utilizadas en la presente investigación tienen un potencial uso en la alimentación animal por sus altos niveles energéticos-proteicos, al ser incorporadas en los bloques nutricionales pueden ser una alternativa para obtener la máxima síntesis de microorganismos celulolíticos en rumen y, con ellos, una mayor digestión de la fibra de los alimentos.

Referencias bibliográficas

- Ajila. C., Brar, S., Verma. M., Tyagi, D., Godbout, S. y Valéro, J. (2012). Bio-processing of agro-byproducts to animal feed, *Crit Rev Biotechnol.* 32(4):382-400. Doi: 10.3109/07388551.2010.513677.
- Aguirre, J., Magaña, R., Martínez, S., Gómez, A., Ramírez, J., Barajas, R., Plascencia, A., Barcena, R. y García, D. (2010). Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos, *Zootecnia Trop.* 28(4):489-497 (<http://ve.scielo.org/pdf/zt/v28n4/art05.pdf>).
- Arrubla, P., Cárdenas, R., Posada, F. (2010). Efecto de la humedad relativa sobre la germinación de las esporas de *Beauveria bassiana* y la patogenicidad a la broca del café *Hypothenemus hampei*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.* 13(1):67-76. (<https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/710>).
- Bravo, R. D., Arelovich, H. M., Storm, A. C., Martínez, M. F. y Amela, M. I. (2013) Evaluación de métodos de amonificación mediante hidrólisis de urea sobre el valor nutritivo de paja de trigo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 28(3) (<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/555>).
- Castro, G., Molina, L., Gonçalves, J. y Jayme G. (2008). Parámetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60(5):1150-1156 (<https://doi.org/10.1590/S0102-09352008000500017>).

- Costa, M., Torres, M., Magariños, H., Reyes, A. (2010). Producción y purificación parcial de enzimas hidrolíticas de *Aspergillus ficuum* en fermentación sólida sobre residuos agroindustriales. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 11(2):163-175. (<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote>).
- Cruz, M., Sánchez, M. (2000). La Fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical* 6:39- 74 (<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/10317>).
- Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A., Olivero, R. & Chams, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista colombiana de ciencia animal.* 9(1): 122-132 (<https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>).
- Fernández, A. (2012). Bloque multinutricionales (BMN) y suplemento activador ruminal (SAR). Información extraída 25 agosto 2013 de la fuente: (<http://www.engormix.com/ma-ganaderiacarne/nutricion/articulos/bloques-multinutricionales-bmn-suplementot4146/141-p0.htm>).
- Graillet-Juárez, E., R. Arrieta-Román, M. Aguilar-Garza, L. Alvarado-Gómez, N. Rodríguez-Orozco (2017). Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. *Revista electrónica de Veterinaria (REDVET)*, 18(1): 1-15 (<https://www.redalyc.org/pdf/636/63649684010>).
- Mejía Haro, J., Delgado Hernández, J. L., Mejía Haro, I., Guajardo Hernández, I., y Valencia Posadas, M. (2011). Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Acta Universitaria*, 21(1): 11-16 (<https://www.redalyc.org/pdf/416/41618395003>).
- Nouel, B. G. (2009). Bloques multinutricionales en la alimentación de rumiantes. En: (http://www.engormix.com/bloques_multinutricionales_alimentacion_rumiantes_s_articulos_2378_GDC.htm. Publicado el 26 de marzo de 2009.).
- Rodríguez, J., Arcano, M. y Salazar, J. (2005). Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales a base de *eichhornia crassipes* sobre la producción de leche de vacas de la raza cebú x criollo. *Pastos.* 35 (2):179-189.
- Rivero, T., Salcedo, E. y Gómez, W. (2013). Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la Región Caribe. *Agrosavia.* 2(6): 1-16 (<http://hdl.handle.net/20.500.12324/1905>).
- Sablón, N., Pérez, M., Acevedo, J., Chacón, E. y Villalba, V. (2016). La integración en la cadena agroalimentaria de panela en el Puyo-Ecuador. *Cultivos Tropicales.* 37(4): 128-135 (<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29471.56480>).
- Sánchez, P., Escobar, J., Reyes, I., Manuel, D., Herrera, J., Rojas, A., ...Torres, N. (2015). Cinética de producción de gas y características fermentativas in vitro de la sustitución de melaza de caña por pulpa de mango en la elaboración de bloques nutricionales. *Rev. AGROCIENCIA.* 53: 957-967 (<https://www.researchgate.net/publication/337727176>).
- Sansoucy, R., (1987). Los bloques de melaza -urea como suplemento multinutriente para rumiantes. Taller Internacional de la Fundación para la Ciencia sobre la Melaza como Recurso Alimenticio para la Producción Animal, 13-18. Universidad de Camagüey (México).
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro". 2012 *Revista de la Sociedad*

Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C. 16 (2): 14–46 (<https://www.academia.edu/23775116>).

Urdaneta, J., Ruiz, C y W. Medina. (2005). Germinación de variedades experimentales y comerciales de caña de azúcar para selección con fines forrajeros. *Caña de Azúcar*, 23(1-2): 5-15.

Weber, F.J., Oostra, J., Tramper, J. & Rinzema, A. (2002). Validation of a model for process development and scale-up of packed-bed solidstate bioreactors.

Biotechnol & Bioeng. 77: 381

(<https://www.researchgate.net/10.1002/bit.10087>).
(<https://www.researchgate.net/10.1002/bit.10087>).
scixt&pid=S0798-72692009000200005).

Weber, F.J., Oostra, J., Tramper, J. & Rinzema, A. (2002). Validation of a model for process development and scale-up of packed-bed solidstate bioreactors. *Biotechnol & Bioeng.* 77: 381 (<https://www.researchgate.net/10.1002/bit.10087>).

Como citar este artículo

Chafla, A., Aillón, F. Silva, L., Acosta, I.(2020). Determinación del valor nutricional de bloques nutricionales obtenidos a partir de residuos agroindustriales enriquecidos. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología.* 9 (2).10-17.



**Efecto de un extracto húmico en
indicadores
productivos en *Zea mays* L.**



Efecto de un extracto húmico en indicadores productivos en *Zea mays* L



Effect of a humic extract in productive indicators in *Zea mays* L.

- Jenifer Alvarez Lima, Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, (Mayabeque, Cuba) (jenifer93@unah.edu.cu) ORCID: 0000-0003-4456-269X
- Dariellys Martínez Balmori, Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, (Mayabeque, Cuba) (dariellys@unah.edu.cu) ORCID: 0000-0002-8321-8077
- Fernando Guridi Izquierdo, Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, (Mayabeque, Cuba) (fguridi@unah.edu.cu) ORCID: 0000-0003-0504-0813

Resumen

Los extractos húmicos de vermicompost constituyen una alternativa para la producción agraria sostenible, que permite disminuir el uso de productos sintéticos, agresivos a la salud humana y animal, y reducir los costos de producción, debido a su fácil acceso para los agricultores. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que ejerce la aplicación foliar de diferentes diluciones de un extracto líquido, rico en sustancias húmicas, obtenido a partir de un vermicompost de estiércol vacuno, sobre indicadores productivos en plantas de maíz (*Zea mays* L.). Bajo un diseño completamente aleatorio, con tres repeticiones, se realizaron aplicaciones de tres diluciones del extracto húmico (1:40, 1:60 y 1:80, v:v) en tres momentos (15, 30 y 45 días después de la siembra), y se asumió como control a un grupo de plantas que se mantuvieron sin aplicación. Se analizaron algunas propiedades del extracto obtenido y se evaluó su efecto sobre los indicadores productivos: número de mazorcas por planta, número de granos por hilera, diámetro de la mazorca (con y sin granos), longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca, masa de 100 granos, masa de la producción (con y sin paja) y rendimiento. Para la comparación múltiple de medias se utilizó el test de Turkey al 95% de confianza. Ocho variables manifestaron estímulos ante la aplicación de los lixiviados, mostrándose las mejores respuestas en presencia de las diluciones 1:60 y 1:80 (v:v), con rendimientos por encima de las 12,6 t.ha⁻¹ (considerando la masa de la tusa).

Palabras claves: agricultura sostenible, aplicación foliar, diluciones húmicas, maíz.

Abstract

*The vermicompost humic extracts constitute an alternative for the sustainable agrarian production that allows to diminish the use of synthetic products, aggressive to the human and animal health, and to reduce the production costs, due to their easy access for the farmers. Determine the influence of foliar applications of different dilutions of a liquid extract (rich in humic substances) obtained starting from a vermicompost of bovine manure, on productive indicators in corn plants (*Zea mays* L.) was the objective of this investigation. Under a completely random design, with three repetitions, applications were carried out of three dilutions of the humic extract (1:40, 1:60 and 1:80, v:v) in three moments (15, 30 and 45 days after the sowing), and a group of plants that stayed without application was assumed as*

Recibido:03/08/2020 - Revisado:02/09/2020 / Aceptado: 16/09/2020 - Publicado: 20/12/2020
 © 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
 Disponible gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



control. Some properties of the obtained extract were analyzed and their effect was evaluated on the productive indicators: number of ears for plant, number of grains for rows, diameter of the ear (with and without grains), longitude of the ear, number of rows for ear, mass of 100 grains, mass of the production (with and without straw) and yield. For the multiple comparison of stockings was used the Turkey test to 95% of trust. Eight variables manifested stimuli before the application of leachates, showing the best responses in presence of dilutions 1:60 and 1:80 (v:v), with yields above 12,6 t.ha-1 (considering the cob mass).

Key words: sustainability agriculture, foliar application, humic dilutions, maize.

Introducción

Los modelos de producción convencional que prevalecen en la agricultura mundial constituyen una industria lucrativa a través del comercio de insumos sintéticos, maquinarias, variedades mejoradas genéticamente y paquetes tecnológicos que provocan fragilidad, vulnerabilidad y riesgos para el ambiente, la salud humana y los agroecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2017). El uso sostenido de esas prácticas agrícolas a base de insumos químicos de elevada toxicidad, ha comprometido la sostenibilidad de los sistemas y consecuentemente, la disponibilidad de alimentos. Por otra parte, la alta dependencia de materias primas originadas de fuentes no renovables, supone una de las principales amenazas para las generaciones futuras (Funes-Monzote, 2017). Ante esta preocupación las comunidades científicas han otorgado prioridad a la producción de alimentos saludables de una forma armónica con el ambiente. En este sentido, la agroecología es una alternativa de producción sostenible que promueve, entre otras premisas, la sustitución de fertilizantes sintéticos con bioestimulantes o la aplicación combinada de ambos (Funes-Monzote, 2017). De acuerdo con Balmori *et al.* (2019) aunque existen incertidumbres relacionadas con los rendimientos, se ha demostrado que la producción orgánica no solo puede alcanzar rendimientos similares a los de la agricultura convencional, sino que puede repercutir en el control biológico.

Los bioestimulantes tienen acción sobre el crecimiento de la planta, mejoran la absorción de nutrientes e incrementan los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de los elementos nutrientes que contienen. Estas sustancias y materiales, cuando se aplican a las plantas o medios de cultivo, han demostrado potencial para modificar la fisiología de las plantas, promover su crecimiento y mejorar su respuesta al estrés salino e hídrico (Veobides *et al.*, 2018).

Las sustancias húmicas (SH) líquidas se encuentran entre los bioestimulantes empleados en la agricultura. Tienen acción estimulante del tipo "like-hormone" y se obtienen a partir de fuentes orgánicas de carácter reciclable, como sedimentos de ríos, lagos y océanos; materiales orgánicos; minerales como la leonardita; compost y vermicompost (Calvo *et al.*, 2014). Estos dos últimos poseen una elevada utilización en los procesos agrarios por generarse a partir de subproductos agropecuarios y sustancias de desecho, ricas en SH y nutrientes; lo cual, constituye una ventaja para los sistemas por favorecer el reciclaje de materiales.

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos de mayor demanda a nivel mundial debido a su preferencia de consumo humano, su representatividad en la alimentación ganadera y su utilización industrial. La producción global supera actualmente los 900 millones de toneladas anuales (FAO, 2017). En

Cuba es un cereal de gran importancia y se utiliza para la alimentación, tierno o seco. Se siembra en toda la isla, abarcando una superficie entre 77 000 y 100 000 hectáreas, destacándose las provincias de las regiones centrales y orientales con mayores extensiones de superficie de siembra. Su destino principal es como grano amarillo, cristalino o dentado, para la alimentación humana en forma de elotes, y en forma de grano seco para uso industrial de consumo animal (concentrados). Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados por los agricultores para elevar los rendimientos en el cultivo, estos presentan una media nacional de 2,25 t.ha⁻¹, alejada de la media mundial con valores de 4,50 t.ha⁻¹ (González *et al.*, 2017). El Grupo de Materia Orgánica y Bioestimulantes (MOBI) del Departamento de Química de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH), ha comprobado que extractos acuosos de SH aislados de vermicompost estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de varios cultivos, así como también ejercen un efecto protector en plantas sometidas a estrés salino e hídrico (García *et al.*, 2016 a; Veobides *et al.*, 2018; Balmori *et al.*, 2019).

Los efectos estimulantes de la aplicación foliar de estos extractos húmicos (EH) de vermicompost (EHV) sobre la fisiología y bioquímica de las plantas, que repercuten en los rendimientos agrícolas y/o calidad de los frutos, ocupan aún el interés de los científicos; esto se debe a la necesidad de conocer completamente su influencia sobre la productividad en los cultivos de interés agrícola, como una alternativa de producción ecológica. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que ejerce la aplicación foliar de diferentes diluciones de un EHV obtenido a partir de vermicompost de estiércol vacuno, sobre indicadores

productivos en plantas de maíz de la variedad Felo.

Materiales y métodos

Obtención y caracterización del EH

El EH fue obtenido a partir de vermicompost de estiércol vacuno producido durante tres meses con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.). En el Laboratorio de Química de la UNAH, se tamizó (2 μ m), se secó y fue sometido a una solución básica consistente en (NH₂)₂CO, KOH, KH₂PO₄. El extracto resultante se procesó con un agitador mecánico IKA® RW-20 durante 6 horas a 60°C; se dejó reposar durante 24 horas; se decantó y se centrifugó a 3500 rpm en una centrífuga TG-16. Posteriormente se le determinó pH y conductividad eléctrica (CE) según la norma cubana NC 32:1999 con un pHmetro (Modelo PHSJ-3F, precisión pH \pm 0,01) y un conductímetro (Modelo DDSJ-308, \pm 0.5%), respectivamente. La densidad (ρ) se evaluó con picnómetro y balanza analítica; los contenidos de sodio y potasio por fotometría de llama y el porcentaje de materia orgánica (M.O) colorimétricamente mediante oxidación con dicromato de potasio en medio ácido. Las lecturas se realizaron con un espectrofotómetro a 600 nm (Ray Leigh UV 2601). Todas las evaluaciones se realizaron a 25 °C y por triplicado.

Condiciones experimentales y material vegetal

El experimento se efectuó en la finca "Las Papas", área experimental perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), de coordenadas 22° 92' 26,04'' Latitud Norte y 82° 14' 0,59'' Longitud Oeste, en el municipio de San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba. El suelo es Ferralítico Rojo Lixiviado y sus principales propiedades químicas se presentan en la (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, Finca “Las Papas”

Profundidad (cm)	pH	M.O (%)	Cationes intercambiables (cmol _c .kg ⁻¹)			
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
0-12	7,25	1,67	12,03	3,60	0,05	0,64
12-22	7,40	1,54	17,50	2,50	0,10	0,50

Se utilizaron semillas de maíz (*Z. mays*), variedad Felo, facilitadas por el Programa de Mejoramiento Genético del INCA. La prueba de germinación se realizó en el Laboratorio de Química de la UNAH antes de la siembra, para comprobar un poder germinativo superior al 90%.

Se siguió un diseño completamente aleatorio en parcelas de 12,50 m x 2,00 m, por triplicado. La siembra se realizó de forma manual, a 5 cm de profundidad. Se utilizó un marco de siembra de 0,90 m x 0,30 m y se depositaron entre dos y tres semillas por punto, dejándose todas las plantas que emergieron. Se establecieron cuatro tratamientos: tres diluciones del EHV en agua (1:40, 1:60 y 1:80, v:v) y un control que se mantuvo sin aplicación, simbolizados como: HL 1:40 (dilución 1:40 v:v), HL 1:60 (dilución 1:60 v:v), HL 1:80 (dilución 1:80 v:v) y C (control). Las aplicaciones se efectuaron a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (DDS), utilizándose un atomizador manual de 1 L hasta punto de goteo. Se realizaron dos riegos por micro aspersión para satisfacer las demandas hídricas del cultivo que no cubrieron las precipitaciones. Las plantas arvenses fueron controladas de forma manual en todo el ciclo del cultivo y no se realizaron labores de fertilización sintética ni control fitosanitario.

Indicadores productivos

Se determinaron los indicadores: número de mazorcas por planta (conteo directo en

el campo), número de granos por hilera en la mazorca (conteo visual), longitud de la mazorca (regla graduada), diámetro de la mazorca con y sin granos (pie de rey), número de hileras por mazorca (conteo visual), masa de 100 granos (balanza técnica, Modelo BPE-500 ± 0,001 g), masa de la producción total de cada tratamiento con y sin paja (balanza técnica, Modelo BPE-500 ± 0,001 g) y rendimiento en función de la masa de la tusa (por pesada de la producción total de cada unidad experimental, extrapolada a una hectárea). Estos parámetros coinciden con la metodología planteada por Alemán *et al.* (2020).

Análisis estadísticos

Los datos fueron tabulados y se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para las variables: número de mazorcas por planta, número de granos por hilera en la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca con y sin granos y número de hileras por mazorca, cumpliéndose los supuestos. Se graficaron mediante la herramienta Excel de Microsoft Office (2016). Se procesaron en el paquete estadístico Statgraph v 5.1, con análisis de varianza simple (ANOVA). La comparación múltiple de medias fue realizada mediante el test de Turkey al 95% de confianza.

Resultados y discusión

Las propiedades evaluadas del EHV obtenido (Tabla 2), mostraron valores dentro del rango

que se reporta en la literatura para estos lixiviados (Vázquez y Loli, 2018; Velecela *et al.*, 2019), con valores de pH ligeramente básico, CE baja (lo que evita efecto de toxicidad en los cultivos) y porcentaje de C orgánico elevado (mayor del 25%). También

fueron semejantes a EH extraídos de otras fuentes como turfas, biochar y leonardita (Zhang *et al.*, 2014). Estos parámetros indican que el sólido humificado utilizado contenía grandes cantidades de M.O humificada soluble (Calderín *et al.*, 2016).

Tabla 2. Propiedades del extracto húmico de vermicompost obtenido

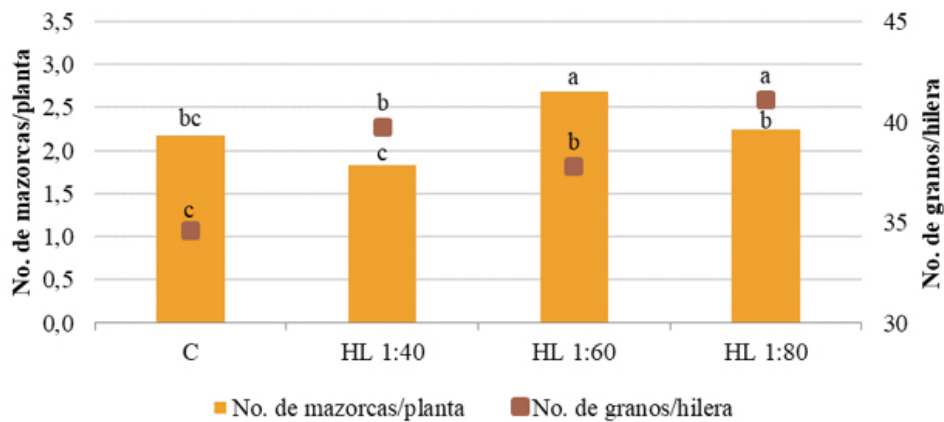
Propiedades	Valor
CE (mS/cm)	5,81
pH	8,73
ρ (kg/dm ³)	0,99
Na ⁺ (mg/L)	270
K ⁺ (mg/L)	2331
% M.O	38,2

El valor alcanzado por la ρ , indicó una alta hidrofiliidad de las SH del extracto. Este indicador es favorable en términos de fluidez tanto del extracto como de las diluciones que se preparan a partir de él, ya que no provocarían dificultades en su aplicación mediante aspersores. El contenido de potasio fue ligeramente superior al de otros EH obtenidos de fuentes alternativas de M.O (Zhang *et al.*, 2014), probablemente debido a que en esos casos se empleó una disolución extractiva de NaOH, la cual fue sustituida en este trabajo por KOH. Lo anterior es favorable pues el potasio tiene influencia en el tamaño, firmeza y sabor de los frutos; participa en la activación de sistemas enzimáticos, el metabolismo de las proteínas, el balance iónico, así como en el crecimiento de la extensión de membranas celulares, apertura y cierre de los estomas y la turgencia celular (Coitiño *et al.*, 2016). De acuerdo a las propiedades del EH obtenido, el mismo presenta potencialidades para su aplicación como bioestimulante en la agricultura (García *et al.*, 2016 a).

En cuanto al número de mazorcas por planta de maíz tratada con diferentes diluciones

del extracto (Figura 1), se observó que los tratamientos más diluidos (HL 1:60 y HL 1:80) mostraron diferencias significativas respecto al control y entre ellas, exhibiendo una mejor respuesta el tratamiento HL 1:60. De igual forma, se encontraron estímulos sobre la producción de granos por mazorca. Sin embargo, el tratamiento HL 1:40 no modificó la cantidad de mazorcas por planta, probablemente debido a una mayor concentración de SH, las cuales, en elevadas proporciones, podrían inhibir procesos fisiológico-bioquímicos de la planta. En otros cultivos como el ajo (*Allium sativum* L.) la aplicación foliar de EHV ha estimulado la formación de dientes externos en el bulbo, ha incrementado la masa seca y fresca de los dientes y los bulbos, y ha mejorado los parámetros de calidad (Balmori *et al.*, 2019). En tomate (*Solanum lycopersicum* L.), se aumentó la absorción de nutrimentos y la aparición de hojas y flores (Arjune *et al.*, 2019), mientras que en habichuela (*Vigna Unguiculata* L.) se produjeron más legumbres por planta (Rodríguez, 2017).

Figura 1. Número de mazorcas por planta (ESx= 0,07) y número de granos por hilera (ESx= 0,31) en plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del EH / a-c...Letras desiguales difieren significativamente (Tukey $p < 0.05$)



Los ácidos húmicos contenidos en las compostas ejercen efecto sobre componentes biológicas en plantas de maíz; por ejemplo, se han verificado incrementos en la masa seca de la raíz y mayor potencial de crecimiento en las mismas (Kandil *et al.*, 2020); estímulos en la germinación de las semillas, formación y crecimiento de las raíces, crecimiento del tallo y hojas, y almacenamiento de macro nutrientes como el potasio, calcio y fósforo, y micro nutrientes como el hierro y manganeso (Eyheraguibel *et al.*, 2008). Por otra parte, Martínez *et al.* (2012) mencionaron una posible acción bioprotectora de las SH líquidas obtenidas de vermicompost en plantas de maíz bajo condiciones de salinidad.

Los indicadores de diámetro de la mazorca con y sin granos no arrojaron diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos (Tabla 3). Calderín *et al.* (2016) demostraron

la efectividad de materiales humificados semejantes, a mayores concentraciones, sobre la actividad biológica y la productividad en plantas de maíz. En coherencia, es probable que estas variables se incrementen a concentraciones superiores del extracto, sin embargo, el resto de los indicadores productivos analizados en esta investigación para la variedad Felo, manifestaron mejores estímulos a bajas concentraciones del producto. La acción inhibitoria con relación a altas concentraciones de las sustancias húmicas se ha sido planteado en la literatura (Nardi *et al.*, 2000) y al respecto, se ha expresado que altas concentraciones de estas sustancias pueden inhibir el crecimiento vegetal de forma semejante al efecto producido por las fitohormonas. Por tanto, sería necesario dirigir investigaciones futuras a evaluar la efectividad de EHV sobre esta variedad, en una gama más extensa de diluciones.

Tabla 3. Diámetro de la mazorca, con y sin granos, de las plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del extracto húmico líquido

Tratamientos	Diámetro de la mazorca con granos (cm)	Diámetro de la mazorca sin granos (cm)
C	5,02 ± 0,14	3,10 ± 0,12
HL 1:40	4,99 ± 0,16	2,82 ± 0,13
HL 1:60	4,98 ± 0,20	2,88 ± 0,17
HL 1:80	4,95 ± 0,27	2,79 ± 0,19
ESx	0,07	0,08

La longitud de la mazorca y la masa de 100 granos solo se estimularon ante la aplicación de HL 1:80, mientras que el número de hileras por mazorca se incrementó en todos los tratamientos con EHV (Tabla 4). Aplicaciones de diferentes bioproductos han logrado incrementar los valores medios de la masa de 100 semillas (Calero *et al.*, 2016). Las SH motivan la absorción de nutrientes por parte de la planta, promueven el desarrollo de las raíces, mejoran la fertilidad y calidad del suelo y favorecen la producción de biomasa (Crittenden *et al.*, 2015). Los efectos sobre el crecimiento vegetal, señalan la influencia positiva en el transporte de iones, facilitándose la absorción y permeabilidad de las membranas, la acción directa sobre procesos metabólicos como fotosíntesis, respiración y síntesis de proteínas mediante el aumento o disminución de la actividad

de diversas enzimas y la actividad hormonal (Huelva *et al.*, 2013).

La influencia de las SH sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de maíz se ha comprobado (Martínez *et al.*, 2012), y se ha relacionado con la estimulación de la actividad de enzimas que hacen parte del metabolismo del nitrógeno (nitrato reductasa, glutamato deshidrogenasa y glutamina sintetasa) y el carbono; así como la actividad de la enzima H⁺-ATPasa de la membrana plasmática (Veobides *et al.*, 2018). Por otra parte, la actividad fitohormonal favorece el alargamiento de las células de los brotes; incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos; favorece el desarrollo de flores; la germinación de semillas; aumenta la dimensión de algunos frutos y retarda el envejecimiento de tejidos vegetales (Sangoquiza *et al.*, 2019).

Tabla 4. Longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca y masa de 100 granos en plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del EH

Tratamientos	Longitud de la mazorca (cm)	No. de hileras/ mazorca	No. de hileras/ mazorca
C	16,48 b	13,00 b	34,35 b
HL 1:40	19,62 ab	15,00 a	33,92 b
HL 1:60	19,62 ab	15,00 a	38,14 ab
HL 1:80	21,78 a	15,50 a	41,33 a
ESx	0,86	0,44	1,15

a-b...Letras desiguales entre las difieren significativamente (Tukey $p < 0.05$)

Los estímulos del EHV sobre las componentes agrícolas anteriores favorecieron los rendimientos del maíz. Estos manifestaron diferencias estadísticas significativas entre el control y los tratamientos con lixiviados y se incrementaron de 8,6 a 12,8 t.ha⁻¹ (considerándose la masa de la tusa), apreciándose los mayores valores con HL 1:60 y HL: 1:80 (Tabla 5). Dicho

comportamiento, demuestra que la aplicación foliar del bioestimulante influyó en los procesos biológicos del cultivo, lo que se reflejó en un aumento de la masa promedio y la productividad del mismo. Resultados similares han sido publicados, donde la aspersión foliar de EH ha incrementado los rendimientos del maíz, a través de la cantidad y tamaño de los granos (García *et al.* 2016 b).

Tabla 5. Masa de la producción (con y sin paja) y rendimiento de plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del EH (medias de tres repeticiones)

Tratamientos	Masa de la producción con paja (kg)	Masa de la producción sin paja (kg)	Rendimiento* (t.ha ⁻¹)
C	19,77 c	9,31 c	8,6 c
HL 1:40	22,50 b	11,14 b	10,3 b
HL 1:60	29,09 a	13,64 a	12,6 a
HL 1:80	29,54 a	13,86 a	12,8 a
ESx	0,12	0,12	0,12

a-c...Letras desiguales entre filas difieren significativamente (Tukey $p < 0.05$)

* Se consideró la masa de la tusa.

Al analizar las respuestas productivas del cultivo y el comportamiento de sus diferentes variables ante la aplicación del EHV, se observó que todos los tratamientos con el extracto manifestaron estímulos significativos respecto al control, no obstante, HL 1:60 y HL 1:80 arrojaron los mejores resultados. Esto sugiere que la variedad de maíz Felo, bajo las condiciones experimentales en que se desarrolló el experimento, expresa el mejor potencial productivo a bajas concentraciones del producto.

Los extractos contenidos de SH constituyen una opción válida de fertilización orgánica, permiten disminuir el empleo de productos sintéticos que provocan daños a la salud humana y animal, la degradación de suelos y la toxicidad de las aguas, entre otros tantos perjuicios ambientales. Promueven la actividad biológica del cultivo, lo cual, incrementa la productividad y contribuye a

alcanzar seguridad alimentaria; además de que su fácil acceso y la simplicidad de su proceso de obtención los hacen más viables, desde el punto de vista económico, que otras tecnologías industriales. Esta es una alternativa de producción sostenible del maíz a pequeña escala que garantiza justicia social y ambiental y rentabilidad económica.

Conclusiones

El EHV obtenido presentó propiedades dentro del rango establecido para materiales humificados. Su aspersión foliar permitió incrementar la productividad en plantas de maíz de la variedad Felo, hasta 12,8 t.ha⁻¹ (considerándose la masa de la tusa), debido al estímulo de otros indicadores agrícolas. Este producto de origen orgánico sugiere una alternativa de producción saludable y poco agresiva para el ambiente. Los mejores resultados generales se obtuvieron en los

tratamientos con menor concentración del extracto (HL 1:60 y HL 1:80), lo cual demostró la efectividad del producto en bajas cantidades.

Referencias bibliográficas

- Alemán, R.D., Ortiz, R.V., Domínguez, J., Bravo, C.A., Alba, J.L., Rodríguez, Y., Pico, C., Freile, J. (2020). Desarrollo productivo de dos variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de fertilizante mineral y orgánico en la Amazonía Ecuatoriana. *Ciencias Agrarias*. 13(1):9-16. Doi:10.18779/cyt.v13i1.343.
- Arjune, Y., Ansari, A., Jaikishun, S., Homenauth, O. (2019). Effect of vermicompost and other fertilizers on soil microbial population and growth parameters of F1 Mongal tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.). *Pak. J. Bot.* 51(5), doi: ([http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-5\(1\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-5(1))).
- Balmori, D.M., Domínguez, C.Y.A., Carreras, C.R., Rebato, S.M., Farías, L.B.P., Izquierdo, F.G., Berbara, R. L. L., García, A.C. (2019). Foliar application of humic liquid extract from vermicompost improves garlic (*Allium sativum* L.) production and fruit quality. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. doi.org/10.1007/s40093-019-0279-1.
- Calderín, A., Pimentel, Jaime., Martínez, D., Huelva, R., Guridi, F. (2016). Efeitos no cultivo do milho de um extrato líquido humificado residual, obtido a partir de Vermicomposto. *Revista Ciências Técnicas Agropecuarias*. 25(1):38-43.
- Calero, A., Pérez, Y., Pérez, D. (2016). Efecto de diferentes biopreparados combinado con FitoMasE en el comportamiento agroproductivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Monfrágüe Desarrollo Resiliente*. 7(2):162-76.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. doi 10.1007/s11104-014-2131-8. p:34.
- Coitiño, J., Barbazán, M., Ernst, O. (2016). Fertilización con potasio en soja: asociación de la respuesta del cultivo con características edáficas y topográficas. *Agrociencia Uruguay*. 20(2):109-120.
- Crittenden, S.J., Poot, N., Heinen, M., Van Balen, D.J.M., Pulleman, M.M. (2015). Soil physical quality in contrasting tillage systems in organic and conventional farming. *Soil and Tillage Research*. 154:136-44.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. (2008). Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*. 99(10): 4206–4212.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). Base de datos de producción agropecuaria FAOSTAT. Disponible en: (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>).
- Funes-Monzote, F.R. (2017). Integración agroecológica y soberanía energética. *Agroecología*. 12(1):57-66.
- García, A.C., Pimentel, J.J.Q., Balmori, D.M., Huelva, R.L., Guridi, F.I. (2016 a). Effects of a humic liquid extract obtained from vermicompost on growing and yield corn. *Revista Ciências Técnicas Agropecuarias*. 25(1):38-43.
- García, A.C., Souza, L.G.A., Pereira, M.G., Castro, R.N., García-Mina, J.M., Zonta, E., Lisboa, F.J.G., Berbara, R.L.L. (2016 b). Structure-property-function relationship in humic substances to explain the biological activity in plants. *Nature Sci Rep*. Disponible en: (<https://doi.org/10.1038/srep20798>).

- González, M.T., Jiménez, A., González, O. (2017). Comparación diferentes distancias de siembra en el maíz (*Zea mays* L.) utilizadas en el municipio Cabaiguán. *InfoCiencia*. 21(1):56-57.
- Hernández, A.J., Morales, M., Borges, Y., Vargas, D., Cabrera, J.A., Ascanio, M.O. (2014). Degradación de las propiedades de los suelos ferralíticos rojos lixiviados de la Llanura Roja de La Habana por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. 156 p.
- Huelva, R., Martínez, D., Calderín, A., Hernández, O.L., Guridi, F. (2013). Propiedades químicas y química-físicas de derivados estructurales de ácidos húmicos obtenidos de vermicompost. Actividad biológica. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 22(2): 56-60.
- Kandil, E., Abdelsalam, R., Mansour, A., Ali, M., Siddiqui, H. (2020). Potentials of organic manure and potassium forms on maize (*Zea mays* L.) growth and production. *Scientific Reports*. 10:8752. doi:10.1038/s41598-020-65749-9.
- Martínez, D., Huelva, R., Portuondo, L., Guridi, F. (2012). Evaluación del efecto protector de las Sustancias Húmicas Líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad. *Centro Agr.* 39:29–32.
- Nardi, S., Pizzeghello, C., Ferrarese, L., Trainotti, L., Casadoro, G. (2000). A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology & Biochemistry*. 32(3):415-419.
- Rodríguez, P.A. (2017). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el Crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna Unguiculata* L. Walp). *Ciencia en su PC*. 2(2):44-58
- Sangoquiza, C.A., Yáñez, C.F., Borges, M. (2019). Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de una variedad de maíz al inocular *Azospirillum* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. *Avances en ciencias e ingenierías*. 11(17):84-95.
- Vázquez, J y Loli, O. (2018). Compost and vermicompost as amendments in the recovery of a soil degraded by the management of *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*. 9(1):43-52. doi: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.05.
- Velecela, S., Meza, V., García, S., Alegre, J., Salas, C. (2019). Microbial enrichment vermicompost under two production system and its effects on radish (*Raphanus sativus* L.) production. *Scientia Agropecuaria*. 10(2):229-39. doi: 10.17268/sci.agropecu.2019.02.08.
- Veobides, H., Guridi, F., Vázquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*. 39(4):102-109.
- Zhang, L., Sun, X.Y., Tian, Y., Gong, X.Q. (2014). Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Scientia horticulturae*. 176:70-80. doi: 10.1016/j.scienta.2014.06.021.

Como citar este artículo

Alvarez, J., Martínez, D., Guridi, F. (2020). Efecto de un extracto húmico en indicadores productivos en *Zea mays* L. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*. 9 (2).19-28

**Formulación y evaluación de una pulpa mixta
de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y
naranjilla (*Solanum quitoense* L),
con conservación química y
térmica, en la parroquia Santa Rosa,
Cantón El Chaco, Provincia de Napo**





Formulación y evaluación de una pulpa mixta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y naranjilla (*Solanum quitoense* L), con conservación química y térmica, en la parroquia Santa Rosa, Cantón El Chaco, Provincia de Napo.



Formulation and evaluation of a mixed pulp of tree tomato (*Solanum betaceum*) and naranjilla (*Solanum quitoense* Lam), with chemical and thermal conservation, in Santa Rosa parish, Canton El Chaco, Napo Province.

- Miguel Ángel Enríquez Estrella. Ingeniería Agroindustrial. Departamento de Ciencias de la Tierra. (Pastaza, Ecuador) (menriquez@uea.edu.ec) ORCID: 0000-0002-8937-9664
- Cristian Abad. Ingeniería Agroindustrial. Departamento de Ciencias de la Tierra. (Pastaza, Ecuador) (cabad@uea.edu.ec)
- Roberth Alexis Trujillo Ibarra. Investigador Independiente. (El Chaco, Ecuador) (agi2015120@uea.edu.ec)
- Jean Carlo Iza Morocho. Investigador Independiente. (El Chaco, Ecuador) (agi2015056@uea.edu.ec)

Resumen

El cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y naranjilla (*Solanum quitoense* L) en la parroquia Santa Rosa, cantón El Chaco, Provincia de Napo, ocupa un 65 % del sector productivo. El objetivo de este trabajo fue formular y evaluar una pulpa mixta generada con las frutas, con dos métodos de conservación (térmico y químico) y su posterior análisis sensorial, físico-químico y microbiológico. La localización del trabajo se determinó en dos etapas de producción y análisis, la investigación es de tipo cuantitativa y cualitativa, donde se aplicó un diseño completamente al azar AxB. Los resultados sensoriales, nos determinan que existen diferencia significativa en todos los tratamientos, en relación a los análisis físicos químicos, el pH generó una diferencia significativa y los sólidos solubles no tuvieron diferencia. En los parámetros microbiológicos mohos, coliformes, *E coli*, se encuentran dentro de los rangos establecidos en la NTE INEN 2337. La combinación del 60 % de tomate de árbol y el 40% de naranjilla, brinda al consumidor un producto agradable con los contenidos nutricionales básicos que brindan las dos frutas.

Palabras clave: fruta, conservación, físico químicas, análisis sensorial, amazónica.

Abstract

The cultivation of (*Solanum betaceum*) and (*Solanum quitoense* L) in Santa Rosa parish, Chaco canton, province of Napo, occupies 65% of productive sector, the objective of this work was to formulate and evaluating a mixed pulp generated from fruits, with two conservation methods (thermal and chemical) and their physical-chemical and microbiological sensory analysis. The location of this work it was determined in two stages of production and analysis, the research is both quantitative and qualitative type, where it applied a completely random

• Recibido:20/03/2020 • Revisado:07/06/2020 • Aceptado: 22/07/2020 • Publicado:20/12/2020

© 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

Disponibile gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



AxB design. The sensory results determine there is a significant difference in all the treatments related at physical chemical analyzes, the pH generated a significant difference and soluble solids had no difference. In the microbiological parameter molds, coliforms, E coli, are within of established ranges in NTE INEN 2337. The combination 60% of tomato tree and 40% naranjilla, provides the consumer a pleasant product with the basic nutritional content that provide two fruits.

Keywords: fruit, conservation, physical chemistry, sensory analysis, Amazon.

Introducción

El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.), conocido también como “Tamarillo”, es un fruto tropical que se encuentra dentro del grupo de alimentos que por su valor nutricional y comercial son apetecidos en el mercado nacional e internacional (Villamizar, 2001), es una excelente fuente de vitaminas A, B6, C y E, y minerales como el hierro; además tiene un contenido bajo en carbohidratos y menos de 40 calorías por cada 100 g (Ordoñez, 2004).

Es originario de la región andina de los países de Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia, se encuentra en climas templados, en altitudes que varían entre 1500 y 2600 msnm (Becerril, 2016). La producción en el Ecuador está confinada en pequeños y medianos productores de la región Sierra y ha presentado grandes limitaciones para expansión del cultivo (Meza & Manzano 2009).

La naranjilla es una fruta de origen de la región interandina, de los principales países de Ecuador, Perú y Colombia. Entre las principales características del fruto se destaca que es de forma ovalada – redonda, su pulpa se caracteriza por ser de color verde – amarillento, su sabor es entre ácido fuerte y suave, además contiene gran cantidad de pequeñas semillas en la pulpa (Andrade & Moreno, 2015). La naranjilla es considerada como un fruto semiclimatérico, lo que quiere decir que, dependiendo del tiempo de cosecha, se lo clasifica como climatérico (más del 75% cosechado) y no climatérico

(menor del 50% cosechado). Tiene un color anaranjado, el cual es más intenso hasta llegar a un color oscuro anunciando el límite de su tiempo de vida. Este producto puede tener una duración de 15 días si se lo mantiene al ambiente y de 30 días si se lo congela. La naranjilla es utilizada para consumo directo o como materia prima para la elaboración de otros alimentos. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, 2016). La pulpa es la parte carnosa o comestible de la fruta, la cual resulta de la eliminación de la cáscara y la semilla por procesos manuales o mecánicos, obteniendo un producto pastoso o semi-líquido que luego es estabilizado y almacenado por diferentes métodos. La combinación de frutas para elaborar pulpas no es muy conocida y no presenta productos elaborados en el país. Por estas razones es interesante proponer un producto agradable, cómodo para adquirir, que brinde ciertos nutrientes a sus consumidores y que además aproveche la riqueza de la producción agrícola local.

Los métodos de conservación son sustancias utilizadas por la industria alimentaria como aditivo, para minimizar el deterioro causado por diferentes microorganismos, no todos actúan con la misma intensidad frente a mohos, levaduras, y bacterias, de forma que no hay un espectro completo frente a todos los microorganismos. La mayoría de los conservantes actúan frente a hongos y levaduras, pero son poco activos frente a bacterias debido a que el pH óptimo de actuación del conservante es la zona ácida, mientras que el pH óptimo para el desarrollo

de las bacterias suele ser la zona neutral (Decker, 1997).

En la mayoría de países en vía de desarrollo la producción de alimentos sufre pérdidas muy altas debido a que los métodos de conservación no son adaptables y aprovechados. El Ecuador es un país privilegiado por encontrarse en la zona tórrida, y gracias a esta posición geográfica poseen las horas de luz y oscuridad bien definidas (Enríquez, 2019). En la parroquia de Santa Rosa, la agricultura es la segunda actividad que realizan los habitantes, cerca del 62% cultivan de tomate de árbol y un 3% naranjilla (PDyOT, 2015).

El objetivo de este estudio fue aprovechar las frutas cultivadas en la zona mediante la formulación de una pulpa mixta de (tomate de árbol y naranjilla) en diferentes concentraciones, utilizando un diseño experimental. Posterior a esto se realizó los análisis sensoriales, físicos químicos y microbiológicos.

Materiales y métodos

Localización

La investigación se llevará a cabo en dos etapas: producción y análisis

Tabla 1. Localización

Etapas	Lugar	Coordenadas
Producción	Parroquia Santa Rosa	0°18'23.4"S 77°47'08.4"W -0.306494, -77.785677
Análisis	Universidad Estatal Amazónica	1°28'05.0"S 77°59'42.3"W -1.468065, -77.995075

Materiales

En el proceso de formulación de la pulpa se utilizaron, tomate de árbol amarillo y naranjilla, cultivadas en la Parroquia Santa Rosa, Cantón El Chaco, Provincia de Napo.

Metodología

La evaluación sensorial, físico-química y microbiológica se realizó en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos experimentales se desarrollaron con un diseño completamente al azar AxB, donde

los resultados se interpretaron mediante las pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas. La aplicación de la prueba de Kruskal Wallis permitió determinar si existe diferencia significativa o no entre los tratamientos, y por el método de Tukey, con un nivel de significancia del 95%, se determinó qué tratamiento fue el mejor en relación a cada uno de los parámetros, proporcionando resultados reales. Se detallan dos factores A y B, donde A corresponde al porcentaje de mezclas de las pulpas y el B a los métodos de conservación, según se detalla en la (Tabla 2).

Tabla 2. Diseño experimental

Tratamiento	Código	(%) Combinación de pulpas		Método de Conservación
		Tomate de Árbol	Naranjilla	
T1	A1B1	50	50	Térmico
T2	A1B2	60	40	Térmico
T3	A2B1	70	30	Térmico
T4	A2B2	80	20	Térmico
T5	A3B1	50	50	Químico
T6	A3B2	60	40	Químico
T7	A4B1	70	30	Químico
T8	A4B2	80	20	Químico

Métodos

Tipo de Investigación

Cuantitativa.- Evaluación sensorial mediante el desarrollo de las cataciones a un grupo de panelistas no entrenados, que calificarán el producto en una escala hedónica (me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta, me disgusta mucho).

Cualitativa.- Los resultados obtenidos del análisis sensorial como datos numéricos para obtener una valoración en función de la aceptabilidad por parte de los panelistas. Del mismo modo para el resultado de los análisis fisicoquímicos (pH, sólidos solubles y acidez) y microbiológicos (levaduras, mohos, coliformes totales y *escherichia coli*) se obtendrá datos cuantitativos que permitan determinar si se encuentra dentro del rango establecido de la norma NTE INEN 2337 (2008).

Métodos de investigación

Método bibliográfico.- El método utilizado en el trabajo de investigación está basado en fuentes bibliográficas de investigación científica, las cuales aportaron para el desarrollo del proyecto. La información utilizada de las diferentes fuentes de consulta se encuentra correctamente citada, respetando los derechos de la autoría.

Método de campo.- Este método permitió conocer el manejo productivo de los cultivos de tomate de árbol y naranjilla utilizados en la pulpa mixta. Además, se conoció las etapas para la venta del producto que constan de la cosecha, transporte, clasificación y empaque en lonas, cajas o gavetas hasta su comercialización.

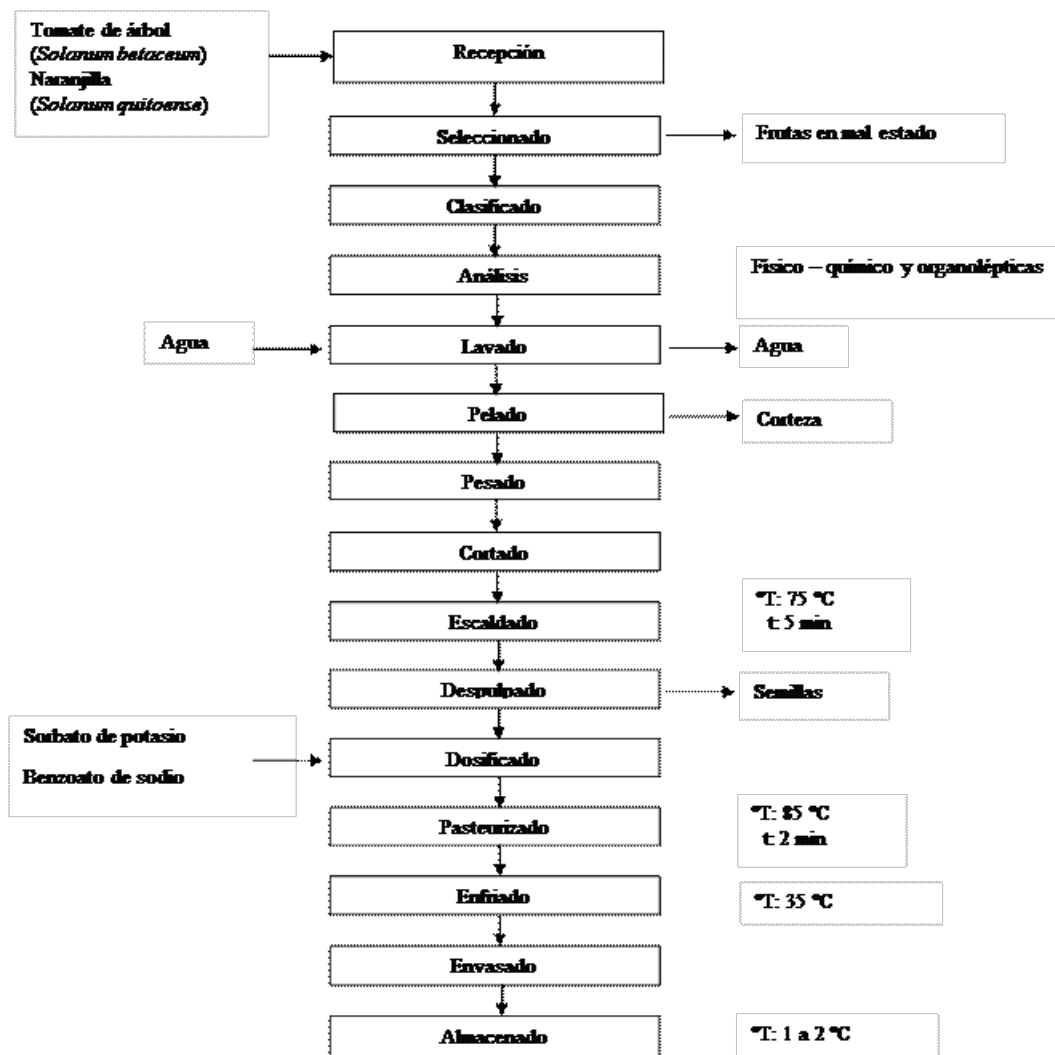
Tabla 3. Parámetros

Parámetro	Nombre	Método de análisis
Fisicoquímico	Sólidos Totales (° Brix)	Para efectuar una medición se agrega al prisma una pequeña cantidad de la muestra homogenizada, utilizando una pipeta, luego se observa y se anota la medición del porcentaje de azúcares.
	Potencial de Hidrógeno (pH).	Se determinó por potenciometría, se colocó 75 g de cada una de las tres muestras bien homogenizadas en un vaso de precipitado de 10 cm ³ y se leyó directamente con el potenciómetro.
	Prueba de Acidez	Llenar una bureta con al menos 25 mL de la solución estandarizada de NaOH. Montar su bureta en un pedestal con su abrazadera y nuez correspondientes. Manteniendo su muestra en agitación, titular rápidamente hasta llegar a un pH cercano a 6. Entonces adicionar la solución más lentamente hasta llegar a Ph. Una vez alcanzado el pH 7, finalizar la titulación adicionando la solución de no más de 4 gotas y esperando una lectura estabilizada antes de repetir. Una vez cerca de un pH de 8.0, adicionar la solución de titulación gota a gota, esperando estabilización. Finalizar la titulación hasta un pH de 8.1 (puede utilizar un rango de 8.1 ± 0.2 , lo cual se considera aceptable para interpolar en la curva de calibrado, según los cambios de temperatura que pueden ocurrir en el proceso). Anote el gasto total de la titulación.
Microbiológicos	Levaduras Mohos Coliformes <i>E. coli</i>	La determinación de microorganismos coliformes totales por el método del Número más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a 35°C \pm 1°C durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares.
Sensoriales	Color Aroma Sabor	Se determinó cada una de las características organolépticas de la pulpa mixta de tomate de árbol y naranjilla en sus diferentes concentraciones, lo que permitirá obtener resultados para establecer la aceptabilidad del producto. La evaluación de las características organolépticas de la pulpa mixta se realizó en la Universidad Estatal Amazónica, con un grupo de 30 catadores, evaluados a una hora determinada en diferentes días. Se presentó a los catadores 8 muestras (tratamientos) de pulpa mixta de tomate de árbol y naranjilla, para que definan en una escala hedónica iniciada en 5 (me gusta mucho) y terminada en 1 (me disgusta mucho) su valoración para los atributos de color, aroma, sabor y textura. Los resultados obtenidos fueron ingresados por medio de tablas en Infostat, el programa estadístico se utilizó para determinar una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la prueba paramétrica de Tukey.

Métodos de Conservación	Química	Se incorporarán conservantes directamente a los productos durante su preparación o por tratamiento de superficies (pulverización o sumergido). Los productos conservantes se basarán en el cumplimiento de la Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios Codex Stan 192, 1995. Sorbato de potasio, dosis 1000 g/kg Benzoato de Sodio, dosis 1000 g/kg
	Térmica	Se define una temperatura de 85 °C /2 minutos. El tratamiento térmico (pasteurización) al que se sometió pulpa mixta, aseguro la inactivación de microorganismos patógenos que afectan la vida útil del producto. Además, permitió conservar las características fisicoquímicas y organolépticas de su composición. Congelación.- Se disminuirá la temperatura entre -18 a -20°C, permitiendo que las reacciones bioquímicas sean más lentas y además inhiban la actividad microbiana generando el estado de latencia de esta, lo que no significa que los microorganismos estén muertos (Gracia, 2017).

Diagrama de bloques de elaboración de la pulpa mixta

Figura 1. Diagrama de bloques



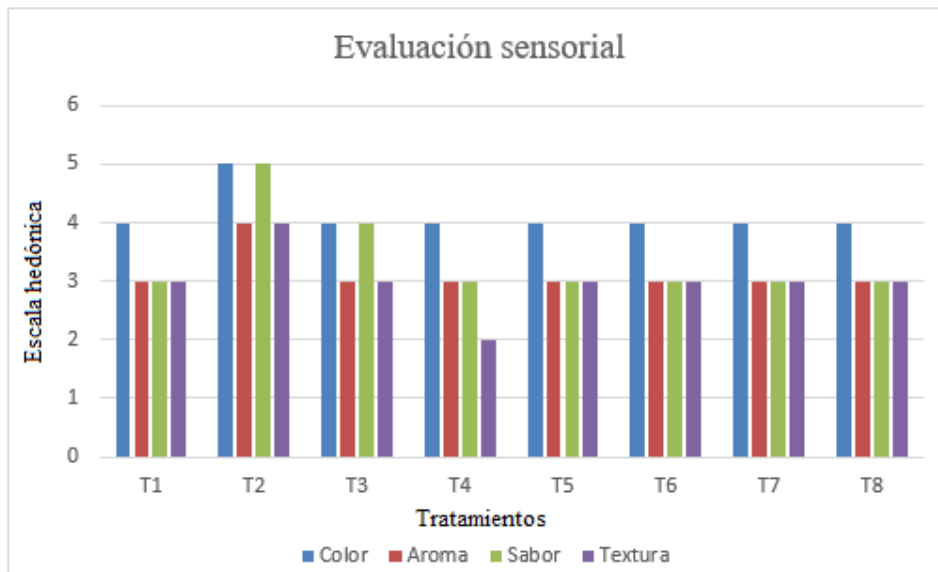
Resultados y discusión

Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se aplicó a un panel de jueces no entrenados, mediante la utilización de una escala hedónica estructurada. Se efectuó a las 10h00 am, garantizando que los jueces tengan una buena percepción de

las propiedades organolépticas de la pulpa. Tabulada la información, se analizaron los datos estadísticamente, lo que definió que el mejor tratamiento de acuerdo a la valoración total de las medianas es el T2, que corresponde al 60% de Tomate de árbol y 40% de naranjilla, mediante el método de conservación térmica, los resultados se definen en la (Tabla 3).

Gráfico 1. Histograma de la evaluación sensorial



Parámetros Físico Químicos

Ph.- Los resultados de la determinación del contenido de pH en los ocho tratamientos de la pulpa mixta se detallan en la (Tabla 4), considerando que estos datos con sus respectivas replicas se insertaron en el programa estadístico Infostat.

Tabla 4. Valores de pH de los tratamientos de la pulpa mixta de tomate de árbol y naranjilla

Replicas				
Tratamiento	Método de conservación	1	2	3
1	Térmica	3.2	3.18	3.21
2	Térmica	3.52	3.5	3.45
3	Térmica	3.76	3.77	3.77
4	Térmica	3.66	3.56	3.65
5	Química	3.45	3.47	3.46
6	Química	3.35	3.37	3.4
7	Química	3.4	3.5	3.46
8	Química	3.68	3.7	3.67

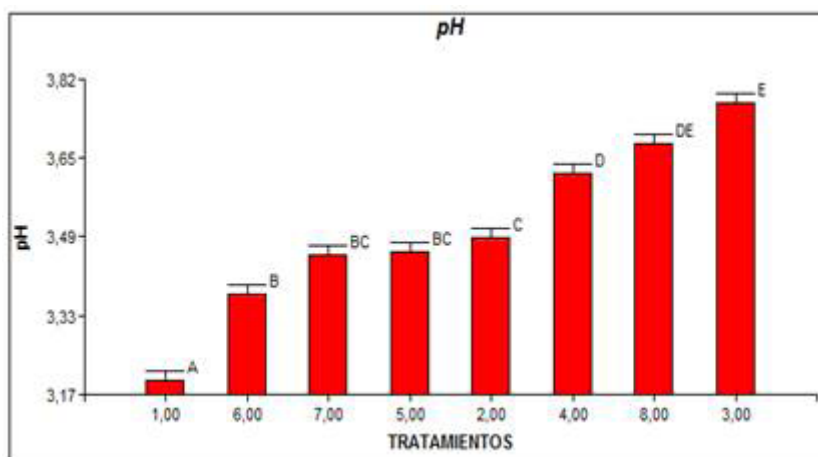
Fuente: Enriquez, M., Abad, C., Trujillo, R., Iza, J.

Tabla 5. ANOVA de los resultados de la evaluación de pH

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0.69	9	0.08	67.39	<0.0001
Tratamientos	0.69	7	0.10	86.62	<0.0001
Repeticiones	0.0001	2	0.000079	0.07	0.934
Error	0.02	14	0.001	CV=0,97%	
Total	0.71	23			

Fuente: Enríquez, M., Abad, C., Trujillo, R., Iza, J.

Gráfico 2. Histograma de los resultados de pH



Según los resultados obtenidos, como se muestra en la (Tabla 5), el valor de la prueba estadística de Fisher es mayor (86.622) que el P Valor (0.0001), por tanto, nos indica que sí existe una alta diferencia significativa entre los valores de pH expuestos en el (Gráfico 2). El control del pH es muy importante en la elaboración de los productos alimentarios, tanto como indicador de las condiciones higiénicas, como para el control de los procesos de transformación (Enríquez & Montenegro, 2019).

Sólidos solubles

Los resultados de la determinación del contenido de sólidos solubles en los ocho tratamientos de la pulpa mixta se detallan la (Tabla 6), considerando que estos datos con sus respectivas réplicas se insertaron en el programa estadístico Infostat.

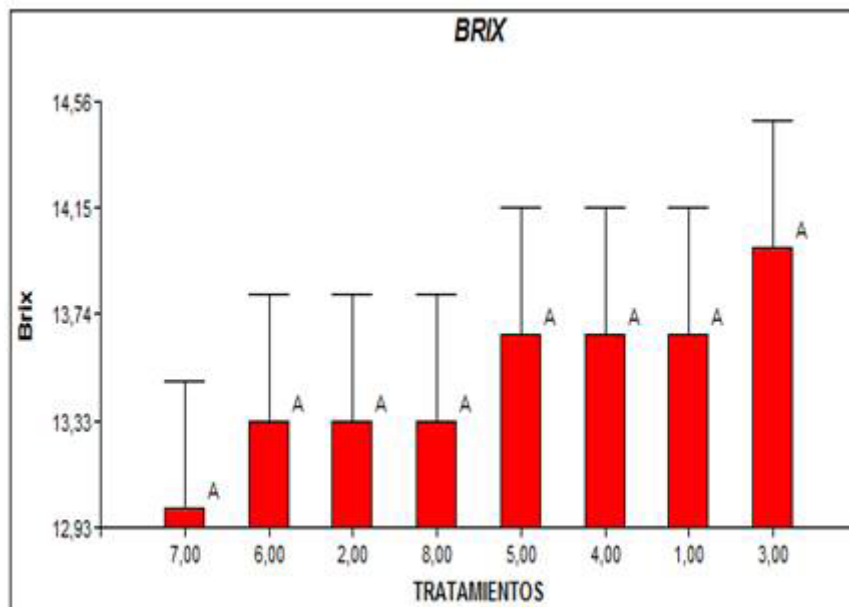
Tabla 6. Contenido de Sólidos Solubles (°Brix) de los tratamientos para la elaboración de la pulpa mixta de tomate de árbol y naranjilla

Réplicas				
Tratamiento	Método de conservación	1	2	3
1	Térmica	14	13	14
2	Térmica	14	12	14
3	Térmica	14	14	14
4	Térmica	13	14	14
5	Química	14	14	13
6	Química	14	12	14
7	Química	12	14	13
8	Química	13	14	13

Tabla 7. ANOVA de los resultados de la evaluación de pH

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	2.25	9	0.25	0.36	0.937
Tratamientos	2	7	0.29	0.41	0.880
Repeticiones	0.25	2	0.12	0.18	0.838
Error	9.75	14	0.70	CV=6,18%	
Total	12	23			

Gráfico 3. Histograma de los °Brix



Según los resultados obtenidos en la (Tabla 7), el valor de la prueba estadística de Fisher es de (0.410) menor que p valor (0.880), por

tanto nos indica que no existen diferencias significativas, para el estudio de las muestras entre los tratamientos en el (Gráfico 3).

Esto se debe a que los °Brix proporcionan una medida objetiva de la concentración de azúcares disueltos en un producto y de la idea del nivel de dulzura del mismo (Desrosier.1994).

Acidez total

Los resultados de la determinación del contenido de acidez total en los ocho tratamientos de la pulpa mixta se detallan en la (Tabla 8), considerando que estos datos con sus respectivas réplicas se insertaron en el programa estadístico Infostat.

Tabla 8. Determinación de acidez de los tratamientos para la elaboración de la pulpa mixta de tomate de árbol y naranjilla

Réplicas				
Tratamiento	Método de conservación	1	2	3
1	Térmica	2.4	2.3	2.4
2	Térmica	2.5	2.56	2.7
3	Térmica	1.9	2.5	2.5
4	Térmica	2.5	2.3	2.5
5	Química	2.4	2.6	2.8
6	Química	2.5	2.7	2.68
7	Química	2.71	2.5	2.56
8	Química	2.6	2.5	2.5

Fuente: Enriquez, M., Abad, C., Trujillo, R., Iza, J.

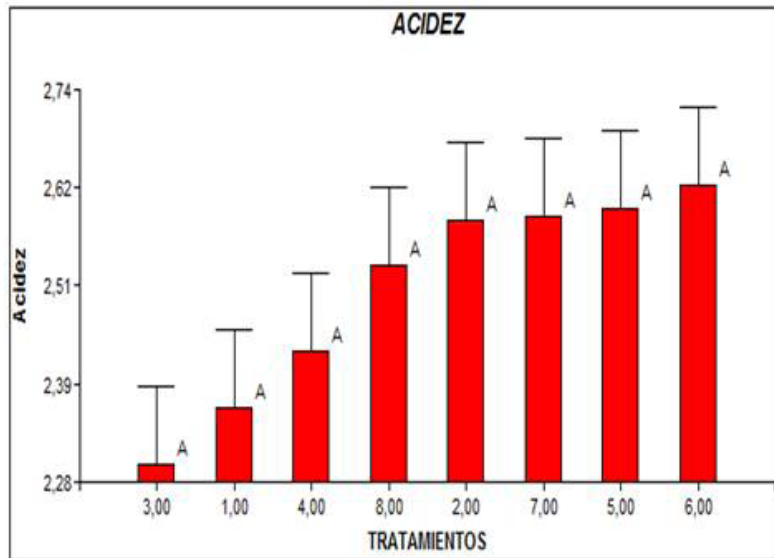
Los resultados de los tratamientos obtenidos se presentan en la (Tabla 8).

Tabla 9. ANOVA de los resultados de Acidez

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0.4	9	0.04393009	1.768	0.164
Tratamientos	0.31	7	0.04492321	1.808	0.164
Repeticiones	0.08	2	0.04045417	1.628	0.231
Error	0.35	14	0.02484464	CV=6,29%	
Total	0.74	23			

Fuente: Enriquez, M., Abad, C., Trujillo, R., Iza, J.

Gráfico 4. Histograma de la Acidez



Los resultados obtenidos en la (Tabla 9) nos indican que el valor de la prueba estadística de Fisher es mayor (1.808) que el p valor (0.164), por tanto, se deduce que no existe diferencia significativa entre los valores obtenidos de acidez expuestos en el gráfico 3. En la literatura está claro que la expresión de acidez en las frutas se refiere al ácido predominante (Fagundes 2006), y tal resultado puede conducir a una comprensión inadecuada en diferentes tipos y cantidades (Medeiros. 2009). Por lo tanto, la acidez de un producto alimenticio se utiliza como

un medio de conservación y una forma de mantener los alimentos seguros para el consumo. (Blouin & Guimberteau,2000).

Resultados de análisis microbiológicos

Para comprobar que la elaboración de la pulpa mixta se efectuó de la mejor manera y que no presenta ningún tipo de peligro para el consumidor, se procedió a realizar los correspondientes análisis microbiológicos, que se muestran en la (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de los análisis microbiológicos

DATOS GENERALES		PARAMETROS				
FECHA	TIPO DE MUESTRA	LEVADURAS	MOHOS	COLIFORMES TOTALES	E.COLI	RESULTADOS
03/12/2019	T1	<105 UFC	<0 UFC	<88 UFC	ND	CUMPLE

En la (Tabla 10) se puede visualizar que los resultados obtenidos de levaduras, mohos, coliformes totales, y *escherichia coli*, se encuentran dentro de los rangos establecidos, lo cual puede ser consumido de una forma segura, ya que no afectaría la salud del consumidor.

Conclusiones

La formulación de una pulpa mixta en base a dos frutas de diferente valor nutricional es factible y, según los resultados sensoriales, tiene buena aceptación en relación al color y sabor, dos parámetros que el cliente toma en cuenta al momento de consumir un producto.

Se determinó que la combinación de 60 % de tomate de árbol y 40 % de naranjilla, bajo el método de conservación térmica, cumple con los parámetros físico químicos y microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2337.

Se recomendaría investigar nuevas formulaciones con otras frutas, y la combinación de las mismas, para generar de esta manera nuevas alternativas que sean apetecidas por los potenciales consumidores, que generen competitividad con las pulpas existentes actualmente en el mercado.

Referencias bibliográficas

Alvarado, E. (2011). *Estudio de proceso de producción de pulpas de frutas combinadas pasteurizadas y congeladas a mediana escala*. ESPOL.

Andrade, M. J., & Moreno, C. (2015). Caracterización de la Naranjilla (*Solanum Quitoense*) común en tres estados de madurez. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 215- 221.

Becerril, R. (2016). Descripción Agronómica. *Agroproductividad del cultivo de tomate de árbol*, 78-86.

Blouin, J.; Guimberteau, G. (2006) *Maturation et maturité des raisins*. Bordeaux: Éditions Féret. 151p.

CEPAL, FAO, IICA. (2015). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Available in: (<http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/b3695e.pdf>).

Codex. (1995). Normas del codex Stan 192. *Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios*.

Decker, E.A. (1997). Phenolics: Prooxidants or antioxidants. *Nutr. Rev* 55(11): 396-407.

Desrosier, A. (1994). *Introducción a la Tecnología de los Alimentos*. Editorial CECOSA. México.

Enríquez, M. Perez, M & Montenegro K (2019). Formulation and evaluation of a pineapple and strawberry pasteurized pulp mix. *Revista Agroindustrial Science*, 61-65. DOI: (<http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.08>).

Enríquez, M. (2019). Obtención de productos frutícolas deshidratados; tomate de árbol (*Cypomandra betacea* L) y guayaba (*Psidium guajaba* L), mediante el empleo de un secador solar con colector plano. *Revista Per les Numero 22*, volumen 2.

Fernández, P., & Días, P. (2002). Investigación Cuantitativa y Cualitativa. *Cad Aten Primaria*, 9: 76-78.

Gracia, A. (2017). *Diseño de una cámara de congelación para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

FAO. (2011). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available in: (<http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf>).

Fagundes, A. F. et al. (2006) Aminoethoxivinilglicina no controle do amadurecimento de frutos de caqui cv. Fugy. *Rev. Brasileira Fruticultura*, v. 28, n. 1, p. 73-75.

GAD. (2011). *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa*. Obtenido de (http://gpsantarosa.gob.ec/napo/?page_id=594).

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2016). Ecología del cultivo de la naranjilla. Obtenido de Repositorio Digital INIAP: (<http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/852/4/iniapscmt77c1.pdf>).

Medeiros, P. V. Q. et al. (2009) Physical-chemical characterization of atemóia fruit in different maturation stages. *Revista Caatinga*, v.22, n.2, p.87-90.

Meza. N. Manzano. J. (2009). Características del fruto de tomate de árbol (*Cypomandra betacea* [Cav.] Sendtn) basadas en la colaboración del arilo, en la zona andina venezolana. *UDO Agrícola*, 9(2), 289-294.

NTE INEN 2337 (2008). Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. Quito, Ecuador.

Ordóñez RM, Vattuone MA, Isla MI.(2004) Changes in carbohydrate content and related enzyme activity during *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn. fruit maturation. *Postharvest Biology and Tech- Sendtn. fruit maturation. Postharvest Biology and Technology*. (35): 293-301.

Reyes-Carmona, J.; Youssef, G.G.; Martínez-Peniche, R.; Lila, M.A. (2006). Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *J Food Sci* 70(7): 497-503.

Saltos, H. (2010). *Analisis en el desarrollo de alimentos procesados*. Ambato: Pedagógica Freire.

Villamizar F. (2001). Manejo tecnológico poscosecha de frutas y hortalizas. Manual de prácticas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Viteri, P. (1999). Guía de Cultivos en el Ecuador. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones. Editorial Quito, EC: INIAP, Quito. Ecuador. 183 pp.

Como citar este artículo

Enriquez, M., Abad, C., Trujillo, R., Iza, J., (2020). Formulación y evaluación de una pulpa mixta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y naranjilla (*Solanum quitoense* L), con conservación química y térmica, en la parroquia Santa Rosa, Cantón El Chaco, Provincia de Napo. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*. 9 (2). 30-42

**Uso medicinal y conocimientos
ancestrales
de *Monnina crassifolia* (Bonpl.)
Kunth; Polygalaceae**





Uso medicinal y conocimientos ancestrales de *Monnina crassifolia* (Bonpl.) Kunth; Polygalaceae

Medicinal use and ancestral knowledge of *Monnina crassifolia* (Bonpl.) Kunth; Polygalaceae

- María F. López, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Ibarra, Ecuador) (mflopez2@pucesi.edu.ec)
- Moraima C. Mera. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Ibarra, Ecuador) (mmera@pucesi.edu.ec)
- Luz M. Cañamar. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Ibarra, Ecuador) (lcanamar@pucesi.edu.ec)
- Luis Haro. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Ibarra, Ecuador) (iharo@pucesi.edu.ec)

Resumen

Las enfermedades de alopecia o del cabello ocupan el segundo lugar dentro de las 15 más conocidas en afecciones capilares en Ecuador, que es uno de los países con mayor diversidad biológica y cultural. Los usos medicinales de las plantas juegan un papel importante en el bienestar de la población urbana y rural, por tal razón, las prácticas de los conocimientos ancestrales son las opciones terapéuticas más utilizadas en los sectores rurales de la Sierra Norte. El objetivo de esta investigación fue la identificación de las plantas de uso ancestral utilizadas para el tratamiento de enfermedades del cabello. El estudio se lo realizó en la comunidad de Angochagua, ubicada en la Provincia de Imbabura, Ecuador. Dentro de los participantes se tuvo a personas adultas, 22 hombres y 37 mujeres, que tienen conocimientos sobre plantas medicinales. El rango de edad de los informantes hombres fue de 15 a 85 años, mientras que las mujeres estuvieron en un rango de edad de 21 a 78 años. La información se obtuvo con previo consentimiento informado, además, se realizó entrevistas y encuestas, en las cuales se desarrolló el cuestionario U-PlanMed. Entre los resultados se identificaron tres especies de plantas y sus aplicaciones terapéuticas en enfermedades del cabello. Como conclusión de la investigación se tiene que el 80% de la población utilizó plantas medicinales para el tratamiento de afecciones del cabello, siendo las más usadas la monnina crassifolia (Ivilán), aloe vera (sábila), salvia rosmarinus (romero).

Palabras clave: conocimientos ancestrales, etnobotánica, medicina, cuidado del cabello.

Abstract

Alopecia or hair diseases occupy the second place within the 15 best known in hair conditions in Ecuador. Ecuador is one of the countries with the greatest biological and cultural diversity, medicinal uses play an important role in the well-being of the urban and rural population, for this reason, the practices of ancestral knowledge are the most used therapeutic options in the sectors rural areas of the northern highlands, therefore, the objective of this research was the identification of ancestral plants used for the treatment of hair diseases. The study was carried out in the Community of Angochagua located in the Province of Imbabura, Ecuador. Among the

Recibido:05/05/2020 • Revisado:26/08/2020 • Aceptado: 16/09/2020 • Publicado:20/12/2020
 © 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
 Disponible gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



participants there were adults, 22 men and 37 women who had knowledge about medicinal plants. The age range of the male informants was 15 to 85 years, while the women were in an age range of 21 to 78 years. The information was obtained with prior informed consent, in addition, interviews and surveys were conducted, in which the U-PlanMed questionnaire was developed. Among the results, 3 species of plants and their therapeutic applications in hair diseases were identified. As a conclusion of the investigation, it is found that 80% of the population used medicinal plants for the treatment of hair conditions, the most used being *Monnina Crassifolia* (Ivilán), *Aloe vera* (Aloe Vera), *Salvia rosmarinus* (rosemary).

Keywords: ancestral knowledge, ethnobotany, medicine, hair care.

Introducción

El uso de la medicina ancestral en el Ecuador conforma el sistema médico tradicional de las comunidades indígenas y actualmente se constituye en el centro de atención para la creación de fármacos dentro del sistema de salud del país.

Los servicios de la medicina ancestral presentan una demanda en crecimiento, la cual es utilizada como una alternativa para mantener la salud, prevenir y tratar enfermedades, especialmente en las zonas rurales o semi urbanas. Conscientes de esta realidad, la Organización Mundial de la Salud reconoce a la medicina ancestral como una práctica dentro de la medicina comunitaria y recomienda aplicar políticas y directrices que permitan atender las necesidades de salud rural.

En Ecuador las enfermedades de alopecia o del cabello ocupan el segundo lugar dentro de las 15 más conocidas en afecciones capilares. Afecta especialmente a hombres y mujeres, y se considera como una enfermedad nada grave, razón por la cual la población general convive con este problema. A pesar de ser una patología muy común, no ha recibido la debida atención porque la población urbana no encuentra una solución, lo antes mencionado explica los pocos estudios e importancia que se le da a este tipo de afecciones.

Las plantas medicinales utilizadas ancestralmente tienen múltiples aplicaciones terapéuticas en la medicina tradicional. Esta investigación tiene por objetivo identificar las plantas medicinales que se utiliza en las comunidades rurales para la prevención, tratamiento y curación de las enfermedades en el cuero cabelludo.

Materiales y métodos

A continuación, se detalla la metodología utilizada en la investigación:

Trabajo de campo

Para el estudio etnobotánico se llevaron a cabo conversaciones con habitantes de la comunidad rural con el fin de informarlos acerca de los objetivos del estudio.

Para la determinación del tamaño de la muestra de informantes se empleó la cartográfica temática del Instituto Geográfico Militar (IGM), a una escala 1:50000, con referencia a capas de delimitación y geodistribución de las viviendas dentro de la comunidad, ubicando un total de 225 viviendas a visitar.

Para la selección de las viviendas a encuestar se utilizó el método del centroide y distribución sistemática a través de la generación de una rejilla de 1000 m x 1000 m donde se seleccionaron las casas cercanas a la intercepción de los ejes, sumando un total de 45 domicilios a muestrear, que corresponde al 19.5% dentro del área rural.

Por ser un estudio cualicuantitativo, se utilizó como técnicas de investigación la observación directa y la encuesta, para lo cual se utilizó el cuestionario U-PlanMed.

Se obtuvo una muestra representada por 22 hombres y 37 mujeres, quienes tienen conocimientos sobre plantas medicinales. El rango de edad de los informantes hombres fue de 15 a 85 años, mientras que las mujeres estuvieron en un rango de edad de 21 a 78 años.

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas en las que se indagó sobre las plantas empleadas para tratar alguna enfermedad, los usos medicinales tradicionales, métodos de preparación, vía de administración y partes de la planta. Además, se obtuvo información sobre aspectos socioculturales tales como la edad y sexo.

Se utilizó una prueba de Chi-cuadrado (χ^2) para determinar las diferencias significativas en la importancia de las partes de las plantas usadas por la comunidad (hojas, tallo, raíz, flor, fruto, corteza, planta completa), el tipo de preparación (infusión, emplasto,

jugo, cocción, macerado, triturado), la vía de administración (bebida, comida, baños, uso externos), el conocimiento de las especies por rangos de edad (rango I: entre 15 y 35 años, $n = 25$; rango II: entre 36 y 85 años, $n = 25$) y el sexo de las personas entrevistadas. Colecta de muestra botánica

Para la colecta, secado, deshidratado y almacenamiento de la muestra se utilizaron los protocolos del Herbario de la PUCE-SI:

a) Recolección: Se realizaron tres colectas de corteza de raíz de *Monnina crassifolia* en la comunidad de Angochagua, localizada coordenadas geográficas $0^{\circ} 16' 47''$ de latitud Sur y $78^{\circ} 02' 10''$.

La comunidad de Angochagua posee una población total al 2015 de 3017 habitantes, con una extensión de 12.392 ha (123 km²). Sus límites son al norte: Ibarra y La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, al sur: parroquia Olmedo, cantón Cayambe, provincia de Pichincha. Al este: parroquia San Pablo del Lago y González Suárez, cantón Otavalo, provincia de Imbabura.

Figura 1. Mapa de ubicación de la comunidad de Angochagua



Fuente. Sandoval, H., (2017).

b) Secado.- las muestras en el Herbario de la PUCE-SI se desinfectaron rociando alcohol potable al 96%, luego se prensó la planta en papel periódico, papel filtro y tablas triplex. A continuación, se envolvió el paquete prensado en funda plástica para ingresar a cuarentena en el cuarto frío por un período de 48 horas a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

c) Deshidratado.- Transcurrida la cuarentena se procedió a secar la planta por cuatro horas aproximadamente a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, tomando en cuenta que las hojas debían presentar una textura suave al terminar el secado. La humedad determinada en la planta fue de 78,37%.

Una vez separada cada parte de la muestra se sometió al deshidratador de marca TERMOKOOL por 20 minutos.

d) Almacenamiento.- Finalmente se pulverizó la muestra vegetal en un triturador de marca RETSCHGM 200 durante un minuto a 4500 revoluciones por minuto, resultando un peso de 270g.

Análisis de datos etnobotánicos

La información etnobotánica proporcionada por los habitantes del área de estudio, fue organizada en una base de datos, empleando una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2018.

Los porcentajes y frecuencias de las citaciones de las plantas medicinales asociadas al conocimiento tradicional, fueron utilizados para el análisis etnobotánico. Se emplearon tres índices para determinar la importancia de las diferentes especies identificadas en el área de estudio.

Índice de valor de uso de especies. Este índice expresa la importancia o valor cultural de una especie determinada para todos los informantes entrevistados. Para estimar el índice de valor de uso general de cada

especie para todos los informantes (IVUs) se utilizó la fórmula:

$$IVUs = \frac{\sum iVUis}{Ns}$$

Dónde: VUis= valor de uso de la especie por cada informante, y Ns= es el número de informantes para cada especie.

Conocimiento relativo de la especie por varios encuestados (RVU).

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$RVU = \frac{\sum \frac{VUis}{IVUs}}{Nsp}$$

Dónde: VUis= valor de uso de la especie por cada informante, IVUs= es el índice de valor de uso de la especie, y Nsp= es el número de especies.

Nivel de uso significativo Tramit (UST).

Para estimar el nivel de uso significativo para cada especie y verificar su aceptación cultural se utilizó la metodología propuesta por (Germosén, R. 1995).

Esta metodología expresa que aquellos usos medicinales que son citados con una frecuencia superior o igual al 20%, por las personas encuestadas que usan plantas como primer recurso para un determinado problema de salud, pueden considerarse significativos desde el punto de vista de su aceptación cultural y, por lo tanto, merecen su evaluación y validación científica. El UST se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$UST = \frac{\text{Uso especie (s)}}{Nis} \times 100;$$

Dónde: Uso especie (s) = número de citas para cada especie, y Nis = número de informantes encuestados.

Resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en la investigación:

Inventario etnobotánico

En el área estudiada se obtuvo registros de un total de 75 especies de plantas medicinales identificadas hasta nivel de especie, distribuidas en 22 familias y 32 géneros.

Las familias con mayor número de especies medicinales en todo el estudio fueron Asteraceae, seguida por Lamiaceae, Apiaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Poaceae y Rutaceae, finalmente la Poligalaceae.

En cuanto a la forma de obtención del recurso vegetal la mayoría de encuestados (92%) acceden a las plantas medicinales mediante cultivos en huertos caseros, y el resto de entrevistados acceden a estas a través de la compra en mercados locales.

Entre las especies se identificaron tres plantas y sus aplicaciones terapéuticas en enfermedades del cabello, siendo las más usadas la *Monnina Crassifolia* (Ivilán), *Aloe vera* (Sábila), *Salvia rosmarinus* (romero).

Análisis de especies de uso en patologías del cabello.

Se analizó tres especies de plantas que tienen aplicación en la prevención, control y tratamiento de enfermedades del cuero cabelludo.

Tabla 1. Especies de plantas medicinales y sus aplicaciones en el cabello.

Nº	Nombre científico	Familia	Nombre común	Aplicaciones terapéuticas
1	<i>Monnina Crassifolia</i>	Polygalaceae	Ivilán	Crecimiento capilar, eliminación de canas, eliminación de caspa
2	<i>Aloe vera</i>	Asphodelaceae	Sábila	Crecimiento capilar, eliminación de grasa
3	<i>Salvia rosmarinus</i>	Lamiaceae	Romero	Fortaleza de la raíz del cabello

En la (Tabla 1) se puede observar que existen tres especies que son utilizadas para mejorar las afectaciones por enfermedades del cuero cabelludo.

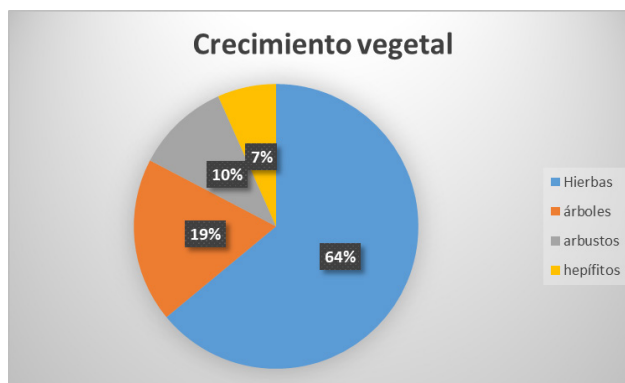
Partes de las plantas utilizadas para la medicina

Después del análisis de las encuestas realizadas en la comunidad de Angochagua se evidenció que las hojas son las estructuras más utilizadas en la preparación de la medicina, representando el 80.7% del total de menciones, seguido por la utilización del tallo (11.0%), la raíz (4%), toda la planta (2.7%), flores, cristales, corteza y fruto (1.6% cada

uno). La prueba de χ^2 muestra que existen diferencias significativas en la importancia de las partes usadas por la comunidad ($X^2_{cal} = 350.5$, $X^2_{th} = 13.07$, $gl = 7$, $p < 0.001$).

Clasificación de formas de crecimiento vegetal

Se pudo evidenciar que, del total de plantas medicinales mencionadas ($n = 75$), 48 especies corresponden a las hierbas y representan un 64%, mientras que los árboles, arbustos, y epífitos están representados por 14 (18,66%), 8 (10,66%) y 5 (6,66%) especies respectivamente.



Vía de administración más empleada

La vía de administración más empleada es la bebida con un 79,0%, seguida del uso externo con un 10,3%, la comida con 8,0% y el baño con 2,7%.

El análisis de la prueba de χ^2 muestra que existen diferencias significativas en las vías de administración de las plantas medicinales por la comunidad (χ^2 cal = 160,80, χ^2 th = 6,90, gl = 2,9 $p < 0,001$).



Conocimiento de las especies de acuerdo al sexo y rango de edad de los informantes

En relación con la información recopilada de acuerdo al sexo de las personas de la comunidad encuestadas se registró un total de 64 especies mencionadas por las mujeres y 60 especies por los hombres. La prueba de χ^2 muestra que no existen diferencias significativas en el conocimiento de hombres y mujeres en el número de plantas de uso medicinal conocidas (χ^2 cal = 0,001, χ^2 th = 2,74, gl = 1, $p = 1,0$).

diferencias significativas en el conocimiento entre los dos rangos de edad en el número de plantas de uso medicinales conocidas (χ^2 cal = 0,373, χ^2 th = 3,84, gl = 1, $p = 0,541$).

Por rangos de edad se encontró que las personas más jóvenes (rango 1) conocen 22 especies de uso medicinal, una menor cantidad que las personas de mayor edad (rango 2), quienes conocen 53 especies. La prueba de χ^2 muestra que no existen

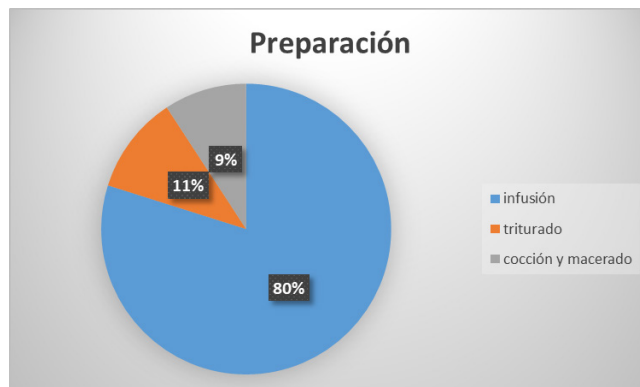
Preparación, vías de administración y categorías de uso de las plantas medicinales

Las formas de preparación para el uso de las plantas medicinales en la comunidad de Angochagua son variadas, la mayoría de las preparaciones son realizadas en forma de infusión (80.5%), seguido del triturado con un porcentaje de (11.0%) y en forma de emplasto, jugo, cocción y macerado con un porcentaje de 9.3% cada una.

La prueba de χ^2 muestra que existen diferencias significativas en las formas de preparación de las plantas medicinales por

la comunidad ($X^2_{cal} = 2898.15$, $X^2_{th} = 10.08$, $gl = 4$, $p < 0.001$). En relación con la información recopilada las personas

de la comunidad de Angochagua utilizan principalmente plantas frescas en el momento del preparado.



Conocimiento relativo de las especies por los informantes

El índice de conocimiento relativo de las especies por varios encuestados (RVU) y el nivel de uso significativo (UST) permitieron identificar la importancia de cada una de las 75 especies de plantas medicinales reportadas para esta investigación.

Las especies más importantes para los pobladores de la comunidad de Angochagua, de acuerdo a los índices antes mencionados, fueron: la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*; RVU:0.65; UST: 53%), el orégano (*Origanum vulgare*; RVU:0.60; UST: 50%), la hierba buena (*Mentha sativa*; RVU:0.56; UST: 48%), la menta (*Mentha rotundifolia*; RVU:0.45; UST: 38%), el toronjil (*Melissa of cinalis*; RVU:0.30; UST: 32%).

Entre las especies importantes en conocimientos ancestrales y que han perdido su uso tradicional se tiene al Ivilán (*Monnina crassifolia*; RVU:0.15; UST: 10%), siendo esta la especie a estudiar en cuanto a sus principios activos para revalorizar su conocimiento ancestral.

Descripción morfológica y taxonómica de la *Monnina crassifolia*

La familia *Polygalaceae* es utilizada en la medicina herbal como expectorante

estimulante, diurético y diaforético. Debido a un alto contenido de saponinas y propiedades antifúngicas, varias especies de *Monnina* a menudo se han utilizado como champú anticaspa en América tropical (Eriksen & Persson, 2007). Como ejemplo, la especie africana *Securidaca longepedunculata*, perteneciente a la familia Polygalaceae, tiene hasta 100 propiedades médicas, destacando principalmente la inhibición selectiva de la replicación del VIH (Mahmood *et al.*, 1993).

El género *Monnina* perteneciente a la subfamilia *Polygaleae* fue bautizado por los botánicos españoles Ruiz y Pavón sobre un grupo de plantas de Perú y Chile (Ruiz, López, & Pavón, 1798). Para la descripción del género *Monnina* se tomó como referencia a especies descritas por la revista del Instituto Botánico Darwinion en Argentina, detallando al género como plantas con hojas simples, alternas, brevemente pecioladas, inflorescencia en racimo simple, espiciforme, flores pequeñas, blanco-amarillentas, o rosado-verdosas, con cinco sépalos de prefloración quincuncial, dos externos, uno interno y dos laterales. Fruto una sámara 1-2 seminada, generalmente reticulada, a lada o sin alas, glabra o pubescente. Raíz generalmente perpendicular, ramificada y cilíndrica de color castaño oscuro o claro, marrón oscura y amarillo. Semillas piriformes, comprimidas o no, con tegumento tenue y delgado rostro en el ápice (Grondona, 1945).

Este género es únicamente americano y se extiende desde el Sur de Estados Unidos hasta el centro de Chile y la Plata. En el Ecuador el género *Monnina* tiene especie unas 150 especies arbustivas. Se encuentran unas 32 variedades, mejor representadas en la zona andina; sobre los 2400 m se han registrado 24 especies arbustivas.

Existe una gran variedad de usos en el género, dentro del cual cabe recalcar la especie *Monnina obtusifolia*, la cual se utiliza en la medicina tradicional de Ecuador como un antifúngico, antitumoral, antiséptico, antiperiodontitis y limpiador de piel (Pinto, Fuzzati, Chiriboga, & Hostettmann, 1994).

Monnina crassifolia es un arbusto que mide hasta 1,5 m de alto. Las hojas son alternas, lanceoladas, miden hasta 6 cm de largo, siendo gruesas. La inflorescencia tiene numerosas flores, miden hasta 6 cm de largo, tienen la forma de mariposa, de color azul o azul-morado, uno de los pétalos, llamado "quilla", tiene la punta amarilla. Los frutos son carnosos, con forma de elipse o de fréjol, miden hasta 8 mm de largo, de color vino morado y verde en la base cuando están inmaduros, de color negro-morado cuando están maduros (Eriksen, 1993).

Tiene uso medicinal como antibacteriano al utilizarse como jabón y medioambiental debido a que, la planta se usa como cerca viva o para hacer leña.

Discusión

Las plantas han sido la base de los sistemas de medicina tradicional que han existido desde hace miles de años. Incluso en los tiempos modernos, los sistemas basados en plantas siguen desempeñando un papel esencial en el cuidado de la salud (Chivian, 2002).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11% de fármacos básicos

y esenciales son exclusivamente de origen vegetal obtenidos a partir de precursores naturales (Rates, 2001).

Según la misma organización, alrededor del 65-80 % de la población mundial en los países en desarrollo, debido a la pobreza y la falta de acceso a la medicina moderna, depende esencialmente de las plantas para su atención primaria de salud. Sin embargo, algunas plantas han sido estudiadas científicamente para la evaluación de su calidad, seguridad y eficacia (Calixto, 2005).

América Latina ofrece una gran diversidad de plantas y cultivos estacionales únicos, debido principalmente a la presencia de áreas naturales como la cordillera de los Andes, la selva Amazónica y los bosques tropicales y subtropicales de América Central. Varios informes científicos han señalado el potencial terapéutico de ciertas plantas y alimentos de esta área (Ranilla, Kwon, Apostolidis, & Shetty, 2010).

La comunidad de Angochagua es una de las comunidades que guarda sus conocimientos ancestrales en la Sierra Norte del Ecuador, teniendo como resultado un total de 75 especies de plantas medicinales reportadas como índice de conocimiento relativo de las especies por varios encuestados (RVU).

Entre las especies importantes en conocimientos ancestrales cuyo uso tradicional se ha perdido se tiene al livilán (*Monnina crassifolia*; RVU:0.15; UST: 10%), siendo esta la especie a estudiar en cuanto a sus principios activos para revalorizar su conocimiento ancestral.

Conclusión

En la investigación realizada en la comunidad de Angochagua, el índice de diversidad de cultivos tiene un valor 2.4, siendo un valor alto comparado con otras zonas del planeta que oscila entre 1.5 y 2.0. Las regiones con

un índice superior a 2.0 determinan una diversidad etnobotánica en el uso de chacras ancestrales.

En relación con la información recopilada de acuerdo con el sexo de las personas de la comunidad encuestadas se muestra que no existen diferencias significativas en el conocimiento de hombres y mujeres en el número de plantas de uso medicinal conocidas ($X^2_{cal} = 0,001$, $X^2_{th} = 2,74$, $gl = 1$, $p=1.0$).

Monnina crassifolia es la especie que más ha perdido el uso tradicional, teniendo como resultado RVU: 0.15; UST: 10%, siendo esta la especie a estudiar en cuanto a sus principios activos para revalorizar su conocimiento ancestral.

Referencias bibliográficas

Bashir, A., Hamburger, M., Gupta, M. P., Solis, P., & Hostettmann, K. (1992). Biphenyls and a xanthone from *Monnina sylvatica*. *Phytochemistry*, 31(9), 3203-3205.

Calixto, J. B. (2005). Twenty- ve years of research on medicinal plants in Latin America: a personal view. *Journal of ethnopharmacology*, 100(1), 131-134.

Ciof, G., Dal Piaz, F., De Caprariis, P., Sanogo, R., Marzocco, S., Autore, G., & De Tommasi, N. (2006). Antiproliferative Triterpene Saponins from *Entada africana*. *Journal of Natural Products*, 69(9), 1323-1329.

Chivian, E. (2002). Biodiversity: its importance to human health. *Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Cambridge, MA*.

Eriksen, B. (1993c). A revision of *Monnina* subg. *Pterocarya* (Polygalaceae) in northwestern South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 191-207.

Eriksen, B., & Persson, C. (2007). Polygalaceae. *Flowering Plants* • Eudicots, 345-363.

Fu, G.-M., Wang, Y.-H., Gao, S., Tang, M.-J., & Yu, S.-S. (2005). Five new cytotoxic triterpenoid saponins from the roots of *Symplocos chinensis*. *Planta medica*, 71(07), 666-672.

Grondona, E. M. (1945). Las especies argentinas del género *Monnina* (Polygalaceae). *Darwiniana*, 7(1), 1-37.

Germosén-Robineau L. (1995) Hacia una farmacopea vegetal caribeña. Edición TRAMIL 7. Enda - Caribe, UAG & Universidad de Antioquia. Santo Domingo; (4-5).

Hidalgo, P. (2017), Aislamiento e identificación de metabolitos secundarios a partir de la raíz de la especie *Monnina crassifolia* (L'vilán) (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

Kinghorn, A. D. (1992). Plants as sources of medicinally and pharmaceutically important compounds *Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture* (pp. 75-95): Springer.

Lepore, L., Malafronte, N., Condero, F. B., Gualtieri, M. J., Abdo, S., Dal Piaz, F., & De Tommasi, N. (2011). Isolation and structural characterization of glycosides from an anti-angiogenic extract of *Monnina obtusifolia* HBK. *Fitoterapia*, 82(2), 178-183.

Lu, Y., Umeda, T., Yagi, A., Sakata, K., Chaudhuri, T., Ganguly, D., & Sarma, S. (2000). Triterpenoid saponins from the roots of tea plant (*Camellia sinensis* var. *assamica*). *Phytochemistry*, 53(8), 941-946.

Mahmood, N., Moore, P., De Tommasi, N., De Simone, F., Colman, S., Hay, A., & Pizza, C. (1993). Inhibition of HIV infection

by caffeoylquinic acid derivatives. *Antiviral Chemistry and Chemotherapy*, 4(4), 235-240.

Olugbade, T. A., Ogundaini, A., Birlirakis, N., Païs, M., & Martin, M.-T. (2000). Petersaponins III and IV, triterpenoid saponins from *Petersianthus macrocarpus*. *Journal of Natural Products*, 63(5), 716-719.

Pinto, D. C., Fuzzati, N., Chiriboga, X., & Hostettmann, K. (1994). Xanthone and antifungal constituents from *Monnina obtusifolia*. *Phytochemistry*, 37(3), 875-878.

Sandoval, H., (2017). Plan de desarrollo Territorial de la Parroquia de Angochagua. Ecuador, *Gobierno Autònomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Angichagua*. 11-20.

Ranilla, L. G., Kwon, Y.-I., Apostolidis, E., & Shetty, K. (2010). Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource technology*, 101(12), 4676-4689.

Rao, S. R., & Ravishankar, G. (2002). Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology advances*, 20(2), 101-153.

Rates, S. M. K. (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon*, 39(5), 603-613.

Ruiz, H., López, H. R., & Pavón, J. (1798). *Systema vegetabilium orae peruviana et chilensis*: Typis Gabrielis de Sancha.

Como citar este artículo

López, M.F., Mera, M.C., Cañamar, L.M., Haro, L. Uso medicinal y conocimientos ancestrales de *Monnina crassifolia* (Bonpl.) Kunth; Polygalaceae. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*. 9 (2). 44-53

**Digestibilidad fecal aparente de ovinos
Blackbelly en la etapa
de engorde alimentados con forrajes
amazónicos**



Digestibilidad fecal aparente de ovinos Blackbelly en la etapa de engorde alimentados con forrajes amazónicos



Apparent fecal digestibility of Blackbelly sheep in the fattening stage fed with Amazonian forages



- Juan Carlos Moyano Tapia, Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad Estatal Amazónica. (Pastaza, Ecuador) (jmoyano@uea.edu.ec)
- Jenny Patricia Miguez Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica – Ecuador. (jmiguez@uea.edu.ec)
- Derwin Viafara Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica. (Pastaza, Ecuador) (dviafara@uea.edu.ec)
- Panblo Marini. Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional de Rosario. Rosario. Argentina (pmarini@unr.edu.ar)

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la digestibilidad aparente de cuatro dietas conformadas por forrajes de la Amazonía ecuatoriana en ovinos BlackBelly en la etapa de engorde. El trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica de la Universidad Estatal Amazónica. Se emplearon cuatro ovinos BlackBelly en la etapa de engorde con un peso inicial de 34 ± 2 kg y 11 meses de edad, y se alimentaron con cuatro tratamientos: T1 (maní forrajero 100%); T2 (maní forrajero 50% + king grass morado 50%); T3 (maní forrajero 50% + marandú 50%); T4 (maní forrajero 50% + king grass verde 50%). El experimento se llevó a cabo bajo un diseño experimental de cuadrado latino de 4×4 , se realizó ANOVA y la comparación de medias se hizo con la prueba Tukey (P 0,05). Las variables analizadas fueron: digestibilidad aparente de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB). Los coeficientes de digestibilidad aparente de la MS, MO y PB fueron altos y no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En relación al aprovechamiento de la FB el tratamiento T4 mostró el mayor valor. En conclusión, el empleo de dietas compuestas por maní forrajero, maní forrajero + king grass morado, maní forrajero + marandú y maní forrajero + king grass verde en la dieta de ovinos BlackBelly de engorde no afectó la digestibilidad aparente de la MS, MO y PB garantizando forrajes locales de óptimas características nutritivas para esta etapa.

Palabras claves: aprovechamiento de nutrientes, forrajes, ovinos de pelo, engorde.

Abstract

The objective of the work was to evaluate the apparent digestibility of four diets made up of forages from the Ecuadorian Amazon in BlackBelly sheep in the fattening stage. The experimental work was carried out at the Amazon Biodiversity Research, Postgraduate and

Recibido:26/05/2020 • Revisado:26/08/2020 • Aceptado: 16/09/2020 • Publicado:20/12/2020

© 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

Disponible gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



Conservation Center of the Amazon State University. Four BlackBelly sheep were used in the fattening stage with an initial weight of 34 ± 2 kg and 11 months of age, and were fed with four treatments: T1 (100% forage peanut); T2 (50% forage peanut + 50% purple king grass); T3 (50% forage peanut + 50% marandu); T4 (50% forage peanut + 50% green king grass). The experiment was carried out under an experimental design of a Latin square of 4×4 , ANOVA was performed and the comparison of means was made with the Tukey test ($P < 0.05$). The variables analyzed were: apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and crude fiber (CF). The apparent digestibility coefficients of the DM, OM and CP were high and did not show significant differences between treatments. In relation to the use of CF, the T4 treatment showed the highest value. In conclusion, the use of diets consisting of forage peanut, forage peanut + purple king grass, forage peanut + marandu and forage peanut + green king grass in the diet of fattening BlackBelly sheep did not affect the apparent digestibility of DM, OM and CP guaranteeing local forages of optimal nutritional characteristics for this stage.

Keywords: nutrient utilization, forages, hair sheep, fattening.

Introducción

En la Amazonía ecuatoriana existe una gran variedad de forrajes para la alimentación animal y pocos estudios relacionados con la digestibilidad aparente de dichos pastos. La materia seca es un componente de la calidad del forraje, tiene gran importancia para la producción animal, es la medida más importante para poder llevar a cabo inferencias con respecto al alimento y la respuesta animal. El consumo restringido de nutrientes es el factor limitante principal en la producción de los animales en pastoreo, especialmente en regiones tropicales, donde los animales están expuestos a cambios continuos en el estándar de suministro del alimento (Euclides *et al* 2000).

El buen rendimiento de los rumiantes depende de la actividad, habilidad y capacidad de sus microorganismos para degradar y utilizar los forrajes consumidos que se expresa en una mayor ganancia de peso diaria (González *et al* 2015). Las leguminosas incrementan la calidad del forraje consumido y actúan indirectamente al proveer nitrógeno a la gramínea acompañante. Más allá de estas ventajas de las leguminosas, el uso que tienen en el trópico es limitado. Esto se debe a la falta de persistencia de las leguminosas en

asociaciones, especialmente bajo pastoreo (Sandoval *et al* 2009).

Según Benítez *et al* (2017), hay tres factores importantes que tienen que ver con el valor nutritivo de las especies forrajeras: fertilidad del suelo, condiciones climáticas, edad fisiológica de la planta y manejo al que está sometida. A medida que madura, la planta pierde el valor nutritivo y afecta la digestibilidad. Se hace necesario conocer la interrelación planta-animal para poder entender y mejorar la producción y productividad del sistema agropecuario. El objetivo del trabajo fue evaluar la digestibilidad aparente de cuatro dietas conformadas por forrajes de la Amazonía ecuatoriana en ovinos BlackBelly en la etapa de engorde.

Materiales y Métodos

El trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica, situado en la Región Amazónica ecuatoriana, localizada en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo. La temperatura promedio es de 24°C , con

clima tropical húmedo y precipitación anual entre 3654.5 y 5516 mm (Uvidia *et al* 2014).

Manejo de los animales

Se utilizaron cuatro borregos BlackBelly, con un peso inicial de 34 ± 2 kg y 11 meses de edad (Foto 1). Antes de iniciar el experimento,

los animales fueron tratados contra parásitos externos e internos, suplementados con vitaminas, pesados y alojados en jaulas metabólicas con suministro de agua ad libitum (Foto 2).

Foto 1. Ovinos BlackBelly



Foto 2. Ubicación en jaulas metabólicas



Manejo del alimento

Se utilizó maní forrajero (*Arachis pintoi*), king grass verde (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), king grass morado (*Pennisetum purpureum*) y marandú (*Brachiaria brizantha*), sin riego ni fertilizante. Todos los forrajes bajo estudio tenían 45 días y se realizó un presecado por 48 horas antes de ofertar a los animales (Foto 3). Antes de

suministrar el alimento a los animales se hizo un picado uniforme con picadora de pasto y forraje marca TRAP JF 30-P (Foto 4) y se pesó cuidadosamente con una balanza electrónica marca Camry. El consumo de alimento se ajustó de acuerdo con el peso vivo de los animales. El alimento se ofreció a las 08:00 am y 15:00 pm, dividido en dos partes iguales.

Foto 3. Presecado de forrajes



Foto 4. Picadora de pasto y forraje



Tabla 1. Composición de las dietas experimentales (% base seca)

Aporte en nutrientes					
Tratamientos	Inclusión (%)	MS	MO	PB	FB
T1 Maní forrajero	100	52,4	89,21	19,99	30,08
T2 Maní forrajero + King grass morado	50 + 50	49,6	88,62	14,56	33,59
T3 Maní forrajero + Marandú	50 + 50	50,0	91,02	12,97	37,65
T4 Maní forrajero + King grass verde	50 + 50	52,0	89,57	14,91	53,31

Recolección de material fecal y análisis de laboratorio

El experimento estuvo constituido por cuatro períodos con una duración total de 48 días, los animales se adaptaron a las dietas por siete días y la recolección de heces se efectuó por cinco días consecutivos en cada

período. Para ello, se utilizaron arnés que se colocaron en los animales para poder recolectar la totalidad de las heces (Foto 5), luego se pesaron y una muestra de 100 g. se preservó a (-20 °C) hasta su análisis. El cálculo de nutrientes se efectuó de acuerdo a la fórmula de Herrera et al (2007):

$$CDFA (\%) = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} * 100$$

Análisis de componentes químicos

El análisis de componentes químicos de las dietas y las excretas se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la UEA. Se determinó: materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) y cenizas (AOAC, 2005). El contenido de materia orgánica (MO) se obtuvo al sustraer de 100 el porcentaje de cenizas.

Foto 5. Colocación de arnés en los animales



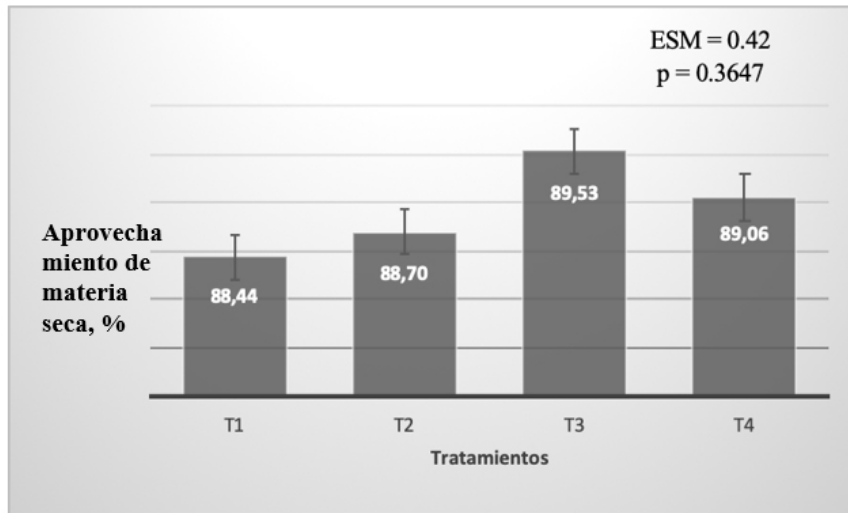
Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se manejó de acuerdo con un diseño cuadrado latino de 4*4. Para el análisis de los datos se usó el software estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo et al 2012). Donde hubo diferencias significativas, las medias se contrastaron con la prueba de Tukey con (p<0.05).

Resultados y Discusión

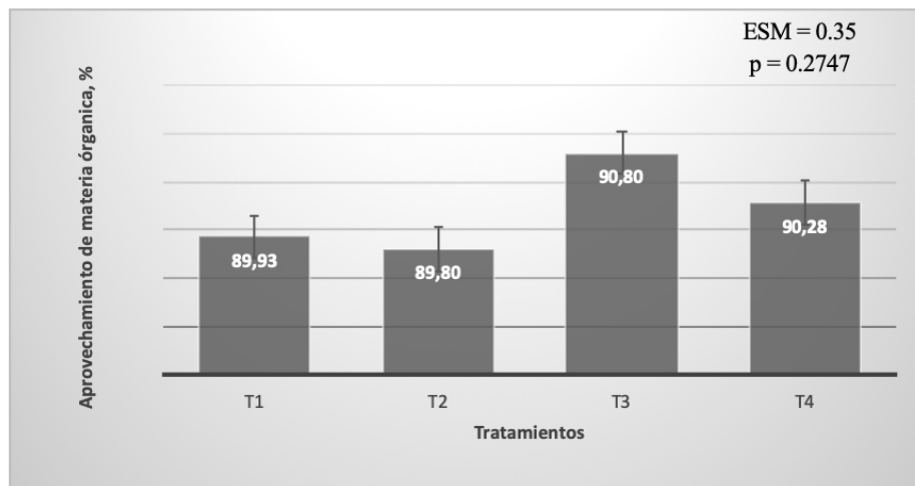
Los coeficientes de digestibilidad de la MS fueron altos y no hubo diferencia significativa (P>0,05) entre tratamientos (Figura 1). Estos resultados son similares a los obtenidos por Vargas et al (2016) en ovinos Pelibuey alimentados con dietas basadas en pasto saboya.

Figura 1. Digestibilidad aparente de la materia seca en ovinos BlackBelly



Se observó que los coeficientes de digestibilidad de MO fueron altos y no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) entre tratamientos (Figura 2).

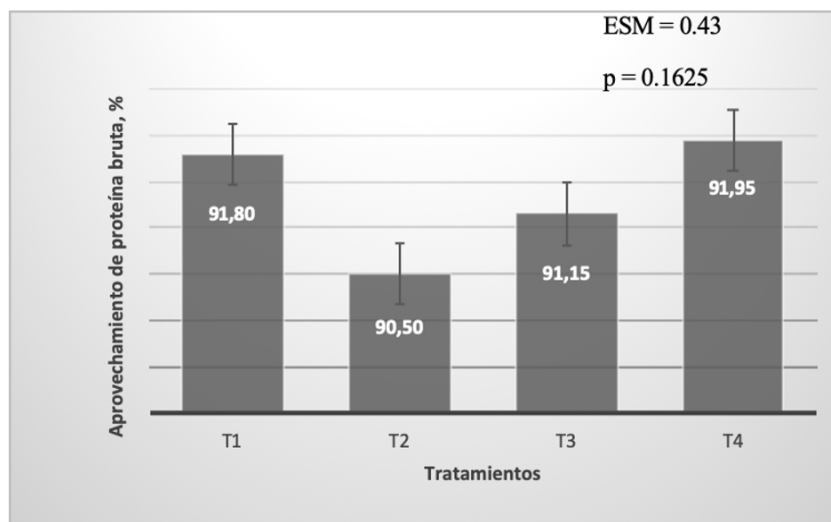
Figura 2. Digestibilidad aparente de la materia orgánica en ovinos BlackBelly



Respecto al aprovechamiento de la PB los coeficientes fueron altos y no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) entre tratamientos (Figura 3). Castellaro et al (2015) mencionan que es importante proporcionar un nivel de

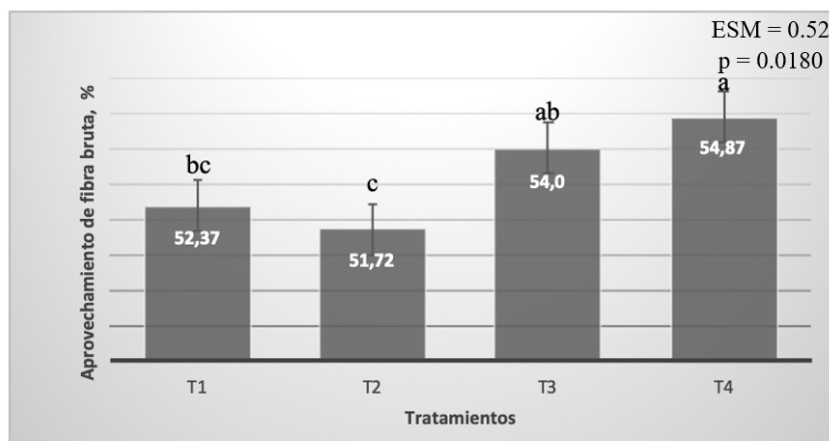
proteína adecuado en la dieta que permita mantener un buen desarrollo de la microflora ruminal y una adecuada absorción de aminoácidos a nivel del intestino.

Figura 3. Digestibilidad aparente de la proteína bruta en ovinos BlackBelly



Los coeficientes de digestibilidad de la FB presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos, el T4 presentó el mejor aprovechamiento, sin diferencias con el T3 (Figura 4). La diferencia podría atribuirse al proceso de lignificación de la pared celular de la planta, por consiguiente, a mayor lignificación disminuye el coeficiente de digestibilidad de la FB de los vegetales (Brown et al 1988; Van y Ledin 2001).

Figura 4. Digestibilidad aparente de la fibra bruta en ovinos BlackBelly



Conclusión

El empleo de dietas compuestas por maní forrajero, maní forrajero + king grass morado, maní forrajero + marandú y maní forrajero + king grass verde en la dieta de ovinos BlackBelly de engorde no afectó la digestibilidad aparente de la MS, MO y PB garantizando forrajes locales de óptimas características nutritivas para esta etapa.

Referencias bibliográficas

AOAC, 2005. Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis, 18th ed. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Arias, J. 2012. Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos *Pennisetum* para corte en la zona

- de Pichilingue Provincia de Los Ríos. Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador, pp. 74.
- Benítez E, Chamba H, Sánchez E, Parra S, Ochoa D, Sánchez J y Guerrero R. 2017 Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. *Bosques Latitud Cero*, 7(2): 83-89.
- Brown D, Salim M, Chavalimu E and Fitzhugh H. 1988. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. *Small Rumin. Res.*, 1(1): 59-65.
- Castellaro G, Orellana C y Escanilla J. 2015. Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino. Facultad de Ciencias Agronómicas - Universidad de Chile, Santiago, Chile, pp. 56.
- Di Rienzo J A, Casanoves F, Balzarini M G, González L and Robledo C W 2012 InfoStat v. 2012. (<http://www.infostat.com.ar/>).
- Euclides V, Cardoso E, Macedo M y Oliveira M 2000 Consumo voluntario de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob Pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6): 2200-2208.
- González R, Torres G y Arece J 2011 Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 15(3): 3-20.
- González H, Rojas S, Escalante L, Orozco A y Holguín C 2015 Digestibilidad *in vivo* en borregos. Efecto de la relación forraje-concentrado en la dieta y del grupo racial. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, pp. 34. ISBN: 978-607-520-157-3.
- Herrera A, Depablos L, López R, Benezra M y Ríos L 2007 Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. *Revista Científica, FCV-LUZ*, XVII (4): 372-379.
- Sandoval B, Valencia E, Rodríguez A and Randel P 2009 Voluntary intake and digestibility of guineagrass (*Panicum maximum*, Jacq.)-clitoria (*Clitoria ternatea* L Dne.) hay and rhodesgrass (*Chloris gayana*, Kunth) cv. Callide hay fed to sheep. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 93(1-2): 41-50.
- Uvidia H, Buestán D, Leonard I y Benítez D 2014 La distancia de siembra y el número de estacas en el establecimiento del *Pennisetum purpureum*. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(7): 1-8.
- Van N and Ledin I 2001 Performance of growing goats fed *Gliricidia maculata*. *Small Rumin. Res.*, 39(2): 113-119.
- Vargas J, Vivas R, Arteaga Y, García Y y Cevallos M 2016 Digestibilidad "In vivo" por ovinos Pelibuey a partir de dietas en base a Pasto Saboya. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(4): 1-12.

Como citar este artículo

Moyano, J.C., Miguez, J.P., Viafara, D., Marini, P., Digestibilidad fecal aparente de ovinos Blackbelly en la etapa de engorde alimentados con forrajes amazónicos. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*. 9 (2). 55-61



Amazonía, Conocimiento y Futuro

