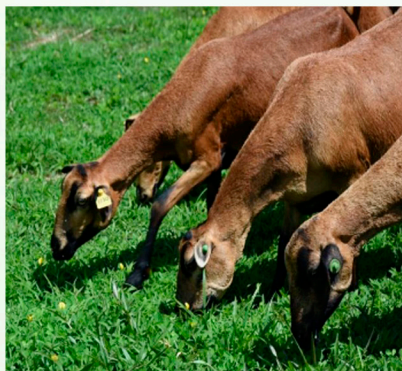


Sistemas productivos en ovinos de pelo en el trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación



Sistemas productivos en ovinos de pelo en el trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación

Publicado por: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Dir. Av. Quito km 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas,
Quevedo, Ecuador. www.uteq.edu.ec.

Derechos reservados: © Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador 2024.
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT).
Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros que no sean comerciales sin permiso escrito previo detentar el derecho de autor, mencionando la cita.

Cita del libro: Vargas, J.C; Moyano, J. C; y Sánchez, A.R. 2024. Sistemas productivos en ovinos de pelo en el trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación. Editorial Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Nro. 166 pg

Cita de los capítulos: Vargas, J.C; Moyano, J. C; y Sánchez, A.R. 2024. Sistemas productivos en ovinos de pelo en el trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación. (pp. 18-149). Editorial Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

Revisión de Pares Externos: Javier Dominguez Brito
Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuaria
Universidad Estatal Amazónica
Edison Oswaldo Samaniego Guzmán
Doctor en Ciencias Forestales
Universidad Estatal Amazónica

Primera Edición: Quevedo, Agosto del 2024

ISBN: 978-9942-666-14-7

Equipo Editorial: Econ. Carlos Edison Zambrano, Ph.D.
Director
Ing. Javier Patiño Uyaguari, M.Sc.
Revisión y Corrección
Ing. J. Bladimir Mora Macías
Edición y Diagramación

ISBN: 978-9942-666-14-7



Derechos de Autor © 2024

Julio César Vargas Burgos

Juan Carlos Moyano Tapia

Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño

► PRESENTACIÓN

El Comité Editorial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) es la unidad encargada de promover, gestionar y administrar el conocimiento resultante de las actividades de investigación científica, la docencia y la vinculación de docentes y estudiantes. Dentro del procedimiento para el reconocimiento al profesorado y estudiantado de la UTEQ se contempla la publicación como libros de proyectos de investigación o trabajos en el ámbito académico de profesores y estudiantes de grado y posgrado relacionados con las líneas de investigación institucionales.



► **Sistemas productivos en ovinos de pelo en el
trópico ecuatoriano: perfil mineral e
indicadores reproductivos y alimentación**

AUTORES:

Julio César Vargas Burgos

Juan Carlos Moyano Tapia

Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño



Autores de capítulos:

Verónica Andrade Y. PhD.

Universidad Estatal Península de Santa Elena -Ecuador

Yasiel Arteaga Crespo. PhD

Universidad Estatal Amazónica. Puyo -Ecuador

Guido Rodolfo Alvares P. M.Sc.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

I. Barbona. PhD.

Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

William Caicedo¹. PhD.

Universidad Estatal Amazónica. Puyo-Ecuador.

Marcelo Cevallos Vallejos. PhD

Universidad Técnica del Norte. Imbabura-Ecuador.

Esthela Elizabeth Corrales Sillo

Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión en La Mana-Ecuador.

María Laura Fischman PhD.

Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

J.P. Garzón M.Sc.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental del Austro, Gualaceo – Ecuador.

Yudel García Quintana. PhD

Universidad Estatal Amazónica. Puyo -Ecuador.

Juan Carlos Moyano Tapia. PhD.

Universidad Estatal Amazónica. Puyo -Ecuador.

Juan Carlos López. M.Sc.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Desarrollo Pecuario. Centro Nacional de Mejoramiento Genético y Productivo, El Rosario – Ecuador.

Ricardo Augusto Luna Murillo. M.Sc.

Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión en La Mana-Ecuador.

Pablo Roberto Marini PhD.

Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

Roberto Quinteros Pozo. PhD.

Universidad Técnica Ambato de Ambato -Ecuador

Adolfo Sánchez Laiño. PhD.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Ecuador
Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Jeniffer Sánchez Torres

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Nadia Sánchez Vélez

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Emma Torres Navarrete¹. PhD.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Ecuador
Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Alexandra Torres Navarrete. PhD.

Universidad Técnica de Babahoyo - Extensión en Quevedo-Ecuador.

Diana Lucia Vasco. PhD

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Julio Cesar Vargas Burgos. PhD.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo- Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador
Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

Kleber Estupiñán Véliz. PhD.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Roque Vivas Moreira. M.Sc.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador

Delsito Zambrano Gracia. PhD.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo -Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Quevedo -Ecuador.

Los autores dedican este libro a:

Los ganaderos y productores de ovinos de la Amazonía y del trópico ecuatoriano por sus grandes esfuerzos en enfrentar el día a día las dificultades los conflictos que apremian el trabajo del campo, citando a Cicerón un gran pensador que nos dice «De todos los oficios lucrativos ninguno es mejor ni más productivo ni más agradable ni más digno de un hombre libre que la agricultura»

Prólogo

A nombre del Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL) de su Dirección Ejecutiva tengo el privilegio de presentar el libro “Los sistemas productivos en ovinos de pelo en el trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación”, trabajo de múltiples autores. Es la aparición de este conjunto de trabajos o ensayos, que ha hilvanado información sobre la ganadería ovina amazónica y del trópico ecuatoriano y un conjunto de estudios sobre sistemas de producción, reproducción y alimentación, corresponde a un nuevo hito de la valiosa producción del CLEPL con las Universidades ecuatorianas, que cobra luz en esta sencilla pero significativa obra académica, que para mí especial satisfacción se publica en una Institución considerada como la primera Universidad Agropecuaria en el Ecuador, donde los investigadores trabajan para apoyar la construcción de una ciencia innovada.

La publicación de este libro, como todo alumbramiento, es a la vez que una realización consumada, la apertura hacia nuevos desafíos y horizontes del saber pecuario. Y es eso lo que precisamente se plantea “Los sistemas productivos en ovinos de pelo de la región amazónica y trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación”: por un lado la concreción de un viejo anhelo productores de ovinos de pelo y de científicos ecuatorianos iniciar la sistematización de estudios de los sistemas de producción realizados por investigadores en ovinos del país; y por otro la oportunidad de desarrollar inquietudes científicas más robustas que nos permitan avanzar en la comprensión de nuestro complejo y vital sistemas de producción ganadero. No voy aquí a repetir los argumentos que exponen en la introducción de la obra, y sobre cuya riqueza se tratara más adelante, quiero solamente esbozar una contextualización; ejercicio válido, no sólo en el estricto sentido metodológico de construir integralmente el objeto de estudio, en un espacio lleno de profundas desigualdades y contrastes agropecuarios, sino en el sentido de poner de relieve relaciones históricas que deben asumirse al constituir una ciencia contrahegemónica. Este libro “Los sistemas productivos

en ovinos de pelo de la región amazónica y trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación” aparece entonces en una era a la vez de amenaza y de promesa. Miramos ahora el horizonte con preocupación a la vez que con nuevos alientos. Preocupación porque es una época en que la agresiva expansión agroindustrial, ha puesto en jaque a nuestra soberanía alimentaria, sustentabilidad agropecuaria y el futuro de los pequeños productores, de cuya producción alimentaria depende no solamente la vida y valiosas reservas culturales del pueblo campesino, sino el acceso y autarquía alimentaria de nuestras colectividades urbanas y rurales. No hay proyecto, no hay agenda por la vida y por la justicia, que no estén atravesados por un desarrollo agropecuario en equidad y sustentable.

Dr. C. Pablo Roberto Marini. PhD

Presidente Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras



Introducción

La deforestación es un problema complejo que afecta a la población mundial en vista de que el equilibrio climático del planeta depende en gran parte de los bosques (Arévalo-Vizcaíno *et al.*, 2013). En los últimos años, los índices de deforestación tienden a retroceder en muchos países de Europa, América, Asia y Oceanía, sin embargo, en las mayores reservas de bosques naturales del mundo como en el caso de la Amazonía, sucede todo lo contrario (FAO, 2012). Las áreas tropicales representan la cuarta parte del Ecuador. El desarrollo de la ovinocultura ha sido lento en ellas; este campo ofrece un potencial enorme y diverso para implementar sistemas de producción de carne ovina. La actividad agropecuaria es una alternativa factible de desarrollarse en la Amazonía ecuatoriana sin afectar los bosques naturales. Para que ello ocurra con eficiencia, es imprescindible que se apliquen tecnologías de insumos y procesos que generen beneficios sociales, ambientales y económico productivos, sin perjudicar la sustentabilidad del sistema (Moyano *et al.*, 2019). Sarandón (2002) define sustentabilidad como un concepto complejo e interdisciplinario, para el cual no existen parámetros ni criterios universales o comunes de evaluación. Señala la necesidad de simplificar su complejidad a través de la obtención de valores claros, particulares y generales, conocidos como indicadores, de tal manera se transformen conceptos abstractos en términos operativos. En Ecuador existen 12,2 millones de hectáreas totales, de las cuales 6,03 millones de hectáreas (ha) son destinadas para la actividad agropecuaria y 6,16 millones de ha corresponden a conservación (MAG-SIPA, 2018).

La búsqueda de alternativas que permitan a los ganaderos de los sistemas productivos en ovinos de pelo de la región amazónica, trópico ecuatoriano construir proyectos de desarrollo sustentable en general, se deben considerar el profundo conocimiento de sus sistemas de producción, los cuales incorporan una complejidad de relaciones económicas, ambientales, sociales y culturales, bajo este contexto el presente libro se basa en el estudio perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación en ovinos tropicales en dos regiones ecuatorianas.

A continuación, se realiza una breve descripción acerca de los contenidos de cada uno de los seis capítulos en los cuales se ha distribuido este proyecto de investigación:

El capítulo I, hace referencia el perfil mineral e indicadores productivos y reproductivos de los ovinos de pelo donde se estudió el suero sanguíneo el contenido de calcio, fósforo y magnesio; en los indicadores reproductivos: la eficiencia reproductiva, Intervalo parto – parto (IPP) y prolificidad; dentro de los parámetros productivos: el peso de las madres. Por lo que se concluye que la utilización de suplemento mineral permitió mejores indicadores productivos, reproductivos y económicos.

Capítulo II, se relata sobre la situación actual Módulo Ovino Amazónico (MOAS). El objetivo fue evaluar la Sustentabilidad a través de indicadores de eficiencia. Los resultados obtenidos mostraron la sostenibilidad a través de indicadores de eficiencia productiva mostró resultados para sentar la base de comparaciones futuras.

Capítulo III, se relaciona con la propuesta de la investigación, aquí se presenta de manera detallada todas y cada una de las fases de la metodología de desarrollo de Caracterización de las concentraciones de macrominerales en sangre de ovejas Blackbelly para condiciones de pastoreo libre en la Amazonía Ecuatoriana.

Capítulo IV, se relata sobre la situación actual Valoración nutritiva del rastrojo de *Zea mays* y *Oryza sativa* para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano.

Capítulo V, se relaciona con la propuesta de la investigación, aquí se presenta de manera detallada todas y cada una de las fases Deterioro de las fuentes de agua en los sistemas de producción ganadero del piedemonte de la cordillera de los andes.

Capítulo VI, se relata sobre la situación actual Digestibilidad “In vivo” por ovinos Pelibuey a partir de dietas en base a Pasto Saboya.

Capítulo VII, se relaciona con la propuesta de la investigación, aquí se presenta de manera detallada todas y cada una de las fases de la metodología Composición química foliar en diferentes estados de madures de cinco pastos tropicales en el piedemonte de la cordillera occidental del Ecuador.

ÍNDICE

Prólogo.....	08
Introducción.....	10
CAPÍTULO I	
• Perfil mineral e indicadores reproductivos en ovinos de pelo de la región Amazónica ecuatoriana.....	17
CAPÍTULO II	
• Módulo ovino amazónico sustentable: indicadores de eficiencia productiva	74
CAPÍTULO III	
• Caracterización de las concentraciones de macrominerales en sangre de ovejas blackbelly para condiciones de pastoreo libre en la amazonía ecuatoriana.....	84
CAPÍTULO IV	
• Valoración nutritiva del rastrojo de zea mays y oryza sativa para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano.....	93
CAPÍTULO V	
• Deterioro de las fuentes de agua en los sistemas de producción ganadero del piedemonte de la cordillera de los andes.....	106
CAPÍTULO VI	
• Digestibilidad “in vivo” por ovinos pelibuey a partir de dietas en base a pasto saboya.....	133
CAPÍTULO VII	
• Composición química foliar en diferentes estados de madures de cinco pastos tropicales en el piedemonte de la cordillera occidental del Ecuador.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental de los grupos de trabajo en este estudio...	34
Tabla 2. Composición de las pasturas.....	37
Tabla 3. Aporte de minerales por parte del forraje ofrecido.....	38
Tabla 4. Calendario y Plan Sanitario por los rebaños en estudio.....	38
Tabla 5. Contenido de calcio sérico en ovejas madre de pelo.....	42
Tabla 6. Contenido de fósforo sérico en ovejas madre de pelo.....	42
Tabla 7. Contenido de magnesio sérico en ovejas madre de pelo.....	43
Tabla 8. Intervalo entre partos en el Grupo 1 y Grupo 2.....	45
Tabla 9. Pesos promedios \pm error estándar al nacimiento y al destete de los grupos analizados en el período de cuatro partos.....	45
Tabla 10. Pesos totales al nacimiento y al destete en kg por grupo y número de parto	46
Tabla 11. Pesos promedios, error estándar y pesos totales en kg de las ovejas por grupo y número de parto.....	47
Tabla 12. Valores promedios de los kilogramos ganados/kg de oveja mantenidos.....	47
Tabla 13. Variables productivas y reproductivas de ovinos de pelo según el grupo de alimentación (con y sin suplementación)....	48
Tabla 14. Cálculo económico anualizado para un modelo de 10 ovinos....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Raza Blackbelly amazonía ecuatoriana.....	23
Figura 2. Raza Pelibuey amazonía ecuatoriana.....	24
Figura 3. Mapa de ubicación de los corrales de ovinos dentro del CIPCA..	36
Figura 4. Cantidad de corderos nacidos según grupo y parto.....	44

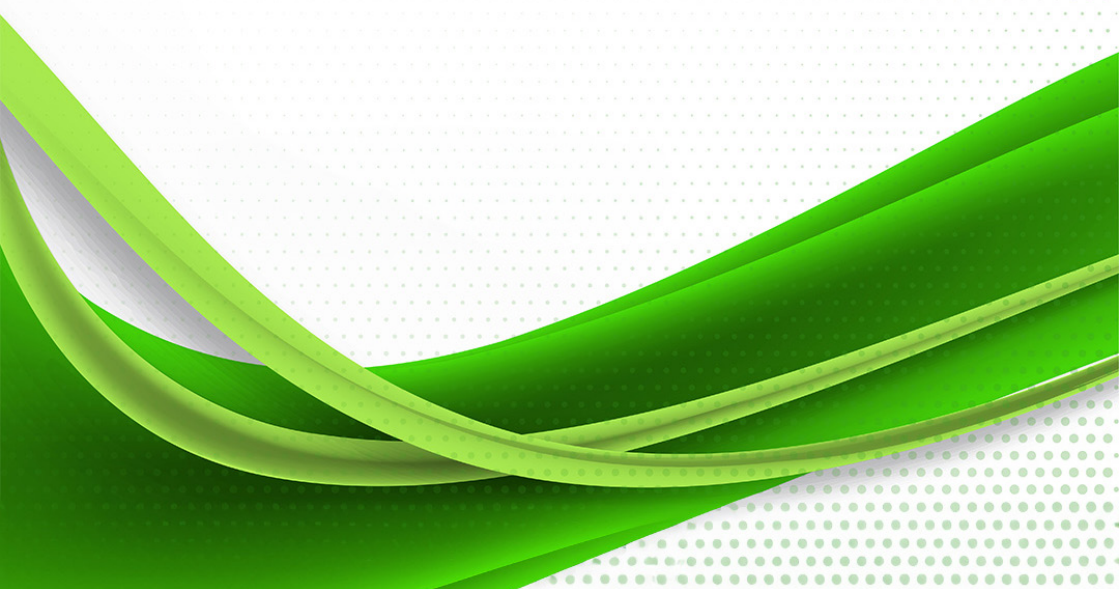
ABREVIATURAS

- ☛ **ADEVA:** Análisis de la Varianza.
- ☛ **Aprox:** Aproximadamente.
- ☛ **Ca:** Calcio.
- ☛ **CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- ☛ **cm:** Centímetros.
- ☛ **CMS:** Consumo de Materia Seca.
- ☛ **EE:** Error Estándar.
- ☛ **EE.UU:** Estados Unidos de Norteamérica.
- ☛ **EPP:** Edad al Primer Parto.
- ☛ **FAO:** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ☛ **GAD-Pastaza:** Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza.
- ☛ **Ha:** Hectárea.
- ☛ **HSD:** Honestly significant difference
- ☛ **INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censo (Ecuador).
- ☛ **INIAP:** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ecuador).
- ☛ **IPC:** Intervalo parto-concepción.
- ☛ **IPPC:** Intervalo parto-primer celo.
- ☛ **IPP:** Intervalo Parto-Parto.
- ☛ **K:** Potasio.
- ☛ **kg:** Kilogramo.
- ☛ **kg MS/ha/año:** Kilogramo de Materia Seca por hectárea por año.
- ☛ **km:** kilómetro.
- ☛ **km:** kilómetro cuadrado.
- ☛ **L:** Litros.
- ☛ **Mcal/kg MS:** Mega calorías por Kilogramo de Materia Seca.
- ☛ **MCPE:** Ministerio Coordinador de Política Económica (Ecuador).
- ☛ **Mg:** Magnesio.
- ☛ **Min:** minuto.

- ☛ **ml:** mililitro.
- ☛ **mmol/l:** milimol por litro.
- ☛ **msnm:** Metros sobre el nivel del mar.
- ☛ **Na:** Sodio.
- ☛ **NG:** Neoglucogénesis.
- ☛ **NRC:** National Research Council.
- ☛ **Pi:** Peso individual en kg.
- ☛ **P:** Fósforo.
- ☛ **Ph:** Potencial Hidrógeno, Indicador de Acides/Alcalinidad.
- ☛ **Pv:** peso vivo.
- ☛ **rpm:** revoluciones por minuto.
- ☛ **UNR:** Universidad Nacional de Rosario.
- ☛ **USA:** United States of America.
- ☛ **USDA-NASS:** United States Department of Agriculture-National Agricultural Statistics.

CAPÍTULO I

PERFIL MINERAL E INDICADORES REPRODUCTIVOS EN OVINOS DE PELO DE LA REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA



CAPITULO I

PERFIL MINERAL E INDICADORES REPRODUCTIVOS EN OVINOS DE PELO DE LA REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA

Autores: Juan Carlos Moyano Tapia^{1,4}, María Laura Fischman^{2,4}, Julio Cesar Vargas Burgos^{3,4}

¹Universidad Estatal Amazónica, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica -Ecuador.

²Cátedra de Producción de Bovinos de Leche. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

³Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsachilas, Los Ríos, Ecuador.

⁴Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

1.1.Generalidades

El ovino es un animal de amplia distribución en todo el mundo, su capacidad de adaptación permite su cría en todos los climas y ecologías. Gracias a estas características, en las últimas décadas la producción ovina tradicional, extensiva y de gran escala en América Latina, se fue concentrando paulatinamente en regiones marginales, en las que no compete con otras actividades agropecuarias. Los rebaños se han ido recluyendo en escenarios en los que las potencialidades de sus suelos no permiten el desarrollo de rubros como la agricultura, la forestación o la lechería, permitiendo así el aprovechamiento de extensas áreas de pasturas pobres (Ganzábal *et al*, 2014 y Valencia *et al.*, 1973).

La producción de lanares en pequeña escala, la cría de ovejas para autoconsumo o asociada a comunidades campesinas o indígenas ocupa cada vez más un lugar preponderante en la economía familiar, por su rol como generadora de ingresos o como productora de alimento local de alto valor nutricional (Ganzábal *et al*, 2014). Estos pequeños productores se enmarcan en lo que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) define como Agricultura Familiar, una actividad clave en la reactivación de las economías rurales. En Ecuador, según la FAO, el número de explotaciones agropecuarias es de 842.882; de ellas, 712.035 están constituidas por unidades agrícolas

familiares, lo que representa el 84,5% del total de las unidades existentes (FAO, 2014). Esta misma fuente señala que la agricultura familiar de Ecuador es responsable de alrededor del 85% de la producción total ovina en este país (Escobar, 2016).

Se estima que el incremento de la población en América Latina y el Caribe entre 2015 y 2050 será de 150 millones de habitantes (IPEC, 2017), lo que representa un reto desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y nutricional. En este sentido, potenciar la ganadería a pequeña escala de tipo familiar, se muestra como una de las principales alternativas (Chemnitz, 2014).

1.1.1. Ovinos y su origen en América Latina

Los ovinos domésticos (*Ovis aries*) son mamíferos rumiantes, que pertenecen a la familia bóvida. De talla mediana, cuerpo largo y descarnado, cubierto con lana o pelos, son de temperamento dócil y con un marcado instinto gregario. En la mayoría de las razas su ciclo reproductivo es estacional y por lo general, tienen de una a dos crías por parto con dos partos al año. Según la raza, su producción prioritaria es lana, carne, leche, pieles o bien la combinación de más de una. (Vega Pérez y García Barrera, 2011).

De acuerdo a Vega Pérez y García Barrera (2011) se clasifica a los ovinos según el siguiente detalle:

Reino	Animal
Subreino	Mamífero
Tipo	Cordados
Clase	Mamíferos
Orden	Ungulado
Suborden	Artiodáctilos
Familia	Bóvida
Género	Ovis
Especie	Ovis aries

Los ovinos domésticos que existen actualmente en América Latina provienen de las razas españolas traídas en la época de la conquista, y el posterior cruzamiento de estas razas con otras que han ingresado al continente desde el siglo pasado hasta nuestros días (Romero-Martínez, J. 2018). Teniendo en cuenta el contexto de la colonización, se puede asegurar que los ovinos ingresados en América, primero a las islas Antillas y luego al continente propiamente dicho, estaban constituidos por una base genética muy amplia (Rodero y Rodero, 2007). En nuestro continente se reprodujeron rápidamente gracias a la calidad de las pasturas, la ausencia de plagas y predadores, desarrollando gran adaptación y rusticidad.

En el territorio ecuatoriano, en particular, la explotación de la ganadería ovina es extensiva, se desenvuelve bajo el sistema tradicional, con razas criollas y mestizas. El rebaño se encuentra constituido en un 70% por el ecotipo criollo, 20% por mestizos (Rambouillet ó Corriedale x Criollas), 7% por mestizos (otras razas x Criolla) y 3% por razas puras. Las principales razas ovinas que existen en el país fueron importadas en el marco de un programa de mejoramiento genético realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería hace 25 años. Actualmente este programa es administrado por ANCO, (2001).

Según la última Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2018 y 2020), la existencia de ovinos en Ecuador es de 355.897 animales, de ellos el 95,8% se ubican en la Sierra, predominando las razas Corriedale, Rambouillet y Romney Marsh (Mendoza y Peña, 2009). El resto de los animales, 1600 aproximadamente se encuentran en la Región Amazónica (INEC, 2019). En esta región el rebaño tiene una constitución diferente, predominando los animales de pelo, principalmente las razas Barbados Blackbelly (localmente llamados Barriga Negra), Pelibuey-West African (localmente llamados Sudán) o cruza de ellas y en menor proporción, la raza Katahdin.

En la provincia Pastaza particularmente, existen entre 120 a 140 fincas que tienen una media de 7 a 8 ovejas de pelo por establecimiento. Las

razas Blackbelly y Pelibuey representan el 80 %, mientras que el 20 % restante corresponde al producto del cruzamiento de estas dos razas (Claus *et al.*, 2014).

1.1.2. Características reproductivas de la especie ovina

Los ovinos presentan anualmente dos etapas fisiológicas bien definidas. Una fase de anestro estacional (días largos), con ausencia de ciclos estrales regulares, receptividad sexual y ovulación; en el macho, cesa la espermatogénesis y la libido. La otra etapa fisiológica, conocida como época reproductiva (días cortos), se caracteriza por la ocurrencia de ciclicidad estral, conducta de estro y ovulación en la hembra; en el macho, se restablece la espermatogénesis y el deseo sexual.

El fotoperiodo es el factor ambiental primario que regula estos eventos. La oveja posee un sistema neurofisiológico capaz de transformar la señal luminosa en una señal hormonal a través de la síntesis de melatonina y de esta manera detecta las variaciones anuales en la duración del fotoperiodo (Arroyo, 2007). Según la raza, alcanzan la pubertad entre los tres y diez meses de edad y se considera que la edad ideal para iniciar la reproducción es cuando alcanzan el año de vida. El cruzamiento puede efectuarse por monta natural, controlada o inseminación artificial y el proceso de gestación dura entre 145 y 150 días (Duran Ramírez, 2008).

El origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional; por lo tanto, las razas originarias de latitudes altas presentan una marcada estacionalidad reproductiva, y los ovinos de origen mediterráneo o ecuatorial, no expresan estacionalidad reproductiva reducida (Valencia *et al.*, 2006; Arroyo *et al.*, 2007; Arroyo 2011). Por este motivo, la utilización de ovinos de pelo y sus cruza resulta en una ventaja productiva debido a la ausencia de anestro estacional, permitiendo desarrollar programas reproductivos todo el año.

1.1.3. Razas de Ovinos de Pelo de la Región Amazónica

Las ovejas de pelo, originarias de África Occidental, han evolucionado bajo la influencia selectiva de la naturaleza y del hombre. Representan una alternativa productiva interesante, ya que permiten la explotación de la Amazonía Ecuatoriana sin afectar el bosque nativo. Entre sus características importantes se encuentran la rusticidad y adaptabilidad al particular medioambiente amazónico. La explotación en condiciones extensivas de pastoreo libre constituye uno de los componentes de equilibrio entre el ecosistema y las producciones familiares, convirtiéndose en un pilar de la sostenibilidad ambiental y social de la Amazonía (Moyano *et al.*, 2017). Los productos principales son animales para la venta, y la carne para el consumo familiar. Son razas prolíficas, muy poco estacionales o no estacionales, de excelente habilidad materna y aparentemente muy resistentes a los parásitos (Romero Martínez, 2018).

1.1.3.1. Raza Barbados Blackbelly

Esta raza, originaria de las Antillas, ha evolucionado con el tiempo, existiendo dos grandes tipos de animales, que se conocen como *los tradicionales* y los nuevos, difiriendo en la talla y el peso fundamentalmente. Los *tradicionales* son en general de talla pequeña, formas angulosas y patas largas, con una altura media a la cruz de 60 cm para las hembras y 75 cm para los machos. Presentan cuerpo estrecho y anguloso. Los machos pesan de 40 a 78 kg y las hembras de 32 a 45 kg. El pelo es de color rojizo, el vientre es negro. Presentan franjas negras en la parte interior de las patas, desde el cuello hasta la quijada, y en la cabeza paralelas a los ojos. No presentan cuernos. Las orejas son de tamaño intermedio, no pendulosas y se proyectan horizontalmente al eje de la cabeza (Arteaga, 2004). El biotipo *nuevo* es de mayor talla, sus cuerpos son más grandes y redondeados.

Esta raza se caracteriza por su precocidad, amplia estación reproductiva, buena prolificidad (2,1 a 2,8 corderos por parto en ovejas adultas) e intervalos entre partos cortos (alrededor de 250 días). Tiene muy buen

comportamiento materno. Los corderos al nacimiento pesan alrededor de 2,5 kg y las ganancias de peso antes del destete son de aproximadamente 100g/día.

El objetivo principal de esta raza es producir corderos para la venta, especialmente en zonas tropicales en las cuales es muy difícil la cría de razas lanadas para carne. Dadas sus características reproductivas se la emplea como raza materna.



Figura 1. Raza Blackbelly, Amazonía ecuatoriana.

1.1.3.2. Raza Pelibuey-West African

Esta raza tiene un fuerte componente de las ovejas de pelo originarias de África Occidental, pero también de otras razas como la Churra española. En América Latina se desarrolló fundamentalmente en Cuba. Su fácil adaptación a las condiciones del trópico, su buen comportamiento reproductivo y gran supervivencia en relación con otras razas ovinas, la convirtieron en un genotipo con amplias posibilidades de integración a los sistemas silvopastoriles. El color del pelaje de la capa es muy variable, desde blanco, pasando por beige claro hasta negro retinto; también hay animales pintos (beige y blanco), barriganegra (igual que el

color de la Blackbelly) y blancos. Al igual que la raza Blackbelly, carece de cuernos. Tienen cabeza angosta, perfil recto a ligeramente convexo en los machos, orejas cortas y en posición horizontal. El pelo que cubre el cuerpo generalmente es corto y grueso. En los machos, el pelo del pecho es más largo, formando la pechera. Son de talla pequeña (55 a 70 cm de altura), los machos pesan de 40 a 80 kg y las hembras de 35 a 45 kg. Los machos son precoces sexualmente, alcanzan la pubertad aproximadamente a los 300 días de 18 a 20 kg. Las corderas, generalmente tienen su primer parto a los 18 meses, con un peso promedio de 30 kg. Presentan un tamaño de camada de 1,2 a 1,7 borregos/parto. La estación reproductiva es larga, aunque presentan menor fertilidad en los meses de febrero a abril. Tienen un intervalo entre partos promedio de 250 días (200 a 300 días). Los corderos presentan un peso al nacer de aproximadamente 2,5 kg y reportan ganancias diarias promedio hasta el destete de 150 gramos/día. Al igual que la raza Blackbelly, la producción principal del ovino Pelibuey es la carne (Bidot *et al.*, 2014).



Figura 2. Raza Pelibuey, Amazonía ecuatoriana.

1.1.4. Mejoramiento genético y productividad

En los últimos años, los objetivos de los planes de selección de ganado ovino se han visto globalizados, apuntando a un aumento de la salida del sistema en forma de productos, mientras que aquellos caracteres que pudieran permitir la disminución de los insumos utilizados y del costo de la producción han sido ignorados (Ahlman, 2010). Si un animal se desarrolla en un medio ambiente favorable podrá expresar todo su potencial genético; sin embargo, si el medio ambiente en el que le toca desarrollarse es adverso, lo más probable es que su desempeño no alcance el esperado, aunque tenga un buen potencial genético (CONARGEN, 2010). Por lo tanto, debe existir un ajuste entre el potencial genético y las características del medio ambiente en el que los individuos deben expresar su potencial. De lo contrario, si los requerimientos nutricionales no están totalmente cubiertos, una mayor producción puede reflejarse en el deterioro de los índices reproductivos (Molinuevo, 2005).

En general, la cría de ovejas a nivel mundial se realiza en ecosistemas semiáridos (Jurgens, 2002); por lo que se han desarrollado numerosas estrategias de alimentación para una amplia gama de escenarios de producción (Galvan *et al.*, 2014). La mayoría de las regiones han adaptado sus sistemas de producción a los conocimientos obtenidos a partir de los sistemas productivos en climas templados (Pereira *et al.*, 2016). De igual forma, muchos de estos trabajos en ganado ovino se llevaron a cabo en condiciones controladas, no existiendo demasiada información sobre explotaciones ganaderas en condiciones naturales (Reinberg, 1982).

La especie ovina se ha adaptado a sistemas de producción que permiten el aprovechamiento de áreas de pastos naturales, principalmente en los páramos andinos y las áreas tropicales. A pesar de ello, no existen demasiados estudios relacionados con la alimentación de ovinos criados en ambientes tropicales y cálidos.

Más allá de la facilidad para adaptarse al ambiente, los animales necesitan niveles balanceados y adecuados de nutrientes para su salud

zoosanitaria y para la producción, cualquiera sea la etapa fisiológica en la que se encuentren (Barakat, 2013).

1.1.5. Requerimientos minerales de los ovinos

Las explotaciones ovinas para carne son sistemas que generan la mejor relación costo/beneficio siempre que el manejo de los animales sea adecuado. Para optimizar su rentabilidad es fundamental realizar un adecuado manejo sanitario, reproductivo y nutricional (Rua, *et al.*, 2011).

El factor nutricional, dentro de un esquema de producción, es el factor extrínseco que tiene la posibilidad de ser ajustado con relativa facilidad, más allá de la adaptación de los animales al medio. Entre estos factores, los suplementos energéticos, proteicos, minerales y vitamínicos son herramientas asequibles que, en muchos casos favorecen la expresión de aspectos productivos y reproductivos de los individuos.

En lo referente a los minerales, se trata de nutrientes esenciales cuya presencia en la sangre en concentraciones adecuadas, posibilita el normal desarrollo de las funciones estructurales, fisiológicas, catalíticas y reguladoras del organismo (NRC 2005, Suttle, 2010; Wang *et al.*, 2015). El desbalance de estos se puede manifestar como deficiencia o como toxicidad (Underwood y Suttle, 1999). En los distintos estados fisiológicos se observan modificaciones en los requerimientos minerales en respuesta al desarrollo fetal, el nacimiento de las crías y el inicio y mantenimiento de la producción (Acevedo, 2014). Más aún, en concentraciones séricas apropiadas, éstos mejoran la interacción entre la producción y la reproducción (Griffiths *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2016).

Los animales domésticos obtienen sus nutrientes minerales a partir de dos fuentes principales, los alimentos que consumen y los compuestos inorgánicos de origen geológico o industrial que se utilizan como suplementos dietarios. La ingesta de nutrientes en los rumiantes criados en sistemas a pastoreo depende de la composición y del consumo total de forrajes, del consumo y composición del agua de bebida y de la compo-

sición de los suelos (Rodríguez y Banchemo, 2007). El agua de bebida no suele contribuir con cantidades significativas a la nutrición mineral de los animales, excepto en zonas de flurosis endémica (Underwood, 1981).

Numerosos autores han demostrado que uno de los problemas de los rumiantes en pastoreo es que no llegan a cubrir las necesidades proteicas, energéticas ni de minerales, lo cual afecta los procesos metabólicos (McDowell, 2003). Los minerales se consideran como el tercer grupo de nutrientes limitante en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en productos (Salamanca, 2010).

En casos de carencias minerales graves, los signos son evidentes y aparecen pronto, mientras que en carencias leves los signos son poco claros y se manifiestan a través de alteraciones de los índices productivos y reproductivos. Esto frecuentemente dificulta el diagnóstico ya que puede confundirse con otras carencias nutricionales como déficit proteico, energético o vitamínico (Céspedes, 2010).

Por este motivo, el análisis del perfil mineral en la majada y categorías ovinas es de suma importancia. En caso de carencia mineral hay una respuesta a la suplementación que se evidencia por mejores ganancias de peso, aumento en la producción y mejores índices reproductivos (Rodríguez y Banchemo, 2007).

Según Garmendia (2007), las deficiencias minerales pueden ser simples o condicionadas. Las primeras son causadas por un suministro insuficiente del mineral en la dieta. En cuanto a las deficiencias condicionadas, muchas veces los minerales son ofrecidos en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos, pero las interferencias entre diversos factores hacen que no sean utilizables por el animal. Estas interferencias son muy importantes y, en muchos casos no se tienen en consideración cuando se analiza la nutrición mineral en regiones tropicales. Pueden darse en el suelo, en la planta, en los alimentos y en el animal.

Una de las funciones más notables de los minerales es sobre la fertilidad de las hembras. Su presencia en concentraciones adecuadas en la dieta es fundamental para la producción de pie de cría, siendo esta una manifestación muy evidente, sobre todo en animales que se hallan en condiciones de pastoreo (Troncoso, 2014).

Investigaciones realizadas en regiones tropicales han señalado que la suplementación mineral puede resultar en aumentos de 20 a 100% en las tasas de natalidad, además de una reducción significativa de la mortalidad (Godoy *et al.*, 2006).

El calcio, el fósforo y el magnesio son tres de los minerales esenciales que deben estar presentes en los alimentos.

1.1.5.1.Calcio

El calcio es uno de los cinco minerales más abundantes del organismo. Más del 90% del mismo se localiza en el esqueleto. Se encuentra principalmente en el plasma extracelular. Sin embargo, su importancia no sólo se limita a la función estructural que cumple en huesos y dientes; el calcio es esencial para la excitabilidad neuromuscular, la permeabilidad capilar y de las membranas celulares, la contracción muscular, la transmisión del impulso nervioso y la coagulación sanguínea (De Luca, 2003).

A nivel óseo se encuentra como fosfato tricálcico y en parte como carbonato. Casi la totalidad del calcio que contiene la sangre se encuentra en el plasma, ionizado (entre el 40 y 60% del total), formando sales con bicarbonato, citrato y fosfato y fijado a proteínas plasmáticas (albumina, globulina) (Dauth, 1984). La fracción libre es la que está en intercambio constante con los líquidos extracelulares, observándose fluctuaciones fisiológicas debidas a edad, sexo, preñez y lactancia (Siggaard *et al.*, 1980).

En los ovinos, el nivel de calcio sérico tiende a aumentar o disminuir con el nivel de calcio de la dieta. Es absorbido principalmente en la porción anterior del intestino delgado, donde el pH juega un rol fundamental ya que cuanto mayor es la acidez, mayor es la absorción. En animales en crecimiento la absorción también es mayor. La eliminación de calcio se da por vía fecal, tanto de calcio no digerido del alimento como de calcio endógeno correspondiente a su secreción hacia el yeyuno. También puede haber eliminación de calcio por vía urinaria si supera el umbral de excreción (6 a 8 mg/L).

El metabolismo de iones calcio está regulado principalmente por dos hormonas hipercalcemiantes, vitamina D y sus metabolitos y parathormona y una hormona hipocalcemiante (calcitonina) (Rasmussen y Gustin, 1978). Otras hormonas que también regulan el metabolismo del calcio son estrógenos, hormona de crecimiento, insulina, prolactina y tiroxina, así como glucagón y glucocorticoides (Best, 1986). También existe interacción con citratos y con sulfato de sodio.

Los valores normales de calcemia en ovejas oscilan entre 11.5 y 12.8 mg/dL (Kaneko *et al.*, 1997), aunque se ven modificados por la etapa fisiológica del animal. Según Stojkovi *et al.* (2014), los niveles de calcio en suero comienzan a disminuir en la primera mitad de la gestación. Este descenso se acentúa en la segunda mitad y llega a valores mínimos en el pico de la lactancia.

Muchos aspectos metabólicos, productivos y fisiológicos están involucrados en la ritmicidad del calcio, cambios en estos ritmos pueden indicar un riesgo y/o la presencia de enfermedad aún no evidente (Piccione, 2004).

A nivel reproductivo, la deficiencia crónica de calcio produce retrasos en la involución uterina, descargas vaginales anormales puerperales, partos distócicos, retención de placentas y aumento del número de servicios por gestación (Fajardo 2009).

1.1.5.2. Fósforo

La mayor parte del fósforo se encuentra en el organismo conformando los huesos (80%). El resto está comprometido en la estructura celular y tisular y en la síntesis y degradación de numerosos compuestos de carbono. También juega un rol fundamental en el metabolismo energético del animal, en el depósito, liberación y transferencia de energía y en el mantenimiento del pH de los líquidos corporales (Patiño *et al.*, 2013; De Luca, 2003; Guyton 1991).

La absorción de fósforo se da en el rumen y en el intestino delgado, siendo más eficiente en animales jóvenes. Los rumiantes se caracterizan por utilizar el fósforo presente en los vegetales de manera más eficiente que los no rumiantes debido a la enzima fitasa, presente en el ambiente ruminal. La excreción de los excedentes de fósforo, en rumiantes, se da fundamentalmente por vía fecal.

Su concentración en el organismo está regulada, entre otros factores, por los niveles de vitamina D y sus metabolitos, parathormona y calcitonina, observándose variaciones fisiológicas de acuerdo a la edad, ingesta, actividad física y gestación (Meyer 2000, De Luca, 2003). Los valores normales de fosfatemia en ovejas oscilan entre 5 y 7.3 mg/dL (Kaneko *et al.*, 1997). Se considera que la relación Ca:P óptima en rumiantes varía entre 1.5:1 y 2.5:1 (Khan *et al.*, 2009).

Las ovejas presentan los valores de fosfatemia más altos durante la primera mitad de la preñez, mientras que en el pico de la lactancia se registran los más bajos (Stojkovi *et al.*, 2014). La diferencia ($p < 0.011$) entre el tipo de ovinos en las concentraciones de fósforo se debe a una mayor cantidad de fósforo en el suero sanguíneo de los corderos comparados con las ovejas (8.6 vs 9.2 mg/dL) lo que puede deberse al consumo de leche, rica en fósforo (NRC 2005).

La hipofosforosis de origen alimentario provoca daños esqueléticos, produciendo en los animales jóvenes raquitismo y en los adultos osteo-

malacia, con niveles de fosfato inorgánico (Pi) inferiores a 4 mg/dL y 3 mg/dL, respectivamente (Wilhelm, 1985).

En lo referente a la reproducción, la deficiencia crónica de fósforo ocasiona celos silentes e irregulares, repetición del servicio, inactividad ovárica, quistes foliculares, retardo en la aparición de la pubertad en ovejas y nacimientos de crías débiles (Fajardo 2009).

1.1.5.3. Magnesio

El magnesio es uno de los iones más abundantes del organismo. El 60% se encuentra en el esqueleto, el 39% en los tejidos blandos y el 1% restante en los líquidos extracelulares. El magnesio de los tejidos blandos es poco movilizable. Con respecto al magnesio óseo, en los animales jóvenes, el 30% es movilizable. Por el contrario, en los adultos es difícil de movilizar, lo que explica la rapidez de la carencia y enfermedad cuando la dieta es deficiente en dicho elemento (Robles, 1983). Este macromineral participa en el metabolismo energético a través de la activación del ATP, en la transferencia de fosfatos de alta energía y es el ion activador de muchas enzimas involucradas en el metabolismo de lípidos, hidratos de carbono y proteínas (Reinhart *et al.*, 1988). Es fundamental en la excitabilidad neuromuscular, la permeabilidad celular y la contractibilidad muscular, ya que es un mediador en mecanismos de conducción y transporte a través de membranas. Es esencial en la preservación de estructuras macromoleculares de ADN, ARN y ribosomas, en la formación del hueso y en el mantenimiento de la presión osmótica (Swenson, 1999).

La absorción de Mg^{2+} se da a nivel ruminal, en el abomaso y en el intestino delgado. La misma está condicionada por múltiples factores, como la relación Ca/Mg, relación proteína/Mg, relación Mg/ PO_4 , pH intestinal y la relación K/Mg. Los animales jóvenes presentan mayor eficiencia en su absorción (De Luca, 2002). La eliminación de magnesio ocurre por tres vías diferentes. El Mg^{2+} contenido en la dieta y no absorbido se excreta por vía fecal, mientras que el Mg^{2+} absorbido en exceso es eliminado por el riñón. La secreción láctea es muy elevada.

El magnesio es un mineral sin depósito, cuyo nivel plasmático depende fundamentalmente de la ingesta diaria. La parathormona, las hormonas tiroideas y la aldosterona están comprometidas relativamente en la homeostasis del Mg^{2+} . Los valores normales de magnesemia en ovejas oscilan entre 2,5 y 7,3 mg/dL (Kaneko *et al.*, 1997).

Los niveles altos de Mg^{2+} pueden interferir con su absorción y causar una deficiencia metabólica o secundaria de este mineral, la cual a su vez interfiere con el metabolismo del calcio, provocando hipocalcemia subclínica (Campos *et al.*, 2007).

A diferencia de lo observado para el calcio y el fósforo, el contenido de magnesio en el suero de las ovejas no se modifica sustancialmente en las distintas etapas fisiológicas (Stojkovi *et al.*, 2014).

La carencia crónica de Mg^{2+} está relacionada con una disminución de la fertilidad, infertilidad y prolapsos genitales, retención de placenta y padecimiento de infecciones puerperales. También se la vincula con celos silenciosos, abortos, quistes foliculares y anestro (Fajardo 2009).

1.1.5.4. Requerimientos diarios de calcio, fósforo y magnesio

Las concentraciones de calcio requeridas en la dieta de ovejas criadas en sistemas a pastoreo varían de 2 a 4 g / kg de materia seca (MS), siendo estos requerimientos sólo mayores en los animales en lactación (mayor a 5 g / kg MS). Las concentraciones mínimas recomendadas de fósforo varían de 0.9 a 2.7 g / kg MS, aunque se requieren valores superiores a 3.8 g / kg MS para ovejas lactantes. En el caso del magnesio, el requerimiento de ingesta diaria es de 0.9 g / kg MS, alcanzando 1.2 g / kg MS durante la lactancia (Freer *et al.*, 2007).

Los suelos de la Amazonía Ecuatoriana se caracterizan por presentar alta retención de agua, pérdida de nutrientes y un pH menor a 5,5 durante la mayor parte del año. Producto de las precipitaciones se produce una alta lixiviación, además de la degradación física y química consecuencia

del sobrepastoreo y la erosión (Vargas, JC, *et al* 2015). La acidez del suelo modifica sus propiedades, ocasionando pérdida de funcionalidad. Este efecto negativo se encuentra reflejado en el exceso de ciertos minerales, como el aluminio, y la deficiencia de otros, como el molibdeno (Gardi *et al*, 2014). Por esta razón, hay que tener en cuenta que los recursos forrajeros de la región amazónica presentan fluctuaciones durante el año, no sólo en cantidad sino también en calidad (FAO, 2019). Las deficiencias de macrominerales en los pastos naturales de la Amazonia Ecuatoriana afectan en forma recurrente el rendimiento productivo de los sistemas de cría de animales, principalmente en ganado bovino (Quinteros *et al.*, 2017). En sistemas de producción ovina estos efectos aún no fueron analizados.

Considerando la falta de información relacionada con los sistemas de producción ovina en explotaciones a pastoreo libre en la Amazonía Ecuatoriana, se realizaron estudios que permitieran contar con un diagnóstico de situación de la majada en relación a las concentraciones séricas de calcio, fósforo y magnesio, tres de los minerales esenciales. Estos datos servirán como punto de partida para determinar las ventajas o desventajas de incorporar la suplementación mineral a la dieta diaria, ya que permitirán analizar la rentabilidad del sistema a través de herramientas objetivas como son los índices reproductivos y productivos.

El presente trabajo tiene como intención primordial generar un sistema productivo económicamente rentable.

1.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se estudiaron 21 ovejas pertenecientes a la majada del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), criadas bajo las mismas condiciones ambientales, nutricionales y de manejo. El trabajo se desarrolló entre enero de 2016 y febrero de 2019, período en el cual las ovejas en estudio tuvieron cuatro partos. Luego de analizar el estado zoonosanitario y el perfil mineral inicial, las ovejas fueron separadas aleatoriamente en dos grupos. A partir del primer parto, el Grupo 1 (G1)

recibió alimentación a base de forraje combinada con suplementación mineral, mientras que el Grupo 2 (G2), sólo recibió forraje. En la Tabla 1, se esquematiza lo anteriormente descrito.

Tabla 1. Esquema de los grupos de trabajo en este estudio.

Grupos	Código	Número de Partos	Cantidad de Ovejas
Forraje con Suplemento	G1	4	11
Forraje	G2	4	10
Total			21

1.2.1. Materiales y Métodos

El trabajo de campo se realizó entre enero de 2016 y febrero de 2019 en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA), perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica, según el protocolo aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.

1.2.2. Ubicación geográfica y características ambientales

La región Amazónica de Ecuador es una zona natural que comprende el 2% de la gran cuenca del río Amazonas y representa el 45,1 % del territorio ecuatoriano. Tiene una superficie de 115.745 km². Está dividida en seis provincias: Orellana, Pastaza, Napo, Sucumbíos, Zamora Chinchipe y Morona Santiago. En cuanto a sus límites, están marcados por los territorios de Colombia y Perú en el este, mientras que la parte occidental está delimitada por la Cordillera de los Andes.

Con respecto a su geografía, está conformada por un conjunto de colinas que se forman en los Andes, descendiendo paulatinamente hasta las llanuras del Amazonas. La diversidad y complejidad de sus ecosistemas acompaña sus características morfológicas y climatológicas. En esta región se localiza el 80% de la biodiversidad de Ecuador, junto con uno

de los principales puntos de agua dulce, grandes extensiones de bosques tipo virgen y uno de los yacimientos petrolíferos más importantes de Latinoamérica.

La región de la Amazonía Ecuatoriana comprende tres zonas bien diferenciadas: la zona de cordillera alta y quebrada, la faja de piedemonte con colinas altas y bajas y la llanura aluvial amazónica. Estas dos últimas con buen potencial productivo (INIAP, 2017).

Los suelos de la llanura amazónica son poco fértiles. El balance hídrico es positivo todos los meses del año, por lo cual se encuentran permanentemente saturados y tienen problemas de drenaje. Estos suelos admiten el cultivo de especies tropicales como arroz, café, plátano, yuca, cítricos, palma africana, piña, otras frutas, raíces diversas, pastos plantados y naturales. En el caso del pastoreo del ganado, el pisoteo destruye notablemente la estructura de los suelos haciéndolos improductivos. En general presentan abundante aluminio libre y pH ácido a muy ácido (4.5 - 6.8) (Calva y Espinosa, 2017). Esta reducción en el pH afecta las características químicas y biológicas del suelo, generando acumulación de sustancias tóxicas para las plantas (aluminio, manganeso) y disminuyendo la disponibilidad de nutrientes como el calcio, magnesio, fósforo y potasio.

El CIPCA, ubicado en la llanura amazónica, se encuentra entre la Provincia de Pastaza y Napo, en el Cantón Santa Clara y Arosemena Tola; a cuarenta y cinco minutos de la vía Puyo – Tena en el km 44, junto a la desembocadura del río Piatúa y Anzu (coordenadas: S 01°14.325'; W 077°53.134'). Tiene una extensión de 2.848,20 hectáreas, de las cuales 42 has corresponden a pastos, 5 has a infraestructura, 2000 has están constituidas por bosque primario y 100 has se dedican a cultivos. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, dis-

tribuidos en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 m.s.n.m. El suelo tiene una composición heterogénea, sin embargo, la mayoría lleva su origen desde los sedimentos fluviales procedentes de la región andina del país. La vegetación presente en la zona de estudio es exuberante y típica de la región tropical. El clima es tropical con precipitaciones anuales que alcanzan los 4500 mm, la humedad relativa es del 80% y la temperatura varía entre 15 a 35 °C. La Figura 3 detalla su ubicación geográfica y muestra la distribución de los corrales empleados.

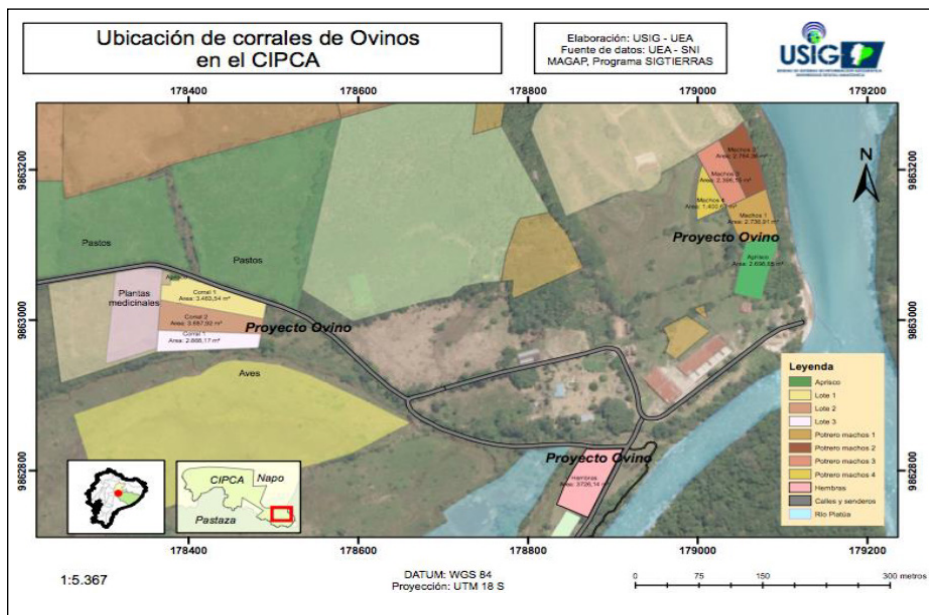


Figura 3. Mapa de ubicación de los corrales de ovinos dentro del CIPCA.
Fuente: Unidad de Infraestructura de la UEA, (2018).

1.2.3. Animales

Se utilizaron 21 ovejas de pelo, de raza Blackbelly pertenecientes a la majada del CIPCA, de 24 a 32 meses de edad, con un peso promedio

y desvío estándar de 34±4 kg. Al inicio del ensayo todas las hembras presentaron estado clínico normal en lo que respecta a funcionalidad del aparato digestivo, respiratorio y circulatorio, temperatura corporal, comportamiento alimentario y social. Todos los parámetros fisiológicos se encontraron dentro de los estándares de normalidad.

Dado que en el programa de ovinos de pelo del CIPCA, la edad de destete de los corderos es a los 70 días, se aplicó este valor de referencia a la presente investigación.

1.2.4. Manejo y alimentación

Los ovinos permanecieron en pastoreo libre de 7:00 am a 18:00 pm con consumo de agua a voluntad, siendo estabulados durante la noche. Se dividieron aleatoriamente en dos grupos. El Grupo 1 (G1) fue suplementado a partir del destete de su primer parto hasta finalizar el ensayo con Pecutrin® (Suplemento mineral más vitaminas AD3 E, partes de los componentes de la fórmula: calcio min. 17% máx. 20%; fósforo min. 18%; magnesio min. 3,0%; relación calcio- fósforo 1.3: 1 Bayer Health Care). La dosis de suplemento mineral fue la mínima recomendada por el fabricante, a razón de 5 gramos/animal/día. El Grupo 2 (G2) fue alimentado solo con forraje sin suplementación mineral.

La alimentación del rebaño ovino en estudio fue en pastizales en base de *Brachiaria decumbens* (Pasto Dallis) y *Arachis pintoi* (Maní forrajero), en una superficie de dos hectáreas divididas en ocho lotes de 2500 metros cuadrados con una permanencia de 15 días en cada uno de ellos. Las Tablas 2 y 3 muestran la digestibilidad y la composición química de las pasturas empleadas.

Tabla 2. Composición de las pasturas

Pastura	kg MS/ha/año	% Proteína	% DIV
<i>Brachiaria decumbens</i>	17,585	10,6	44,4
<i>Arachis Pintoi</i>	6,212	19,4	59,2

Nota: MS: materia seca; DIV: digestibilidad in vitro. Fuente: INIAP, 2017; Leonard, 2015.

Tabla 3. Aporte de minerales por parte del forraje ofrecido

Pastura	%Ca	%Mg	%P
Brachiaria decumbens	0,20	0,15	44,4
Arachis pintoi	6,212	19,4	59,2

Fuente: González et al. 1997, INIAP, 1997, Leonard, 2015.

1.2.5. Sanidad

Se aplicó el manejo sanitario habitualmente empleado para el rebaño ovino del CIPCA. El mismo incluyó una evaluación clínica y análisis de sangre, una vez por mes que. En cada una de las muestras sanguíneas se realizaron las siguientes determinaciones: hematocrito (Hto) o volumen globular, hemoglobina (Hb), recuento de leucocitos (GB), recuento de eritrocitos (GR), fórmula leucocitaria y las constantes corpusculares: volumen corpuscular medio (VCM) expresado en femtolitros (fl), hemoglobina corpuscular media (HCM) expresado en picogramos (pg) y concentración hemoglobina corpuscular media (CHCM), plaquetas, linfocitos, monocitos y neutrofilos segmentados. Se realizaron además desparasitaciones, baños contra garrapatas y moscas, vacunaciones para fiebre aftosa, antimicóticos y antibacterianos y refuerzos vitamínicos. Según el calendario detallado en la tabla 4.

Tabla 4. Calendario y Plan Sanitario por los rebaños en estudio

Pastura	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Diagnóstico Clínico												
Análisis de sangre												
Desparasitación externa												
Desparasitación interna												
Baños para garrapatas												
Vitaminización												
Vacunación fiebre aftosa												

1.2.6. Variables analizadas

1.2.6.1. Determinación sérica de calcio, fósforo y magnesio en ovejas madre

Se tomaron muestras de sangre de las madres, 30 días antes del parto, 30 días y 60 días después del parto, en los tres primeros partos, entre enero de 2016 y febrero de 2019. Se extrajeron diez mililitros de sangre de la vena yugular en tubos de vacío sin anticoagulante (BD Vacutainer®, tapón rojo). La sangre se centrifugó (3.000 rpm × 15-30 min) y el suero separado se almacenó a -20 °C hasta su análisis.

Las determinaciones de fósforo (P³⁻) y magnesio (Mg²⁺) en suero se realizaron mediante espectrofotometría molecular con el espectrofotómetro Thermo Scientific Series GENESYS 10 UV. Los reactivos utilizados fueron HUMAN® (Alemania) y se procedió de acuerdo con sus especificaciones técnicas para cada una de las muestras.

La determinación de calcio (Ca²⁺) se realizó con un analizador electro-lítico AC 9801 AUDICOM, con reactivos específicos de AUDICOM, de acuerdo con las especificaciones técnicas del equipo.

1.2.6.2. Indicadores reproductivos

- **Eficiencia reproductiva:** como indicador se calculó el **intervalo parto-parto (IPP)** y el **IPP promedio (IPPprom)** de todas las ovejas de los grupos G1 y G2. El cuarto parto fue considerado únicamente a los fines de contar con el tercer IPP. Por este motivo no se registraron valores sanguíneos de los minerales estudiados.

$$IPPprom = \sum [(fecha\ de\ parto\ i + 1) - fecha\ de\ parto\ i] \frac{1}{np}, \text{ donde:}$$

np es el número de partos en la vida reproductiva de las ovejas.

- **Prolificidad:** Tanto en G1 como en G2 se tuvieron en cuenta cuatro partos sucesivos. En cada grupo se registró el número de partos **simples y múltiples**.

1.2.6.3. Indicadores productivos

En todos los casos, los pesajes fueron determinados en un horario fijo, con una balanza mecánica calibrada Silverline®, para 100 kilogramos.

- Peso de los corderos al nacimiento (PN): discriminado por grupo (G1 y G2), por parto. Se expresó como PN promedio \pm desvío estándar.
- Peso de los corderos al destete (PD): discriminado por grupo (G1 y G2), por parto. Se expresó como PD promedio \pm desvío estándar.
- Peso de las madres: se determinó cada 30 días.
- Kg de cría destetada/kg de oveja total: ((PTN-PTD)/PTO)

1.2.6.4. Valoración económica de indicadores productivos - reproductivos en ovinos de pelo, en presencia o ausencia de suplementación mineral, en la Amazonía ecuatoriana

Para analizar el impacto económico de la suplementación en los ovinos de pelo, se consideró los egresos producidos por la alimentación y suplementación de minerales de las madres y crías, y los ingresos se estimaron según su categoría al finalizar la investigación y con los resultados obtenidos se calculó la relación beneficio/costo y la utilidad.

$$\text{Beneficio / Costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Utilidad} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

1.2.7. Análisis estadístico

Para el análisis de los valores de calcio, fósforo y magnesio en sangre se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante el cálculo de medias. Se ajustó un modelo de regresión lineal para datos correlacionados para el análisis estadístico inferencial. Este modelo tuvo en cuenta la correlación entre las observaciones medidas en la misma unidad a lo largo del tiempo al incorporar una estructura de correlación intraunidad. Primero, la estructura de correlación que mejor se ajusta a los datos se eligió utilizando el Criterio de Probabilidad Penalizada de Akaike. Cuando la interacción entre el grupo y el tiempo fue significativa, se realizaron contras-

tes para comparar si hubo diferencias en promedio entre los Grupos para cada Tiempo. Se utilizó el programa estadístico R 3.6.3. Para el análisis de la progresión de la proporción de hembras de cada uno de los grupos (G1 y G2) en relación con la duración de los IPP, se aplicó la técnica de Kaplan-Meier utilizada para el cálculo de las curvas de supervivencia. El comportamiento de ambos grupos se comparó con la prueba de log-rank (Mantel-Cox). Para estimar los niveles de significancia entre partos simples y partos múltiples, se utilizó la prueba de Chi-Cuadrado (χ). El nivel de confianza para todos los análisis fue de 95% y el error estándar de $\alpha < 0,05$. Se utilizó JMP versión 5.0 para Windows (JMP®, SAS Institute, 2003).

En cuanto a los indicadores productivos (Peso madres, PN, PD y AMP), se realizó la estadística descriptiva calculando promedios y errores estándar. Se determinó la posible diferencia estadística entre sexos mediante el análisis de varianza a un criterio de clasificación y las medias se compararon con la prueba de Tuckey-Kramer ($p < 0,05$), utilizando el mismo programa (JMP v. 5.0 para Windows).

En cuanto al impacto económico se realizó la estadística t de Student.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. Efecto de la suplementación mineral sobre los niveles de calcemia, fosfatemia y magnesemia en las madres.

1.3.1.1. Calcio

En la Tabla 5 se muestran los valores promedio de calcemia de las madres que recibieron suplementación (Grupo 1) y aquellas que sólo fueron alimentadas con forraje (Grupo 2) determinados a los 30 días anteriores al parto (-30), a los 30 (+30) y 60 (+60) días pos parto, para las tres pariciones consecutivas evaluadas. Los resultados obtenidos para la variable calcio no muestran interacción significativa entre Grupos y Tiempo ($p = 0,1469$). Si bien el modelo no mostró diferencias estadísticamente signi-

ficativas con medias de 2,44 mg / dL y 2,25 mg / dL, estas no son desde el punto de vista biológico.

Tabla 5. Contenido de calcio sérico en ovejas madre de pelo

Macroelemento	Temporada de parto								
	Primer parto			Segundo parto			Tercer parto		
Ca ²⁺ (mg/dL)									
días pre o pos parto	-30	+30	+60	-30	+30	+60	-30	+30	+60
Grupo 1	2,17	2,44	2,24	2,48	2,37	2,40	2,66	2,61	2,56
Grupo 2	2,20	2,20	2,20	2,22	2,28	2,29	2,28	2,36	2,41
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Nota: ns: sin diferencias significativas

1.3.1.2. Fósforo

La Tabla 6 muestra el contenido de fósforo en el perfil sérico de las madres pertenecientes a los grupos con suplementación y alimentadas sólo con forraje durante las tres temporadas consecutivas de cría.

El análisis estadístico reveló interacción entre grupo y tiempo para la variable fósforo ($p = 0,0013$). Al realizar contrastes para comparar las medias de los grupos en cada momento, se encontraron diferencias significativas entre los grupos para todos los tiempos, a partir de los 30 días posteriores a la segunda temporada de partos ($p < 0,05$).

Tabla 6. Contenido de fósforo sérico en ovejas madre de pelo

Macroelemento	Temporada de parto								
	Primer parto			Segundo parto			Tercer parto		
P3- (mg/dL)									
días pre o pos parto	-30	+30	+60	-30	+30	+60	-30	+30	+60
Grupo 1	4,50	3,31	4,29	4,67	5,71	5,70	6,80	6,39	6,96
Grupo 2	3,90	4,24	4,30	4,77	4,16	4,31	5,61	4,37	4,54
	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*

Nota: * diferencias significativas ($p < 0,001$); ns: sin diferencias significativas

1.3.1.3. Magnesio

La Tabla 7 muestra los valores de magnesemia promedio para las ovejas pertenecientes a los Grupos 1 y 2, analizados a lo largo de tres temporadas consecutivas de cría. Al ajustar el modelo, se observó que hubo interacción entre Grupo y Tiempo ($p < 0,0001$). La trayectoria media en el tiempo no fue la misma para ambos grupos con respecto a la variable Mg^{2+} . Al realizar los contrastes, se observó que los grupos difirieron significativamente en términos del promedio de magnesio (considerando $p < 0,05$) 30 días antes del primer parto y, en todo momento, medidos a partir de los 30 días posteriores al segundo parto ($p < 0,005$).

Tabla 7. Contenido de magnesio sérico en ovejas madre de pelo

Macroelemento	Temporada de parto								
	Primer parto			Segundo parto			Tercer parto		
Mg^{2+} (mg/dL)									
días pre o pos parto	-30	+30	+60	-30	+30	+60	-30	+30	+60
Grupo 1	2,18	2,42	2,25	2,70	3,45	4,50	3,49	3,95	3,86
Grupo 2	2,72	2,90	2,54	2,17	2,39	2,29	2,36	2,50	2,73
	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**

Nota: ** diferencias significativas ($p < 0,005$); ns: sin diferencias significativas

1.3.2. Efecto de la suplementación mineral sobre diferentes indicadores reproductivos

1.3.2.1. Prolificidad

La Figura 4 muestra los resultados obtenidos en los diferentes partos, en el grupo de madres alimentadas con forraje y suplementación (G1: 11 animales) y en aquel que sólo recibió forraje (G2: 10 animales). En el primer parto se obtuvieron 11 crías de cada grupo. A medida que avanzaron los partos, el G1 superó al G2 debido al mayor número de partos dobles. Al finalizar el cuarto parto, el G1 presentó un total de 66 crías entre machos y hembras, frente a las 45 crías del G2.

En el primer parto, en el G1 se registraron únicamente partos simples y en el G2 ocurrió un parto doble, no habiendo diferencias significativas entre grupos. En el segundo parto, en el G1 se registraron tres partos dobles y ocho partos simples, en tanto que en el G2 sólo hubo dos partos dobles, observándose diferencias significativas ($P < 0,05$). En el tercer y cuarto parto, en el G1 se observaron partos dobles en 9/11 y 8/11 madres, con respecto a lo observado en el G2, donde no ocurrió ningún parto doble en el tercer parto y un solo parto doble en el cuarto, existiendo diferencias significativas ($P < 0,001$).

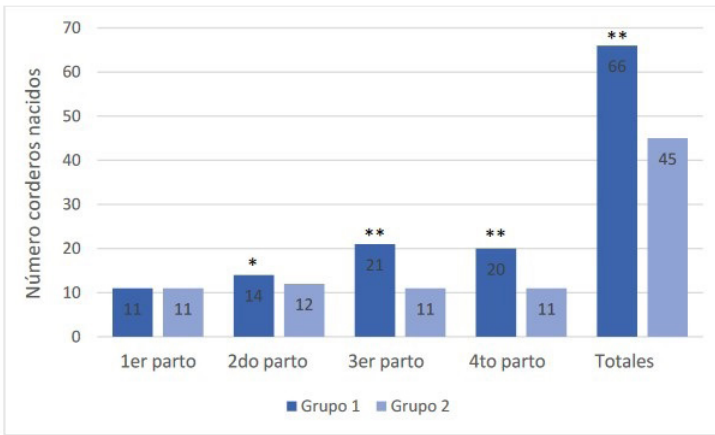


Figura 4. Cantidad de corderos nacidos según grupo y cuatro partos
Los asteriscos indican diferencias significativas entre grupos (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)

1.3.2.2. Intervalo entre partos (IPP)

La Tabla 8 muestra los intervalos entre partos de las ovejas de los grupos G1 y G2. Sólo en el caso del intervalo entre tercer y cuarto parto (IPP3) se observaron diferencias significativas entre grupos.

Las ovejas del G1 presentaron un IPP (promedio \pm error estándar) de $200,1 \pm 3,3$ días (6,6 meses) y las del G2, de $218 \pm 2,8$ días (7,1 meses). Estos resultados se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8. Intervalo entre partos (días) en el Grupo 1 y Grupo 2

Grupo	N	IPP 1 (X±EE)	IPP 2 (X±EE)	IPP 3 (X±EE)
Grupo 1	11	226,2 ± 7,5	184,6±2,6	183,3±2,0
Grupo 2	11	224,6 ± 7,9	215,1±2,1	214,2±3,3
		ns	ns	**

Nota: ns: no significativo; el asterisco indica diferencias significativas entre grupos (**; $p < 0,001$)

1.3.3. Efecto de la suplementación mineral sobre diferentes indicadores productivos

1.3.3.1. Peso de las crías

La Tabla 9 muestra el peso promedio al nacimiento y al destete para los corderos de ambos grupos, en cada uno de los partos. Se observa que el peso al nacimiento disminuyó en el G1, en el tercero y cuarto parto, mostrando diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto a G2. Esa disminución observada en el G1 al nacimiento se corresponde con la mayor cantidad de partos múltiples.

De forma contraria, el peso promedio al destete aumentó en el G1 en el segundo, tercero y cuarto parto mostrando diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto a los corderos correspondientes al G2.

Tabla 9. Pesos promedios ± error estándar al nacimiento y al destete en kg de los grupos analizados en el período de cuatro partos

	Primer Parto		Segundo Parto		Tercer Parto		Cuarto Parto	
	PN	PD	PN	PD	PN	PD	PN	PD
G1 (11)	2,9±0,2	11,7±1	2,4±0,2	13,2±0,4*	1,5±0,1*	13,3±0,2*	1,6±0,1*	13,8±0,2*
G2 (10)	2,8±0,2	10,4±1	2,5±0,2	11,9±0,4	2,5±0,1	11,8±0,3	2,2±0,1	11,9±0,3

Nota: PN: peso al nacimiento en kg, PD: peso al destete en kg. Los asteriscos indican diferencias significativas entre grupos (*: $p \leq 0,05$)

Por otra parte, se analizó la cantidad de kilogramos totales de cordero al nacimiento y al destete en cada parto. En la Tabla 10 se observa que el G1 aumentó los kg totales al nacimiento a medida que avanzó el número de partos, a diferencia del G2 en el que se observó una disminución. De la misma manera, el G1 aumentó la totalidad de kg de cordero destetado a medida que se acercó al cuarto parto, a diferencia del G2 que disminuyó.

Sumando la cantidad de kilogramos totales de cordero destetado en los cuatro partos (restando los pesos al nacimiento de cada uno de los partos), se observa que el G1 produjo 736,3 kg, mientras el G2 solo produjo 433,9 kg, observándose una diferencia de 302,4 kg para el mismo período.

Tabla 10. Pesos totales al nacimiento y al destete en kg por grupo y número de parto

	Primer Parto		Segundo Parto		Tercer Parto		Cuarto Parto	
	TPN	TPD	TPN	TPD	TPN	TPD	TPN	TPD
G1 (11)	31,9	129	33	184,4	32,9	280,5	35	275,2
G2 (10)	30,7	144,5	30,4	142,7	28	130	24,7	130,5

Nota: TPN: total peso al nacimiento en kg, TPD: total peso al destete en kg

1.3.3.2. Peso de las madres

Dentro de los indicadores productivos, se determinó cada 30 días el peso de las madres, desde el momento en que se conformaron aleatoriamente los grupos (día 0) hasta el cuarto parto (día 750). Al momento del primer parto no se observaron modificaciones en el peso de las ovejas del grupo 2. En la Tabla 11 se detalla el peso promedio de cada madre (PO) y el peso total de todas las madres de cada grupo (PTO), al momento del parto. Se observaron diferencias significativas entre grupos en el PO.

Tabla 11. Pesos promedios, error estándar y pesos totales en kg de las ovejas por grupo y número de parto

	Primer Parto		Segundo Parto		Tercer Parto		Cuarto Parto	
	PO	PTO	PO	PTO	PO	PTO	PO	PTO
G1 (11)	41,1±0,9*	451,8	42,9±0,9*	472,3	44,9±1*	494	44,9±0,9*	495
G2 (10)	34,2±0,9	376,4	37,9±1	380	38,1±1	382	38,5±1	385

Nota: PO peso promedio de las ovejas madres en kg, PTO peso total de las ovejas madres en kg. Los asteriscos indican diferencias significativas entre grupos (*: p 0,05).

1.3.3.3. Kilogramos ganados por kilogramo de oveja mantenida

Al analizar los kg de cordero destetados/kg de oveja, se observó un aumento en el G1 a medida que avanzaron los partos, consecuencia del mayor número de nacimientos dobles. En cambio, en el G2 la eficiencia de producción se mantuvo a lo largo de los 4 partos (kg producidos/kg de oveja mantenida). Para el grupo de madres alimentadas con forrajes y suplemento mineral, se observó una eficiencia del 21,9%, 32%, 50,1% y 48,5% para los cuatro partos sucesivos, mientras que para las madres alimentadas sólo con forraje la eficiencia fue del 30,2%, 29,5%, 26,7% y 27,4%, por kilogramos de oveja mantenida.

Los resultados se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12. Valores promedios de los kilogramos ganados/kg de oveja mantenidos

	Primer Parto	Segundo Parto	Tercer Parto	Cuarto Parto
G1 (11)	0,215	0,321	0,501	0,485
G2 (10)	0,302	0,296	0,267	0,274

Nota: kg de cría destetada/kg de oveja total: (PTN-PTD)/PTO)

1.3.4. Valoración económica de indicadores productivos-reproductivos en ovinos de pelo, en presencia o ausencia de suplementación mineral, en la Amazonía ecuatoriana

1.3.4.1. Indicadores productivos y reproductivos

La Tabla 13 resume los valores de los indicadores productivos y reproductivos registrados y calculados en los dos grupos de ovinos según su alimentación.

Tabla 13. Variables productivas y reproductivas de ovinos de pelo según el grupo de alimentación (con y sin suplementación)

	Variables	Grupos	
		G1 (forraje + suplementación)	G2 (forraje)
Datos reales	N	11	10
	NP	4	4
	PM (kg)	43.5	37.2
	PN (kg)	2.1	2.5
	PD (kg)	13	11.5
	ÍndProl (%)	150	102
	PP (días)	200	218
	PD (%)	48	9

Todos los valores corresponden a la media aritmética de cuatro partos consecutivos (2016-2019) N: número de ovejas madre; NP: números de partos; PM: peso de las ovejas madre en kg; PN: peso al nacimiento de las crías en kg; PD: peso al destete de las crías en kg; ÍndProl: índice de prolificidad en porcentaje; IPP: intervalo parto-parto en días; PD: partos dobles en porcentaje.

1.3.4.2. Cálculo económico

En la Tabla 14 se muestra el cálculo económico según cada grupo para un modelo de 10 ovinos, con los indicadores anualizados y representando el modelo familiar de la Amazonía, evaluando la posibilidad de un ingreso adicional a la economía familiar.

Tabla 14. Cálculo económico anualizado para un modelo de 10 ovinos

Grupos	G1 (forraje + suplementación)	G2 (forraje)
Modelo a 10 ovinas madres		
Nacimientos	15	10,9
Corderos Reales	15	10,9
Corderos destetados	13,5	9,8
Kg de cordero al destete	175,5	112,7
Precio del kg de cordero	2,29	2,29
Ingresos	401,9	258,1
Egresos	118,6	0
Balance	283,3	258,1
Diferencia (%)	8,9	

Nacimientos: 10 ovinos x índice de prolificidad. Corderos reales: estimación de nacimientos ajustados a un año adaptado Magnasco (1998). Corderos destetados: corderos nacidos – 10 % de pérdidas (desde el nacimiento al destete) Kg de cordero al destete: resultados de la Tabla 1 x corderos destetados.

Precio del cordero: Peso al destete total * precio del kg de cordero pagado al productor. Precio del kg de cordero pagado al productor 2.29 dólares (promedio de los tres mercados de Ecuador que se utilizan como formador de precios, <http://sinagap.mag.gov.ec>, 2021).

Egresos: utilización de suplemento la dosis de 0,005 kg por animal y por día, todos los días desde el destete del cordero primogénito hasta el final del ensayo (Pecutrin® Suplemento mineral más vitaminas AD3E. Bayer

HealthCare; partes de la fórmula componentes: calcio desde mínimo 17 % hasta máximo 20%, fósforo mínimo 18 %, magnesio mínimo 3,0 % Valor por kg 6.5 dólares (valor promedio en el Mercado, 2021).

Balance: Ingresos (venta de kg de corderos) – Egresos (compra suplemento). Expresado en porcentaje. Los valores de ingresos y egreso fueron expresados en dólar estadounidenses.

1.4. DISCUSIÓN

La ovinocultura a pastoreo libre en la región de la Amazonía Ecuatoriana se caracteriza por tener techos ambientales muy fuertes, tanto desde el punto de vista de los factores climáticos como los nutricionales, lo que lleva a los animales a situaciones límite de estrés. Por este motivo, conocer las carencias minerales subclínicas, permitiría implementar una suplementación nutricional específica, fundamental para hacer que el sistema sea sustentable. Frente a las limitaciones ambientales, no tiene sentido la inversión en genética que no podrá expresar todo su potencial. En muchos casos, el manejo racional y la nutrición adecuada son suficientes como estrategia para revalorizar lo autóctono sobre lo foráneo, ya que ellos redundarán en mejoras económicas tangibles en el corto plazo para los productores familiares (Moyano *et al.*, 2020).

La información revelada en el presente trabajo de tesis se centró en la valoración de las variaciones de indicadores reproductivos y productivos frente a la suplementación mineral y en cómo estos factores pueden impactar a nivel económico, intentando replicar los modelos familiares reales. Se realizó el seguimiento de los grupos de hembras durante cuatro años, manteniendo el sistema de producción estable.

1.4.1. Efecto de la suplementación mineral sobre los niveles de calcemia, fosfatemia y magnesemia en las madres

Como se ha mencionado anteriormente, no existen demasiados estudios relacionados con la alimentación de ovinos criados en ambiente

Amazónico, lo que llevó a adaptar los sistemas de producción a los conocimientos obtenidos en climas templados (Pereira *et al.*, 2016). En las condiciones de la Amazonía las ovejas crecen consumiendo forrajes de mala calidad. La baja calidad de las plantas en los suelos ácidos se debe a la combinación de toxicidades de Aluminio, Manganeso y deficiencias de Sodio, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y algunos micronutrientes como Hierro y Zinc. Las plantas están sujetas a diversos grados de estrés abiótico (acidez del suelo, deficiencias minerales y/o toxicidades, sequías / inundaciones, calidad de luz / sombra, temperaturas extremas) y estrés biótico (plagas, enfermedades, malezas). Estas tensiones tienen efecto sobre el crecimiento y el desarrollo de la vegetación de las plantas para consumo de los animales, lo que redundaría en una menor absorción, menor utilización de nutrientes absorbidos y, en consecuencia, una reducción del uso eficiente de los nutrientes (Fageria *et al.*, 2008).

Estas condiciones de cría podrían afectar el normal desarrollo en los ovinos (Buratovich, 2010). La sangre es el bio-sustrato más importante para la estimación de estado mineral de un animal (Khan *et al.*, 2009). La presencia de minerales en cantidades y proporción adecuada previene las enfermedades a través de la activación del sistema inmunológico, mejorando el crecimiento, producción, viabilidad y fertilidad (Underwood, 1981). Si bien durante muchos años se consideró que la suplementación bajo condiciones de pastoreo no era rentable, algunos trabajos describen la necesidad de suplementar minerales (Yadav y Mandokhot, 1988, Salamanca, 2010), según los grupos etarios. En base a esto, se consideró de suma relevancia conocer los niveles séricos de macrominerales en los distintos tiempos alrededor del parto, a fin de desarrollar un paquete complementario efectivo.

Los valores normales de calcemia en ovinos de la raza Blackbelly en sistemas libres son de 11,5-12,8 mg/dL (Kaneko *et al.*, 1997). En este estudio, los valores de calcemia de las madres oscilaron entre 2,66 y 2,17 mg/dL, muy por debajo del rango normal. Quintero-Moreno *et al.* (2000), encontraron valores en ovejas sin suplementación de 8,73 mg/dL mientras que en las ovejas suplementadas llegaron a obtener valores

de 15,2 mg/dL. Underwood and Suttle, (1999) encontraron que los valores normales de calcio en suero sanguíneo varían de 7 a 8 mg/dL, en ovinos jóvenes. Por el contrario, Norton (1994) describió que el calcio es raramente una limitante en dietas forrajeras. El menor contenido de Ca^{2+} en los pastos de la Amazonía podría deberse a la dilución natural del proceso por el cual la producción de materia seca supera la captación de minerales (Fleming, 1973). En este caso, la suplementación no fue suficiente para llevar la concentración sérica de calcio a valores normales, aunque se observó un incremento en la calcemia en el G1 con respecto al G2. Este resultado podría explicarse en parte porque se usó la dosis mínima sugerida de suplementación (5 gr/animal/día), pero además se debería pensar en las interacciones con los minerales tóxicos, los que podrían interferir y/o disminuir su absorción. Sin embargo, no se observaron problemas de retención de placenta, ni ovejas caídas luego del parto, fracturas espontáneas u otras patologías relacionadas, aunque los valores hacen pensar en una hipocalcemia subclínica aguda. Abarghani *et al.*, (2013) encontraron que el Ca^{2+} y el P^3 fueron deficientes durante las diferentes estaciones en animales de la raza blackbelly en pastoreo, en todas las regiones y para todas las categorías de ovinos. Estos autores concluyeron que los ovinos en pastoreo continuo no pueden prevenir deficiencias en la concentración de Ca^{2+} y P^3 en el suero o plasma. Por lo tanto, la suplementación de estos grupos de pequeños rumiantes con una mezcla mineral biodisponible probablemente aumentaría el nivel sanguíneo de estos minerales. Sin embargo, los autores destacan la importancia de realizar más estudios para determinar requisitos y beneficios económicos de los suplementos minerales.

Los valores normales de fosfatemia reportados en la raza de ovinos blackbelly son de 5-7,3 mg/dl (Kaneko *et al.*, 1997). En este estudio, los valores de fosfatemia de las ovejas oscilaron entre 3,31 y 6,96 mg/dL, determinándose que en las ovejas del primer parto los valores fueron inferiores a los estándares. Mientras que al suplementar sales minerales la fosfatemia del G1 estuvo dentro de lo normal, los mismo que coinciden con lo descrito por Stojkovi *et al.* (2014), quien observó que el nivel de fósforo en el suero sanguíneo de la raza blackbelly fue de 3,84 – 4,61 mg/dL.

Al suplementar con harina de hueso, el nivel de fósforo aumentó hasta el límite inferior de los valores normales, mostrando la necesidad de incorporar niveles más altos de fósforo en el alimento diario, de modo de satisfacer las necesidades de este mineral. El bajo contenido de fósforo podría deberse a la baja presencia de P^{3-} del suelo ácido de la Amazonía y además, al bajo aporte del *Arachis pintoi* específicamente en este mineral (Masters *et al.*, 1993; Fageria *et al.*, 2008; Ltda 1981; Alvaro Rincón, 1999). En los rumiantes, la cantidad excretada del mineral varía según el tipo de dieta. La cantidad y la fuente de fósforo usada en la dieta afectan también la cinética del mineral en el organismo (Vitti, 2000; Días *et al.*, 2006). La edad del animal puede influir en la utilización del fósforo dietario ya que se ha observado que los animales jóvenes poseen una mayor eficiencia de absorción (Braithwaite, 1975). De esta manera, son varios los aspectos que pueden influir en la homeostasis del fósforo en el organismo y por tanto, en la cinética del mineral. En los últimos años, el estudio de este mineral en el contexto de la producción animal se ha centrado básicamente en la redefinición de las exigencias del mineral, buscando reducir al máximo la excreción sin afectar el desempeño animal (Patiño, 2011). Las variaciones del Ca^{2+} y del P^{3-} podrían obedecer a las fluctuaciones de las condiciones climáticas (Orden *et al.*, 1999). Además, la absorción de estos minerales es en forma independiente uno del otro, lo que permite que pueda ajustarse a las diferentes demandas fisiológicas. Los resultados mostraron una relación inversa $Ca^{2+}: P^{3-}$, para que el rendimiento sea óptimo en los rumiantes debe ser del 1,5:1 a 2,5:1 (NRC 2007), en este trabajo fue 1:1,7 al inicio y finalizó con 1:2,57. Sin embargo, en rumiantes, la proporción de Ca^{2+} a P^{3-} solo afecta la absorción de estos minerales si la dieta es inadecuada en el contenido de estos (Veuni, 2010). El metabolismo de Ca^{2+} está estrechamente relacionado con el del P^{3-} . El exceso o déficit de un mineral puede afectar la utilización del otro (Veuni, 2010).

En este trabajo, los niveles séricos de Mg^{2+} en las ovejas estudiadas oscilaron entre 2,18 y 2,90 mg/l en el primer parto. A partir de este momento se comenzó a suplementar a las madres del Grupo 1. En estos animales se observó que la magnesemia se mantuvo dentro de valores

normales (2,7-3,95 mg/dL) aún en el tercer parto. Los valores normales de magnesio en suero en ovinos de la raza Blackbelly es de 2,5-7,3 mg/dL (Kaneko *et al.*, 1997).

Los resultados de la presente investigación coinciden con los reportados por Abarghani *et al.*, (2013), con valores que oscilaron entre 2,9-3,7 mg/dL. Lo que permite manifestar que los ovinos asimilan Magnesio en cantidades pequeñas para mantener el equilibrio iónico en el organismo.

A medida que aumenta el número de partos aumenta la disponibilidad de magnesio a nivel de suero sanguíneo si bien es cierto el magnesio es un elemento importante y esto se puede analizar a nivel de suero sanguíneo.

1.4.2. Efecto de la suplementación mineral sobre diferentes indicadores reproductivos

Los macrominerales como el calcio, el fósforo y el magnesio presentan funciones muy importantes, no sólo para el mantenimiento de los animales, su crecimiento y producción láctea, sino también en relación con las funciones reproductivas (Bravo Huerta, 2014). Si bien existen controversias entre distintos autores, se sabe que las funciones reproductivas son muy exigentes, tanto en calidad como en cantidad de nutrientes de esta forma, el estado nutricional es un modulador de la reproducción muy importante en esta especie (Blache *et al.*, 2008), mejorando el rendimiento reproductivo (Vázquez-Armijo *et al.*, 2011). La mayoría de las investigaciones hacen hincapié en las últimas etapas de la gestación, debido a la importancia de la toxemia de la preñez en las ovejas, supervivencia y crecimiento de los corderos. En este trabajo tomamos dos indicadores reproductivos: la prolificidad y el intervalo entre partos.

Durante los cuatro partos estudiados, se observó un incremento significativo en la cantidad de nacimientos múltiples en el grupo de las hembras que recibieron forraje más suplementación mineral, frente a aquellas hembras que sólo recibieron forraje (66 y 45 corderos totales,

respectivamente). La prolificidad para el Grupo 1 fue de 150 % y para el Grupo 2, de 102%. Estos resultados son similares a los reportados por otros autores (González Reyna, 1983; Valencia y González Padilla, 1983), quienes encontraron que las ovejas Blackbelly en México presentaban mayores porcentajes de prolificidad con respecto a otras razas (110% frente a 92%, respectivamente). En Cuba se ha encontrado valores de prolificidad en la raza Pelibuey de 147 a 169 % a través del año, obteniendo los mayores índices en junio y julio y los menores en octubre y noviembre (Peron *et al.*, 1995).

En México, existen también trabajos donde se ha observado una disminución en la actividad reproductiva en la raza Blackbelly (Valencia *et al.*, 2006; Trejo *et al.*, 1990), repercutiendo en la prolificidad, con valores de 107 a 142 %, obteniendo los mayores índices de septiembre a diciembre y los menores de enero a abril, considerada como la época de secas.

Por otra parte, Alonso (1981) concluye que los costos de producción están dados por el mantenimiento de la oveja a través de los diferentes períodos, por lo cual aquella oveja que produzca más de un cordero por parto reducirá los costos de mantenimiento por cordero nacido. En consecuencia, animales de alta prolificidad permitirían obtener mayor número de corderos por oveja, reduciendo los costos de mantenimiento de la madre por unidad de producción y obteniendo también los beneficios de una selección genética amplia y una más rápida expansión de la empresa ovina.

En lo que respecta a los intervalos entre partos, se observó que las ovejas de cada una de los grupos volvió a parir, en promedio, a los 200 días en el caso del G1 y a los 218 días en el caso del G2. Más allá del significado estadístico de la diferencia entre ambos grupos, que podría ser explicada en parte por la suplementación recibida durante el ensayo por parte del G1, el significado biológico de la misma es relativo no sólo por lo exiguo de la diferencia sino porque aún están distantes del intervalo entre partos óptimo de 182 días que podrían tener las ovejas Blackbelly, lo que permitiría lograr dos partos por año en este ambiente. Sin embargo, los

resultados obtenidos son promisorios frente a los reportados por otros autores. Dickson *et al.* (2014) reportaron un IPP promedio de $268,8 \pm 72,5$ días para madres de la raza Pelibuey en Venezuela. Estos valores son similares a los obtenidos por Ríos *et al.* (2010) quienes informaron un intervalo entre partos de $272 \pm 8,8$ días en esta raza en la misma región, pero es mayor que el promedio obtenido en este estudio en un sistema de pastoreo libre en México por Lara y Rolón (1983) y por Galina *et al.* (1996), quienes informaron intervalos de 226 ± 43 y 254 ± 25 días, respectivamente.

Estos resultados muestran que la fertilidad es una medida compleja y de funcionalidad multifactorial, además de ser influenciada por los genes y por el ambiente.

1.4.3. Efecto de la suplementación mineral sobre diferentes indicadores productivos

En el presente estudio, la media general correspondiente al peso de los corderos al nacimiento ($2,74 \pm 0,74$ kg) fue similar a lo publicado por Bores *et al.* (2002) para ovinos de razas de pelo Pelibuey, pero inferior a lo observado en otro estudio (Puga *et al.*, 2007). A medida que avanzaron los partos, se observaron diferencias significativas en el peso al nacimiento entre el grupo suplementado y el alimentado sólo a base de forraje. A su vez, en el Grupo 1 se observó una disminución del 60% en el peso al nacimiento en las crías nacidas en el tercer y cuarto parto, como producto de la mayor cantidad de partos múltiples.

El valor de la media de peso de los corderos al destete ($11,37 \pm 0,38$ kg) también fue similar al reportado por Bores *et al.* (2002), en México-Mochachá quienes describieron pesos de $12,0 \pm 0,4$; $12,6 \pm 0,4$ y $13,8 \pm 0,5$ kg para ovinos de pelo F1 (Blackbelly x Pelibuey) y sus cruzas con Dorset, Suffolk y Hampshire, respectivamente. Sin embargo, fue menor al encontrado por Bonilla *et al.* (2003), quienes observaron pesos de 14,3 kg para corderos de razas Dorper y Katahdin cruza con ovinos de Pelibuey. Así mismo, otros investigadores (González *et al.*, 2002; Estrada *et al.*,

2004; Loya *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2005) refieren también pesos mayores en la raza Blackbelly con un sistema de pastoreo en praderas localizado en Tabasco México de acuerdo a los reportados en este trabajo. Estos resultados coinciden en parte con trabajos en los cuales mostraron la diferencia en peso al nacimiento de ovinos, según se tratara de partos simples o múltiples. Las diferencias en el peso al nacimiento al comparar partos simples y múltiples se deberían no sólo a una capacidad uterina restringida, sino también a una limitada fuente de alimentos esenciales para el mayor número de fetos en desarrollo (Yazdi *et al.*, 1999).

Por otro lado, no hubo coincidencia entre los resultados obtenidos y los reportados por Rajab *et al.* (1992), quienes describen que las diferencias encontradas en peso al destete podrían deberse al mayor peso de los corderos nacidos de partos simples en comparación con los nacimientos de partos múltiples y al hecho de que los ovinos en nacimientos múltiples compitieron por los suministros de leche.

En cuanto al peso promedio al destete, desde el segundo parto existieron diferencias significativas entre el Grupo 1 y el Grupo 2, las cuales se mantuvieron hasta el cuarto parto inclusive. En el Grupo 1 se observó que, en el segundo, tercero y cuarto parto las crías pesaron un 24% más que las correspondientes al Grupo 2. Es decir que, a pesar de tener un peso menor al nacimiento, los corderos del Grupo 1 superaron en peso al destete a los del Grupo 2.

La demanda de nutrientes por parte de los corderos en esta fase es relativamente baja, para que esta diferencia pueda explicarse por la suplementación recibida por las hembras del Grupo 1. Durante muchos años se consideró que la suplementación bajo condiciones de pastoreo no era rentable (Ganzábal, *et al* 2014). No obstante, si bien el efecto de la suplementación es bajo al evaluarlo a nivel individual, si se lo analiza por unidad de área y kg totales, puede resultar atractivo, En la misma se puede observar que la diferencia de kg de ovino destetado resulta mayor en el G1, obteniéndose un promedio de 110% más de kg destetados que para el G2, entre el segundo, tercer y cuarto destete. Una estrategia de

selección de hembras que afecta directamente sobre la productividad y rentabilidad de la explotación es considerar los kilogramos de cordero destetado por hembra. Esta variable involucra los factores que más influyen en la rentabilidad del rebaño, ya que considera la prolificidad de la hembra, la producción de leche, el instinto maternal, la mortalidad y la ganancia de peso de los corderos. También se puede medir en forma anual (kg de cordero destetado por hembra por año). En este sentido, se observó que el Grupo 1, al aumentar la prolificidad, produjo un aumento de la eficiencia de los kg ganados por kg de oveja madre mantenida, llegando a ser más del doble. Ahora si tenemos en cuenta la diferencia que poseen las ovejas madres en cada grupo esta eficiencia sigue siendo superior, pero disminuiría a un 25% superior. Esto está mostrando la necesidad de utilizar indicadores agregados, ya que por sí sola la prolificidad no alcanzaría si no se acompaña de un ovino de menor tamaño para disminuir su mantenimiento en dicha eficiencia.

1.4.4. Valoración económica de indicadores productivos - reproductivos en ovinos de pelo, en presencia o ausencia de suplementación mineral, en la amazonía ecuatoriana

El análisis económico de la cría de animales en la Amazonia es difícil de realizar, existen muchos factores que limitan los estudios económicos tradicionales (falta de registros, manejo informal de la comercialización, baja escala, etc.). Según indicadores sociales, la región amazónica tiene elevados niveles de pobreza, los medios de vida son limitados y las comunidades rurales carecen de muchos servicios básicos. En muchos casos, apenas abastecen los requerimientos nutricionales. En este sentido, las pequeñas producciones animales que puedan contribuir en la disminución de los déficits nutricionales y permitir que los habitantes rurales tengan acceso a proteína de origen animal son necesario e indispensables de proponer y mostrar resultados aplicables y transferibles.

Kosgey *et al.* (2003) encontraron que, en las áreas tropicales, las evaluaciones detalladas de costos e ingresos son escasas, y las derivaciones de valores económicos para los rasgos del objetivo de reproducción son

muy pocas. Basado en ello, los criterios considerados para el impacto económico de la suplementación mineral se basan en variables reproductivas y productivas. Por su parte, Alonso (1981) menciona que los costos de producción se calculan considerando el mantenimiento de la oveja a lo largo de los diferentes periodos, por lo que toda oveja que produzca más de un cordero por parto reducirá los costos de mantenimiento por cordero nacido. En consecuencia, los animales de alta prolificidad permitirían obtener más corderos por oveja, reduciendo los costos de mantenimiento de la madre por unidad de producción.

El modelo planteado mostraría una mejora relativa derivada de la suplementación de minerales en la región de la Amazonía Ecuatoriana. Sin embargo, al analizar de forma diferente ambos grupos y su proyección anual sobre la base de los indicadores evaluados y las nuevas variables derivadas, los mayores ingresos correspondieron al grupo de ovejas suplementadas. Esto se debe, a que el grupo de ovejas suplementadas tuvieron mejores indicadores reproductivos y productivos. Este comportamiento pone en evidencia el juego de variables que habitualmente no se tienen en cuenta al utilizar cálculos económicos preestablecidos, que sólo consideran el ingreso por venta de corderos. Al analizar las variables con mayor impacto, cuando el análisis se ajusta a un año calendario, como ocurre en este caso, la primera variable que surge es el intervalo parto parto y el índice de prolificidad. La reproducción es un eje importante para la producción animal, el mismo permite mantener la continuidad del sistema de producción (Oliveira da Silva et al., 2021). Los resultados encontrados en este trabajo del impacto de los indicadores reproductivos coinciden con los presentados por Pedroso (2005) donde no menos del 60% de las ganancias de las granjas ingresan por la venta de corderos, este producto está influenciado por la tasa de partos, el intervalo de partos y la eficiencia reproductiva en general. La suplementación mineral de forma sistemática se reflejaría en un mayor ingreso anual.

Los resultados obtenidos en los potreros experimentales del CIPCA pueden ser fácilmente escalable al productor familiar (Moyano *et al.*,

2020). Las condiciones climatológicas de la región y los factores considerados en el estudio son similares a las condiciones reales del manejo de los ovinos. El suplemento mineral evaluado está al alcance de los productores locales, desde la Universidad existen áreas que pueden brindar el asesoramiento técnico en colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación.

En los últimos años se ha realizado un trabajo de extensión importante, con la implementación de talleres, charlas, visitas, recorridos y se han desarrollado programas de divulgación. Esto ha permitido que los ganaderos locales vean en la incorporación de la cría ovina como otra opción en el desarrollo ganadero y productor de carne en las provincias amazónicas.

1.5. CONCLUSIONES

Las ovejas Blackbelly criadas en condiciones de pastoreo libre en la Amazonía Ecuatoriana tuvieron muy bajos valores de calcio en suero sin que la suplementación pudiera ayudar a mejorarlos. Los valores de fósforo estuvieron por debajo de los valores requeridos, pero luego de la suplementación los mismos superaron el umbral mínimo. En cuanto al magnesio, la suplementación permitió elevar levemente los valores, manteniéndolos dentro de los parámetros normales.

El tamaño de la camada podría verse modificado por la suplementación mineral, permitiendo que las ovejas expresen todo su potencial de prolificidad, aumentando la cantidad de partos múltiples.

La mejor eficiencia reproductiva, medida por el intervalo parto - parto, fue en el grupo de animales que recibió la suplementación mineral.

El grupo de ovinos de pelo de la Amazonía Ecuatoriana suplementados con minerales fue biológicamente más eficiente que el Grupo no suplementado, el beneficio / costo alcanzado en los ovinos suplementados con minerales (Grupo 1) fue superior al registrado en los ovinos del

Grupo 2, lo que permite mencionar que existe un efecto positivo además de que se pueden observar mejores puntos de equilibrio económico en relación a ingresos, tamaño del rebaño y margen de utilidad.

La suplementación mineral en la cría de ovejas de pelo en sistemas a pastoreo en condiciones de la Amazonía Ecuatoriana es necesaria durante todo el ciclo productivo, pero es imprescindible hacer los ajustes teniendo en cuenta la relación suelo-planta-animal para los sistemas en la Amazonía.

1.6. BIBLIORAFÍA

- ☛ Abarghani, M., Shobeiri. S., Meiboudi., H. (2013). Implementation of a rural cooperative management for achieve sustainable development for the first time in Iran. https://www.researchgate.net/publication/298508085_Implementation_of_a_rural_cooperative_management_for_achieve_sustainable_development_for_the_first_time_in_Iran
- ☛ Acevedo, C. (2014). Caracterización del perfil mineral durante la transición de ovinos durante el otoño y primavera en tambos del departamento de colonias – Santa Fe.
- ☛ Ahlman, T. 2010. Organic Dairy Production: Herd Characteristics and Genotype by Environment Interactions. PhD Thesis. Acta Universitatis agriculturae Sueciae 2010:59. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden.
- ☛ Almeida, A.M.; Schwabach, L.M.J.; Cardoso, L.A.; Greyling, J.P.C. 2016. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Boer bucks fed winter veld hay: The effect of nutritional supplementation. *Small Ruminant Research*. 2016, 73:216-220. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.02.001>
- ☛ Alonso AJI .1981. Manejo de la reproducción en el ovino. *Ciencia Vet*. 434-463.
- ☛ Alvaro Rincón, 1999. Mani forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles en producción agropecuaria. Corpoica, Programa nacional de transferencia de tecnología agropecuaria.

http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4114/1/2006112716_4516_Mani%20forrajero%20alimento%20animal.pdf

- ☛ Anco (Asociación Nacional de Criadores de Ovejas del Ecuador) 2001. La Ovejería del Ecuador. En línea. <http://www.geocities.ws/ancoec/>
- ☛ Arteaga, 2004. Razas ovinas y su distribución en América Latina, Tron J. en Ovejas, cabras y camélidos en Latinoamérica. Tamaulipas – México.
- ☛ Arroyo, L.J., Gallegos-Sánchez, J., Villa-Godoy, A., Berruecos, J.M., Perera, G., Valencia, J. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Animal Reproduction Science*. 102: 24-30.
- ☛ Arroyo, L.J., Gallegos-Sánchez, J., Villa-Godoy, A., Berruecos, J.M., Perera, G., Valencia, J. 2011. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Animal Reproduction Science*. 102: 24-30.
- ☛ Barakat NA, Laudadio V, Cazzato E, Tufarelli, V. 2013. Potential contribution of retamaraetam (Forssk.) Webb & Berthel as a forage shrub in Sinai, Egypt. *Arid Land Res Manag* 27(3):257-271.
- ☛ Blache, D., Maloney, S. K., & Revell, D. K. (2008). Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 140-157.
- ☛ Best, C.H. y Taylor, N.B. 1986. Bases Fisiológicas de la Práctica Médica, 11° editorial médica panamericana
- ☛ Bidot, A., Perón, N., Borroto, A., Ramírez, A., Castro, H., Berrio, I. 2014. Algunas características organizacionales del ovino Pelibuey en Cuba en escala en Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en iberoamérica. INTA .pp: 205-211. o de http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_4_ovinos.pdf
- ☛ Bonilla, T.G., Aguilar, E.S., Ortega, J.E., Torres, H. (2003) Crecimiento predestete de corderos Pelibuey y F1 Kathadin x Pelibuey en condiciones tropicales. Memorias XII Congreso de producción Ovina. Tulancingo, Hidalgo, México.

- ✿ Bores, Q.R., Velázquez, M.A., Heredia, A. M. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc Pecu Méx* 40(1): 71-79.
- ✿ Bravo Huerta, 2014. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos durante dos épocas en el valle de toluca, México. *Agrociencia* 42: 173-183.
- ✿ Braithwaite, GD, 1975. Studies on the absorption and retention of calcium and phosphorus by young and mature Ca-deficient sheep. *British Journal of Nutrition* 34(2):311-324.
- ✿ Buratovich, O. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan- EEA INTA Esquel.
- ✿ Calva y Espinosa, 2017. Comisión Mixta de Cooperación Amazónica - Ecuatoriano - Colombiana - Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas de los Ríos San Miguel y Putumayo. [https://www.oas.org/osde/publications/unit/oea32s/begin.htm# Contents](https://www.oas.org/osde/publications/unit/oea32s/begin.htm#Contents)
- ✿ Campos, R.G., Cubillo, C. y Rodas, A.G, 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta. Agron.* 56:2-10.
- ✿ Céspedes, J. F. 2010. Trabajo Final: "Efecto de la suplementación con una mezcla comercial de sales minerales, sobre los porcentajes de preñez y de perdidas embrionarias, empleando IATF más repaso con toros en un rodeo de cría" M.V. Juan Francisco José Céspedes. Especialización en Reproducción de Bovinos. IRAC, UNC.
- ✿ Chemnitz, C. 2014. The rise of the global market. En: *Meat Atlas. Facts and figures about the animals we eat* (págs. 11-12). Berlin: Bölll Foundation.
- ✿ Conargen, 2010. Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, A.C. (conargen): Guía técnica de programas de control de producción y mejoramiento genético en ovinos. Editores Técnicos Dr. Ángel Ríos Utrera. 2010. Monterrey, NL, Mex. pag 32.
- ✿ Claus, C., Fischer, J., Herrera, A. And Rahmann, G. 2014. La ganadería de ovinos de pelo para un uso sustentable en la zona periférica de bosque tropical de América del Sur. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Asistencia Técnica Alemana Tropenökologisches Begleitprogramm (TÖB) y Programa de Apoyo*

Ecológico. Universidad de Kassel pp 80.

- ☛ Dauth, J.; Dreyer, M.J. Y Coning, J.P. 1984. Ionized calcium versus total calcium in dairy cows. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 55: 71-72.
- ☛ De Luca, L. 2003. Calcio, Fósforo, Vitamina D y Parathormona. Sitio argentino de Producción Animal. www.produccion-animal.com.ar
- ☛ De Luca, L. 2002. Fisiología del Magnesio. Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado de http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/51-magnesio.pdf (30/08/2020).
- ☛ Días. R. Kebreab, D. M. S. S. Vitti, A. P. Roque, I. C. S. Bueno, And J. France. 2006. A revised model for studying phosphorus and calcium kinetics in growing sheep1 *J. Anim. Sci.* 2006. 84:2787-2794
- ☛ Dickson, L., Torres, R. D'Aubeterrey O. García, 2014. Factores que influyen en el intervalo entre partos y la prolificidad de un hato de carneros Pelibuey en Venezuela. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* ISSN: 0034-7485
- ☛ Durán Ramírez, F, 2008. Manual de explotación y reproducción en ovejas y borregos. Grupo Latino Editores: Bogotá, Colombia.
- ☛ Escobar, 2016. LA relevancia de la Agricultura en América Latina y el Caribe. Friedrich Eberto estiptiong. <https://static.nuso.org/media/documents/agricultura.pdf>.
- ☛ Espac, 2020. Boletín técnico 01-2019-Espac. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Retrieved from Quito, Ecuador: https://www.ecuador encifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Boletin%20Tecnico%20ESPAC_2019.pdf
- ☛ Espac. 2018. Boletín técnico 01-2019-Espac. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Retrieved from Quito, Ecuador: https://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf
- ☛ Estrada, A. A., T. J. S. Sierra y R. E. Gutiérrez. 2004. Evaluación de la productividad de ovinos de la raza Pelibuey y sus cruizas con Dorper. *Memorias XL Congreso Nacional de Investigación Pecuaria*. Mérida, Yucatán, México. 227 p.

- ☛ Fajardo, H. 2009. Suplementación mineral estratégica de hembras bovinas lecheras en pastoreo y su influencia en la reproducción en el Valle del Cauto. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, ICA, Ciudad de la Habana, Cuba, 140 pp.
- ☛ Fageria NK, Baligar VC, LI YC, 2008. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in twenty first century. *J Plant Nutr* 31:1121–1157.
- ☛ FAO, 2019. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Suelos Ácidos. 2019. Available online:
- ☛ <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelosacidos/es/> (accessed on 13 May 2020).
- ☛ FAO, 2014. www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Salomón Salcedo y Lya Guzmán Editores. Libro. 486pp. Ecuador: Censo Nacional Agropecuario 2000.
- ☛ Fleming, G.A. 1973. Mineral composition of herbage. In: G.W Butler and W. Bailey (eds). *Chemistry and biochemistry of herbage*. Academic Press, London. p. 529-566.
- ☛ Freer, M., Dove, H., y Nolan, J. V. 2007. Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO publishing. Collingwood, Australia.
- ☛ Galina, M.A, Morales, R. Silva, E. López . B. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in Mexico. *Small Ruminant Research* 22-31-37
- ☛ Galván Doria, C., Rugeles Pinto, C., Vergara Garay, O. 2014. Variación de las concentraciones séricas de glucosa y proteínas durante el día en ovinos de diferente sexo. *Rev. Med. Vet.* 28:57-66
- ☛ Ganzábal, A. Banchemero, G. Ciappesoni, G. Vazquez A. Poli, C. H. E. C.2; Piaggio, L. y Ferreira, O.G.L. 2014. Sistemas de producción pastoriles intensivos en pequeña escala en guía práctica de producción ovina en pequeña escala en iberoamérica. *inta*. Pp: 33-39. www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Salomón Salcedo y Lya Guzmán Editores. Libro. 486pp.

- ✿ Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas. 2014. Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea-Oficina de Publicaciones de la Union Europea, L-2995 Luxembourg, 176 pp.
- ✿ Garmendia, J.C. 2007. Los minerales en la reproducción bovina. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Disponible en <[http:// www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar). > Fecha de consulta [28/6/2019].
- ✿ Godoy, Susmira, Alfaro, C., y Chicco, C.F. 2006. Algunas interrelaciones minerales en la nutrición de rumiantes a pastoreo en las sabanas de Venezuela. Revista Digital Ceniap HOY No 12 septiembre-diciembre 2006, Maracay, Aragua, Venezuela. ISSN: 1690- 4117Depósito Legal: pp.200302AR1449 Sitio:<[http:// www.ceniap.gov.ve](http://www.ceniap.gov.ve)> Fecha de consulta [06/06/2019].
- ✿ González Reyna, 1983. Eficiencia productiva y punto de equilibrio para el costo del kilogramo de cordero al destete en ovinos de pelo en el Noreste de México. <http://www.utafoundation.org/lrrd1512/cont1512.htm>
- ✿ González, G.R, Torres, G,Y,, Castillo, M. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Vet México 33(4): 443-454.
- ✿ González, R, Anzúlez, A.; Vera, A.; Riera, L. 1997. Manual de pastos para la amazonía ecuatoriana (No. 33). INIAP Archivo Histórico
- ✿ Griffiths, L.M.; Loeffler, S.H.; Socha, M.T.; Tomlinson, D.J.; Johnson, A.B. 2007. Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. Animal Feed Science and Technology. 137:69-83. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.10.006).
- ✿ Guyton, S.C. 1991. Tratado de fisiología médica. 8va Ed. McGraw-Hill - Interamericana de España, Madrid. pp 1063
- ✿ INEC, 2019. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2018,

abril 2019. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2><https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3416/7/iniapecaIAFRUT.2013.pdf>

- ☛ INIAP, 2017. Mejoramiento y recuperación de la investigación, soberanía, seguridad alimentaria y desarrollo agropecuario sostenible en la amazonia ecuatoriana. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3416/7/iniapecaIAFRUT.2013.pdf>
- ☛ IPEC Proyecciones Estadísticas Mundiales. 2017. Hacia los años 2050 – 2100. Instituto Provincial de Estadística y Censos, Noviembre. Santa Fe. Argentina.
- ☛ Jurgens, M. H., 2002. Sheep feeding guides. In: Animal Feeding and Nutrition, 9th edn. Kendall/Hunt Pub. Co., Dubuque, IA, pp. 423–452.
- ☛ Kaneko, J J, Havey, J W, Bruss, M L, 1997. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 932 pp.
- ☛ Khan, Z. I., Ashraf, M., Ahmad, K., Valeem, E. E., Mcdowell, L. R. 2009. Mineral Status of Forage and Its Relationship with that of Plasma of Farm Animals in Southern Punjab, Pakistan. Pak. J. Bot., 36: 851-856.
- ☛ KOLB, E (1987). Fisiología Veterinária. 4a ed. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 612 pp.
- ☛ Kosgey, I. S., Van Arendonk, J. A. M., & Baker, R. L. 2003. Economic values for traits of meat sheep in medium to high production potential areas of the tropics. Small Ruminant Research, 50(1), 187-202. doi:[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00102-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00102-0)
- ☛ Lara, E. & ROLÓN, L, 1983. Comportamiento productivo del borrego Pelibuey en la Huasteca potosina, México. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 18:136
- ☛ Leonard, I. 2015. Recursos forrajeros autóctonos y promisorios para la ganadería en la provincia de Pastaza. Retos y posibilidades para una ganadería sostenible en la provincia de Pastaza de la Amazonia Ecuatoriana. Capítulo IV, Pag. 46-69. Universidad Estatal Amazónica. Puyo.
- ☛ Loya, H. F. M., I. Martínez, J. A. Chávez, J. F. Vázquez, E. G. Cienfuegos, J. C. Martínez y A. González. 2003. Efecto del tipo de energía en la dieta sobre el comportamiento productivo en corderos de razas de

Pelo. Memoria XII Congreso Nacional de Producción Ovina. Tulancingo, Hidalgo, México. S/P.

- ☛ Ltda 1981. Deficiencia de Minerales en Rumiantes*. Revista INIA.
- ☛ Magnaso, R.P. 1998. Como evaluar la eficiencia reproductiva. *Producir XXI*. Año 7 N83:45-52
- ☛ Masters, D.G., D.B. Purser, S.X. Yu, Z.S. Wang, R.Z. Yang, N. Liu, D.X. Lu, L.H. Wu, J.K. Ren And G.H. LI. 1993. Mineral nutrition of grazing sheep in Northern China. 1 Macro-minerals on pasture feed supplement and sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 6: 99-105
- ☛ Mcdowell, L. R. 2003. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2 edition. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands. 644 p.
- ☛ Mendoza, B., Peña, L. 2009. Situación actual y perspectivas de los ovinos en Ecuador. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- ☛ Meyer, D. J Y Harvey, J.W. 2000. El laboratorio en medicina veterinaria. Interpretación y diagnóstico, Ed. Inter-Médica, Buenos Aires, Argentina, pp. 385.
- ☛ Molinuevo, H.A. 2005. Genética bovina y producción en pastoreo. Ed. INTA p.348
- ☛ Moyano, J, Caicedo W, Riofrío A, López J, Arias P, Chicaiza E1, Díaz L, Vargas JC, Viafara D, Feijoo D, Fishman L, Marini P.R. 2017. Importancia de los ovinos tropicales en la Amazonía ecuatoriana: Características productivas. Libro de Memorias Simposio internacional sobre Manejo sostenible de tierras y seguridad alimentaria – Ecuador. pág 138, Edit. Universidad Estatal Amazónica
- ☛ Moyano J.C., Quinteros R., López J.C., Garzón J.P., Marini P.R. 2020. Módulo ovino amazónico sustentable: indicadores de eficiencia productiva. *AICA 15 (2020)* 53-57.
- ☛ Norton, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: R.C. Gutteridge and H. M. Shelton (eds). *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB International. Oxon. UK. p. 177-191.
- ☛ NRC, 2005. Mineral tolerance of animals. Second Revised Edition. Committee on Minerals and Toxic Substances in Diets and Water for Animals. National Research Council. National Academy Press. Washington, USA. 510p.

- ☛ NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids, 1st edn. National Research Council. National Academy Press, Washington, DC.
- ☛ Oliveira Da Silva, R., Martins De Oliveira, R.S., Ferreira Silva, A., Ferreira De Oliveira, F., Ferreira Rufino, J.P., Monteiro Da Silva, M.L. 2021. Effect of different protocols for estrus synchronization on reproductive performance of Santa Inês ewes under Amazon environmental conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 43, e48954
Doi: 10.4025/actascianimsci.v43i1.48954
- ☛ Orden, E.A., A.B. Serra, S.D. Serra, C.P. Aganon, L.C. Cruz And T. Fujihara. 1999. Mineral concentration in blood of grazing goats and some forage in Lahar-Laden area of Central Luzon, Philippines. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*,12: 422-428.
- ☛ Patiño P.R.M; Da Silva Filho, J; Moreira, JA. 2013. Alteración de la cinética del fósforo en un ovino de pelo en crecimiento *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 5(1):204-212.
- ☛ Patiño, 2011. Fertilización de ovocitos caprinos madurados en dos medios de cultivo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 : 301 – 307. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93915703029.pdf>
- ☛ Pedroso, R. 2005. Interacción entre nutrición y reproducción en la hembra bovina. Conferencia. Instituto de Ganadería Tropical. Ministerio de la Agricultura. La Habana.
- ☛ Pereira E.S. Carmo. A. B. R., Costa, M. R. G. Medeiros. F. A. N. Oliveira R. L. . Pinto A. P., Carneiro M. S. S., Lima. F. W. R., Campos A. C. N. And Gomes S. P. 2016. Mineral requirements of hair sheep in tropical climates, *Journal of animal Physiology and animal nutrition* DOI: 10.1111/jpn.12483
- ☛ Pérez, C.R., Vázquez, C., SOSA, M., Valencia, González, E. 2005. Factores que influyen sobre el peso al nacimiento y al destete en corderos Pelibuey y Blackbelly. *Biotam Nueva Serie (Edición Especial 2005 Tomo I)*: 403-405.
- ☛ Perón, N. 1995. Manual del ovino. Ed. Acpa. Cuba. p. 95 Sánchez, M.D. 1995. Integración del ganado con cultivos perennes. *Rev. Mundial de Zootecnia*. 82:50 Spedding, I. 1975. Producci

- ☛ Piccione, G.; Costa, A.; Giudice, E. 2004. Chronobiological aspects of calcium and phosphorus metabolism in dog: clinical-therapeutic implications. *Archivio Veterinario Italiano* 55: 67-74.
- ☛ Puga, H. P., J. C. Martínez, E. G. Cienfuegos y F. Briones. 2007. Comportamiento de peso al nacimiento de un rebaño de ovinos de pelo en el centro de Tamaulipas. *Memorias Volumen 2. XXXI Congreso Nacional de Buiatría y XIII Congreso Latinoamericano de Buiatría. AMMVEB. Acapulco, Guerrero, México.* pp. 682-685.
- ☛ Quintero-Moreno, A., MIRANDA, S., LÓPEZ, R., DEAN, D., ROJAS, N., González, A., Palomares, R. y Boscan, J. 2000. Crecimiento, niveles de calcio, fósforo y magnesio y perfiles séricos de progesterona en corderas prepúberes mestizas west african suplementadas con tres fuentes de minerales. *Revista Científica FCV-LUZ Vol X N°3:205-211.*
- ☛ Quinteros, R., Barbona, I., Vargas, J. C., Moyano, J. C., y Marini, P. R. 2017. Macrominerales en Sangre en Cuatro Genotipos Bovinos en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 28(4), 802- 811.*
- ☛ Rajab MH, Cartwright TC, Dahm Pf, Figueiredo Eap.1992. Performance of three tropical hair sheep breeds. *J Anim Sci* 70: 3351-3359.
- ☛ Rasmussen, H. y Gustin, M.C. 1978. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*,28: 307- 391
- ☛ Reinberg, A. 1982. La cronofarmacología. *Mundo científico. 2: 634-646.*
- ☛ Reinhardt, T.A.; Horst, RL. y Goff, J.P. 1988. Calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis in ruminants. *Vet Clin North Am, Food Anim. Pract.*4: 331-350.
- ☛ Ríos, C., Moreira, R., Castro, N. 2010. Efectos de una alimentación suplementaria sobre algunas variables bioquímicas en ovejas y borregas de la zona de Magallanes, Chile. *Santiago de Chile: Universidad Santo Tomás.*
- ☛ Robles, C.A. 1983. Hipomagnesemia en el ovino. Reunión de especialistas en nutrición mineral del ganado AAPA. 7 oct. *Corrientes. Consultado del Sitio Argentino de Producción Animal. produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/210-Hipomagnesemia_ovino.pdf 30/07/2020.*

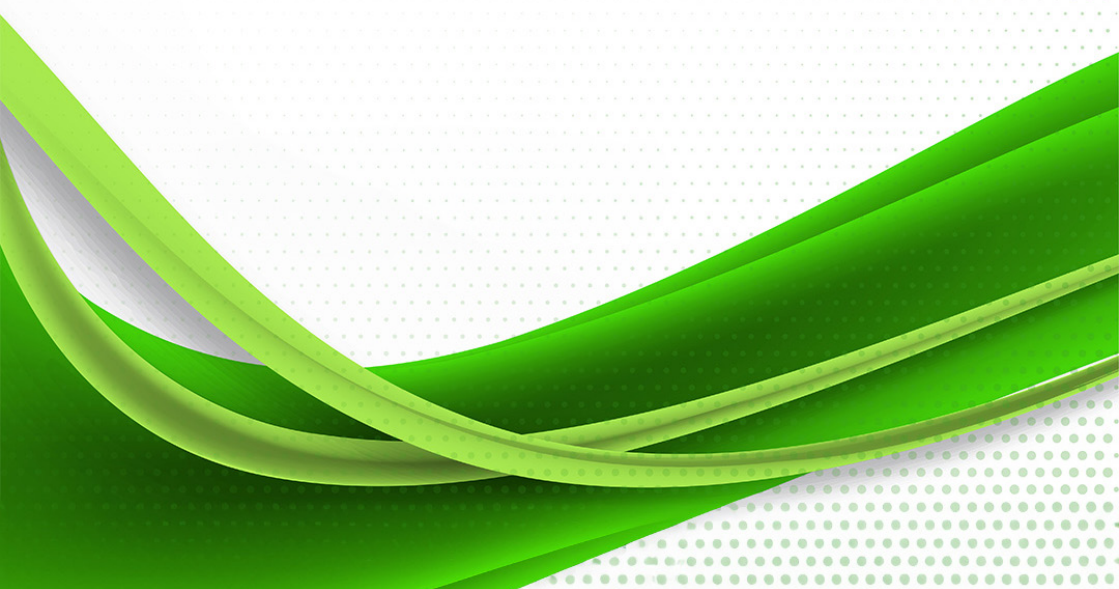
- ☛ Rodero F. A. y Rodero S. E. 2007. Historia de la ganadería andaluza. La ganadería Andaluza en el siglo XXI. Volumen I. Patrimonio Ganadero Andaluz. Junta de Andalucía. 586 pag.
- ☛ Rodríguez, A.; Banchero, G. 2007. Deficiencia de minerales en ruminates. Revista INIA, 13:11-15.
- ☛ Romero Martínez, J. 2018. Unidad 4 zootecnia de ovinos. [Ebook] pp.21-28.
- ☛ Rua C, Posada S, Rosero R. 2011. Efecto de diferentes sistemas de alimentación y manejo sobre el comportamiento productivo y reproductivo del caprino lechero en Antioquia Rev Colomb Cienc Pecu 2011; 24:3
- ☛ Salamanca, A. 2010. Suplementacion de minerales en la produccion bovina – Mineral supplementation for cattle production Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2010 Volumen 11 Número 09
- ☛ Siggaard-Andersen, O.; Thode, J. y Wandrup, J. 1980. The concentration of free calcium ions in plasma. Radiometer AS 79. Copenhagen, Denmark.
- ☛ Stojkovi , J., Ili , Z. Z., Petrovi , M. P., Caro Petrovi , V., Ru i -Musli , D., Kurcubic, V. S., & okovi , R. (2014). The content of calcium, phosphorus and magnesium in the blood serum of sheep depending on the season and physiological state. Biotechnology in Animal Husbandry, 30(4), 601-610.
- ☛ Suttle, N. F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4. H Edition. CABI Publishing, UK. 595 p.
- ☛ Swenson, M.J. Y Reece, W.O. 1999. Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes, 2o ed., Uteha, México, p. 925.
- ☛ Trejo, G.A., Pérez, R.Y., Soto, G.R., Gonzalez, D.F. & Frey, S.E. 1990. Algunos parámetros productivos y reproductivos en ovinos Pelibuey en un rebaño comercial de Chalma, Estado de México. III Congreso Nacional de Producción Ovina. Tlaxcala, México. p. 117
- ☛ Troncoso, 2014. Alimentación mineral en pequeños rumiantes. Entorno Ganadero N° 42, BM Editores. *Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica, FMVZ, UNAM. https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/227-Pequeños_Rumiantes.pdf

- ☛ Underwood, E. J. And N. F. Suttle. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. 3 Edition. CABI Publishing. UK. 624p.
- ☛ Underwood. E. 1981. Los minerales en la Nutrición del Ganado, España, 2da Edición Editorial Acribia.
- ☛ Valencia, J., Porras, A., Mejía, O., Berruecos, J.M., Trujillo, J., Zarco, L. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: influencia de la presencia del macho. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 16: 136-141.
- ☛ Valencia Z. M., Castillo, H. R., y Berruecos, J. M. 1973. Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. Tabasco, México. *Téc. Pec. Méx.*
- ☛ Valencia, M. Y GONZÁLEZ PADILLA, E. 1983. Pelibuey sheep in Mexico. En *Hair sheep of western Africa and the Americas*. Fitzhugh, H.A. y Bradford, G.F., ed. Winrock Int. Study. Westview Press. 319 p.
- ☛ Valencia J., Porras A., MEJÍA O., Berruecos J.M., Trujillo J., Zarco L. 2006. Actividad reproductiva de la oveja pelibuey durante la época del anestro: influencia de la presencia del macho; Departamentos de Reproducción y de Genética, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006000200007
- ☛ Vargas J.C., Benitez D, Bravo C., Leonard I., Perez M, Torres V., Rios S., 2015. Retos y posibilidades para una ganadería sostenible en la provincia de Pastaza de la Amazonía ecuatoriana. pp 28-30.
- ☛ Vázquez-Armijo JF, Rojo R, Salem Azm, López D, Tinoco JL, González A, Pescador N, Domínguez-Vara IA, 2011. Trace elements in sheep and goats reproduction: A review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2011; 14:1-13
- ☛ Vega-Pérez C.A. y García-Barrera D.R., 2011. Guía práctica para pequeños productores ovinos. Proyecto Alianza Ovina con la Asociación de Productores Ovinos del Tundama y Sugamuxi "ASOPROVINOS". Fundación Social de Holcim Colombia. Editorial Jotamar Ltda. Tunja. Obtenido desde: http://www.fundacion-socialholcim-colombia.org/OVINOS_Guia-Practica.pdf en Febrero 2017

- ☛ Veuni, 2010. Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-produccionovina_inta.pdf
- ☛ Vitti, 2000. A kinetic model of phosphorus metabolism in growing goats. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/78/10/2706/4670877>
- ☛ Wang, H.; Liu, Z.; Huang, M.; Wang, S.; Cui, D.; Dong, S.; LI, S.; QI, Z.; LIN, Y. 2015. Effects of Long-Term Mineral Block Supplementation on Antioxidants, Immunity, and Health of Tibetan Sheep. *Biol Trace Elem Res* 2015, 172: 326–335. <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0593-z>
- ☛ Wilhelm, R. R. 1985. Perfiles bioquímicos de los animales domésticos. *Monografías Med. Vet.* 7: 5-16.
- ☛ Yadav y Mandokhot, 1988. Effect of Varying Levels of Dietary Minerals on Growth and Nutrient Utilization in Lambs. Department of Animal Nutrition, CCS Haryana Agricultural University, Hisar-125 004, Haryana, India. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200410103437035.pdf>
- ☛ Yazdi MH, Johanson K, Gates P, Näsholm A, Jorjani H, Liljedahl LE 1999. Bayesian analysis of birth weight and litter size in Balushi sheep using Gibb's sampling. *J Anim Sci* 73: 533- 540.

CAPÍTULO II

**MÓDULO OVINO AMAZÓNICO SUSTENTABLE:
INDICADORES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA**



CAPITULO II

MÓDULO OVINO AMAZÓNICO SUSTENTABLE: INDICADORES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA

Autores: Juan Carlos Moyano Tapia^{1,6}, Roberto Quinteros^{1,6}, Juan Carlos López^{2,6}, Garzón J P³, Marini Pablo Roberto^{4,6}, María Laura Fischman^{4,6} y Julio Cesar Vargas Burgos^{5,6}

¹Universidad Estatal Amazónica, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica -Ecuador.

²Ministerio de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Desarrollo Pecuario. Centro Nacional de Mejoramiento Genético y Productivo, El Rosario – Ecuador.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental del Austro, Gualaceo – Ecuador.

⁴Cátedra de Producción de Bovinos de Leche. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

⁵Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsachilas, Los Ríos, Ecuador.

⁶Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

2.1.Generalidades

La deforestación es un problema complejo que afecta a la población mundial en vista de que el equilibrio climático del planeta depende en gran parte de los bosques (Arévalo-Vizcaíno *et al.*, 2013). En los últimos años, los índices de deforestación tienden a retroceder en muchos países de Europa, América, Asia y Oceanía, sin embargo, en las mayores reservas de bosques naturales del mundo como en el caso de la Amazonía, sucede todo lo contrario (FAO, 2012). Las áreas tropicales representan la cuarta parte del Ecuador. El desarrollo de la ovinocultura ha sido lento en ellas; este campo ofrece un potencial enorme y diverso para implementar sistemas de producción de carne ovina. La actividad agropecuaria es una alternativa factible de desarrollarse en la Amazonía ecuatoriana sin afectar los bosques naturales. Para que ello ocurra con eficiencia, es imprescindible que se apliquen tecnologías de insumos y procesos que generen beneficios sociales, ambientales y económico productivos, sin perjudicar la sustentabilidad del sistema (Moyano *et al.*, 2019). Sarandón (2002) define sustentabilidad como un concepto complejo e interdisciplinario, para el cual no existen parámetros ni criterios universales o

comunes de evaluación. Señala la necesidad de simplificar su complejidad a través de la obtención de valores claros, particulares y generales, conocidos como indicadores, de tal manera se transformen conceptos abstractos en términos operativos. En Ecuador existen 12,2 millones de hectáreas totales, de las cuales 6,03 millones de hectáreas (ha) son destinadas para la actividad agropecuaria y 6,16 millones de ha corresponden a conservación (MAG-SIPA, 2018). La Amazonía ecuatoriana tiene 3,80 millones de hectáreas conformada principalmente por las provincias de: Sucumbios, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chichipe y mantuvo al año 2019 unas 1,044 ha aptas para la agricultura, y el 59,4 % de esta área corresponde a pastos mejorados y naturales, siendo un área donde se puede potenciar la producción basado en sistemas silvopastoriles con dieta forrajera en rumiantes menores. En la Amazonía ecuatoriana el 82% de la superficie con uso agropecuario está dedicado a pastizales, lo cual demuestra que la ganadería es uno de los rubros de mayor importancia para la economía campesina (Nieto & Caicedo, 2012). En las últimas décadas, la ganadería bovina (leche y carne) ha tenido un enorme crecimiento en la Amazonía ecuatoriana, lo cual se ha traducido en un incremento de la deforestación y la frontera agrícola con consecuencias negativas sobre el ecosistema (alemán-Pérez *et al.*, 2018). No obstante, si bien la producción de ovinos ofrece un potencial prometedor y diverso para la implementación de un sistema sustentable de producción de proteína, su desarrollo en la región ha sido lento existiendo 12 285 ovinos en la Amazonía de los 355 897 a nivel nacional (MAG-SIPA, 2018). El abordaje reduccionista habitual que se presenta en la producción agropecuaria focaliza su atención en algunas pocas variables desagregadas, en los ovinos (aumento de peso diario, peso al destete, crías por parto, peso al nacimiento, etc.), la aplicación del enfoque de sistemas representa una visión integradora y macroscópica, que implica el reconocimiento de las interacciones entre sus elementos. Una mirada sistémica posibilita comprender los mecanismos asociados a la productividad y eficiencia del conjunto, como así también la dinámica de sus propiedades a lo largo del tiempo (Marini & Di Masso, 2018). La raza Blackbelly y Pelibuey, son de suma relevancia en la producción de carne en la región de la Amazonía ecuatoriana, ya que se adaptaron a

las condiciones extremas sin afectar la flora y la fauna nativas pese a que es una especie introducida, no endémica en el oriente ecuatoriano. Sin embargo, más allá de la adaptación al ambiente, los animales necesitan niveles balanceados y adecuados de todos los nutrientes para su salud zoonosanitaria y para la producción en cualquier etapa fisiológica (Barakat *et al.*, 2013). Las ovejas utilizadas están en el CIPCA desde el año 2016, mostraron una adaptación al sistema ya que parieron regularmente y tienen entre cinco y seis partos cada una, cabe destacar, que la reproducción y longevidad se han venido deteriorando en animales de producción a pesar de su importancia para la viabilidad de la empresa como tal (Rauw *et al.*, 1998). En los últimos 60 años, el proceso de selección se fue apartando de su curso natural (escogiendo a los de mayor supervivencia y fertilidad), acelerando e intensificando a medida que las necesidades humanas asociadas al desarrollo, la consolidación y la expansión de la industria de la biotecnología lo fue permitiendo (Camargo, 2012). Para revertir este hecho, es imprescindible que se aplique innovación y tecnologías de bajos insumos y procesos que generen beneficios sociales, ambientales y económico-productivos, sin perjudicar la sustentabilidad del sistema actual. Para ello fue creado un paquete tecnológico específico para la Amazonía ecuatoriana, pensando 54 Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA 15 (2020) 53-57 en los cuatro elementos que definen la sustentabilidad: producción, ingresos económicos, ambiente y los productores (Marini, 2019). El Módulo Ovino Amazónico Sustentable (MOAS) funciona dentro de un esquema de diversidad productiva en los sistemas típicos de la Amazonía ecuatoriana (cacao, café, plátano, porcinos, bovinos para carne o leche, papa china, etc.). Siendo la finalidad para el productor amazónico un ingreso adicional a la economía familiar, con un impacto ambiental y social significativo, manteniendo la fuente de proteína de origen animal, disminuyendo la utilización de áreas de bosque nativo y permitiendo el desarrollo de otros integrantes de la familia. El objetivo de este estudio fue es presentar el Módulo Ovino Amazónico para mejorar las condiciones de los productores de la región, evaluándolo a través de indicadores de eficiencia productiva con dos razas adaptadas a la Amazonía ecuatoriana.

2.2. MATERIAL Y MÉTODOS

El Módulo Ovino Amazónico Sustentable (MOAS) fue creado en octubre del año 2018 dentro el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) (Marini, 2019), de la Universidad Estatal Amazónica, está ubicado en el cantón Arosemena Tola de la provincia de Napo (Ecuador), en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena (coordenadas: S 01° 14.325'; W077° 53.134'). El CIPCA se encuentra en un ambiente tropical donde la precipitación anual alcanza los 4500 mm, la humedad relativa es del 80% y la temperatura varía entre 15 a 35 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 msnm. El trabajo se llevó adelante entre octubre de 2018 hasta octubre de 2019, se utilizaron una totalidad de 33 hembras multíparas de 36 a 60 meses de edad y tres machos: 1. Grupo Blackbelly (BB): 18 hembras con un peso promedio y desvío estándar de 30±1,8 kg y 2 machos de raza Blackbelly (Grupo BB) uno de ellos aún borrego, 2. Grupo Pelibuey (P), 15 hembras con un peso promedio y desvío estándar de 40±2 kg, y 1 macho de raza Pelibuey, cada uno de los Grupos BB y P ocuparon 1 (una) hectárea (ha) donde rotaron a lo largo del año evaluado. Cada hectárea estuvo dividida en cuatro lotes de 2500 m² que tuvieron un tiempo de pastoreo de 15,2±1,3 días y 45,6±1,8 días de descanso, las ovejas en el año pasaron siete veces por cada potrero. En cada lote se midió la oferta forrajera antes de ingresar los animales y el remanente al salir del mismo, en los lotes una vez terminado el pastoreo se igualaron con una desmalezadora mecánica como rutina. Todos los lotes poseían bebederos y casetas donde se ofrecía sales minerales. Los ovinos permanecieron en pastoreo libre de 7:00 am a 18:00 pm, siendo estabulados durante la noche. Se pesaron cada vez que ingresaron a los lotes de pastoreo las ovejas madres y sus crías en el mismo horario y con una balanza mecánica calibrada de 100 kilos de marca Silverline. La alimentación del rebaño ovino en estudio fue de pastizales con base de Pasto Dallis (*Brachia-ria decumbens*) y Maní forrajero (*Arachis Pintoi*), además en los lotes existieron árboles dispersos de Árbol de coral (*Erythrina*) y Guayaba

(Psidium) tabla I. Tabla I. Composición química del forraje (Chemical composition of forage). Forraje Kg MS/ha/año Proteína % Fósforo % Digestibilidad en vitro % Brachiaria decumbens Arachis Pintoi 17.585 6.212 10.6 19.4 0.18 0.21 44.4 59.2 INIAP (1997); Leonard (2015) Se realizó el manejo sanitario que incluyó desparasitaciones, baños contra garrapatas y moscas, vacunaciones para fiebre aftosa, tratamientos profilácticos con el uso de antimicótico y antibacterianos. Las variables analizadas fueron, el peso individual (PV) en kg, la producción de materia seca (MS) en kg (promedio entre la producción al ingreso y el remante de cada lote), la carga animal ha⁻¹ (CA) en kg (sumatoria 55 Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA 15 (2020) 53-57 del peso total de animales por ha⁻¹), el número de animales (NA) (animales que ocuparon la superficie durante el tiempo establecido), los kg de carne ovina/ha/año (la producción por ha se obtuvo dividiendo la producción anual de carne por la superficie ganadera ovina utilizada), y por último la eficiencia de stock (ES) en % (la eficiencia de stock es una estimación de los kilogramos de producción que se extraen del rodeo por año por cada 100 kg de existencia. Se expresa en porcentaje y se obtiene dividiendo la producción de carne por la carga media anual, ambos expresados en kilos por hectárea: Kg de carne ovina/ha/año / Carga animal ha⁻¹ en kg). Se realizó un análisis descriptivo de las variables analizadas. Sólo para el peso vivo por grupo de raza se probó si existían diferencias significativas mediante la aplicación de análisis de la variancia (ANOVA) a un criterio de clasificación.

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla II se observan las diferencias significativas ($p \leq 0.001$) en el peso individual, lógicamente existiendo diferente carga animal y número de animales entre ambos grupos comparados. En realidad, el Grupo P debería haber tenido un animal adulto menos para equiparar los pesos en ambos grupos. Esto plantea la necesidad de utilizar también los kilogramos totales para ajustar la carga como herramienta para evaluar la capacidad de carga del lote utilizado en donde se realice el pastoreo. Tabla II. Variables productivas por grupo de ovinos analizados (Produc-

tive traits by group of sheep analyzed). Variables Grupo BlackBelly (BB) Grupo Pelibuey (P) sig Peso vivo en kg Carga animal en kg Número de animales *** ($p \leq 0,001$) 30 ± 1.8 541.10 18 40 ± 2 605.40 15 *** La carga animal por unidad de superficie puede ser expresada como animales por hectárea o kilogramos totales por hectárea. Es el aspecto de manejo el que define en gran parte la producción del rodeo y la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales (Luisoni, 2010). La producción de materia seca (MS) promedio ha^{-1} año evaluado fue de 13844 kg MS ofrecida (con el 60% de aprovechamiento, 8306 kg MS) valor intermedio entre los 6212 kg MS por ha de *Arachis pintoi* y los 17585 kg MS por ha de *Brachiaria decumbens* (INIAP, 1997; Leonard, 2015). Respecto a los indicadores de eficiencia, se obtuvo 176,8 kilogramos de carne ovina/ha/año en el Grupo BB y 219,3 en el Grupo P. Este índice permitiría establecer las comparaciones horizontales entre dos o más productores y comparaciones verticales entre dos o más ejercicios en un mismo campo. La eficiencia de stock fue 27,4% para el Grupo BB y 35,5% para el Grupo P. Este índice indica con que eficiencia se está trabajando.

La eficiencia de stock varía dependiendo del animal con que se trabaja a iguales ritmos de ganancia de peso, tendrá una eficiencia de stock más alta, aquél que tenga menor peso promedio. Un animal, según su edad y estado, necesita determinada cantidad de pasto para producir 1 kg de carne (Cibils & Fernández, 2002). Según las tablas de alimentación se pueden encontrar valores de 7 a 9 kg de MS en el pasto de alta digestibilidad (70% digestibilidad, 50% de fibra detergente neutra y 15% de proteína bruta; Di Marco, 2011) para producir 1 kg de carne, entre 12 y 15 kg para pasturas de digestibilidad media, y entre 18 y 22 kg para pasturas de mala digestibilidad (50% digestibilidad, 65% de fibra detergente neutra y 8% de proteína bruta; Di Marco, 2011) estos resultados son inéditos en sistemas de ovinos de pelo para la Amazonía ecuatoriana, ya que no es común que se utilicen estos indicadores para evaluar al sistema de una forma integral. Los resultados obtenidos muestran resultados concretos y alentadores para poder ser adaptados en los sistemas productivos amazónicos de Ecuador. La eficiencia de producción se puede lograr en una hectárea lo que conlleva una alternativa a relevar

y escalar el sistema, haciéndolo sustentable y sostenible con el tiempo. Disponer de indicadores de esta naturaleza contribuiría a evitar la sobrevaloración de uno de los caracteres involucrados en la valoración de una oveja sobre otros y permitiría identificar las más adaptadas a los distintos ambientes existentes en el lugar de la evaluación. 56 actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA 15 (2020) 53-57.

2.4. CONCLUSIONES

Se concluye que el Módulo Ovino Amazónico Sustentable evaluado a través de indicadores de eficiencia productiva se mostró como un modelo para replicarlo en los sistemas agropecuarios amazónicos del Ecuador. AGRADECIMIENTOS Los autores agradecen la colaboración de los trabajadores del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA). También a la empresa La Colina por el aporte económico y apoyo constante en la investigación en el Módulo.

2.5. BIBLIORAFÍA

- Alemán-Pérez R., Bravo Medina C. & Chimborazo C. 2018. Propuesta de manejo agroecológico de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana. Cuadernos de Agroecología – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13:1-5. En: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Bravo17/publication/327630313_Propuesta_de_Manejo_Agroecologico_de_losistemas_ganaderos_en_la_region_amazonica_ecuatoriana/links/5b9a6a72299bf13e602a72af/Propuesta-de-Manejo-Agroecologico-de-los-sistemas-ganaderos-en-la-region-amazonica-ecuatoriana.pdf
- Arévalo-Vizcaíno V., Vera-Vélez R. & Grijalva-Olmedo J. 2013. Mejoramiento de chakras, una alternativa de Sistema Integrado para la Gestión Sostenible de Bosques en comunidades nativas de la Amazonía Ecuatoriana. 6° Congreso Forestal Español, 14 p.
- Camargo O. 2012. La vaca lechera entre la eficiencia económica y la ineficiencia biológica. Arch Zootec 61: 13-29. Cibils R. & Fernández

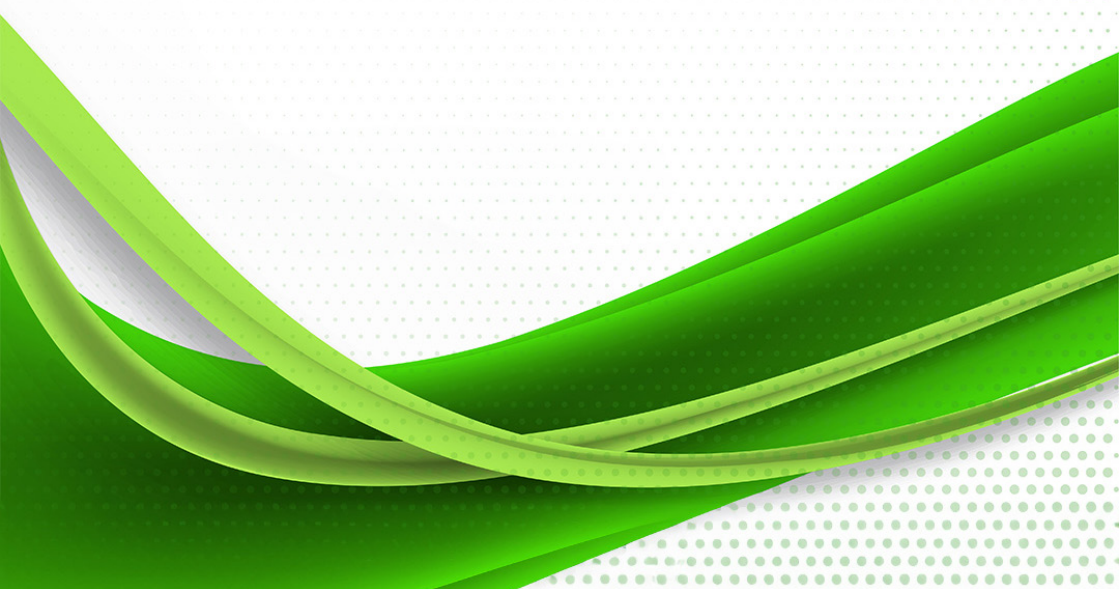
- E. 2002. Utilización de pasturas: ¿observador o gerente? Cartillas UEDY, Planagro, Uruguay. INIA La Estanzuela. En: utilizacion_pasturas.pdf http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/34
- ☛ Di Marco O. 2011. Estimación de calidad de los forrajes. Producir XXI, Bs. As., 20(240):24-30. www.produccion-animal.com.ar FAO. 2012. El estado de los bosques del mundo.
 - ☛ FAO. 52. Roma. En: <http://www.fao.org/3/a-i3010s.pdf>
 - ☛ Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1997. Manual de pastos tropicales para la Amazonia Ecuatoriana, Manual N° 77, Guayaquil. En: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1622/1/Manual%20n%C2%BA%2011%20de%20pastos%20tropicales%20reducido%20ultimo.pdf>
 - ☛ Leonard I. 2015. Recursos forrajeros autóctonos y promisorios para la ganadería en la provincia de Pastaza. Retos y posibilidades para una ganadería sostenible en la provincia de Pastaza de la Amazonía Ecuatoriana. Universidad Estatal Amazónica., chapter IV, pp. 46–69.
 - ☛ Luisoni H.L. 2010. Ajuste de carga animal: aspectos teóricos y recomendaciones prácticas. INTA EEA Reconquista. Centro Regional Santa Fe. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ajuste_de_carga_animal_aspectos_tericos_y_recomendaci.pdf.
 - ☛ MAG-SIPA. 2018. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sistema de Información Pública Agropecuaria. En: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas> (Consulta el 1 de marzo de 2020).
 - ☛ Marini P.R. & Di Masso R. 2018. Evaluación histórica de indicadores productivos en vacas lecheras en sistemas a pastoreo. LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida, 28(2):103-115. En: <http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.08>
 - ☛ Marini P.R. 2019. Módulo Ovino Amazónico Sustentable (MOAS). Jornadas Ovinas. El Universitario Amazónico. Edición 46: 4. Puyo – Pastaza- Universidad Estatal Amazónica. www.uea.edu.ec.
 - ☛ Moyano J.C., Marini P.R. & Fischman M.L. 2019. Biological efficiency in hair sheep reared in a sustainable farming system in the ecuadorian amazon region. Dairy and Vet Sci J.; 11(4): 555820. En: <https://>

doi.org/10.19080/JDVS.2019.11.555820.

- ☛ Nieto C. & Caicedo C. 2012. Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea No 405, Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.
- ☛ Rauw W.M., Kanis E., Noordhuizen-Stassen E.N. & Grommers F.J. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest Prod Sci*, 56:15-33.
- ☛ Sarandón S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. p. 393-414. En: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*.
- ☛ Sarandón, S. (ed.). Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina References Alonso, A., Orden, M.A., Benedito, J.I., Tejón, D. & García Partida, P. 1987. Ionograma y enzimas séricas en ovinos merinos trashumantes. *An. Vet. (Murcia)* 3: 103-106.

CAPÍTULO III

**CARACTERIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE
MACROMINERALES EN SANGRE DE OVEJAS BLACKBELLY
PARA CONDICIONES DE PASTOREO LIBRE EN
LA AMAZONÍA ECUATORIANA**



CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE MACROMINERALES EN SANGRE DE OVEJAS BLACKBELLY PARA CONDICIONES DE PASTOREO LIBRE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

Autores: Juan Carlos Moyano Tapia^{1,7}, William Caicedo¹, Juan Carlos López^{2,7}, Julio Cesar Vargas Burgos^{3,7}, I. Barbona^{4,7}, Pablo Roberto Marini^{5,7}; María Laura Fischman^{6,7}

¹Universidad Estatal Amazónica, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica -Ecuador.

²Ministerio de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Desarrollo Pecuario. Centro Nacional de Mejoramiento Genético y Productivo, El Rosario – Ecuador.

³Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsachilas, Los Ríos, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Rosario – Argentina.

⁵Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional de Rosario – Argentina.

⁶Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra de Física Biológica, Laboratorio de Calidad Espermiática y Crio preservación de Gametas, Buenos Aires, Argentina.

⁷Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

3.1.Generalidades

La raza ovina Blackbelly es de suma relevancia en la producción de carne en la región de la Amazonía Ecuatoriana, ya que se adaptó a las condiciones extremas sin afectar flora y fauna nativas pese a que es una especie introducida no endémica en el oriente ecuatoriano. Este hecho se ve reflejado en su menor mortalidad, precocidad y fertilidad reproductiva (partos múltiples), tamaño mediano y longevidad productiva (Mendives 2007). Sin embargo, más allá de la adaptación al ambiente, los animales necesitan niveles balanceados y adecuados de todos los nutrientes para su salud zoonosanitaria y para la producción en cualquier etapa fisiológica (Barakat *et al.* 2013). El estado nutricional del pequeño rumiante repercute de manera directa en su actividad reproductiva y productiva (Viñoles *et al.* 2002). Numerosos autores han demostrado que uno de los problemas de los rumiantes en pastoreo es que no llega a cubrir las necesidades proteicas, energéticas ni minerales, lo que afecta el normal desarrollo de sus procesos metabólicos (Mc Dowell 2003)

debido a que dependen exclusivamente del contenido de los forrajes para satisfacer sus requerimientos nutricionales (Morales *et al.*, 2007). Un desbalance en el contenido de minerales se podría manifestar como deficiencia o toxicidad (Underwood y Suttle 2003). También debe considerarse que el recurso forrajero presenta fluctuaciones a lo largo del año, tanto en cantidad como en calidad. La importancia del estudio que se llevó a cabo mediante el análisis en sangre para caracterizar los valores referenciales de cada elemento fue con el propósito de determinar las concentraciones en las etapas de gestación y lactancia. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la concentración sérica de macrominerales en ovejas Blackbelly criadas en condiciones de pastoreo libre en la Amazonía Ecuatoriana.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Diseño y población de estudio

Se estudiaron 22 ovejas de la raza Blackbelly pertenecientes a la majada del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA), criadas bajo las mismas condiciones ambientales, nutricionales y de manejo. Dicho centro está ubicado en el cantón Arosemena Tola de la provincia de Napo (Ecuador), en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena (01° 14.325' S; 077 53.134' W) y dispone de una superficie de 42 ha de pastos. El ambiente es tropical con precipitaciones de 4000 mm/año, una humedad relativa promedio del 80% y temperaturas que oscilan entre los 15 y los 25 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión. La altitud varía entre los 580 y 990 msnm. Si bien los suelos presentan una composición muy heterogénea, la mayoría se origina en sedimentos fluviales procedentes de la región andina del país. El estudio se realizó en época de verano (abril – julio). Manejo, alimentación y sanidad. Los animales presentaron un peso corporal promedio de 37±2 kg (media ± desviación estándar), todos ellos tuvieron partos simples. La alimentación del rebaño ovino en estudio fue de pastoreo libre, con pastizales como base (tabla 1). Se

aplicó el manejo sanitario habitualmente empleado para el rodeo ovino del CIPCA. El mismo incluye desparasitaciones, baños contra garrapatas y moscas, vacunaciones para fiebre aftosa, antimicótico, y antibacteriano. Recolección y procesamiento de muestras. Las muestras de sangre se tomaron de la vena coccígea 30 días antes del parto, al momento del parto y a los 30 y 60 días post parto, centrifugadas (3.000rpm × 15-30min) y el plasma separado fue almacenado a -20 °C hasta su procesamiento. Se determinaron las concentraciones de fósforo (P) y magnesio (Mg²⁺) por espectrofotometría molecular (Espectrofotómetro Thermo Scientific, Serie GENESYS 10 UV; kit comercial HUMAN) y las de sodio (Na⁺) y calcio (Ca²⁺) mediante un analizador electrolítico (AUDICOM, AC 9801; reactivos específicos AUDICOM). Análisis de datos. Se realizó la estadística descriptiva de los datos, calculando los promedios y errores estándar de las variables estudiadas. Además, se realizaron gráficos de perfiles promedios para inspeccionar y ajustes LOWESS a fin de analizar visualmente la trayectoria de las variables en el tiempo. Se estudió la existencia de diferencias significativas entre los distintos períodos evaluados mediante la aplicación de análisis de la variancia a un criterio de clasificación y pruebas de comparaciones múltiples HSD de Tukey-Kramer HSD (p≤0.05). Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa JMP, versión 5.0 para Windows (JMP®, 2003).

Tabla 1. Composición química de los pastos.

Pastos	DM, Kg/ha/año	Proteína%	Fósforo%	IVD,%
<i>Brachiaria decumbens</i>	17,585	10,60	0,18	44,4
<i>Brachiaria Brizantha</i>	26,970	10,01	0,18	44,1
<i>Arachis pintoii</i>	6212	19,40	0,21	59,2
<i>Desmodium ovalifolium</i>	5890	16,30	0,16	39,6
<i>Stylosanthes guianensis</i>	15,237	21,40	0,40	48,7

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las recomendaciones para alimentar las ovejas en regiones tropicales y cálidas se basan en gran medida en los estándares establecidos para climas templados. Varios factores pueden influir en las necesidades de nutrientes de los animales: raza, sexo, edad, peso corporal y condiciones ambientales (NRC 2007). Las necesidades de minerales en los ovinos han recibido una gran atención debido a que la predicción precisa de los requisitos de los mismos, podría minimizar la excreción de minerales y la contaminación ambiental. Por lo tanto, se hace necesario estudiar animales nativos o naturalizados, caracterizados como animales rústicos adaptados a sus condiciones originales a través de la selección natural y considerados actualmente como valiosos materiales genéticos (Araújo et al. 2010). En la tabla 2 se muestran los resultados de macrominerales obtenidos en suero sanguíneo de ovejas Blackbelly, antes, durante y después de la gestación. En relación con el magnesio (Mg^{2+}), no se evidenció diferencias ($p \geq 0,05$) en los diferentes estados. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos normales para los ovinos de la raza Blackbelly (2.5-3.5 mg/L). La variable calcio (Ca^{2+}) presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en el tiempo, mostrando cambios.

Tabla 2. Valores obtenidos de los macroelementos estudiados antes, durante y después de la gestación Vientre ovino

Macroelementos	Tiempo (días)			
	-30	Parturition	+30	+60
Mg (mg/L)	2,58±0,8 ^a	2,63±0,5 ^a	2,57±0,6 ^a	2,67±0,4 ^a
Ca+ (mg/L)	2,22±0,5 ^{ab}	2,40±0,2 ^a	2,12±0,3 ^b	2,27±0,2 ^{ab}
Na+ (mg/L)	137,8±14,6 ^a	145,8±20,6 ^a	141,1±20,5 ^a	136,6±8,3 ^a
P (mg/L)	4,17±1,1 ^a	3,97±1,3 ^a	4,23±1,3 ^a	3,8±1,4 ^a

Al parto y 30 días después del mismo. Todos los valores obtenidos se encuentran por debajo de los rangos normales para los ovinos (11-12 mg/L) durante los períodos de estudio.

Quintero-Moreno *et al.* (2000). Estos últimos autores encontraron que los valores normales de calcio en suero sanguíneo varían de 7 a 8 mg/100 mL en ovinos jóvenes. Por el contrario, Norton (1994) describió que el calcio es raramente una limitante en dietas forrajeras. El menor contenido de Ca^{2+} en los pastos de la Amazonía podría deberse a la dilución natural del proceso por el cual la producción de materia seca supera la captación de minerales (Fleming 1973). En relación con el fósforo, Underwood y Suttle (1999) señalaron como nivel crítico de deficiencia de este elemento en concentraciones sanguíneas inferiores a 4,03 unidades. El bajo contenido de P podría deberse a la baja presencia de P del suelo (Masters *et al.* 1993). La variación de estos elementos (Ca^{2+} y P) podría obedecer a las fluctuaciones de las condiciones climáticas (Orden *et al.* 1999). Con respecto a los niveles séricos de Mg^{2+} encontrados en las ovejas estudiadas, osciló entre 2,5 y 2,7 mg/L. El magnesio debería tener valores en sangre entre 1.45 y 1.82 mg/100 mL, estableciéndose como nivel crítico concentraciones inferiores a 1 mg/100mL. El déficit orgánico de un elemento importante como el Mg^{2+} trae como consecuencia el menor crecimiento y desarrollo del animal. Mc Dowell *et al.* (1993) afirman que el magnesio es un activador enzimático involucrado en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos, ya que es catalizador de una gran variedad de enzimas. También forma parte de la síntesis de proteína a través de su acción en la agregación ribosómica. No hay control homeostático para magnesio y, por lo tanto, su concentración de sangre directamente refleja el nivel de la dieta (Moallem *et al.* 2007). En este trabajo, la concentración de Na^{+} en sangre hallado en las ovejas utilizadas, osciló entre 136 y 146 nm/l. Este elemento es el electrolito más abundante en el líquido extracelular. Los rumiantes menores necesitan suplementación con Na^{+} porque las plantas por lo general son bajas en este elemento. Además, de acuerdo con ARC (1980), los animales criados en condiciones tropicales tienen un mayor requerimiento de mantenimiento de Na^{+} porque las pérdidas a través de la piel son más altas que las pérdidas en animales criados en un clima templado. Consumos elevados de Na^{+} pueden aumentar la excreción de K^{+} (NRC, 2007). Los forrajes tropicales tienen mayores concentraciones de minerales, justificando la necesidad de evaluar los requerimientos de los mismos en los

animales criados en condiciones cálidas. Mejorar el rendimiento animal a través de la mejora de la biodiversidad puede ser un camino sostenible hacia un mayor suministro de alimentos (Pereira *et al.* 2016). Las ovejas de pelo son importantes para la agricultura mundial y el manejo de los recursos naturales en los trópicos (Pereira, *et al.*, 2017). El avance de la nutrición de rumiantes en ambientes tropicales requiere una mayor comprensión de los requerimientos minerales (Regadas Filho *et al.* 2013), tomando en cuenta los diversos factores que han demostrado afectar la concentración de los mismos (Salah *et al.* 2014).

3.4. CONCLUSIONES

Se concluye que existe un déficit sérico de Ca²⁺ y P en la población de ovejas Blackbelly estudiadas en condiciones de pastoreo libre en la Amazonía Ecuatoriana en todo el período. La suplementación debería ser selectiva para estos minerales.

3.5. BIBLIOGRAFÍA

- ☛ Alonso, A., Orden, M.A., Benedito, J.I., Tejón, D. & García Partida, P. 1987. Ionograma y enzimas séricas en ovinos merinos trashumantes. *An. Vet. (Murcia)* 3:103-106.
- ☛ Araújo, M. J., Medeiros, A. N., Teixeira, I. A. M. A., Costa, R. G., Marques, C. A.T., Resende, K. T. & Melo, G. M. P. 2010. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi-arid region of Brazil. *Small Ruminant Research* 93,1-9.
- ☛ ARC. 1980. The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. Agricultural.
- ☛ Barakat, N.A., Laudadio, V., Cazzato, E. & Tufarelli, V. 2013. Potential contribution of retamaraetam(Forssk.) Webb & Berthel as a forage shrub in Sinai, Egypt. *Arid Land Res Manag.* 27(3):257-271.
- ☛ Fleming, G.A. 1973. Mineral composition of herbage. In: G.W Butler and W. Bailey (eds). *Chemistry and biochemistry of herbage*. Academic Press, London. p. 529-566. JMP. 2003 sct.uab.cat/estadistica/es/content/sesión-jmp-2011.

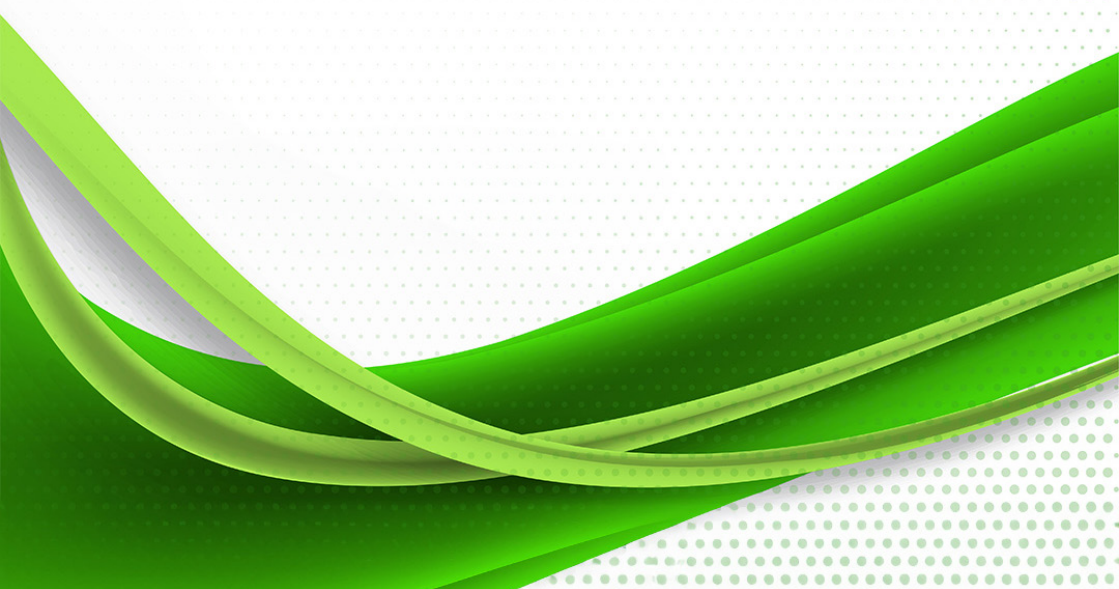
- ☛ Masters, D.G., Purser, D.B., Yu, S.X., Wang, Z.S., Yang, R.Z., Liu, N., Lu, D.X., Wu, L.H., Ren, J.K. & Li, G.H. 1993. Mineral nutrition of grazing sheep in Northern China. 1 Macro-minerals on pasture feed supplement and sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 6: 99-105.
- ☛ McDowell, L. R. 2003. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2 edition. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands. 644 p. McDowell, L.R., Conrad, J.H. & Hembry, F.G. 1993. Minerals for grazing ruminants in tropical regions 2° Ed. University of Florida, Gainesville, USA. *Animal Science Department Centre for Tropical Agriculture* 53-55.
- ☛ Mendives, J. A. Importancia de los ovinos tropicales introducidos al país: Características productivas y reproductivas. 2007. *Latinoam. Prod. Anim.* 15(1): 310-315. Available: <http://www.bioline.org.br/pdf?la07068>.
- ☛ Moallem, U., Katz, M., Arieli, A., & Lehrer, H. (2007). Effects of peripartum propylene glycol or fats differing in fatty acid profiles on feed intake production, and plasma metabolites in dairy cows. *Journal Dairy Science.* 90(8): 3846-3856.
- ☛ Morales A., E., I. Domínguez V., M. González Ronquillo, G. Jaramillo E., O. Castelán O., N. Pescador S. & M. Huerta B. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. *Técnica Pecuaria México* 45:329-344.
- ☛ Norton, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: R.C. Gutteridge and H. M. Shelton (eds). *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB International. Oxon. UK. p. 177-191.
- ☛ NRC, 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids*, 1st edn. National Research Council. National Academy Press, Washington, DC.
- ☛ Orden, E.A., Serra, A.B., Serra, S.D., Aganon, C.P., Cruz, L.C. & Fujihara, T. 1999. Mineral concentration in blood of grazing goats and some forage in Lahar-Laden area of Central Luzon, Philippines. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12: 422-428.
- ☛ Pereira, E.S., Fontenele, R.M., Medeiros, A.N., Lopes, R.O., Campos, A.C.N., Heinzen, E.L. & Bezerra, L.R. 2016. Requirements of protein

for maintenance and growth in ram hair lambs. *Tropical Animal Health and Production* 48: 1323–1330.

- ☛ Pereira, E. S, Lima¹, F. W. R., Marcondes, M. I., Rodrigues, J. P. P., Campos, A. C. N., Silva, L. P., Bezerra, L. R., Pereira, M. W. F. & Oliveira, R. L. 2017. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. *Animal* 11:12, 2165– 2174.
- ☛ Quintero-Moreno, A., Miranda, S., López, R., Dean, D., Rojas, N., González, A., Palomares, R. & Boscan, J. 2000. Crecimiento, niveles de calcio, fósforo y magnesio y perfiles séricos de progesterona en corderas prepúberes mestizas west african suplementadas con tres fuentes de minerales. *Revista Científica FCV-LUZ* 10 (3):205-211.
- ☛ Regadas Filho, J.G.L., Pereira, E.S., Pimentel, P.G., Villarroel, A.B.S., Medeiros, N.A. & Fontenele, R.M. 2013. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. *Small Ruminant Research* 109: 107–112.
- ☛ Salah, N., Sauvant. D. & Archimède, H. 2014. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta analysis. *Animal* 8, 1439–1447.
- ☛ Suttle, N. F. 2010. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4. H Edition. CABI Publishing, UK. 595 p.
- ☛ Underwood, E. J. & N. F. Suttle. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3 Edition. CABI Publishi ng. UK. 624p Underwood, E. J. & N. F.
- ☛ Suttle 2003. *Los minerales en la nutrición del ganado*.3 edición. Editorial ACRIBIA, S.A.,Zaragoza, España. 637 p.
- ☛ Viñoles, C., G. Forsberg, G. Banchemo & E. Rubianes. 2002. Ovarian folliculardynamics and endocrine profi les in Polwarth ewes with high and low body condition. *Animal Science* 74: 539-545

CAPÍTULO IV

**VALORACIÓN NUTRITIVA DEL RASTROJO DE *ZEA MAYS*
Y *ORIZA SATIVA* PARA LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN EL
TRÓPICO ECUATORIANO**



CAPITULO IV

VALORACIÓN NUTRITIVA DEL RASTROJO DE *ZEA MAYS* Y *ORYZA SATIVA* PARA LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN EL TRÓPICO ECUATORIANO

Autores: Adolfo Sánchez Laiño¹, Emma Torres Navarrete¹, Kleber Estupiñan Véliz¹, Julio Vargas Burgos^{1,2}, Jenifer Sánchez Torres¹, Nadia Sánchez Vélez¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsachilas, Los Ríos, Ecuador.

²Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

4.1. Generalidades

Los sistemas de producción en los trópicos están basados en el uso de forrajes (Villanueva, 1997), cuya producción y valor nutritivo disminuyen en la época seca (National Research Council, 1980), período en el cual los rumiantes (vacunos, ovinos, caprinos) no logran cubrir sus requerimientos nutritivos, condicionando el comportamiento productivo de los animales y constituyéndose en la principal limitante de esta región para mantener una producción estable de leche y carne durante el año (Nieto & Vimos, 1998).

Durante el año 2013, en la costa ecuatoriana se cultivaron 262,080 y 410,170 ha de maíz y arroz, con una producción de 903,873 y un millón 493,702 T, respectivamente. Correspondiéndole a la provincia de Los Ríos una participación del 51.08 y 27.93% de la superficie cultivada y de la producción generada de estas gramíneas en el orden del 58.48 y 24.07% (INEC, 2013), generando una cantidad importante de residuos que suelen ser quemados o arados en los campos, y parte de ellos aprovechados como alimento para rumiantes. El valor nutritivo de estos insumos es bajo debido a la alta concentración de carbohidratos estructurales y bajo nivel proteico (Carnevali, Shult, Shult & Chico, 1991, Pedraza, Vita & González, 1994). Los residuos de maíz y arroz presentan un valor energético superior fluctuando entre 1.69 y 2.1 Mcal k-1 de MS.

La tasa de degradación de la materia seca a nivel del rumen es baja y lenta, alcanzando niveles del 22% lo que afecta el consumo (Pasturas de América, 2012), por lo que se ha intentado mejorar su digestibilidad a través de procesos físicos, químicos, biológicos o aditivos como cultivos microbianos y enzimas fibrolíticas exógenas (Fernández, Riquelme & González, 1981; Plata, Mendoza, Bárcena-Gama & González, 1994; Roa *et al.*, 1997; Coronel *et al.*, 2001; Bonilla, 1995, Brown & Adjei, 1995; Elizondo, 1998; Fuentes *et al.*, 2001; Martínez-Loperena, Castelán-Ortega, González-Ronquillo & Estrada Flores, 2011). Estos tratamientos tienen por efecto, el rompimiento de enlaces álcali lábiles (Llamas, 1990) y solubilización de la hemicelulosa, por disolución de enlaces entre ésta y la lignina, además de producir cambios higroscópicos en la pared celular causándole abultamiento o hinchazón, lo que permite un mayor acceso de las enzimas celulolíticas a la matriz estructural (Goering & Van Soest, 1973; Van Soest, Mascarenhas & Hmtley, 1984). Pero existe poca información publicada sobre el efecto de los tratamientos con NaOH o urea sobre la utilización ruminal, y cinética de la misma, del rastrojo de maíz y del bagazo de caña. La literatura reporta aumentos de la digestibilidad por efecto del tratamiento con amono-urea en paja de arroz (Schiere, 1985; Saadullah, 1985; Ambar, 1982; Jayasuriva & Perera, 1982); paja de cebada, de trigo y avena (Ibbotson, 1984; Williams, 1984); rastrojo de maíz (Partida, 1984; Kiangi, 1981); cebada (Williams, 1983).

Un manejo adecuado de los subproductos agrícolas, que se producen en forma abundante en la época de mayores precipitaciones, permitiría resolver en gran medida los problemas de la alimentación animal (Zambrano, 2004).

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ejecutó en la Finca Experimental “La María” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el km 71/2 de la vía Quevedo - El Empalme; en el cantón Mocache; provincia de Los Ríos - Ecuador, cuya ubicación geográfica es de 01° 6' 20" de latitud sur y 79° 29' 23" de longitud oeste y a una

altura de 72 msnm. La investigación tuvo una duración de 104 días. Los factores bajo estudio fueron: Subproductos (maíz, arroz) y Niveles de urea (1; 2 y 3%). Para la valoración nutritiva del rastrojo de maíz y de arroz, a través de la digestibilidad in vivo, se utilizaron cuatro ovinos tropicales mestizos machos de 16 meses de edad con un peso promedio de 32 kg. En la respuesta biológica (engorde) se utilizaron 21 ovinos tropicales machos mestizos (Pelibuey x Black Belly) estabulados, de tres meses de edad con un peso promedio de 12 kilogramos.

Para la valoración nutritiva (Determinación de la Energía metabolizable a partir de las pruebas de digestibilidad in vivo y composición química) se evaluaron los rastrojos de maíz y de arroz. En la respuesta biológica se combinaron los dos subproductos agrícolas con tres niveles de urea (1; 2 y 3% de inclusión en la dieta, considerando el bajo contenido de proteína de estos subproductos). En la valoración química bromatológica de los subproductos (rastrojo de maíz y arroz) se aplicó una estadística descriptiva. Mientras que, para la valoración nutritiva (digestibilidad in vivo) se aplicó una estadística comparativa. En la respuesta biológica (engorde) se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 (subproductos agrícolas) x 3 (niveles de urea) + 1 (testigo) con tres repeticiones. Para establecer las diferencias entre medias (Determination of metabolizable energy from in vivo digestibility tests and chemical composition), corn stover and rice stubble were evaluated. In the biological response were combined two agricultural subproducts with three urea levels (1; 2 and 3% inclusion in the diet, considering the low protein content of these sub-products). Descriptive statistics was applied in the bromatological chemical assessment of the subproducts (corn stover and rice stubble). While coparative statistics was applied for the nutritional assessment (in vivo digetbility). A completely randomized lock design was applied for the biological response (fattening) with a factorial arrangement 2 (agricultural sub-products) x 3 (urea levels) + 1 (control) with three repetitions. Tukey's test ($P \leq 0.05$) was used to se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) y la rentabilidad a través de la relación beneficio costo.

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el análisis de la composición química (Tabla 1) de los sub-productos fibrosos evaluados (rastrajo de maíz y arroz), se pudo determinar los valores promedios para la Humedad (16.79%), MS (83.20%), Cenizas (17.31%), PC (5.09%), FC (38.98%), EE (1.28%), ELN (37.34%), FND (80.44%), FAD (56.59%), LAD (11.24%) y la EM (1.232,00 kcal kg⁻¹ MS). Considerándose además el Error típico, Desviación estándar, varianza, rango, valores máximos y mínimos. Valores que sirvieron para determinar a través de las ecuaciones de regresión el valor de la EM y los NDT. Estos resultados coinciden con los establecidos por Conrad & Pastrana 1989, quienes señalan que los niveles de FC de estos materiales fibrosos están por encima del 35% y los valores de NDT frecuentemente por debajo del 50%. Los niveles de FDA, entre 45 y 55% y los de lignina entre 5 y 15%. Los niveles de PC son bajos, alrededor del 5%, mientras que los niveles de ceniza son altos, hasta 17% en la paja de arroz, siendo indicadores de baja calidad. En la Tabla 2, se puede observar que los mayores CD ($P < 0.01$) para la MS (40.49%), MO (48.56%), PC (22.14%), EE (67.03%), ELN (36.94%), EM (1377.80 kcal kg⁻¹ MS) y NDT (40.39%) se la obtuvo con el rastrajo de maíz. Los CDMS coinciden con los de Leng 1990, quien define a los forrajes de baja calidad como aquellos en que ésta es inferior al 55%, deficientes en PB (< del 8%), poseen bajos contenidos de azúcares y (17.31%), CP (5.09%), CF (38.98%), EE (1.28%), ELN (37.34%), FND (80.44%), FAD (56.59%), LAD (11.24%) y la MS (1232.00 kcal kg⁻¹ MS). Considering also the typical error, standard deviation, variance, ovinos tropicales, reportan un CD para el rastrajo de maíz del 46.32%. Con estos productos a pesar de existir diferencias, se presenta un bajo aprovechamiento de la proteína, determinándose en forma general que no se deberían considerar como proteína utilizable por el animal, debido a su bajo contenido de proteína y a su poco o nulo aprovechamiento. Estos resultados son diferentes a los de McDowell *et al.*, 1993, quienes reportan valores del 34%. Sin embargo, los NDT reportados en la presente investigación superan a los indicados por el anterior autor (33.10%). Existe un grado de asociación alto y positivo entre el contenido de FC de la panca de maíz y el CDMO ($r = 0.984$).

Tabla 1. Composición química de dos subproductos agrícolas asociados con tres niveles de urea más melaza, para el engorde de ovinos tropicales

Nutrientes	Pancas		Estadísticos		
	Maíz	Arroz	\bar{x}	DE	EE
Humedad (%)	16.88	16.71	16.79	0.12	0.085
Materia Seca (%)	83.12	83.29	83.21	0.12	0.085
Cenizas (%)	11.34	23.27	17.31	8.44	5.96
Proteína Cruda (%)	5.78	4.40	5.09	0.98	0.69
Fibra Cruda (%)	39.40	38.57	38.98	0.59	0.42
Extracto Etéreo	1.71	0.85	1.28	0.61	0.43
ELN (%) ²	42.60	32.08	37.34	7.44	5.26
FDN (%)	81.61	79.27	80.44	1.66	1.17
FDA (%)	58.75	54.33	56.54	3.12	2.21
LDA (%)	12.68	9.79	11.24	2.04	1.45
EMO (Kcal/kg, MS)	1366.0	1099.0	1232.5	188.8	133.5

¹Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología. FCP. ESPOCH

²**ELN** = Extracto Libre de Nitrógeno; **FDN** = Fibra Detergente Neutra; **FAD** = Fibra Detergente Acida; **LDA** = Lignina Detergente Acido; **EMO** = Energía Metabolizable para Ovinos.

² \bar{x} = Promedio; **DE** = Desviación Estándar; **EE** = Error Estándar.

El rastrojo de arroz fue el residuo agrícola de mayor consumo ($P < 0.01$) (1.343 kg de MS animal⁻¹ día⁻¹), consumo elevado, si consideramos que el valor nutritivo de este subproducto es bajo (PC 4.66% y digestibilidad in vitro del 41.4%), sin embargo, presenta un contenido alto de minerales en especial Ca y K (0.56 y 1.82%). Los animales que se alimentan con una ración en base a rastrojo de arroz sin suplementos, no ganan peso y a veces pierden, por lo que debe suplementarse con proteína y una fuente de energías para un uso más eficiente.

Tabla 2. Coeficientes de digestibilidad y valor de la energía de los subproductos agrícolas asociados con tres niveles de urea para la alimentación de ovinos tropicales

Componentes	Tratamientos		t Student Cal	S ²	DE
	Panca Maíz	Panca de arroz			
CDMS (%)	40.49	25.67	70.94 **	0.044	0.209
CDMO (%)	48.56	39.34	10.87 **	0.721	0.849
CDPC (%)	22.14	8.25	5.02 *	7.64	2.76
CDFC (%)	64.55	62.68	1.60 ns	1.360	1.166
CDEE (%)	67.03	36.96	8.97 **	11.24	3.35
CDELN (%)	36.94	22.65	19.91 **	0.516	0.718
E.M. Ovinos (kcal/kg MS)	13773.8	1096.5	32.08	214.729	14.654
FDN (%)	40.39	32.64	79.27	0.211	0.459

La mayor GPD e ICA más eficiente ($P < 0.01$) la registró el tratamiento en base a rastrojo de maíz ($0.132 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y 7.5), superando a los obtenidos por Méndez et al., 2004, quienes al evaluar dos niveles de tuza (T1: 26% y T2: 13%), sobre el comportamiento productivo de ovinos en la etapa de crecimiento, reportan valores de 0.0585 ; $0.0992 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$; 18.5 y 9.4, respectivamente. Pero similares a las de Sánchez *et al.*, 2007, quienes al realizar la valoración nutritiva de subproductos agrícolas (maíz, arroz, soya) para la alimentación de ovinos tropicales, reportaron un ICA de 6.81; 7.33 y 6.76, respectivamente. Además, registró el mayor ($P < 0.01$) RC (45.09 %). Los niveles de urea no influyeron sobre las variables evaluadas (Tabla 3). La mayor rentabilidad (Tabla 4) se la obtuvo al combinar rastrojo de maíz mezclada con 2.0 y 3.0% de urea (50.15 y 34.91%, respectivamente).

Tabla 3. Efecto simple de dos subproductos agrícolas y tres niveles de urea sobre el consumo de alimento (CA), peso vivo (PV), ganancia de peso (GP), índice de conversión alimenticia (ICA) y rendimiento a la canal (RC) en el engorde de ovinos tropicales

Factores	Variables				
	CA (kg)	PV (kg)	GP (kg)	ICA	RC (%)
a) Subproductos					
<i>Maíz</i>	67.25 b	23.23 a	9.24 a	7.50 a	45.09 a
<i>Arroz</i>	94.04 a	23.33 a	7.88 b	12.14 b	42.61 b
b) Urea (%)					
1,0	82.91 a	23.19 a	8.80 a	9.38 a	43.19 a
2,0	78.76 a	24.12 a	8.65 a	9.62 a	44.04 a
3,0	80.28 a	22.55 a	8.23	10.47 a	44.33 a
CV (%)	16.18	4.20	8.83	16.89	1.89

Tabla 4. Análisis económico (USD) de dos subproductos agrícolas y tres niveles de urea en el engorde de ovinos tropicales

Concepto	Panca de maíz			Panca de Arroz			Testigo
	Niveles de Urea (%)						
	1	2	3	1	2	3	
Total de ingresos.	45.00	51.89	44.60	45.05	43.83	4.23	34.07
Total de egresos.	35.79	34.56	33.06	38.66	37.40	37.24	32.52
Beneficio neto.	9.21	17.33	11.54	6.39	6.43	7.900	1.55
Rentabilidad	25.74	4.20	8.83	16.53	17.20	21.46	4.77

4.4. CONCLUSIONES

- ☛ La composición química del rastrojo de maíz fue superior a la de arroz en la mayoría de sus principales componentes (PC; ELN; FDN; FDA; LDA y EM), de igual manera los coeficientes de digestibilidad (MS, MO, PC, EE, ELN, EM, NDT).
- ☛ La ganancia de peso, conversión alimenticia y el rendimiento a la canal más eficiente, se lo obtuvo al suministrar rastrojo de maíz.
- ☛ Los niveles de urea, no afectan el comportamiento productivo de los ovinos tropicales.
- ☛ Al combinar el rastrojo de maíz con 2,0% de urea, se incrementa la rentabilidad.
- ☛ El tratamiento testigo (libre pastoreo), fue superado en cada uno de los indicadores de interés zootécnico y económico, por parte de los tratamientos suplementados con residuos de cosechas (rastrojo de maíz y de arroz) combinados con tres niveles de urea más melaza.

4.5. BIBLIOGRAFÍA

- ☛ Ambar, A. R. and Djajanegara, A. 1982. The effects of urea treatment on the disappearance of dry matter and fibre of rice straw from nylon bags. School of Agriculture and forestry. University of Melbourne, Australia. Vol. 2. No. 4.
- ☛ Bonilla, C.J.A. 1995. Evaluación del rastrojo de maíz tratado con peróxido de hidrógeno, amoníaco, hidróxido de sodio, o adicionado con medios para el enriquecimiento biológico. Tesis de Maestría. UNAM - FESC.
- ☛ Brown, W.F. y M.B. Adjei. 1995. Urea ammoniation effects on the feeding value of Guineagrass (*Panicum maximum*) hay. *J. Anim. Sci.* 73:3085-3088
- ☛ Carnevali, A. Shultz, T. Shultz, E y Chico, C. 1991. Suplementación del heno de pobre calidad con melaza y urea. *Agronomía Tropical*. 21(6): 565-572. Disponible en http://www.redpav--fpolar.info.ve/agrotrop/v21_6/v216a_008.html
- ☛ Conrad, J; Pastrana, R. 1989. Amonificación usando urea para mejorar el material nutritivo del material fibroso. In Conferencia internacional sobre ganadería tropical. Guayaquil. Ecuador. p. 1- 2 y 3.
- ☛ Coronel, U., M. E. Ortega C., G. Mendoza M. M. T. Sánchez T., J. Ayala, and C. Becerril. 2001. Effect of two strains of *Saccharomyces cerevisiae* on productive performance of heifers. Nutrition Society, England, 10-12 July. Abstract OC103.
- ☛ Elizondo, E.I. 1998. Evaluación de tratamientos alcalinos sobre la calidad nutricional de subproductos lignocelulósicos. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima, México.
- ☛ Fernández R. S., E. Riquelme V., y S. González M. 1981. Utilización del rastrojo de maíz. Efectos del procesamiento físico y del nivel de alimentación. Memoria de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santo Domingo. p. 33.
- ☛ Fuentes, J., Magaña C., Suárez L., Peña R., Rodríguez, S., Ortiz de la Rosa, B. 2001. Análisis químico y digestibilidad *in vitro* del rastrojo de maíz (*Zea mays* L). *Agronomía Mesoamericana* 12: 189-192.

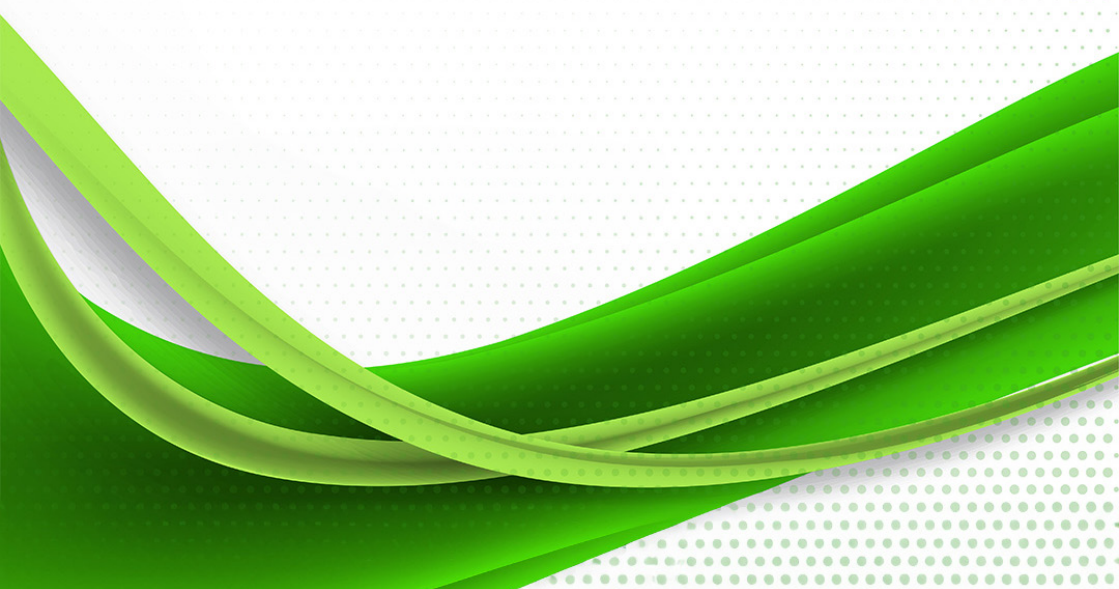
- ☛ Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1973. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). ARS, USDA. Agricultura! handbook No. 379.
- ☛ Ibbbtson, C.F. 1984. Comercial experience of treating straw with-ammonia. Animal Feed Sci. Technol.10:223 228.
- ☛ INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2013. Estadísticas Agropecuarias. En línea. Consultado el 18 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- ☛ Jayasuriva, M. C. and H. G. D. Perera. 1982. Urea-amonia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. Agric. Wastes, 4:143-150.
- ☛ Kiangi, E.M.I. 1981. Different sources of ammonia for improving the nutritive value of low quality roughages. Ani. Feed Sci. and Technol. 6:377-386.
- ☛ Leng, R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. 2da Ed. CONDRIT, Cali, Colombia.
- ☛ Llamas, L. 1990. Mejoradores de forrajes. En: Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Edit. Sistema de educación continua en producción animal, A C. pp-64-71.
- ☛ Martínez-Loperena, R., Castelán-Ortega, O.A., González-Ronquillo, M., Estrada-Flores, J.G. 2011. Determinación de la calidad nutritiva, fermentación in vitro y metabolitos secundarios en arvenses y rastrojo de maíz utilizados para la alimentación del ganado lechero. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 14: 525-536.
- ☛ McDowell L., J. Conrad, F. Glen Hembry, L. Rojas, G. Valle y J. Velásquez. 1993. Minerales para Rumiantes en Pasto reo en Regiones Tropicales. 2da Ed. Universidad de Florida, Gainesville, 76 pp.
- ☛ Méndez, G, Ríos De Álvarez, L, De Combe llas, J, Colmenares, O, Álvarez, R. 2004. Uso de tusa de maíz en dietas que contienen gallinaza sobre el comportamiento productivo de ovinos en crecimiento. Zootecnia Trop., ene, vol.22, no.1, p.15-28. ISSN 0798 7269.

- ☛ National Research Council (NRC). 1980. Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy Press. Washington, D.C.
- ☛ Nieto, C. Vimos, M. 1998. Producción y Procesamiento de Quinoa en Ecuador. Centro de Investigación para el Desarrollo. Proyecto de Cooperación Técnica 3P-90-0160. Programa de Cultivos Andinos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).
- ☛ Partida, E. 1984. Mejoramiento del valor nutritivo de ensilaje de cañuela de maíz para borregos mediante la adición de Hidróxido de amonio o de urea. *Téc. Pec. México* 47:33-38. Pasturas de América. 2012. Residuos del cultivo de maíz. (En línea). Consultado el 20 de jun de 2012. Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/utilizacion-forrajes agricolas/maiz/>.
- ☛ Pedraza, R. Vita, M y González, M. 1994. Composición química y degradabilidad ruminal de suplementos elaborados con alta integración de subproductos agroindustriales. *Revista de Producción Animal* 8: 1. pp. 32-37.
- ☛ Plata, P. F., G. D. Mendoza M., J. R. Bárcena-Gama, S. González M. 1994. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49: 203-210.
- ☛ Roa, V. M. L., J. R. Bárcena-Gama, S. González M., G. Mendoza M., M. E. Ortega C. C. García B. 1997. Effect of fiber source and a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on digestion and the environment in the rumen cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64:327-336.
- ☛ Saadullah, M. 1985. Supplementing ammonia ted rice straw for native cattle in Bangladesh, School of Agriculture and Forestry; University of Melbourne, Australia. Vol. 5, No. 1.
- ☛ Sánchez, A; Zambrano, D y Castañeda, C. 2007. Valoración nutritiva de los principales subproductos Agrícola para la alimentación de ovinos tropicales en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. VIII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Red XII-H-CYTED – UTEQ. Quevedo - Ecuador. p: 465-471.

- ☛ Schiere, J. B. 1985. Supplementation of urea amonia treated rice straw. School of Agriculture and forestry. University of Melbourne, Australia; vol. 5 No. 2.
- ☛ Van Soest, P.J., Mascarenhas, F.A. y R.D. Hmtley. 1984. Chemical properties of fiber in relation to nutritive quality of ammonia treated forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10:155-164.
- ☛ Villanueva, J. San Martín. 1997. Alimentación de vaquillas en crecimiento a base de residuos de cosecha tratadas con urea y suplementadas con proteína sobrepasante. *Rev. Inv. Pec (Perú)* 8(1) 39-48.
- ☛ Williams, P. E. 1984. Ammonia treatment of straw vía hidrolisis of urea. II: Aditions of soya bean (urease), sodium hidroxide and molasses: effects on the digestibility of urea treated straw. *Animal Feed Sci. Technl.*, 11:115-124.
- ☛ Williams, P.E. V. 1983. Ammonia treated barley offered either together, in a mixed ration, or succssivel to beet steers. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 10:247255.
- ☛ Zambrano, D. 2004. Contribución al estudio de los subproductos agroindustriales del trópico húmedo ecuatoriano para la alimentación de rumiantes. Tesis Doctoral en Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo y Universidad de Granma Ecuador-Cuba.

CAPÍTULO V

**DETERIORO DE LAS FUENTES DE AGUA EN LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN GANADERO DEL PIEDEMONTE DE LA
CORDILLERA DE LOS ANDES**



CAPITULO V

DETERIORO DE LAS FUENTES DE AGUA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERO DEL PIEDEMONTES DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES

Autores: Julio César Vargas Burgos^{1,5}, Rumania Alexandra Torres Navarrete², Verónica Cristina Andrade Yucailla³, Roberto Orlando Quinteros Pozo^{4,5}.

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarías y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Ecuador.

²Universidad Técnica de Babahoyo - Extensión Quevedo. Facultad de Ciencias Jurídicas Sociales y de la Educación. Ecuador.

³Universidad Estatal Península de Santa Elena, Centro de Investigaciones Agropecuarias, km 1 ½ Vía a Santa Elena, La Libertad, Santa Elena, Ecuador

⁴Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador.

⁵Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

5.1.Generalidades

Introducción Los sistemas de montañas son considerados mundialmente como una importante fuente de agua dulce, de elevada diversidad biológica, centros de patrimonio cultural y zonas de recreación. Según datos de Liniger y Weingartner (2008), proporcionan del 30 al 60 % del agua dulce en las zonas húmedas y entre el 70 y 95 % en las áridas y semiáridas; representan un medio de sustento básico para casi un décimo de la humanidad, y constituyen asientos de herencia cultural relevante donde en la actualidad sobreviven etnias y tribus milenarias. Con el objetivo de asegurar el bienestar de las poblaciones de montaña y de promover el desarrollo sostenible en estas regiones, en noviembre de 1998, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2002 como el Año Internacional de las Montañas. La decisión es catalogada como un gran desafío y un trascendental paso en el largo proceso, que comenzó en 1992 con la celebración de la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro. El principal resultado de dicha Conferencia fue el Programa de Acción Mundial en materia de Medio Ambiente y Desarrollo conocido como Agenda 21, en la que se incluye un capítulo dedicado al "Desarro-

llo sostenible de las montañas”; con la finalidad de aumentar la conciencia pública acerca de la problemática ambiental y la necesidad de asegurar, al mismo tiempo, un incremento financiero, político e institucional adecuado, que permita realizar acciones concretas dirigidas a desarrollarlas. A partir de este momento, comienzan a modificarse las políticas internacional y nacional de un creciente número de países, en aras de cumplir con los acuerdos emanados de tan importante programa (Cáceres, 2000). Las zonas montañosas son consideradas por el Gobierno Ecuatoriano, a través del Plan Ambiental, como uno de los cinco ecosistemas frágiles, junto a los páramos, la Amazonía, las islas Galápagos y los sistemas lacustres. La actividad ganadera se ubica básicamente en los flancos externos de la cordillera de los Andes, cuya característica principal es la poca aptitud agrícola, en los que factores como la sobreutilización del suelo, las prácticas inadecuadas de cultivos y la defectuosa tenencia de la tierra, están reduciendo la potencialidad y productividad de las áreas de cultivo y paralelamente generando graves procesos erosivos. Se observan estos procesos en áreas con pendientes abruptas y suelos poco profundos cuya fragilidad está estrechamente ligada a una alta erosión (Arranz 1998 y MAGAP, 2007). En estas zonas montañosas se aprecia una acelerada eliminación del bosque y de la cubierta vegetal natural, para ser reemplazados por pastos y otros cultivos, así como la pérdida de su biodiversidad y fondos genéticos (PAND 2004).

La actividad antrópica está vulnerando las especies vegetales y animales, encontrándose algunas de ellas, que son raras o endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. El Ministerio de Agricultura al caracterizar las zonas erosionadas en el Ecuador, mostró que el 47,9 % del territorio está bajo algún tipo de proceso erosivo. Este deterioro de tierra está presente en las tierras altas de la serranía o zona andina, hacia donde se extiende progresivamente el límite de la frontera agrícola, y son muy susceptibles a la “erosión activa” y severa (MAGAP, 2007). Las zonas montañosas administrativamente se divide en 10 provincias y 94 cantones: en las convive una población de 5 595 440 habitantes, mantienen una densidad de 87,1 habitantes/km² ; la comparten 14 etnias, en la que predomina la quechua; existe la mayor pluralidad de tradiciones culturales y mantiene

una diversidad biológica solo comparable con la región amazónica (INAMHI, 2009). Se considera como piedemonte, al relieve montañoso que se sitúa en la zona de transición entre los llanos y las montañas medias y altas, en cotas de altura que oscilan entre los 300 a 500 msnm hasta los 1 500 a 2000 msnm, que se definen según los requerimientos de cada región y país (Pacheco, 2004). El piedemonte ecuatoriano, se constituye por las zonas de transición montañosa, que se encuentra entre los 500 y 2000 msnm alrededor de los macizos montañosos de los Andes y los sistemas de la Costa. Ocupa una superficie de 43 206 km², de los cuales 17 640 32 km² está dominado por clima tropical, y los restantes 26 679 68 km² se ubican en la vertiente oriental de los Andes, donde predomina el clima ecuatorial (PAND, 2004 y INAMHI, 2009). Generalmente, los piedemonte son considerados mundialmente, como regiones de conflictos por la expansión agrícola hacia las reservas forestales, son baluartes por la generación de agua y se constituyen barreras de defensa contra el impacto del cambio climático global (FAO, 2000; FAO, 2007; FAO, 2008 y FAO, 2009). El Ecuador no es ajeno a la situación mundial de tratamiento a las zonas de piedemonte. Estas regiones están expuestas al impacto de la expansión agrícola, especialmente con la ganadería, que provoca entre otros impactos la deforestación, degradación de tierras, contaminación de corrientes fluviales y aguas subterráneas, además de la pérdida de la biodiversidad (PAND, 2004) Uno de los principales impactos negativos del deficiente manejo del piedemonte, lo constituye la disminución no cuantificada de la generación de aguas, por la disminución de los bosques, impacto de carácter extraterritorial, por su influencia en la vida de las poblaciones y la economía de las regiones situadas aguas abajo de los afluentes. El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 1999) refiere que el 100 % de los ríos ecuatorianos nacen o se nutren del piedemonte.

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación Las áreas en estudio están compuestas por la montaña y el piedemonte de las provincias Los Ríos y Cotopaxi, ver Figura 1. La superficie montañosa de estas provincias es de 1 033,61 correspondiendo

el 77,7% a la provincia de Cotopaxi y el resto a Los Ríos. Estas áreas ocupan una superficie de 763 km², se dividen administrativamente en 2 cantones (Valencia y la Mana), mantienen una población de 6 304 habitantes, distribuida en 20 (comunidades), con una densidad poblacional de 8,26 habitantes/km². La actividad económica fundamental es la ganadería bovina, que se desarrolla en 704 predios (fincas), de los que 550 mantienen algún tipo de ganadería, de estas, 200 fincas mantienen superficie en uso ganadero superiores a 5 hectáreas (Camacho, 2006 y Vargas 2010).

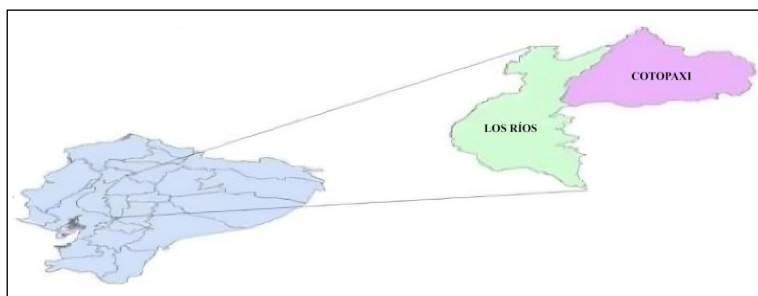


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudios.

5.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología utilizada fue la revisión sistemática de la literatura, que implicó realizar una búsqueda exhaustiva de fuentes bibliográficas relevantes en bases de datos especializadas, donde se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios pertinentes, extrajeron y sintetizaron la información relevante de los estudios seleccionados. Se procedió a analizar y evaluar críticamente la calidad metodológica y científica de los estudios incluidos, para luego organizar la información en secciones temáticas.

5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso de la tierra en las zonas de laderas en la República del Ecuador La revisión de la literatura permitió identificar que se utilizan 12 355 831 ha en las actividades agropecuarias y forestales, de las cuales el 38,54 % se encuentran en las montañas. En esta región las actividades económicas más importantes de la población son la agricultura, la silvicultura y la ganadería, que representan el 31,7 % del producto interno bruto del país. El 28,9 % de las tierras se dedican a los bosques, 17,92 % a las actividades agrícolas y el 39,07 % a la ganadería, a lo que se debe añadir que una parte importante de los páramos que ocupan el 11,62 % de la superficie, también se usan para el pastoreo y el 2,41 % a otros usos (MAE, 1999 y CNA, 2010). Los factores que determinan el impacto negativo de la actividad ganadera en el entorno de las zonas montañosas, varían según las características del ecosistema, y tienen dos componentes: uno natural, determinado por el relieve y las características climáticas del entorno y el otro antrópico, decidido por los factores tecnológicos y organizativos con que se conduce el proceso productivo. La intervención del hombre y su competencia en la forma de conducir estos procesos, determinan la eficiencia productiva y el impacto que tiene la práctica de la ganadería en los ecosistemas montañosos (Benítez *et al.*, 2007a).

La erosión del suelo, producida por la acción de agentes naturales como las lluvias y otros de carácter antrópico, es la forma de degradación que se observa con mayor intensidad y extensión en los suelos en uso ganadero en laderas y se considera como uno de los problemas más importantes que afectan la agricultura. Se señalan como situación ambiental negativa en laderas: la deforestación, considerada uno de los principales problemas ambientales relacionado con el cambio climático global; la pérdida de la biodiversidad y la degradación de tierras. Se indica además que los procesos de deforestación se originan a partir de interacciones complejas entre factores, como la falta de tecnologías para hacer más sostenibles la agricultura y la ganadería en tierras previamente deforestadas (Janvry y García, 2000). La ausencia de medidas de conservación ambiental, las cargas excesivas sobre pendientes no recomen-

das para el pastoreo, el diseño inadecuado de los sistemas pastoriles y el sistema de manejo que se práctica, son los principales factores de riesgo ambiental que se observan en las montañas, que tienen su expresión en la extensión de la erosión, la presencia de malezas en estos sistemas y la deforestación (Benítez *et al.*, 2007a y Vargas 2010). La influencia de los procedimientos de manejo en la eficiencia productiva, no se le da la prioridad que se requiere en los sistemas ganaderos (Senra *et al.*, 1988; Senra, 1992; Benítez *et al.*, 2002 y Senra *et al.*, 2005). Por la fragilidad de los ecosistemas montañosos este concepto toma máxima importancia, dado que las malas prácticas agrícolas inciden en la disminución de la eficiencia productiva y en la aceleración de la degradación de la tierra. En las montañas para establecer cualquier sistema de producción, es conveniente conocer la relación entre los factores que dominan el entorno y como estos influyen en el proceso de producción, para la toma de decisiones convenientes (Pérez *et al.*, 1998). Inconvenientemente para las zonas montañosas son pocos los trabajos que enfoquen de manera holística, la relación entre el entorno y las alternativas tecnológicas que se practican, dado que en las montañas más que en otros entornos, la interacción entre las condiciones naturales y la actividad antrópica, tiene intensa repercusión en la sostenibilidad de los sistemas productivos y el mantenimiento del entorno natural.

Impactos de la ganadería situación de los suelos en uso ganadero Se ha demostrado, que la perturbación antrópica del paisaje sobre las cuencas hidrográficas mediante la agricultura, la deforestación y el pastoreo rompe las relaciones estructurales y funcionales entre los elementos del paisaje y la estabilidad del entorno (Steinfeld, 2008). Las principales influencias son el incremento de la descarga de sedimentos y nutrientes a los afluentes y la pérdida de la capacidad reguladora de las micro cuencas (Aguirre, 2008). Entre las actividades humanas el pastoreo del ganado es particularmente notable por el área que ocupa en muchas partes del mundo, en especial en los trópicos (Murgueitio *et al.*, 2007 y Viana *et al.*, 2007). El pastoreo del ganado ejerce un gran impacto sobre los ecosistemas, ya que compacta el suelo, reduce la infiltración del agua e incrementa la escorrentía, lo cual disminuye la regulación hídrica

(Méndez, 2008). Las heces y la orina depositadas en el área de captación y dentro de los afluentes, pueden incrementar los niveles de fósforo y nitrógeno en el agua (Chara *et al.*, 2007). Además, el ganado afecta la vegetación y el suelo en el área ribereña con destrucción de las orillas y cambio en la morfología del cauce, lo que afecta la calidad fisicoquímica del agua y los hábitats de insectos acuáticos y peces (FAO, 2009). Adicionalmente, para quebradas pequeñas, la destrucción de la vegetación ribereña reduce la entrada de hojarasca al ambiente acuático, que es la principal fuente de energía de estos ecosistemas (Alfaro y Salazar, 2005). El pastoreo del ganado, hace uso productivo de la tierra en las áreas no idóneas para los cultivos agrícolas. Las áreas en uso ganaderos, especialmente en pastoreo son grandes, se considera que ocupa aproximadamente el 30 % de la superficie agrícola del planeta, dado que es una forma apropiada y duradera de utilizar la tierra y es mucho menos riesgosa que la agricultura. (Plaza 200 y FAO, 2009). El sobrepastoreo es el resultado del uso excesivo del terreno cuando la carga animal supera a la capacidad del área. Esto causa una reducción en las especies de forrajes deseables y un aumento en las malezas. Se aumenta el riesgo de erosión debido a la pérdida de la cobertura vegetal. Los caminos que hace el ganado cortan las laderas y aceleran el proceso de erosión. Además, el pastoreo degrada la estructura del suelo, pulverizándolo y compactando la superficie. Al aumentar carga o emplear malas técnicas de manejo del pasto, se pueden crear impactos negativos para la fauna silvestre (Benítez *et al.*, 2007a y FAO, 2007). El desbroce de los bosques tropicales, o utilización de las tierras que han sido limpiadas por otros motivos, para la producción de ganado, es una práctica permanente, y tiene impactos ambientales desastrosos. El desbroce de grandes áreas del piedemonte y su conversión a la ganadería, ha degradado el terreno, irreparablemente y lo ha vuelto inservible para cualquier otro propósito. Se considera que la ganadería en gran escala en esas áreas no es aconsejable y debe ser desalentada (FAO, 2009).

Impacto socioeconómico Los sistemas de manejo de los terrenos de pastoreo y sus modelos y condiciones socioeconómicos, están íntimamente vinculados. El deterioro de la productividad de los terrenos sea

por causas naturales o artificiales, tienen un efecto negativo sobre los ingresos y la salud de las familias, y la distribución de los recursos entre la gente. En cambio, los factores socioeconómicos, como la disponibilidad de la mano de obra, la distribución de las tareas dentro de las familias, los derechos en cuanto al uso del terreno y los recursos, los modelos de propiedad, y las condiciones del mercado, influyen en el manejo de los recursos de los terrenos de pastoreo y ganadería (Dixon *et al.*, 2001 y Flores, 2009). Como las actividades de producción en los terrenos de pastoreo, se realizan generalmente en las áreas de baja densidad de la población, a menudo, falta la mano de obra. Esto influye en el desplazamiento del rebaño, su movilidad, y ciertas técnicas de conversión y de manejo de los recursos. Los aspectos que en este sentido se evalúan son: la diversificación del sistema de producción local (el grado en que los cultivos mixtos, las oportunidades de trabajo asalariado y las otras actividades no agropecuarias, afectan la disponibilidad de la mano de obra para la ganadería); el grado en que la participación de los hombres en las actividades no agropecuarias aumente la carga de trabajo de las mujeres; y el grado en que la falta de mano de obra y los bajos ingresos, afecten las estrategias locales de gestión, y se asocien con las prácticas destructivas de manejo de los recursos (William *et al.*, 1997 y Bernet *et al.*, 2008).

Impacto Ambiental La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) plantea que el rápido calentamiento global, las notorias consecuencias del cambio climático son temas centrales de interés público. La causa de este cambio climático es el efecto invernadero, consecuencia de los llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI). Los ganaderos también están involucrados en esta discusión, dado que se considera la ganadería como responsable de una parte importante de la emisión de los GEI. Desde un punto de vista global, las actividades relacionadas con la ganadería contribuyen con un 18 % (en equivalentes de CO₂) de las emisiones antropogénicas de los GEI (FAO, 2009). La FAO (2009) manifiesta que la contribución del sector pecuario a la contaminación atmosférica en su conjunto, son procesos no es bien conocidos. Prácticamente en todas las etapas de la producción animal se emiten y liberan en la atmósfera, sustancias que contri-

buyen al cambio climático o a la contaminación del aire, o se obstaculiza su retención en otros reservorios. Estos cambios son no sólo el efecto directo de la cría del ganado, sino también la contribución indirecta de otras fases que conducen hasta la comercialización de los productos pecuarios. Las emisiones directas del ganado provienen de los procesos respiratorios en forma de dióxido de carbono. Además los rumiantes, y en menor medida también los monogástricos, emiten metano como parte de su proceso digestivo, que incluye la fermentación microbiana de los alimentos fibrosos. El estiércol animal también es una fuente de emisión de metano, óxido nitroso, amoníaco y dióxido de carbono, en función de su modalidad de producción (sólido, líquido) y su manejo (recolección, almacenamiento, dispersión). Según la FAO (2009) el sector pecuario también afecta al balance de carbono de las tierras destinadas a pastizales o a la producción de cultivos forrajeros, contribuyendo así indirectamente a la liberación de grandes cantidades de carbono en la atmósfera. Lo mismo sucede cuando se talan los bosques para su conversión en pastizales. Se emiten asimismo gases de efecto invernadero por la combustión de los combustibles fósiles usados en el proceso productivo, desde las fases de producción de piensos hasta la elaboración y comercialización de productos pecuarios. Algunos de los efectos indirectos son difíciles de calcular, ya que las emisiones asociadas al uso de la tierra, presentan una gran variación en función de factores biofísicos como el suelo, la vegetación, el clima y las prácticas humanas (Chaverri *et al.*, 2003 y FAO, 2009).

Tecnología e Innovación Tecnológica, sistemas de producción agropecuaria La palabra “tecnología” viene del griego tecnos y logos, y se refiere a la ciencia de la técnica, la cual fue establecida hace más de 250 años por Beckmann, un científico alemán, que utilizó la tecnología para la descripción de procedimientos técnicos tanto en la agricultura como en la industria. Ya en aquel tiempo Borgman (2001) hizo referencia a un esquema que actualmente está en uso. En la Figura 2 se muestra la combinación de los componentes tecnológicos ejecutados por el hombre en base de sus conocimientos científicos técnicos (empíricos o científicos) a través de un procedimiento, para obtener un producto necesario.

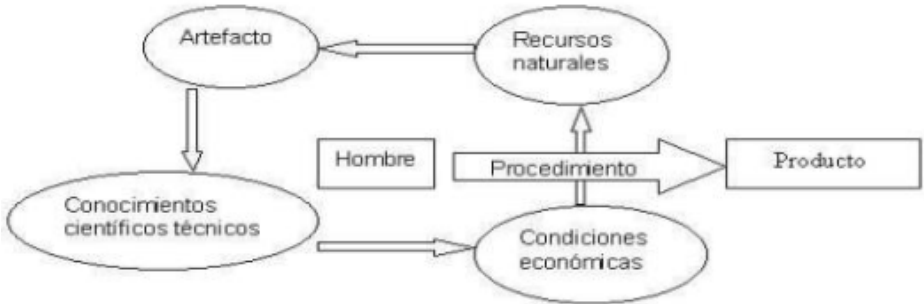


Figura 2. Componentes de tecnologías pecuarias y agrícolas en su uso por el hombre.

La tecnología utiliza el método científico, comprende un saber sistematizado, y en su accionar se maneja tanto en el ámbito práctico como conceptual, abarcando el hacer técnico y su reflexión teórica. Por tecnología se entiende el resultado de relacionar la técnica con la ciencia y con la estructura económica y sociocultural a fin de solucionar problemas concretos. Teniendo en cuenta que la tecnología está íntimamente vinculada a la estructura sociocultural, lleva implícita ciertos valores, y no es ni social ni políticamente neutra (García, 2002). Velázquez y Pohlan (2001) plantean que el proceso de producción pecuario, se agrupa en naturaleza (suelo, clima, planta y animal), los objetivos e instrumentos de trabajo y el hombre, por cuyas interacciones se obtiene en un ecosistema específico, las tecnologías y las modalidades social – productivas, que forman el sistema de producción pecuaria, bajo el concepto de una agricultura sostenible y orgánica (Figura 3), donde debe existir una alta relación en los métodos empleados en el laboreo y la conservación de los suelos.



Figura 3. Efecto de la interacción suelo - planta - animal.

Para aquellas interacciones se obtienen sistemas de vida sostenibles, las tecnologías y las modalidades social – productivas, que formarán el sistema de producción pecuario, bajo el concepto de una agricultura sostenible y orgánica. La integración pecuaria – agrícola sostenible, presenta cinco factores vitales, para el diseñar sistemas biológicos sostenibles (Velázquez y Pohlan, 2001):

- Medio Ambiente– hombre
- Suelo- Clima- Plantas - Animales Todo ello dará origen al proceso de producción pecuario, agrupados:
- Recursos naturales: suelo, clima, plantas y animales. (Software).
- Artefactos (Hardware) y el hombre (objetivos, condiciones económicas y conocimientos, habilidades) Humanware.
- Interrelaciones ofertas y receptores (Orgware). Los sistemas participativos de innovación rural.

El sistema de innovación y extensionismo rural en Ecuador, tiene como propósito, combatir la pobreza del sector rural que afecta a amplios conglomerados, especialmente las nacionalidades indígenas, pueblos montubios y afro ecuatorianos, con el desarrollo de proyectos y actividades que permitan la inserción de dichos sectores a la economía nacional y en los beneficios del desarrollo. Proteger a las comunidades campesinas frente a las emergencias climáticas y catástrofes naturales, así como también ante el impacto negativo que podrían producir los procesos de apertura comercial internacional. Facilitar la positividad del impacto

del sistema de financiamiento rural que atiende los requerimientos de la producción y comercialización en el desarrollo del sector agropecuario, agroforestal y agroindustrial; e instrumentar técnicas para facilitar la descentralización de competencias del sector agropecuario actualmente en marcha, proceso que irá ampliándose y profundizándose y que requiere la orientación de políticas y más instrumentos que ahora se ponen a su disposición (PAND, 2004 y ACA, 2009). Actores vinculados al proceso de innovación tecnológica en el Ecuador Tradicionalmente el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se le considera un papel preponderante en el desarrollo ganadero del Ecuador; aunque en la actualidad se considera que cedió terreno a instituciones privadas que desarrollan y adaptan tecnología de otros países. Esta Institución cuenta con buena infraestructura, pero con un escaso número de investigadores, que concentran su accionar casi exclusivamente, a la producción lechera en la Sierra y al mejoramiento genético con cruzamientos dirigidos en la Costa. Se considera que el impacto que logran es muy bajo, ya que los animales mejorados producidos son muy pocos, comparado con las masivas importaciones que se realizaron en los últimos años y que las experiencias en el manejo de forraje, que no han sido difundidas, en especial la incorporación de leguminosas arbustivas en la Costa ecuatoriana y leguminosas forrajeras en las estribaciones occidentales (CA 2008).

Otro de los actores claves es el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), que dedica tres de sus direcciones a la actividad innovativa. La Dirección de Investigación y Transferencia de Tecnología, se encarga de organizar el desarrollo tecnológico del país; las direcciones provinciales, quienes instrumentan la transferencia de tecnologías a pequeños y medianos productores; Agro calidad en conjunto con los ganaderos y entidades privadas, tiene el objetivo de controlar y erradicar enfermedades exóticas perjudiciales para la producción (ejemplo: fiebre aftosa); y por último se encuentran varios proyectos con la política dirigida a la sanidad animal, para el control y erradicación de fiebre aftosa, cólera porcino, brucelosis, rabia bovina, salmonelosis aviar, las cuales se coordinan con las organizaciones campesinas,

quienes también ofrecen asistencia técnica a los productores, a través de profesionales privados. La Dirección de Desarrollo Campesino y el Instituto Nacional de Capacitación Campesina, INCCA, en cumplimiento de políticas y objetivos llevan acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida del sector rural a través de la ejecución de programas de capacitación dirigido a pequeños y medianos campesinos (MAGAP, 2007). Las Universidades y Escuelas Politécnicas, están orientadas fundamentalmente a la formación de profesionales agropecuarios, existiendo un débil compromiso con la investigación, la cual muchas veces es realizada dentro de sus instalaciones con fines educativos. También realizan algo de investigación a través de las tesis de grado, las cuales en muchos casos carecen de una aplicación práctica relevante. Este grupo cuenta con un gran potencial en recurso humano, existiendo en alguna de estas instituciones la apertura para actuar más decididamente en el desarrollo tecnológico lechero (CA, 2008). La Industria Láctea (IL), considerada como uno de los grupos más consolidado y con mayor influencia dentro del sector productivo, ya que controla el pago del producto final del ganadero, tiene un acceso directo a todas las fincas proveedoras y cuenta con un buen grupo de técnicos dedicados a la transferencia de tecnología, además de ofrecer financiamiento que permita realizar el cambio tecnológico propuesto (CA, 2008). Las Asociaciones de ganaderos regionales y locales (AG), son actores claves para facilitar el proceso de innovación rural. En la actualidad entre sus funciones han incorporado brindar servicios a sus asociaciones y trabajan con otros grupos para mejorar la imagen de los productos y aumentar el consumo nacional, se considera que en este sentido los esfuerzos son aislados y carentes de continuidad (CA, 2008).

Productores innovadores: algunos consideran que deberían ser el centro de atención para la innovación tecnológica. En los últimos años ha sido el motor de la investigación adaptiva. Existen en el país muchos casos que pueden ser utilizados como referencia para el desarrollo tecnológico, en el caso de establecimientos lecheros grandes se han traído técnicos extranjeros para adaptar la tecnología de sus respectivos países (Nueva Zelanda, Holanda, Estados Unidos, entre otros) (Alonso, 2000) Los

técnicos privados brindan sus servicios orientado a satisfacer demandas puntuales de productores, en temas específicos como: inseminación, ginecología, nutrición animal, mejoramiento de pasturas, etc. Su acción se concentra mayormente en ganaderías con buen nivel tecnológico. Actualmente a través de técnicos privados se realiza capacitación dirigida por fundaciones, consorcios y asociaciones (CA, 2008). Casas comerciales de venta de insumos, brindan servicios relacionados directamente con la venta de insumos, la tendencia a la adaptación de tecnologías, introducción de nuevas semillas forrajeras, prueba de raciones balanceadas, sales minerales o sustitutos lácteos. La mayoría de las grandes empresas comerciales cuentan con un grupo de técnicos encargados de la venta de productos y el asesoramiento de su uso (Vernooy 2007 y (CA, 2008).

Los proyectos de desarrollo concentran por lo general en los productores marginales, con un alto contenido social y un menor contenido productivo, su apoyo no está coordinado con otras instituciones, por lo que su efecto dura mientras existen los fondos externos (CA, 2008).

En el sector agropecuario ecuatoriano se consideran que existen las siguientes fortalezas: es un sector en crecimiento; que existen algunas tecnologías de producción de ganadera económicamente rentable que deben ser priorizadas en su implantación; mucha de las tecnologías fueron desarrolladas por productores, por lo que es sencilla de difundir y aplicar; la mano de obra es barata y el sector privado tiene la capacidad de liderar el proceso de innovación tecnológica si se le brinda un apoyo inicial (MAGAP, 2007). Como debilidades se identifican: que la cadena productiva no está consolidada; altos costos de producción de leche en Ecuador es alto; que es débil la infraestructura del Estado para ofrecer los servicios de innovación; los productores de bajos recursos no pueden pagar los servicios; falta cultura ganadera; no están bien definidas las políticas del Estado para el desarrollo ganadero nacional; créditos muy altos; infraestructura vial mala; el sistema de servicios privados es débil; no se ha trabajado en optimizar recursos y bajar costos; deficientes sistemas de comercialización; la política monetaria del Ecuador dificulta la com-

petencia con la diferencia de cambio especialmente de los países vecinos (MAGAP, 2007).

Las principales oportunidades que se identifican son: El sector tiene mucho potencial a mediano plazo:

- En la región andina existe deficiencia de leche y derivados.
- En los países vecinos existe tecnología adaptable al Ecuador y con poco esfuerzo se puede difundir grandes cambios solo con adopción de la tecnología existente. Como amenazas se identifican:
- Masiva importación de leche en polvo y carne en corto plazo.
- Oligopolio de la industria láctea.
- Liberación de mercados.
- Diferencia en el cambio de moneda.

La innovación rural como sistema Las tendencias de la innovación rural, concebida como un modelo lineal de desarrollo de tecnologías, o de transferencia de tecnologías, donde la investigación genera nuevas tecnologías que son transferidas en espera sean adoptadas por los usuarios finales, en la actualidad se considera una imagen pobre y deficiente del desarrollo rural (Rubio et al, 2000). Como alternativa se impone un modelo de "sistema" en la innovación rural, en el cual un determinado equipo y organizaciones interactúan en una relación compleja y de acuerdo a sus intereses y oportunidades. Bajo estas premisas, no es posible predecir fácilmente el comportamiento general, solamente observando o maximizando la eficiencia de uno de esos actores. Son los procesos de interacción, y los factores que regulan o afectan esos procesos, que regularmente son más importantes que el comportamiento individual de los diferentes actores.

De la innovación aplicada en sistemas, se espera complementar de manera creciente, que contribuyan con un conjunto amplio de objetivos, incluyendo disminución de la pobreza, protección ambiental, y la articulación de productores pobres a mercados locales e internacionales crecientemente demandantes. Sin embargo, esos amplios propósitos no se pueden establecer o conducir a través de organizaciones aisladas,

actuando solas; ello requiere de la colaboración activa de una variedad de actores (FAO, 2007 y ACA, 2009). Alternativas más difundidas en Latinoamérica:

- Investigación en Sistemas de Producción (ISP). Se basa en la concientización sobre la naturaleza interrelacionada de las actividades de la finca y a la necesidad de una visión más holística, integrada y sistémica de la finca, y de los productos de la finca. La ISP enfatiza en
- análisis interdisciplinarios, la integración de aspectos técnicos, económicos y sociales. Localiza el trabajo de la investigación en los campos de los productores, en oposición a la investigación hecha solamente en las estaciones experimentales, donde tanto los parámetros físicos como económicos son diferentes (Bentley y Baker, 2007).
- Evaluación Rápida de Sistemas de Conocimiento Agrícola (ERSICA). Reconoce que los sistemas de innovación rural son más complejos que el modelo simple y lineal de “investigación-extensión finca”, el cual es asumido implícitamente por muchas universidades, centros de investigación y profesionales. El enfoque ERSICA le da mucha importancia al análisis de los “sistemas suaves o blandos”, analizando las diferentes percepciones de los diferentes actores de un problema complejo, para definirlo mejor y formular un objetivo común sobre el cual todos los actores interesados puedan llegar a acuerdos para trabajar colectivamente hacia su logro. También enfatiza el análisis de las interrelaciones entre los actores en el “sistema de conocimiento e información” (Hernández y Saad, 2004).
- Enfoque de Modos de Vida Sustentable. Se focaliza sobre el concepto de “modos de vida”, como las capacidades, capital disponible (tanto material como social) y actividades requeridas para construir un medio de vida. Un modo de vida se considera sustentable cuando puede enfrentar y recuperarse de presiones y choques, manteniendo o aumentando sus capacidades y capital tanto ahora como en el futuro, mientras que no disminuye su base de recursos naturales. El modo de vida enfatiza su atención en el espectro de capital disponible (humano, social, infraestructura, así como también financiero y físico tal como la tierra), los riesgos y vulnerabilidades a los cuales la gente pobre es más susceptible, así como también se centra en

construir políticas y ambientes institucionales que apoyen los modos de vida de los pobres (Álvarez y Bucheli, 2008 y Valarezo, 2009).

- Manejo Integrado de Recursos Naturales (MIRN). Ha sido definido como un enfoque que integra investigación sobre diferentes tipos de recursos naturales con procesos de manejo adaptativo e innovación guiados por actores interesados para mejorar modos de vida, resiliencia de los agroecosistemas, productividad agrícola y servicios ambientales a escala de intervención e impacto en la comunidad, la eco-región y el globo (Córdoba, 2004; Gottret *et al.*, y Valarezo, 2009).
- Investigación Agrícola Integrada para el Desarrollo (IAID). Se conceptualiza como un nuevo enfoque integrado, en el cual investigadores (nacionales, regionales e internacionales) trabajan juntos con pequeños productores, agentes de extensión y la sociedad civil, de tal manera que sus productos puedan ser tanto lanzados al mercado nacional y regional, como aumentar la base de participación hacia comunidades vecinas. Un componente esencial de ese cambio de paradigma es un proceso de innovación institucional, en el cual una investigación más integradora para el desarrollo, pueda ser hecha simultáneamente con la implantación de métodos participativos orientados a la acción para resolver problemas actuales” (Williams 1097 y Valarezo, 2009).
- El Enfoque Territorial para el Desarrollo de Agro-Empresas Rurales. Fue formulado por el CIAT, para articular a los pequeños productores a los mercados en expansión, de tal manera que ellos puedan desarrollar medios de vida sustentables en el sector rural. Este enfoque pone un énfasis nuevo en los asuntos de organización social y las políticas que afectan el acceso a los mercados y oportunidades de intercambio para los países en desarrollo, a través de identificar mercados, análisis y mejoramiento de cadenas de mercado, y el fortalecimiento de los negocios de servicios de apoyo (Thiele y Bernet, 2005 y Bernet *et al.*, 2008).

5.5. CONCLUSIONES

En las áreas cuyos recursos de pastoreo son limitados, o en las áreas que son ecológicamente frágiles como las zonas montañosas o piedemonte, la restricción del movimiento del ganado es una técnica de mitigar la degradación ambiental, como son los sistemas de alimentación semi-estabulado aunque esto sea una alternativa solvente, ecológicamente. Definir un proceso endógeno de cambio que conduzca al dinamismo económico y a la mejora de la calidad de vida de la población, que debe movilizar y explotar las potencialidades locales y contribuir a elevar las oportunidades sociales y la viabilidad y competitividad de la economía local, al mismo tiempo en que debe asegurarse la conservación de los recursos naturales locales; Interrelacionar los sistemas económicos, altamente dinámicos y los sistemas ecológicos, menos cambiantes, en la cual la vida humana pueda continuar indefinidamente, los seres humanos como individuos puedan desarrollarse, mantener la sobrevivencia de las particularidades culturales de la sociedades, y que los efectos de las actividades humanas se mantengan dentro de unos límites que no permitan la destrucción de la diversidad, complejidad y funcionamiento de los sistemas ecológicos que soportan la vida; Establecer un enfoque de cadenas, considerando la cadena productiva como el conjunto de agentes y actividades económicas que intervienen en un proceso productivo, desde la provisión de insumos y materias primas, su transformación y producción de bienes intermedios y finales, y su comercialización en los mercados internos y externos; Agradecimientos Los autores agradecen la colaboración a la Asociación de ganaderos de la parroquia de Pucayacu, cantón La Mana, Ecuador Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

5.6. BIBLIOGRAFÍA

- ☛ ACA. 2009. Inventarios de métodos participativos. Alianza Cambio Andino recopiló la experiencia metodológica de la región. <https://agroinsight.com/downloads/books/Cambio-andino.pdf>. 6/72023
- ☛ Aguirre, J. A. 2009. Cuencas Hidrográficas, Servicios Ambientales e Incentivos para el Desarrollo Ganadero Sostenible del Trópico Americano. Ganadería y Medio Ambiente en Centroamérica, Capítulo 2: <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/x6366s/x6366s01.htm#TopOfPage>. Consultado: 6/72023.
- ☛ Alfaro, M. & Salazar, F. 2005. Ganadería y contaminación difusa, implicancias para el sur de Chile. En: Instituto de Investigaciones Agro. Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile. www.produccion-animal.com.ar. Consultado: 11/6/2023.
- ☛ Alonso J. 2000. Nuevas direcciones del enfoque de sistemas para modernizar la agricultura en América Latina. <http://www.jalonso.com/direcciones.html>. Consultado: 11/8/2008.
- ☛ Álvarez, S, Bucheli, Brenda., Delgado, R., Maldonado, L., Paz, R., Pozo, A., Rotondo, E. & Thiele, G. 2008. Guía de Alcances e Impactos de las Metodologías Participativas sobre la Innovación Rural. Lima. 69 p. (consultado en mayo de 2023).
- ☛ Arranz, G. M. 1989. Desarrollo económico-social en los territorios de montaña. En: Economía Planificada. Ediciones cubanas, La Habana. 9-23 p. (consultado en febrero de 2023).
- ☛ Benítez, D. G, Boza, P., Santiago, O. & Díaz, M. 1990. Los rebaños de cría su papel en la producción de carne. Seminario Científico Internacional. Conferencias. Rev. XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. (consultado en mayo de 2023).
- ☛ Benítez, D. G, Ray, J., Torres, V., Ramírez, A., Viamontes, M. I., Tandrón, Díaz, M., Guerra, J. & Pérez, S. D. 2002. Factores determinantes en la eficiencia productiva de los rebaños de fincas ganaderas en sistemas de doble propósito en el Valle del Cauto. Rev. Cubana Cienc. Agro. 27: 2: 163-169. (consultado en mayo de 2023).

- ☛ Benítez, D. G., Boza, P., Santiago, O., Ray, J. & Díaz, M. 1993. Particularidades de la vaca de cría en: Recomendaciones para la alimentación y el manejo del ganado de cría y la hembra vacuna de reemplazo. Editorial Academia. La Habana, Cuba. 1-43 p. (consultado en mayo de 2023).
- ☛ Benítez, D. G., Pérez, M. B., Ramírez, S. A., Blanco, A., Camejo, N., Castellanos M. E., Díaz, V. M., Guerra, J., Guevara, O., Hernández, M., Miranda, M., Pérez, S. D., Ricardo, O. J., Ricardo, S. O., Rosabal, A. & Vega, P. J. 2007a. El Manejo de la Finca Ganadera en la Montaña, Editado Alfa Europe Aid, IIA Jorge Dimitrov. Bayamo. Cuba. 142 p. (consultado en febrero de 2023).
- ☛ Benítez, D. G., Pérez, M. B., Ramírez, S. A., Blanco, A., Díaz, V. M., Guerra, J., Guevara, O., Miranda, M., Pérez, S. D., Ricardo, O. J., Ricardo, S. O., Rosabal, A. & Vega, P. J. 2000. Metodología para el perfeccionamiento de la producción ganadera de las zonas montañosas con la implementación de sistemas agropecuarios sostenibles. Informe científico. IIA Jorge Dimitrov. PCTN Desarrollo Sostenible de la Montaña. 56 p. (consultado en mayo de 2023).
- ☛ Benítez, D. G., Ramírez, S. A., Díaz, V. M. & Aroche, A. 2004. Ordenamiento de la ganadería en los macizos montañosos cubanos. Mesa Redonda. Congreso IIA “Jorge Dimitrov”, Bayamo. Cuba. 8 p. (consultado en mayo de 2023).
- ☛ Benítez, D. G., Ramírez, S. A., Ray, J., Díaz, V. M., Guevara, O., Romero, T. R. & Guerra, J. 2004. Mesa redonda. La producción de carne vacuna a partir de sistemas racionales de pastoreo en las condiciones de las provincias orientales. En: Memorias del Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. Granma. Cuba. (consultado en mayo de 2023).
- ☛ Benítez, D. G., Ramírez, S. A., Ray, J., Guerra, J. & Vegas, A. 2007b. Comportamientos de machos vacunos en un sistema racional de pastoreo en el Valle del Cauto. Rev. Cubana Cienc. Agro. 41: 2: 227-230
- Bentley, J. W. & Baker, P. 2007. Manual para la Investigación Colaborativa con agricultores de escasos recursos. Tomado de: “Metodologías Participativas para la Innovación Rural”. Inventario metodológico del área andina. Cambio Andino. 125 p. (consultado en junio de 2023)

- ✿ Bernet, T., Devaux, A., Thiele, G., López, G., Velasco, C., Kurt, M. & Ordinola, O. 2008. El Enfoque Participativo en Cadenas Productivas: Estimulando la innovación pro-pobre en la cadena productiva. En: foro electrónico “Enfoque Participativo de cadenas Productivas (EPCP): Innovación y Desarrollo en los Andes” organizado por el Programa Alianza cambio Andino. 10 p. (consultado en junio de 2023).
- ✿ Borgman, J. 2001. Transferencia de tecnologías apropiadas para una fruticultura orgánica. Capítulo V. Tecnologías apropiadas. La Fruticultura Orgánica en el Cauca, Colombia – Un Manual para el Campesinado. Editor: Jürgen Pohlan. Shaker Verlag Aachen, R. F.A. 281 – 300 p. (consultado en junio de 2023).
- ✿ Cáceres, S. L. 2000. Cambio Climático. Convención Marco de la ONU. Comunicación Nacional de la República de Ecuador. Comité Nacional sobre el Clima. Ministerio del Ambiente. Proyecto ECU/99/G31 Cambios Climáticos. Febrero, 2000, Quito, Ecuador. 128 p. (consultado en junio de 2023).
- ✿ Camacho, M. 2006a. Plan de Desarrollo de la parroquia Guasaganda. Consejo provincial Cotopaxi. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Cantón La Maná, Cotopaxi. 43 p. (consultado en junio de 2023).
- ✿ Camacho, M. 2006b. Plan de Desarrollo de la parroquia Pucayacu. Consejo provincial Cotopaxi. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Cantón La Maná, Cotopaxi. 47 p. (consultado en junio de 2023).
- ✿ Chará, J., Gloria, Pedraza., Lina, Giraldo. & Hincapié, D. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. En: Agroforestería en las Américas. 4 5:72-78. (consultado en junio de 2023).
- ✿ Chaverri-Polini, A. 1998. Las montañas, la diversidad biológica y su conservación. En: Unasylva- N° 195. Es necesario mover montañas. <http://www.fao.org/DOCREP/W9300S/w9300s09.htm#las montañas, la diversidad biológica y su conservación>. . (consultado en julio de 2023).

- ☛ CNA. (2010). Censo Nacional Agropecuario de Ecuador. Capitulo 8: Ganado vacuno (Bovino). En: <http://www.sica.gov.ec/censo/contenido/temasin.htm>. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Córdoba, M., Gottret, M. V., López, T., Montes, T. Ortega, A. & Perry, S. L. 2004. Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina. Red de desarrollo agropecuario. Unidad de Desarrollo Agrícola División de Desarrollo Productivo y Empresarial. Santiago de Chile, octubre de 2004. ISBN: 92-1-322600-4. 77 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Dixon, J. A. & Gulliver, D. G. 2001. Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza. Como Mejorar los Medios de Subsistencia de los pequeños Agricultores en un Mundo Cambiante. Editor Principal: Malcolm Hall. FAO. (consultado en julio de 2023).
- ☛ FAO. 1999. Manejo integrado de cultivos y tierras en zonas de ladera de América Central. Conceptos, estrategias y opciones técnicas. En: Manejo Integrado de Cultivos. 2:82. (consultado en julio de 2023).
- ☛ FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. FAO-Roma. 220 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ FAO. 2007. Un nuevo enfoque de gestión de cuencas hidrográficas. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. Libro de consulta para profesionales y autoridades locales, basado en los resultados y las recomendaciones de una sistematización de la FAO.<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0644s/a0644s09.pdf>. (consultado en julio de 2023).
- ☛ FAO. 2008. Ganadería y reforestación. Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Políticas del Sector Dirección de Producción y Sanidad Animal, Políticas Pecuarias. Boletín 03. FAO. 2008. Sistemas de producción bovina en las Américas. <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/transform/cgb.gana/>.(consultado en julio de 2023).
- ☛ FAO. 2009. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Documentos de la FAO, en: <http://www.fao.org/docrep/011/a0701s/a0701s00.HTM>. Consultado: 5 (consultado en julio de 2023).

- ☛ Funes, M. F. 2004. Integración ganadería – agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP). Instituto de Investigaciones de Pasto y Forraje (IIPF). (consultado en julio de 2023).
- ☛ García, C. J. L. 2002. Amanecer del Tercer Milenio Ciencia, Sociedad y Tecnología. Tecnología. Cuba. Editorial Científico – Técnica. Cuba. 107 – 126 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ García, I. R. 2004. La Planificación estratégica en el medio rural y su aplicación en el ato Almazora (Almería). Revista de Humanidades y Ciencias Sociales del IEA. 19:95-116. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Gottret, M. V. & Córdoba, D. M. 2004. El caso del programa de manejo integrado de plagas en Centroamérica. En “Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina”. Red de desarrollo agropecuario Unidad de Desarrollo Agrícola División de Desarrollo Productivo y Empresarial. Santiago de Chile. 77 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Hernández, L. A. & Saad, N. 2004. Análisis crítico de un procedimiento participativo aplicado al mejoramiento del cultivo de yuca. Tomado de: “Metodologías Participativas para la Innovación Rural”. Inventario metodológico del área andina. Cambio Andino. 125 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ INAMHI, 2009. El clima en la República del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <http://www.colonialvoyage.com/america/es/sur/ecuador/clima.html>. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Janvry, A. & García, R. 2000. Programa de entrenamiento especializado de líderes regionales del desarrollo tecnológico. Sostenibilidad, género y priorización. ICRA. SAGAR. CP. 44 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ MAE 1999.- Ley No. 37. RO/ 245 de 30 de Julio de 1999. Ley de Gestión Ambiental de Ecuador. Congreso Nacional. Ministerio del Ambiente Ecuador <http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/47/file/Ley%20de%20gestion%20ambientalPdf>. (consultado en julio de 2023).

- ☛ MAE, 2001. Cambio climático. Comunicación Nacional de la República del Ecuador. Convención Marco de las Naciones Unidas. Comité Nacional del Clima y Medio Ambiente. Ministerio del Ambiente Ecuador. Quito. 103 pp. (consultado en julio de 2023).
- ☛ MAGAP, 2007. Políticas de Estado para el afroecuatoriano 2007-2020. Presidencia de la República de Ecuador. Quito., Ecuador.128 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Méndez, H. A. 2008. Las Tareas Ambientales en Centroamérica. En Ganadería y Medio Ambiente en Centro América, Capítulo 1. <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/x6366s/x6366s01.htm#TopOfPage>. (consultad o en julio de 2023).
- ☛ Murgueitio, E. R. 2008. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. En Ganadería y Medio Ambiente en Centro América. <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/x6366s/x6366s01.htm#TopOfPage>. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Murgueitio, E., Molona, H., Riasco de la Peña, R., Cuartas, V. M., C., F. & Copera, M. J. J. 2007.- Montaje de modelos ganaderos sostenibles basados en sistemas silvopastoriles en seis regiones lecheras de Colombia. Proyecto del Dpto del Cesar. Fundación CIPAV. 15 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ PAND, 2004. Programa de Acción de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía. Dirección Nacional de Biodiversidad y Áreas Protegidas Dirección de Asuntos Internacionales, Quito, Ecuador. 92 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Pérez, I. F., Torres, V., Noda, Aida. & Morgan, O. 1998. Aplicación del análisis multivariado para el estudio de sistemas de producción de leche. *Rev. Cubana Cienc.Agríc.* 32(3):141-145. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Pérez, I. F., Vázquez, H. J. & Rodríguez, D. V. 2008. Balance alimentario: necesidad del técnico nutricionista. En: Diplomado de Ganadería Tropical. Modulo 1.- Centro de Desarrollo Tecnológico. FIRA, Yucatán, México. 26 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Pérez, P. H., Sánchez, R. C. & gallegos, S. J. 2001. Anetro postparto y alternativas de manejo del amantamiento en vacas de doble propósito en el trópico. *Producción Agraria. Producción Sanidad de*

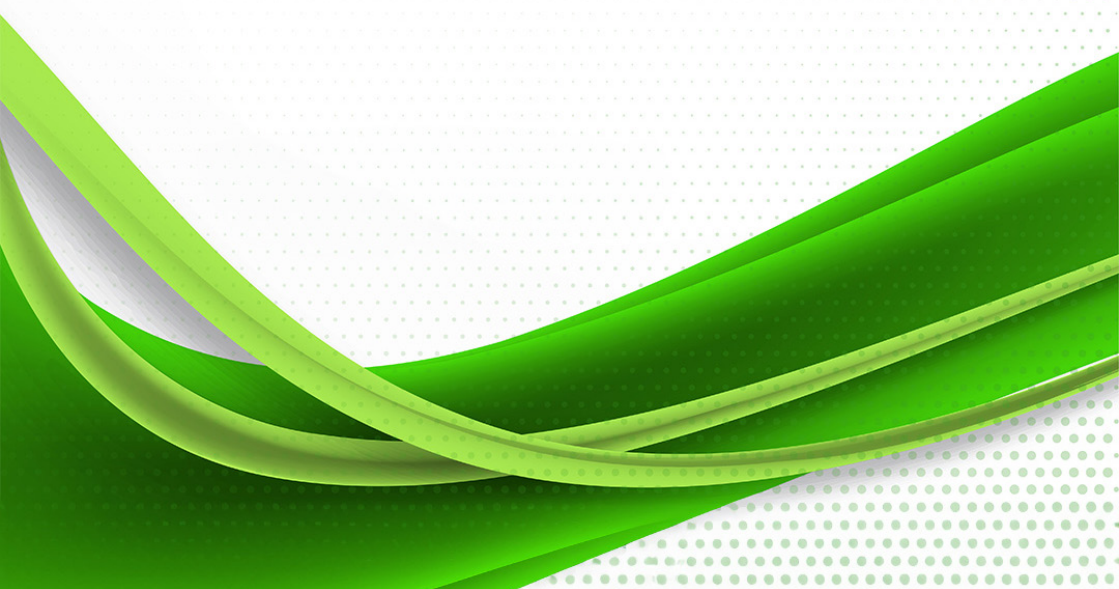
- Animales.16(2):257. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Pohlan, J. 2001. La transición hacia una fruticultura orgánica, sus puntos clave y la visión empresarial. Capítulo III. La transición. La Fruticultura Orgánica en el Cauca, Colombia – Un Manual para el Campesinado. Editor: Jürgen Pohlan. Shaker Verlag Aachen, R. F.A. 71–78 p. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Senra, A. 1992. Producción de leche en los sistemas que se aplican en Cuba. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 26(3):227-243. (consultado en julio de 2023). Senra, A. 1999. Sistemas de alimentación y manejo para la producción de leche en el trópico. En: Manejo y alimentación de Rumiantes. II Curso FEPALE, CENSA, La Habana. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Senra, A. 2005.- Índices para controlar la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema del pastizal en la explotación bovina. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39:13. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Senra, A., Martínez, R. O., Jordán, H., Ruiz, T. E., Reyes, J., Guevara, R. V. & Ray, J. V. 2005. Principios del Pastoreo Eficiente Sostenible para el subtropico americano, sin riego. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39:23. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Senra, A., Ugarte, J., Alfonso, F. & Galindo, J. 1988. Carga y número de cuarterones con vacas lecheras en bermuda cruzada N° 1 (*Cynodon dactylon*). 1. efecto en el comportamiento animal. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 22:1:25-32. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Steinfeld, H. 2008. Producción Animal y el Medio Ambiente en Centroamérica. En Ganadería y Medio Ambiente en Centro América, Capitulo 2. <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/x6366s/x6366s01.htm#TopOfPage>. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Valarezo, G. R. 2009. Metodologías Participativas. Programa de Entrenamiento Especializado de Líderes Regionales del Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Colegio de Postgraduados, Puebla, México. 18 p. (consultado en julio de 2023).
 - ☛ Vargas, J. 2014. Los Sistemas Agrarios en el Piedemonte del Ecuador. Universidad Estatal Amazónica Puyo, Ecuador. 102.
 - ☛ Velázquez, F. & Pohlan, J. 2001. El papel de la ganadería en sistemas orgánicos del trópico Latinoamericano. Capítulo II. Oportunidades

y Obstáculos. La Fruticultura

- ☛ Orgánica en el Cauca, Colombia – Un Manual para el Campesinado. Ed. Jürgen Pohlan. 55–67 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Viana, V. M., Maurício, R. M., Matta-Machado, R., Iván A., Pimenta, R. I. 2007. Manejo de la Regeneración Natural para la Formación de Sistemas Agroforestales Ganaderos. En: http://www.cipav.org.co/index2.php?option=com_content&task=view&id=142&Itemid=186&pop=1&page=0. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Williams, S., Seed, J. & Mwau, A. 1997a. Método Harvard: Lista De Comprobación. Manual de Capacitación en Género de Oxfam. Flora Tristán Centro de La Mujer Peruana y Oxfam UK & NI. 5 p. (consultado en julio de 2023).
- ☛ Williams, S., Seed, J. & Mwau, A. 1997b. Manual de Capacitación de Género de Oxfam. Edición adaptada para América Latina y el Caribe. Centro de la Mujer Peruana Flora Tristina y Oxfam Reino Unido e Irlanda. 17 p. (consultado en julio de 2023).

CAPÍTULO VI

**DIGESTIBILIDAD “*IN VIVO*” POR OVINOS PELIBUEY
A PARTIR DE DIETAS EN BASE A PASTO SABOYA**



CAPITULO VI

DIGESTIBILIDAD “IN VIVO” POR OVINOS PELIBUEY A PARTIR DE DIETAS EN BASE A PASTO SABOYA

Autores: Julio Cesar Vargas Burgos^{1,2}, Roque Vivas Moreira¹, Yasiel Arteaga Crespo³, Yudel García Quintana³, Marcelo Cevallos Vallejos⁴

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsachilas, Los Ríos, Ecuador.

²Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

³Universidad Estatal Amazónica. Campus Central, Paso Lateral Km 2 ½ Vía Puyo. Pastaza, Ecuador.

⁴Universidad Técnica del Norte. Imbabaura - Ecuador

6.1.Generalidades

La alimentación animal es uno de los factores que afectan mayormente los costos en la producción por lo que es necesario conocer el valor nutricional de los alimentos para proporcionarlos de acuerdo con los requerimientos de los animales y los objetivos de producción, optimizar los costos y la respuesta biológica en los sistemas de producción animal (Muñoz, 2015). El creciente aumento de la demanda de alimento de origen animal conduce a la explotación zootécnica de animales en el menor tiempo posible y a bajos costos. La alimentación animal implica entre un 70 y 75 % del costo total de producción, considerados altos (Buxadé, 1996), por lo que se hace necesario buscar alternativas alimenticias con productos no tradicionales que permitan cubrir los requerimientos nutritivos de las distintas especies animales, y además, la valoración de su digestibilidad como aspecto de importancia en el aprovechamiento por parte del animal. La alimentación de ovinos Pelibuey producidos en la Región Central Litoral de Ecuador es principalmente con *Panicum maximum* (Pasto Saboya), por su mayor disponibilidad en la región, sin embargo su uso está limitado durante los períodos de escasas precipitaciones (Vera *et al.*, 1994) por lo que requiere de suplementos alimenticios que permita la demanda energética de los animales. En tal sentido, el empleo de residuos de origen agroindustrial es una

alternativa a considerar por su carácter renovable y de bajo costo, que a su vez garantice tales requerimientos nutritivos. En la región se encuentran varias empresas agroindustriales, de las cuales, se desechan 5 700 TM de maracuyá y 48,58 TM de cáscaras de plátano al año, subproductos que pueden incluirse en la alimentación de ovinos tropicales. Por lo que el objetivo del presente estudio consistió en evaluar el consumo y digestibilidad “In vivo” de Pasto Saboya henificado y las mezclas con cáscara de maracuyá y plátano.

6.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica El experimento se realizó en la finca experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica de Quevedo, en el kilómetro siete y medio vía a Quevedo El Empalme, provincia de Los Ríos. Ubicado a 01° 06’ 23” de latitud sur y 79° 29’12” de longitud oeste; a una altura de 85 m.s.n.m. Características del área de estudio Las características del área de estudio se muestran en el Cuadro 1.

Tabla 1. Características de la unidad experimental La María

Variable	Valor/características
Temperatura(°C)	24,0
Humedad relativa (%)	86,6
Horas/luz/mes	80,0
Precipitación (mm/año)	2,136
Clima	Tropical húmedo
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical
Topografía	Irregular

Fuente: Anuario meteorológico del INAMHI (2014).

6.2.1. Diseño experimental

El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días, comprendido entre los meses de julio a septiembre del 2015, de los cuales 18 días se utilizaron para la recolección y deshidratación de la materia prima empleada y en los 42 días restantes se tomaron datos para la evaluación del consumo y digestibilidad por parte de los animales. Se realizó la henificación del pasto Saboya para lo cual se cortó el forraje a los 42 días y se obtuvo aproximadamente 500 kg de forraje verde el cual fue picado a 10 cm de longitud y sometido al proceso de henificación durante 15 días hasta obtener un porcentaje de humedad de 20 – 25 % para su almacenamiento y consumo. Al mismo tiempo se recolectó la cáscara de plátano a partir de los desechos de la microempresa productora de chifles Rico Verde y las cáscaras de maracuyá de la Empresa Agroindustrial Tropicifrut, las cuales fueron deshidratadas en un tiempo de 15 días para elaborar las dietas alimenticias.

Se emplearon 20 ovinos Pelibuey de 18 meses de edad aproximadamente, donde cada animal conformó una unidad experimental (repeticiones) y cada tratamiento con cinco repeticiones. Los animales fueron colocados en jaulas metabólicas de 1,20 x 0,50 x 1,50 m provistos de sus respectivos comederos y bebederos. Se tomaron diariamente los sobrantes de alimentos y muestras de heces las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal de Quevedo. Se evaluó la calidad nutritiva y la digestibilidad de Pasto Saboya (*Panicum maximum*) henificado, así como de las combinaciones del Pasto Saboya con cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis*) y cáscaras de plátano (*Musa paradisiaca*), a partir de cinco tratamientos bajo un diseño completamente al azar (Cuadro 2).

Tabla 2. Composición de las dietas experimentales

Tratamiento	Variantes	Abreviatura	Composición (%)
T ₁	Pasto Saboya	PS	100
T ₂	Pasto Saboya cáscara de platano	+PS+CP	70 + 30
T ₃	Pasto Saboya cáscara de maracuyá	+PS+CM	70 + 30
T ₄	Pasto Saboya cáscara de plátano + cáscara de maracuyá	+PS+CP+CM	70 + 15 + 15

Análisis bromatológico El análisis bromatológico se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador.

- Materia seca: El contenido de materia seca se determinó por el método ISO 6496, en estufa de aire forzado a 105 °C hasta alcanzar peso constante (ISO, 1999).
- Materia orgánica: El contenido de materia orgánica se determinó restando de 100 el contenido de ceniza.
- Proteína: La determinación de proteína se realizó mediante el método Kjeldahl, de acuerdo a lo descrito por Matissek et al., (1998).
- Fibra cruda: El método empleado en la determinación de fibra cruda se basó en una digestión ácidoalcalina de la muestra según Nielsen (2010).
- Extracto etéreo: El ensayo se realizó utilizando el método 920.39/90 de la AOAC (Bernal, 1993; AOAC, 1990).
- Cenizas: Se realizó siguiendo el método 942.05/90 de la AOAC (AOAC, 1990), secando previamente las muestras a 110 °C y posteriormente calcinadas a una temperatura de 550 °C, hasta masa constante.
- Extracto no nitrogenado: El porcentaje de extractivos no nitrogenados se determinó restando de 100 los porcentajes de proteína, fibra, cenizas y extracto etéreo (Bernal, 1994).

Análisis del consumo y digestibilidad de los animales Los animales fueron pesados al inicio de la prueba de consumo y digestibilidad y distribuidos al azar, debidamente identificados con un collarín con el número de identificación, éstos tuvieron un periodo de aclimatación de 14 días y en los siguientes siete días se procedió a realizar el análisis de digestibilidad de las raciones alimenticias proporcionadas. La ración se calculó de acuerdo al peso y los requerimientos individuales de cada animal tomando como referencia las tablas de requerimientos nutritivos de la Agriculture Research Council. Las dietas experimentales fueron proporcionadas dos veces al día en horarios de 8:00 h y 14:00h. El consumo de alimento se determinó mediante la diferencia de los pesos del alimento proporcionado con el peso del alimento sobrante. La recolección de las heces se realizó cada día antes del suministro de la nueva ración, las cuales fueron codificadas y enviadas al laboratorio para su correspondiente análisis bromatológico. La digestibilidad del nutriente se calculó restando la cantidad del nutriente encontrado en la materia fecal del total de nutriente que el animal consumió, para lo cual se determinó el consumo de nutrientes y la cantidad presente en las heces fecales. Con los datos obtenidos se determinó la digestibilidad de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógenos. A partir de la expresión (1):

$$\%de\ digestibilidad = \frac{Nutriente\ consumido - Nutriente\ excretado}{Nutriente\ consumido} \times 100$$

A partir del porcentaje de digestibilidad y los coeficientes de digestibilidad se determinó los nutrientes digestibles totales a partir de la sumatoria de cada nutriente por su coeficiente. Procesamiento estadístico Se compararon los parámetros de la composición bromatológica, consumo y digestibilidad para los distintos tratamientos mediante el análisis de varianza y pruebas de comparación de Tukey al 95 % de confiabilidad. Para analizar si existían diferencias entre los tratamientos y las variables de mayor peso en la diferenciación de los grupos, considerando la digestibilidad de los nutrientes en Pasto Saboya y sus combinaciones más (subproductos agroindustriales cáscara de plátano

y maracuyá), se realizó un análisis discriminante. Para el procesamiento de los datos de empleó el paquete estadístico SPSS ver. 21.0.

6.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la composición bromatológica indicaron diferencias significativas solo para las variables fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno (Cuadro 3).

Tabla 3. Composición bromatológica en base seca de Pasto Saboya más subproductos agroindustriales (cáscara de plátano y maracuyá)

Nutriente (%)	Tratamientos experimentales					Prob.	Sign.
	PS	PS+CP	PS+CM	PS+CP+CM	CV		
Materia Seca	88,290 ^a	89,380 ^a	90,010 ^a	88,960 ^a	2,790	0,7980	ns
Materia Orgánica	84,710 ^a	84,997 ^a	86,735 ^a	86,320 ^a	2,900	0,6080	ns
Proteína cruda	9,500 ^a	8,636 ^a	8,121 ^a	8,307 ^a	8,660 ^a	0,0950	ns
Fibra cruda	46,610 ^a	31,237 ^b	34,439 ^b	35,633 ^b	6,290	0,0001	**
Extracto etéreo	0,690 ^a	2,618 ^b	0,633 ^c	3,327 ^a	2,810	0,0001	**
Cenizas	15,210 ^a	14,919 ^a	13,171 ^a	13,590 ^a	9,040	0,6270	ns
Extracto libre de nitrógeno	27,699 ^a	42,367 ^a	33,368 ^{ab}	38,903 ^{ab}	7,990	0,0150	*

PS = Pasto Saboya; CP= Cáscara de plátano; CM= Cáscara de maracuyá; CV= Coeficiente de Variación.

* : existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

** : existen diferencias altamente significativas ($P \leq 0,05$).

Medias con letras iguales en una misma fila, no defieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Los contenidos de materia seca de las diferentes dietas alimenticias (Tratamientos) no reflejaron diferencias significativas, lo que indicó que la adición de cáscara de plátano y maracuyá no afectó al aporte de materia seca. En todos los casos el contenido de humedad no superó al 15 %. De acuerdo a De Blas et al., (1987) y Castro (2004) resulta un aspecto de importancia durante el proceso de henificación para mantener la esta-

bilidad del material vegetal al eliminar el agua hasta que se alcance un nivel limitante de la actividad microbiana sin alterar el valor nutritivo. En relación a los valores de proteína cruda para Pasto Saboya están en relación con los reportados por López *et al.*, (2015), quien señala cantidades del 11 %, y en correspondencia a los reportados por Verdecia *et al.*, (2008). Este mismo autor en un estudio de los componentes de *Panicum máximum* (Pasto Saboya) encontró valores de fibra cruda inferiores a los del presente estudio, lo que indica un efecto importante en el valor nutritivo tanto para Pasto Seboya como sus combinaciones, ya que estas son necesarias en las raciones de los rumiantes para estimular la rumia, esencial para mantener la digestión y la salud animal (Pontes, 1981). El contenido de grasa o extracto etéreo resultó superior para las combinaciones con cáscara de plátano lo que indicó un mayor aporte de esta al contenido de grasas. En relación a los valores del extracto libre de nitrógeno se encuentran de acuerdo a los reportados Carranza *et al.*, (2001) sobre el potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México.

El Consumo total y digestibilidad de los nutrientes de Pasto Saboya y las combinaciones con subproductos agroindustriales (cáscara de plátano y maracuyá) medidos a través del consumo por ovinos mestizos (Cuadro 3) medidos en ovinos mestizos indicó diferencias significativas al adicionar cáscara de plátano, encontrándose un menor consumo para los tratamientos con este subproducto, mientras que con cáscara de maracuyá mostraron mayor preferencia. Aunque el consumo para todos los casos se encuentran en el intervalo reportado por Fraser y Stamp (1989). Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca en las dietas evaluadas mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, incrementándose los valores con la adición tanto de cáscara de plátano como de maracuyá. El menor valor de la digestibilidad que presentó Pasto Saboya henificado puede deberse a lo que señala Maynard *et al.*, (1991) que la digestibilidad varía de acuerdo a la capacidad de los animales para digerir alimentos, y a lo planteado por Mc Donald y Greenhalgh (1995) que la digestibilidad de un alimento no solamente se ve afectada por su propia composición sino por la presencia de otros

alimentos consumidos al mismo tiempo. La digestibilidad de la materia orgánica en las dietas donde se incorporaron los subproductos agroindustriales superó a la de Pasto Saboya. Estos valores denotan que los la materia orgánica del heno de Pasto Saboya fue el menos aprovechado de las dietas alimenticias.

Según Mc Donald (1995) a mayor contenido de fibras de un alimento se reduce la digestibilidad de la materia orgánica La digestibilidad de proteínas fue superior a lo reportado por Chay *et al.*, (2009) en un estudio sobre el efecto del tamaño de partícula sobre, consumo, digestibilidad y balance del nitrógeno en ovinos pelibuey alimentados con dietas basadas en frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y grano de maíz. Los resultados indicaron que con la adición de cáscara de plátano y de maracuyá no influyó sobre la digestibilidad. La digestibilidad de de plátano y de maracuyá. Este parámetro es esencial para estimular la rumia, mantener la digestión y la salud del animal. Según señala Febres y Fernández (1991) la fibra es degradada por los microorganismos del rumen para satisfacer las necesidades energéticas.

La fibra cruda no presentó diferencias significativas lo cual indicó que los rumiantes aprovechan de manera similar la fibra tanto para Pasto Saboya como combinado con cáscara. La digestibilidad del extracto etéreo y el extracto libre de nitrógeno fueron superiores con la adición de los subproductos agroindustriales lo que indicó un mayor aprovechamiento por los ovinos. Las dietas con subproductos de cáscara de plátano y de maracuyá favorecieron la digestibilidad de nutrientes totales lo que justifica su uso en las dietas para la alimentación de los ovinos.

El análisis multivariado (Análisis discriminante) indicó que con tres funciones canónicas se explicó la variación, con autovalores muy diferentes, la primera función explicó el 97,6 % de la variabilidad presente entre los datos con una correlación canónica mayor; mientras que la segunda función sólo explicó el 2,3 % (Cuadro 4).

Tabla 4. Estadísticos descriptivos del análisis discriminante

Función	Autovalor	% de varianza	% Correlación canónica	acumulado
1	1933,424	84,997 ^a	45,929	2,3
3	2,308	0,1	100,0	0,835 ^b

La lambda de Wilks (Cuadro 4) contrasta de manera jerárquica la significación de las tres funciones obtenidas. En la primera línea (1 a la 3) se comprueba la hipótesis nula de que el modelo completo (las tres funciones discriminantes tomadas juntas) no permite distinguir los grupos. Puesto que el valor del estadístico la Lambda de Wilks tiene asociado un nivel crítico (sig. 0,000) menor que 0,05 revela que existe una gran diferencia entre los grupos. En la segunda línea (2 a la 3) se contrasta si las medias de los grupos son iguales en la segunda función discriminante. En este caso, el nivel crítico de Lambda de Wilks es menor que 0,05 por lo que se puede concluir que la segunda función permite discriminar, al menos entre dos grupos.

Tabla 5. Significación de las tres funciones obtenidas.

Contraste de las Lambda de Chi-cuadrado		gl		Sig. funciones Wilks	
1 a las 3	0,000	189,190	12	0,000	2 a las 3
0,006	75,676	6	0,000	3	0,302
17,947	2	0,000			

En el Cuadro 6 se muestra la ubicación de los centroides en cada una de las funciones discriminante. La primera función distingue fundamentalmente los grupos PS+CP y PS+CP+CM (cuyos centroides están ubicados en la parte positiva) de los otros dos grupos (cuyos centroides están ubicados en la parte negativa) PS y PS+CM. En la segunda función, los centroides de los grupos PS+CM y PS+CP se sitúan en la parte positiva y el grupo PS y PS+CP+CM en la negativa. Dado que la primera función ha conseguido explicar el máximo de diferencias entre los grupos PS, PS+CM y PS, PS+CP+CM, la segunda función discrimina entre los grupos que quedaron más próximos en la primera función.

Tabla 6. Valores de los centroides en las funciones discriminantes.

Tratamientos	Función		
	1	2	3
PS	-36,628	-7,682	-0,986
PS+CP	9,367	7,715	-1,563
PS+CM	-33,200	3,754	1,875
PS+CP+CM	60,460	-3,788	0,674

La matriz de coeficientes estandarizados es mostrada en el Cuadro 6 que contiene tres columnas, una para cada función discriminante. La variable de mayor poder de discriminación en la primera función fue la digestibilidad del extracto etéreo la cual tuvo mayor correlación canónica. Al tener los tratamientos PS+CP y PS+CP+CM los centroides positivos para la primera función se puede plantear que la mayor digestibilidad del extracto etéreo correspondió a estos tratamientos. La segunda función atribuye la mayor ponderación a la digestibilidad de extracto libre de nitrógeno, puesto que los centroides de PS+CM y PS+CP son positivos, se puede interpretar que la mayor digestibilidad de extracto libre de nitrógeno pertenece a PS+CM y PS+CP.

La matriz de coeficientes estandarizados es mostrada en el Cuadro 6 que contiene tres columnas, una para cada función discriminante. La variable de mayor poder de discriminación en la primera función fue la digestibilidad del extracto etéreo la cual tuvo mayor correlación canónica. Al tener los tratamientos PS+CP y PS+CP+CM los centroides positivos para la primera función se puede plantear que la mayor digestibilidad del extracto etéreo correspondió a estos tratamientos. La segunda función atribuye la mayor ponderación a la digestibilidad de extracto libre de nitrógeno, puesto que los centroides de PS+CM y PS+CP son positivos, se puede interpretar que la mayor digestibilidad de extracto libre de nitrógeno pertenece a PS+CM y PS+CP.

Tabla 7. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas.

	Función		
	1	2	3
Digestibilidad del extracto etéreo	0,270	0,255	0,198
Digestibilidad de extracto libro de nitrógeno	0,112	0,873	0,473
Nutrientes digestibles totales	0,058	0,232	0,970
Digestibilidad de fibra cruda	-0,004	0,045	0,425

Cada tratamiento resulta ser discriminado (Figura 1) en las variables evaluadas por lo que de cuatro dietas iniciales el análisis logra discriminar las cuatro.

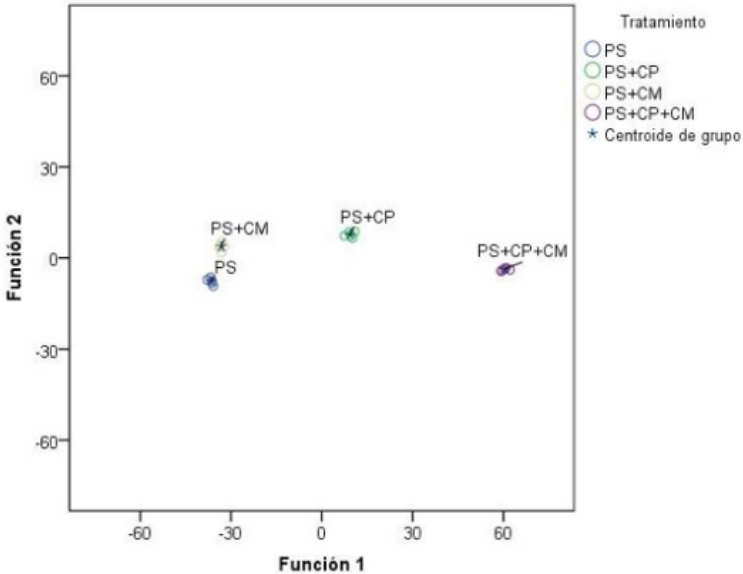


Figura 1. Diagrama de dispersión de los cuatro grupos (tratamientos) en las dos funciones discriminantes

6.4. CONCLUSIONES

Los resultados de la composición bromatológica reflejaron diferencias significativas para la fibra cruda, extracto etéreo y extracto etéreo libre de nitrógeno, lo que permite el empleo de subproductos agroindustriales (cáscara de plátano y de maracuyá) en las dietas alimenticias de ovinos Pelibuey.

La digestibilidad de los nutrientes resultó similar en la mayoría de las variables para las distintas dietas alimenticias por lo que la incorporación de un 30 % de los subproductos a Pasto Saboya no afectó su aprovechamiento por los ovinos, lo que permite su empleo. La diferenciación de los tratamientos en el análisis discriminante estuvo determinada por la mayor incidencia de las variables digestibilidad del extracto etéreo y la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.

6.5. BIBLIOGRAFÍA

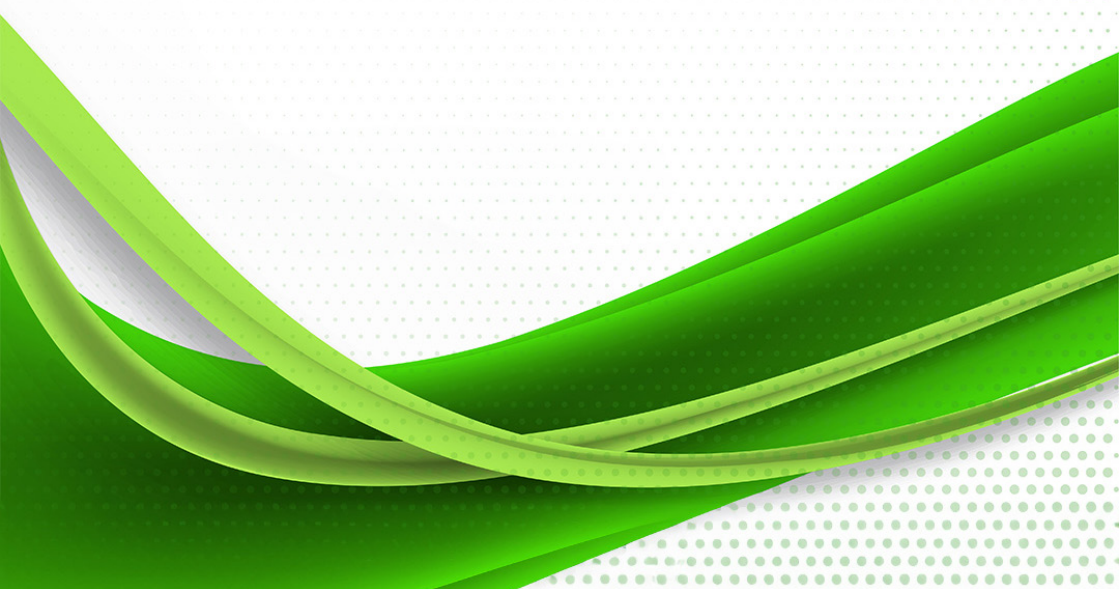
- ☛ AOAC. (Association of Oficial Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Virginia, p.10001050.
- ☛ Bernal, R.I. 1993. Análisis de alimentos. Bogota, Colombia: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 313p. ISBN, 999270411.
- ☛ Buxadé, C. 1996. Zootecnia Bases de Producción Animal. Tomo VIII. Producción Ovina. 381 p. Mundi Prensa. Madrid, España.
- ☛ Carranza, M. M.A., Sánchez, V. L.R., Pineda, L.R.P., y Guzmán, C. R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México *Agrociencia*, 37(2), 203210.
- ☛ Castro, C.A.S. 2004. Ensilaje de forrajes: alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico (Vol. 5). UADY.
- ☛ Chay, C.A., Ayala, B. A. J., Kú, V. J. C. y Magaña, M. J. G. 2009. Efecto del tamaño de partícula sobre, consumo, digestibilidad y balance del nitrógeno en ovinos pelibuey alimentados con dietas basadas en fríjol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y grano

- de maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(3), 383392.
- ☛ Contino, Y., Ojeda, F., Herrera, R., Altunaga, N., Pérez, G. y Moliner, J.L. 2008.
 - ☛ De Blas, J. C., Taboada, E., Mateos, G. G., Nicodemus, N., y Méndez, J. 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *Journal of animal science*, 73(4), 11311137.
 - ☛ Febres, O.A., y del Carmen Fernández, M. 1991. Efecto en novillos del monensin y el nivel de fibra de la dieta sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 8(2).
 - ☛ Fraser, A. y Stamp, J.T. 1989. Ganado ovino producción y enfermedades. Mundiprensa. ISBN 9788471142429. 358 pp.
 - ☛ INAMHI. 2014. Anuario meteorológico del Ecuador. Quito. Ecuador.
 - ☛ ISO. 1999. Animal feeding stuffs. ISO 6496: Determination of moisture and other volatile matter content. International Organization for Standardization. Geneva. Switzerland.
 - ☛ López, O., Lamela, L., Montejo, I. L., y Sánchez, T. 2015. Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 38(1).
 - ☛ Matissek, R., Schnepel, F.M., Steiner, G. 1998. Análisis de los alimentos. Fundamento, métodos y aplicaciones. Editorial Acribia. p. 430. ISBN: 9788420008509
 - ☛ Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. y Warner, R.G. 1981. Nutrición animal. MCGRAWHILL / Interamericana de México ISBN 9789686046762.
 - ☛ Mc Donald, E. y Greenhalgh, M. 1995. Nutrición animal. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 553 pp.
 - ☛ MuñozM, Rafael. Vulnerabilidad de la producción porcina a pequeña escala frente a los tratados de libre comercio. *Rev. Electrón. vet.* 2015 Volumen 16 N° 01

- ☛ Nielsen, S.S. 2010. Food Analysis. Fourth Edition. Purdue University West Lafayette, IN, USA, p 587. ISBN 9781441914774.
- ☛ Pontes, M. P. 1981. Papel de la fibra en la alimentación de los rumiantes (II parte). Avances en alimentación y mejora animal., 22(11), 1121.
- ☛ Vera, W., Ramirez, P., y Farfan, C. 1994. Produccion de forraje y eficiencia de utilizacion del pasto saboya (*Panicum maximum*) en el Litoral ecuatoriano. Proyecto de Fomento Ganadero, Quito (Ecuador). Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Quito (Ecuador)Cooperacion Tecnica Alemana GTZ, Quito (Ecuador). Serie Técnica PROFOGAN. Pastos y Forrajes.
- ☛ Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Leonard, I., Pascual, Y., López, Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. Revista electrónica de Veterinaria, 9 (5):16957504.

CAPÍTULO VII

**COMPOSICIÓN QUÍMICA FOLIAR EN DIFERENTES
ESTADOS DE MADURES DE CINCO PASTOS TROPICALES
EN EL PIEDEMONTE DE LA CORDILLERA
OCCIDENTAL DEL ECUADOR**



CAPITULO VII

COMPOSICIÓN QUÍMICA FOLIAR EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DE CINCO PASTOS TROPICALES EN EL PIEDEMONTE DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DEL ECUADOR

Autores: Esthela Elizabeth Corrales Sillo¹, Ricardo Augusto Luna Murillo¹, Julio César Vargas Burgos^{2,3}, Diana Lucia Vasco Mora², Guido Rodolfo Alvares Perdomo².

¹Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Av. Los Almendros y Pujilí.

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Av. Quito km 1 ½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Ecuador.

³Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. /

7.1.Generalidades

La producción de pastos y forrajes constituye una parte fundamental en los planes de desarrollo y explotación agrícola de una empresa en la cual se incluye ganado. (Lopes, 2013) Menciona que uno de los factores limitantes de las gramíneas tropicales es su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad lo cual influye negativamente en el consumo y por ende en la producción animal. La calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente. Ninguna especie de planta mantiene todo el año los nutrientes que son requeridos por los animales en pastoreo, especialmente los requerimientos para crecimiento y reproducción. Sin embargo, algunas plantas contienen más nutrientes que otras, aunque sean del mismo tipo. (Pacheco, 2004) manifiesta que el piedemonte o laderas es el relieve montañoso que se sitúa en la zona de transición entre los llanos y las montañas medias y altas en cotas de altura que oscilan entre 300 a 2000 msnm, que se define según requerimientos de cada país, considerando la altura sobre el nivel mar el clima procede a variar. (Gironella, *et al.*, 2011) indica que los principales factores de producción son: clima, suelo, especie forrajera, bióticos. El clima es un factor macro o de acción global y es incontrolable o poco controlable por el hombre. El suelo es un factor

micro de influencia local y es parcialmente controlable. Normalmente, las plantas pueden sufrir de una deficiencia sin presentar ninguna evidencia visual, condición que se conoce como hambre escondida. Al momento que se conocen los síntomas visibles de deficiencia de nutrientes, las plantas (Delgado, *et al.*, 2011) han perdido ya una considerable porción del potencial de rendimiento, por esta razón, es importante detectar las carencias de nutrientes antes de que estas sean aparentes en el campo y afecten a la producción. Este diagnóstico se puede lograr con un análisis de tejidos o análisis foliar. (Caballero, 1976) hasta comienzos del siglo XX, las únicas deficiencias minerales reconocidas fueron las de los macronutrientes N, P, K, y la fertilización se consideraba estos tres elementos, al mejorar las técnicas analíticas de laboratorio se comprobó la esencialidad del cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), boro (B), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y más recientemente se comprobó la esencialidad del níquel (Ni) son quienes están dentro de los macro y microelementos esenciales para el cultivo de pastos tropicales. La fertilización es importante porque la materia orgánica del suelo es un conjunto complejo de sustancias constituidas por restos vegetales y organismos animales que están sometidos a un constante proceso de transformación y síntesis (sufren primero transformaciones físicas, químicas y biológicas), por lo tanto, la materia orgánica no puede considerarse estable, ni cualitativa ni cuantitativamente, tanto a corto como a largo plazo es así que es necesario cumplir con los requerimientos con fertilizantes.

Por ello, el objetivo de este trabajo es determinar el análisis químico foliar de cinco pastos en base a diferentes edades de crecimiento con fertilización y sin fertilización.

7.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad de investigación El estudio abarco tres lugares; el Recinto Choalo, Recinto Palo Blanco y parroquia Guasaganda pertenecientes al cantón La Maná provincia de Cotopaxi ubicado a 818 msnm. El clima de la región se clasifica como subtropical, cuenta con condiciones agrometeorológicas según muestra la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones climáticas.

Párametros	Recinto Palo Blanco	Parroquia Guasaganda	Recinto Choalo
Altitud msnm	2026,00	500,00	800,00
Temperatura media anual °C	17,90	24,00	22,00
Humedad relativa, %	89,00	88,00	88,00
Heliofanía, horas/luz/año	1020,80	570,30	570,30
Precipitación, mm/año	2046,80	2761,00	2761,00

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología (INAMHI) Hacienda San Juan, 2020

Dentro del manejo de la investigación se estudió 5 pastos: *Setaria sphacelata*, *Megathyrus maximus*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* y *Pennisetum spcada* una de ellas se realizó un corte de uniformidad de pastos que se encontraban previamente establecidos y un control de malezas. La fertilización se realizó mediante las necesidades y requerimientos del pasto en base a un análisis de suelo.

La fórmula contenía los siguientes elementos: urea 5,60 kg, sulfato de magnesio 1,20 kg cloruro de potasio 6,40 kg, fosfato di amónico 4,00 kg y carbonato de calcio 2,40 kg, dando un total de 19,60 kg/parcela.

A partir de ahí se tomaron muestras a los 30, 45 y 60 días partir de dos tratamientos sin fertilización y con fertilización eliminando 50 cm de efecto de borde y cortando todo el material del área cosechable a 10 cm sobre el nivel del suelo. Para la evaluación del experimento en las diferentes edades de rebrote se evaluó la altura de planta (cm), que fue tomada desde el nivel del suelo hasta la parte final de la hoja del pasto en, composición química foliar determinando diferentes indicadores como: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (B), cinc (ZN), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), a través de los análisis foliares del forraje mediante muestras que fueron enviadas al laboratorio INIAP y la producción forrajera kg/MS/ha esta es estudiada en forma casera usando un horno microondas para su deshidratación posterior ser pesada en una balanza digital.

Tabla 2. Análisis de suelo.

Párametros	<i>Megathyrsus maximus</i>	<i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Pennisetum sp</i>	<i>Setaria sphacelata</i>	<i>Andropogon gayanus</i>
p.H.	5,62 ácido	6,10 ácido	5,73 ácido	6,10 ácido	5,60 ácido
M,O%	6,92 alto	8,00 alto	5,40 alto	4,86 alto	3,20 medio
NH ₄ ppm	31,92 medio	49,65 alto	22,57 bajo	19,67 bajo	9,00 bajo
P ppm	3,01 bajo	9,46 medio	2,21 bajo	1,78 bajo	3,00 bajo
K meq/100g	0,21 medio	2,32 alto	0,22 medio	0,14 bajo	0,11 bajo
Ca meq/100g	8,00 bajo	6,00 medio	2,00 bajo	2,00 bajo	3,00 bajo
Mg meq/100g	0,31 bajo	1,13 bajo	0,46 bajo	0,47 bajo	0,37 bajo
S ppm	6,31 medio	25,51 alto	4,66 medio	4,04 medio	4,00 bajo
Zn ppm	3,80 medio	11,50 alto	2,90 bajo	1,10 bajo	0,60 bajo
Cu ppm	5,10 alto	5,50 alto	5,40 alto	3,00 medio	6,50 bajo
Fe ppm	198,10 alto	240,80 alto	183,30 alto	196,70 alto	20,00 medio
Mn ppm	4,5 bajo	25,40 alto	3,40 bajo	3,80 bajo	1,30 bajo
Boro ppm	0,20 medio	0,15 alto	0,10 bajo	0,18 bajo	0,34 bajo
Ca/Mg	25,81 alto	5,31 alto	4,35 óptimo	4,26 óptimo	5,00 óptimo
Mg/K	1,48 bajo	0,49 bajo	2,09 bajo	3,36 óptimo	5,45 óptimo
Ca+Mg/K	39,57 óptimo	3,07 bajo	11,18 óptimo	17,64 óptimo	32,73 óptimo

Fuente: Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas, Estación Experimental Tropical Pichilingue

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DCBA) y la prueba de rangos múltiples de Tukeyal 5% de probabilidad para la comparación de medias entre tratamientos. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa de licencia libre InfoStat (2019).

7.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según tratamiento sin fertilización y con fertilización presentan diferencias significativas (cuadro 3) en el contenido de macro y micro elementos (%-ppm) acorde a las variedades de pasto analizadas, cuando se cortó a los 30 días las mayores concentraciones se encuentran con la aplicación de fertilizantes, a excepción de los pastos *Setaria sphacelata* y *Andropogon gayanus* donde presento menor concentración de fosforo al aplicar fertilizante, (Bernal & Espinosa , 2003) explica que la carencia de este elemento favorece a la acumulación de azúcares, por otro lado

(Novoa, 2017) menciona que en relación a la productividad bajo fertilización induce a la acumulación de reservas, la fotosíntesis y los mecanismos de rebrote de las pasturas, actuando en el proceso fisiológico y bioquímico de la planta. (Farinango, *et al.*, 2022) y (Vargas, *et al.*, 2018) citan que la fertilización, como en cualquier otro cultivo, debe estar basada en un previo análisis químico del suelo para revisar los niveles de minerales que se encuentran bajos, para agregar lo necesario con base en el requerimiento nutricional del pasto, donde la fertilización (Pineda, *et al.*, 2017) es recomendable fertilizar cada año después de un período de pastoreo intensivo, (Rivera, *et al.*, 2018) y (Rosero, *et al.*, 2010) mencionan que si el pasto está deficiente en determinado elemento es cuando una deficiencia se desarrolla si la concentración del elemento en el suelo es baja, o si el elemento está presente en una forma química que la planta no lo puede absorber, esto induce al resultado antagónico de deficiencia nutricional de la planta.

Tabla 3. Composición química foliar sin/con fertilización a los 30 días de edad.

Tratamientos	%						ppmm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	B	Fe	Zn	Mn
<i>S/fert.</i>											
<i>Setaria sphacelata</i>	2,00	0,23	4,49	0,15	0,17	0,08	10,00	9,33	31,00	35,00	69,00
<i>Megathyrsus maximus</i>	2,70	0,24	3,98	0,16	0,44	0,09	14,00	9,56	172,00	30,00	86,00
<i>Andropogon gayanus</i>	2,20	0,25	1,39	0,63	0,23	0,20	40,00	12,00	112,00	101,00	28,00
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,00	0,21	3,42	0,14	0,22	0,11	7,00	6,50	142,00	30,00	72,00
<i>Pennisetum sp</i>	3,00	0,23	3,47	0,10	0,20	0,07	10,00	4,99	238,00	58,00	94,00
<i>S/fert.</i>											
<i>Setaria sphacelata</i>	2,40	0,12	5,35	0,17	0,20	0,12	11,00	0,16	126,00	37,00	3,00
<i>Megathyrsus maximus</i>	3,20	0,25	4,65	0,19	0,46	0,13	19,00	8,79	121,00	30,00	87,00
<i>Andropogon gayanus</i>	2,40	0,21	2,10	0,66	0,26	0,21	39,00	13,50	138,50	99,00	21,00
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,10	0,25	3,59	0,20	0,23	0,13	10,00	7,26	180,00	32,00	123,00
<i>Pennisetum sp</i>	3,20	0,33	4,86	0,22	0,25	0,10	11,00	8,62	187,00	29,00	185,00

S/fert = sin fertilización; C/fert = con fertilización; Nitrógeno N, fósforo P, potasio K, calcio Ca, magnesio Mg, azufre S, cobre Cu, boro B, hierro Fe, cinc Zn, manganeso Mn.

La edad de corte a los 30 y 45 días presentan diferencias significativas según (cuatro 3) y (cuatro 4), en cuanto al tratamiento con fertilización y sin fertilización los valores de macro –micro elementos ascienden considerablemente

según (Nuñez, *et al.*, 2013) explica que el pasto a los 30 días aún está dentro de la etapa de desarrollo en donde requiere altos contenidos de elementos que ayudan a captar energía para la planta puesto que necesitan formar sus propias estructuras y realizar sus funciones. (Hernández & Gutiérrez, 2017) señala que los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades y los micronutrientes son requeridos sólo en cantidades ínfimas, (Benalcázar, *et al.*, 2021) para la aplicaciones necesario tomar encuentra el pH ya que un mal manejo de fertilización puede dar paso a una baja disponibilidad de nutrientes, en el área foliar de los pastos gramíneas. (Cuesta, *et al.*, 2015) y (Ramires, *et al.*, 2014) explican que el problema de deficiencia puede presentar sin síntomas visuales este fenómeno es conocido como hambre escondida. (Sotelo, *et al.*, 2017) el elemento más esencial en la producción de pastos gramíneas es el nitrógeno (González, *et al.*, 2019) este elemento forma parte de las proteínas, clorofila, alcaloides y enzimas (Ramírez, *et al.*, 2014) responsables de regular el crecimiento y formación del material vegetal tomando en cuenta (Villanueva, *et al.*, 2011) un programa de fertilización la cantidad de fertilizante por aplicar, la fuente del fertilizante, la frecuencia de aplicación, la época del año y el método de aplicación.

Tabla 4. Composición química foliar sin/con fertilización a los 45 días de edad.

Tratamientos	%						ppmm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	B	Fe	Zn	Mn
<i>S/fert.</i>											
<i>Setaria sphacelata</i>	3,10	0,23	4,91	0,14	0,20	0,07	10,00	4,99	70,00	32,00	88,00
<i>Megathyrsus maximus</i>	3,20	0,23	4,65	0,19	0,46	0,13	19,00	8,03	121,00	30,00	87,00
<i>Andropogon gayanus</i>	2,00	0,24	2,22	0,79	0,24	0,12	42,00	7,00	207,00	83,00	21,00
<i>Brachiaria brizantha</i>	2,80	0,17	2,89	0,12	0,19	0,07	4,00	5,73	236,00	36,00	107,00
<i>Pennisetum sp</i>	2,40	0,26	3,62	0,08	0,21	0,09	11,00	8,17	158,00	66,00	140,00
<i>S/fert.</i>											
<i>Setaria sphacelata</i>	3,20	0,30	5,63	0,20	0,25	0,09	9,00	10,89	135,00	35,00	91,00
<i>Megathyrsus maximus</i>	3,10	0,23	3,94	0,16	0,43	0,11	19,00	11,85	223,00	34,00	82,00
<i>Andropogon gayanus</i>	2,00	0,22	2,06	0,79	0,24	0,16	56,00	8,00	184,00	71,50	23,50
<i>Brachiaria brizantha</i>	2,90	0,15	2,39	0,13	0,21	0,10	8,00	7,26	250,00	38,00	118,00
<i>Pennisetum sp</i>	2,90	0,28	3,64	0,19	0,23	0,09	10,00	7,26	182,00	26,00	129,00

S/fert = sin fertilización; C/fert = con fertilización; Nitrógeno N, fósforo P, potasio K, calcio Ca, magnesio Mg, azufre S, cobre Cu, boro B, hierro Fe, cinc Zn, manganeso Mn.

Los resultados encontrados en esta investigación, sobre composición química foliar de pastos gramíneas (Cuadro 5) muestra diferencias estadísticamente significativas entre los días 30, 45 y 60 días de edad, (Prada, *et al.*, 2019) cada elemento esencial cumple funciones específicas en la nutrición vegetal por lo tanto existe la imposibilidad de ser reemplazado por otro. (Bernal & Espinosa, 2003), (Farfán & Loaiza, 2012) y (Ramos & Rivera, 2011) hacen mención a las funciones de los elementos dentro del pasto gramínea; el nitrógeno cumple con el crecimiento y la formación vegetal, fósforo desempeña el papel metabólico, potasio activa enzimas y al fotosíntesis, calcio es necesario para el desarrollo de meristemas apicales, magnesio intervienen la formación de azúcares, azufre sirve como enlace de los aminoácidos y ayuda a la estructura de proteínas, (Juan Cardona, 2012) cobre su papel es algo complejo forma parte de las moléculas de algunas enzimas, boro está involucrado en la formación de la pared celular, (Suarez, *et al.*, 2018) hierro actúa como catalizador indispensable en la síntesis de proteína aun cuando no forma parte de ellas, zinc ayuda en los procesos de crecimiento y afecta la elongación de la planta y el manganeso interviene en la síntesis de la clorofila al igual que el hierro.

Tabla 5. Composición química foliar sin/con fertilización a los 60 días de edad.

Tratamientos	%						ppmm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	B	Fe	Zn	Mn
<i>S/fert.</i>											
<i>Setaria sphacelata</i>	3,36	0,23	4,86	0,13	0,16	0,07	14,00	14,50	113,00	31,00	67,00
<i>Megathyrsus maximus</i>	2,80	0,18	3,57	0,11	0,27	0,06	13,00	11,09	411,00	48,00	64,00
<i>Andropogon gayanus</i>	1,10	0,18	1,92	0,52	0,23	0,15	54,00	8,00	155,00	63,00	25,00
<i>Brachiaria brizantha</i>	2,70	0,19	2,40	0,11	0,13	0,06	7,00	2,29	120,00	32,00	65,00
<i>Pennisetum sp</i>	2,70	0,28	4,73	0,06	0,16	0,09	15,00	11,34	177,00	31,00	139,00
<i>S/fert.</i>											
<i>Setaria sphacelata</i>	3,40	0,20	5,03	0,19	0,22	0,07	20,00	15,43	123,00	30,00	114,00
<i>Megathyrsus maximus</i>	2,90	0,17	3,69	0,13	0,29	0,08	16,00	998,00	188,00	37,00	80,00
<i>Andropogon gayanus</i>	1,15	0,21	1,32	0,81	0,23	0,22	47,00	11,00	108,50	84,50	25,50
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,00	0,20	2,46	0,12	0,20	0,08	9,00	3,06	142,00	43,00	83,00
<i>Pennisetum sp</i>	2,70	0,19	3,50	0,21	0,21	0,08	8,00	7,26	161,00	26,00	107,00

S/fert = sin fertilización; C/fert = con fertilización; Nitrógeno N, fósforo P, potasio K, calcio Ca, magnesio Mg, azufre S, cobre Cu, boro B, hierro Fe, cinc Zn, manganeso Mn.

El rendimiento (MS ha-1x corte) se detectaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) aumentando aproximadamente 170kg, entre los tratamientos con fertilización y sin fertilización de acuerdo a la edad del pasto. También, se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre especies. Así mismo, en relación al tratamiento con fertilización aumentó con la edad hasta los 60 días, S/fert (*Pennisetum* sp) alcanzó el valor máximo (3438,91 a) presentando una diferencia estadística significativa entre los demás tratamientos. (Purata, et al., 2012) señala que el cálculo del RMS ayuda a calcular la concentración de proteína en la planta, (Cerdas, 2015) y (Alvares, 2012) señalan que la materia seca es muy variable en los forrajes, depende significativamente del estado fisiológico del mismo, más jóvenes y creciendo activamente el contenido de agua es mayor y cuando comienzan a envejecer sin realizarle cortes o pastoreos contienen menos agua y por ende más % de fibra neutra y menos digestibles para los animales.

Tabla 6. Producción forrajera kg/MS/ha, sin/con fertilización.

Variedades	Edad					
	30 días		45 días		60 días	
	S/fert.	C/fert.	S/fert.	C/fert.	S/fert.	C/fert.
<i>Setaria sphacelata</i>	1166,67 ^a	1316,67 ^a	1333,33 ^a	1400,00 ^a	1583,33 ^b	1750,00 ^a
<i>Megathyrsus maximus</i>	2352,94 ^a	2714,93 ^a	2262,44 ^a	2895,93 ^a	2533,94 ^a	2805,43 ^a
<i>Andropogon gayanus</i>	1036,75 ^a	1624,68 ^a	1503,04 ^a	259,82 ^a	2767,51 ^a	2465,95 ^a
<i>Brachiaria brizantha</i>	2262,44 ^a	2895,93 ^a	2533,94 ^a	2624,43 ^a	2714,93 ^a	3076,92 ^a
<i>Pennisetum sp</i>	2895,93 ^a	3529,41 ^a	3167,42 ^a	3348,42 ^a	2905,53 ^a	3438,91 ^a

S/fert = sin fertilización; C/fert = con fertilización.

^{a,b} Superíndices en una misma fila representan diferencias significativas según Tukey.

En la altura de planta mostro diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) aumentando aproximadamente entre los tratamientos con fertilización y sin fertilización de acuerdo a la edad del pasto. También, se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre especies. Así mismo, en relación a los tratamiento C/fert -S/fert (*Pennisetum* sp) alcanzó en la edad de 30 días (80,00a cm) y el valor máximo a los 60 días de (150,00a cm) presentando una diferencia estadística significativa entre los demás tratamien-

tos y especies, (Prada, *et al.*, 2019) el crecimiento de los pastos involucra cuatro procesos primarios: la aparición de hojas, la aparición de tallos, la formación de tallos verdaderos y la aparición de raíces la respuesta es aún mejor cuando se aplica fertilizante foliar de acuerdo a los requerimientos de la planta, (Rosero, *et al.*, 2010) las hojas son más abundantes en la fase vegetativa y menos abundantes conforme la planta madura y florece debido a la senescencia del tejido, (Cerdas, 2015) además los tallos se alargan y las ramas laterales se desarrollan.

Tabla 7. Altura de planta (cm) de pastos sin/con fertilización.

Variedades	Edad					
	30 días		45 días		60 días	
	S/fert.	C/fert.	S/fert.	C/fert.	S/fert.	C/fert.
<i>Setaria sphacelata</i>	41,17 ^b	46,83 ^a	47,33 ^b	50,17 ^a	50,50 ^a	53,83 ^a
<i>Megathyrsus maximus</i>	39,20 ^a	45,80 ^a	86,80 ^a	94,50 ^a	98,40 ^a	135,72 ^c
<i>Andropogon gayanus</i>	34,61 ^a	39,93 ^b	41,63 ^c	59,78 ^b	131,61 ^c	76,60 ^a
<i>Brachiaria brizantha</i>	35,30 ^a	38,60 ^a	54,90 ^a	57,60 ^a	74,30 ^a	76,60 ^a
<i>Pennisetum sp</i>	80,00 ^a	85,00 ^a	97,00 ^a	101,00 ^a	135,00 ^a	150,00 ^a

S/fert = sin fertilización; C/fert = con fertilización.

^{a,b,c} Superíndices en una misma fila representan diferencias significativas según Tukey.

7.4. CONCLUSIONES

El comportamiento productivo de cinco especies forrajeras estuvo influenciado por los tratamientos con fertilización y sin fertilización; los macros y micro elementos, el rendimiento de materia seca, tasa absoluta de crecimiento, (cortes 30, 45, 60 días) fue mayor con el tratamiento con fertilización. Se determinó también que dentro de las especies *Pennisetum sp.* mostrado mejores rendimientos en cuanto a las variables establecidas.

7.5. BIBLIOGRAFÍA

- ☛ Villanueva, C., Sepúlveda, C. & Ibrahim, M., 2011. Manejo agroecológico fincas ganaderas. Serie técnica., p. 260.
- ☛ Alvares, S., 2012. Gramíneas de corte a partir de una fertilización. México: agro Nex.
- ☛ Benalcázar, P. y otros, 2021. Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de cinco pastos perennes en Ecuador. Pastos y Forrajes [online], Volumen vol.44, p. 70.
- ☛ Bernal, J. & Espinosa, J., 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. Argentina: International Plant Nutrition Institute (IPNI).
- ☛ Caballero, R., 1976. Tropical pasture research. Principles and methods ("La investigación en pastos tropicales. Método y fundamentos. pp. 194-195).
- ☛ Calzada, M., Enríquez, F., Hernández, A. & Ortega, E., 2014. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. Revista mexicana de ciencias pecuarias, Volumen 15, pp. 247-260.
- ☛ Carranza, A. & Cañay, B., 2021. Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de cinco pastos perennes en Ecuador. Pastos y Forrajes [online]. Volumen vol.44, p. 44.
- ☛ Cerdas, R., 2015. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) Con varias dosis de fertilización nitrogenada. Inter-Sedes, Volumen 16, p. 62.
- ☛ Cruz, A. y otros, 2017. Componentes del rendimiento y valor nutritivo de *Brachiaria humidicola* cv Chetumal a diferentes estrategias de pastoreo. Ciencias agrícolas, 8 (3, 2017), p. 245.
- ☛ Cuesta, O., Mora, D., Peña, A. & Torres, L., 2015. Pasto la libertad *Brachiaria brizantha*. (Hochst). Stapf. Instituto Colombiano Agropecuario, Issue Boletín Técnico N° 150., p. 16.
- ☛ Delgado, R., Fernández, M. & Gutiérrez, A., 2011. Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. Volumen 32, pp. 91-104.

- ✿ Farfán, R. & Loaiza, R., 2012. Producción de pasturas cultivadas y manejo depastos naturalesaltoandinos. En:Primera Edición ed. Peru: s.n., p. 2049.
- ✿ Farinango, R., Poll, J. & Esmeraldas, M., 2022. Evaluación de un plan de manejo de Pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.). Innovacion para la exelencia, pp. 1-63. Gironella, S.,
- ✿ Fuentes, S. & Beneria, A. B., 2011. Producción y valor nutritivo de una población local y de variedades comerciales de sorgo forrajero (*sorghum bicolor* (l.) moensch), en el nordeste de cataluña. Pastos, Volumen 32, pp. 59-67.
- ✿ González,R., Anzúlez, A., Vera, A. & Riera, L., 2019. Manual pastos tropicales. INIAP-CIID-IICA, Issue 33, p. 43.
- ✿ Hernández, S. & Gutiérrez, M., 2017. Manejo de sistema Agrosilvo-pastoriles. The University of Edinburgh, p. 44.
- ✿ Juan Cardona,2012. Módulode pastos y forrajes. Colombia: s.n.Lopes, D., 2013. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Cita, de. Pastos, Volumen 3, pp. 37-293.
- ✿ Novoa, A., 2017. Aspectos en la produccion de forraje en el tropico. Turrialba, Costa Rica:Catie departamento de investigación y enseñansa de produccion animal.Nuñes, C., Diaz, R. & Zoto, V., 2013. Sistemas Agrorestales. p. 17.
- ✿ Pineda, F. y otros, 2017. Características nutrimentales de pastos gramineas del tropico Mexicano. Coyacan: MVZ Enrique Basurto Argueta. Pacheco, P., 2004. Agricultural expansion and deforestation in the lowlands Bolivia: the import substitution versus the structural adjustment model. Land Use Policy (forthcoming).
- ✿ Prada, A., Camacho,C., Ramirez, L. & Ardila, J., 2019. 'Implementación de un modelo de partos estacionales. Bogota: Cienci Lasalla. Purata, R. y otros, 2012. Dry matter production and protein concentration in 21 genotypes of the humidicola grass *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Universidad y ciencia, vol.25 (no.3), pp. 213-224.

- ☛ Ramires, C., Tiban, J., Basquez, A. & Peñarroel, J., 2014. Producción y utilización de pastizales, cinco zonas agroecológicas del Ecuador MAG. Producción pastizales Ecuador, p. 345.
- ☛ Ramos, V. & Rivera, E., 2011. Programa de fortalecimiento integral de comunidades rurales en extrema pobreza. En: Suyana. s.l.: 2da. Edición. Rivera, Ú.,
- ☛ Saturnino, J. & Dallatorre, D., 2018. La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, pp. 1-6.
- ☛ Rosero, S., Ferrera, C., Suares, A. & Spinola, G., 2010. Dinámica y relaciones de microorganismos. Agrociencia, Volumen vol. 35, pp. pp. 337-384.
- ☛ Sotelo, M. y otros, 2017. Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 43.
- ☛ Suares, W., Rincon, G., Tamayo, S. & Diego, C., 2018. Agro zootecnicamente las ventajas de los sistemas silvopastoriles. Cucaramanga: s.n.
- ☛ Vargas, J., Sierra, M., Mancipe, E. & Avellaneda, Y., 2018. Gramínea presente en sistemas de ruminantes no alto trópico colombiano. CCS Medicina Veterinaria Y Sotecnía, pp. 137-156.

RESEÑA DE AUTORES



Julio César Vargas Burgos, Doctor en Ciencias Veterinarias (PhD) por la Universidad Granma (CUBA). Tiene un Posdoctoral en mejora de los Recursos Genéticos de los Animales Domésticos por la Universidad Córdova (España), Maestría en Dirección de Empresa, Maestría en Investigación por la Universidad de los Andes (Ecuador) y la Universidad Técnica de Quevedo (Ecuador)

respectivamente, es especialista en gerencia de proyectos. Desde hace más 20 años trabaja e investiga los sistemas agrarios en las regiones tropicales y amazónicas.

Ha publicado más de 84 artículos y 11 libros con temática especializada en: Sistemas agrarios en el piedemonte, estrategias de vida, producción animal, pobreza rural, deforestación, cambio climático, sistemas agrícolas sostenibles, gobernanza participativa, deforestación, estado plurinacional, interculturalidad. Ha sido conferencista en varios Congresos Internacionales en países como: Costa Rica, Cuba, Argentina Perú, España. Es miembro del Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras, CLEPL, Es miembro de la real Academia Internacional de Ciencias Tecnología, Educación y humanidades. (España), ha sido docente de posgrado y pregrado de la Universidad Estatal Amazónica, Universidad Estatal de Guayaquil, Universidad Península de Santa Elena, Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Universidad Técnica de Ambato entre otros, ahora Profesor Principal Nivel 1 de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Juan Carlos Moyano Tapia, En 2009 egresa de la Facultad de Ciencias Pecuarias de Ingeniero Zootecnista, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador, en el 2014 obtiene el Título de Master en Producción Animal en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador. Doctor en (Ciencias Veterinarias) en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional de Rosario-Argentina, En la actualidad es Docente Titular la Universidad Estatal Amazónica. Fue director de Educación Continua de la Universidad Estatal Amazónica. 2019-2021. Profesor de la cátedra de Producción Ovina y Caprina en el Área de Producción Animal en el Decanato de Ciencias de la Tierra de la Universidad Estatal Amazónica-Ecuador, responsable del Programa Ovino del Centro de Investigación y posgrado de la UEA, (CIPCA). Referente de Área de los aspectos relacionados con la producción de carne ovina, biotecnología de la reproducción ovina, especies menores. Profesor de Módulos de Maestría.

Responsable en los últimos 3 años de proyectos de investigación aprobados y ejecutados a la producción involucrando al sector productivo y otras instituciones. Evaluador de proyectos de Investigación de instituciones externas. Integró el Consejo de Titulación de Grado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica. El Ingeniero Moyano trabaja en producción Animal desde el 2009, cuenta con 19 publicaciones científicas, cerca de 17 participaciones en congresos y en visitas de difusión local e internacional. Así mismo ha sido conferencista en numerosos eventos en América.

Director de trabajos de investigación, tutor de proyectos de Investigación y pasantías por integrantes del área, realizadas por estudiantes nacionales y extranjeros. Investigador Internacional del Centro Latinoamericano del Estudio las Problemáticas Lecheras CLEPL-SEDE Argentina. Investigador. Acreditado SENESCYT-Ecuador REG-INV.-15-00928. Socio de la RED IBEROAMERICANA CONBIAND SEDE-España Socio de DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ZÜCHTUNGSKUNDE E.V.- German Society for Animal Production 1992959 ReNr.: M.408.2017



Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño, Es Ing. Zootecnista (UTEQ-1995). Diploma Superior en Diseños Pedagógicos Universitarios (UTEQ-2009). M.Sc. Producción Animal Mención en Nutrición y Alimentación Animal (UTEQ-2009). M.Sc. Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada (Universidad de Córdoba-España-2015). PhD. Recursos Naturales y Gestión Sostenible (Universidad de Córdoba-España-2022). Docente investigador titular de la FCPB-UTEQ (1992-hasta la presente fecha). Asignaturas dictadas: Producción de cuyes y conejos. Producción de ovinos, caprinos y Camélidos. Redacción técnica. Metodología de la investigación científica. Métodos estadísticos. Paquetes estadísticos. Taller de titulación. Bienestar animal. Responsable del Área de Especies Menores (cuyes, conejos, ovinos y caprinos). UTEQ- 2001-2018. Miembro del Comité Técnico de la Unidad de Investigación de Ciencia y Tecnología (UICYT). UTEQ-2001-2012. Miembro del Comité Editorial de la Unidad de Investigación de Ciencia y Tecnología (UICYT). UTEQ-2006-2012.

Presidente del Comité de Investigación Formativa de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP). UTEQ-2013-2015. Miembro del Comité Editorial (Revisor de estilo) de la Revista Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (2014-2022). Autor y director de varios proyectos de investigación con financiamiento externo. Autor y coautor de más de 30 artículos científicos en el área agropecuaria. Docente de Posgrado. Director y miembro de tribunales de tesis de pregrado y posgrado. Mejor investigador de la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UTEQ-2003). Reconocimiento a Producción Científica ADUTEQ-UTEQ (2008). Mejor investigador de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (2009). Reconocimiento por participación como Expositor en Eventos Científicos Nacionales e Internacionales (UTEQ 2010). Al mérito académico por 10 años de labores en la UTEQ (2005). Al Mérito Académico por 20 años de labores en la UTEQ (2012). Al Mérito de la Investigación (FCP-2016). Al Mérito Académico por 25 años de labores en la UTEQ (2017). Al Mérito Académico por 30 años de labores en la UTEQ (2023).





Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Ph.D.

RECTOR

Ing. Yenny Guiselli Torres Navarrete, Ph.D.

VICERRECTORA ACADÉMICA

Ing. Bolívar Roberto Pico Saltos, Ph.D.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Econ. Carlos Edison Zambrano, Ph.D.

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - DICYT

La publicación de este libro como todo alumbramiento, es a la vez que una realización consumada, la apertura hacia nuevos desafíos y horizontes del saber pecuario y es eso lo que precisamente se plantea “Los sistemas productivos en ovinos de pelo de la región amazónica y trópico ecuatoriano: perfil mineral e indicadores reproductivos y alimentación”, por un lado la concreción de un viejo anhelo productores de ovinos de pelo y de científicos ecuatorianos iniciar la sistematización de estudios de los sistemas de producción realizados por investigadores en ovinos del país.

