

**Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental Central de la Amazonía
Centro de Investigación y Capacitación**

Ganaderia

INFORME ANUAL 2020

Elaborado por:

Ing. José Gregorio Intriago Intriago.
Administrador Técnico-Responsable de Ganaderia

Joya de los Sachas, diciembre de 2020

I. INTRODUCCIÓN:

El año 2020 fue un año en el cual el mundo sufrió una pandemia viral de grandes proporciones causando muertes, cierre de países, confinamientos y alterando el normal desarrollo de todos y todo.

El INIAP a inicios del año 2020 tenía planificado el normal desarrollo de actividades de investigación, transferencia de tecnologías y producción, llegando los presupuestos pero no por la pandemia fueron presupuestos mínimos para poder dar normal operatividad a todo pero fue el 16 de marzo que se declaró pandemia mundial y la asistencia a la Estación por parte de los trabajadores fue suspendida por la pandemia, para lo cual quedamos solo 8 técnicos que habitamos en la EECA en los meses marzo, abril y mayo del 2020 donde poco a poco y siguiendo los protocolos de Bioseguridad y los decretos del COE Nacional y Cantonal en reintegro a las actividades.

El presente Informe Anual recoge los informes cuatrimestrales elaborados por el Ing. Carlos Congo quien desempeñaba el cargo de Responsable del área de Ganadería de la EECA y que después por requerimiento institucional a nivel de Estaciones en este caso la EETP forma parte de su equipo técnico sin dejar de mencionar que el Ing., Carlos Congo apoyara en el proceso de formación e investigación del rubro en la EECA.

Mediante correo institucional el Director de la EECA me designa como Responsable de dicho rubro para coordinar actividades conjuntas con el Ing. Javier Chuquimarca y el Ing. Julio Macas.

II. OBJETIVOS:

El trabajo realizado en el departamento de Ganadería de la EECA, se alinea con los objetivos, misión y visión de la institución, en tal sentido, se han planteado los siguientes objetivos específicos que fueron consensuados con los compañeros mencionados

Producto 1	P1. Mejoramiento genético en el hato bovino
P1 A1	Selección de madres donadoras de embriones
P1 A2	Selección de madres receptoras



P1 A3	Inseminación Artificial (transferencia de embriones)
P1 A4	Manejo del hato bovino por categorías
Producto 2	P2. Rehabilitación de pasturas y cercas
P2 A1	Limpieza selectiva del área de pastoreo
P2 A2	Resiembra de pasturas
P2 A3	Obtención y reemplazo de postes del cercado eléctrico
Producto 3	P4. Productos y servicios
P3 A1	Producción de animales de carne
Producto 4	P6. Implementación y planificación de áreas de pastoreo y pastos de corte.
P4 A1	Implementar 2.5 ha de pasturas bajo un enfoque silvopastoril.
P4 A2	Realizar aforos en todas las zonas de pastoreo para determinar la carga animal actual de la granja.
P4 A3	Determinar el punto óptimo de reposo en las pasturas implementadas en el sistema silvopastoril.

III. CONCLUSIONES, COMENTARIOS FINALES Y PROYECCIONES:

En el año 2020, se cambió del personal de campo ya que se contaba con el Sr. Junior Jiménez, el mencionado compañero paso a ser parte del grupo de producción y al grupo de ganadería quedo el Sr. Víctor Castro. Además se realizó la venta de un hato bovino de 14 hembras para quedarnos solo con los 7 terneros para enfocar la producción a ganado de carne.

Para el año 2021, las proyecciones son mayores, y se espera alcanzar los objetivos, haciendo énfasis en la calidad y eficiencia en el cumplimiento de las actividades, alineados a las políticas, misión y visión institucional del programa de Ganadería y satisfacer las necesidades de los Ganaderos de la Región Amazónica.

Se anexan los informes cuatrimestrales elaborados por el Ing. Carlos Congo.

Informe cuatrimestral Enero – Abril 2020

1. Rubro de investigación : Ganadería

2. Nombre director de la Estación Experimental Central de la Amazonía: MSc. Carlos Estuardo Caicedo Vargas, Candidato a Ph.D, en Recursos Naturales y Gestión Sostenible.

3. Equipo técnico multidisciplinario I+D:

Carlos Congo Yépez, Ing. Zoot.
Antonio Vera Zambrano Ing. Zoot. MSc.
Jimmy Pico Rosado, Ing. MSc.
Armando Burbano Cachiguango, Ing. Agroindus.
Alexandra Chanaluisa Choloquina, Ing. Quím.
Javier Chuquimarca Algaje, Ing. Zoot.

4. Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Central de la Amazonía

5. Proyectos: (Ninguno)

6. Socios estratégicos para investigación:

Universidad Central del Ecuador (UCE).
Universidad Técnica de Ambato (UTA).
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
Asociaciones de ganaderos de La Joya de los Sachas.
Ministerio de Agricultura, Ganadería (MAG).

7. Publicaciones:

Vera, A., Congo C., Caicedo C., Barrera V., Grijalva J. (2020). Sistemas silvopastoriles como alternativas de adaptación al cambio climático en la amazonía ecuatoriana. *Agrociencia*, x(x). xxx - xxx (Enviado el 3 de abril de 2020).

Vargas, Y., Díaz, A., Congo, C. Tinoco, L., Viera, W. (2020). Selección de materiales promisorios de papaya (*Carica papaya* L.) que posean buen rendimiento y calidad de fruta, en el cantón La Joya de los Sachas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, x(x). xxx - xxx (Enviado el 21 de abril de 2020).

8. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

Ninguno.

9. Propuestas presentadas:

Protocolo: Evaluar la degradación ruminal, digestibilidad, mitigación de la producción de metano y dióxido de carbono, así como, la capacidad de defaunación ruminal de forrajes.

10. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

Producto 1: Evaluación de productividad, rentabilidad y regeneración de servicios ambientales del módulo de ganadería en la Granja Experimental Domono". Fase 2.

P1A1: Evaluar la calidad nutricional de las especies del banco forrajero. (Avance: 0,625% de 5%)

Se continúa con la determinación de la materia seca de los componentes del banco forrajero.

P1A2: Establecer línea base de las propiedades, físicas, químicas y biológicas del área silvopastoril. (Avance: 0% de 2,5%)

Esta actividad esta reprogramada para el segundo cuatrimestre, debido a la emergencia sanitaria por COVID-19.

P1A3: Establecimiento de leñosas forrajeras y árboles. (Avance: 2,5% de 12,5%)

Las labores de limpieza se han realizado en el área experimental (Imagen 1), además se ha implementado el componente forrajero herbáceo (Pasto Caimán) y leñoso (Botón de oro) de una repetición, sin embargo esta actividad se vio afectada por la emergencia sanitaria por COVID-19, en este contexto se

espera que cuando se realice la incorporación a la nueva normalidad retomar esta actividad,



Imagen 1. Preparación del terreno en la Granja Experimental Domono

Producto 2: Evaluar sistemas silvopastoriles promisorios en base a *Leucaena leucocephala*, *Flemingia macrophylla* y *Tithonia diversifolia* para el mejoramiento de la producción de ganado bovino de leche y carne en el Cantón joya de los Sachas.

P2A1: Evaluación agronómica del recurso forrajero. (Avance: 0.625% de 5%)

Se realizó una evaluación de la biomasa forrajera en el mes de febrero a los 45 días de rebrote de las alternativas silvopastoriles.

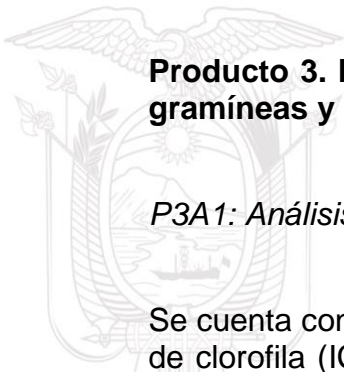


P2A2: Evaluación física y química del recurso suelo. (Avance: 5% de 10%)

Se cuenta con el análisis de laboratorio de la parte química, queda pendiente la evaluación de las variables físicas de los tratamientos, por falta de equipos para medir compactación y densidad aparente, estos equipo se han solicitado a la EESC por medio de la dirección de la EECA vía Zimbra y Quipux, por la emergencia sanitaria esta evaluación se realizará en el tercer cuatrimestre.

P2A3: Evaluación nutrimental del recurso forrajero. (Avance: 0,625% de 5%)

Se cuenta con la determinación del contenido de materia seca de la evaluación del mes de febrero, la muestra se sometió a una estufa de aire forzado, después se pasó por un molido y se tamizó a un tamaño de partícula de 1 mm.



Producto 3. Estudiar el comportamiento agronómico de las especies de gramíneas y leguminosas introducidas en el banco de germoplasma.

P3A1: Análisis de datos. (Avance: 1,5% de 2,5%)

Se cuenta con una base de datos de las variables del índice de concentración de clorofila (ICC), proteína cruda (PC), así como de los macroelementos del tejido foliar nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (k), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Se ha realizado los respectivos análisis de varianza (tabla 1), de acuerdo al modelo estadístico $y = \mu + B_i + (B \cdot A)_{ij} + C_k + (A \cdot C)_{jk} + Error_{ijk}$ en el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2017), las medias se compararon a través de la prueba de Tukey al 5 %, análisis de correlación de Person y regresión lineal.

Tabla 1. Análisis de varianza

Fuente de variación	gl
Bloque (B)	5
Arbusto forrajero (A)	5
Arbusto forrajero x Bloque (A x B)	25
Intervalo de corte (C)	2
Arbusto forrajero x Intervalo de corte (A x C)	10
Error experimental	60
Total	107

Los análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas significativas para los arbustos forrajeros ($p < 0,001$), intervalos de corte a los 30, 45 y 60 días

($p < 0,01$) y para la interacción entre los arbustos forrajeros y los intervalos de corte ($p < 0,05$).

P3A2: Escritura de manuscrito. (Avance: 2,5% de 7,5%)

Se ha realizado una revisión sistemática de 30 artículos científicos en bibliotecas digitales, para la redacción de los capítulos de introducción, metodología, con base en el formato de la revista *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Para el segundo cuatrimestre se espera culminar con la discusión de los resultados y poder enviarlo a la revisión de pares en la revista científica.

Producto 4. Evaluar la capacidad productiva y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) y king grass morado (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferentes edades de corte en la Estación Experimental Central de la Amazonía.

P4A1: Evaluación de calidad nutrimental (4% de 5%)

Se ha realizado los análisis de calidad del forraje en el Laboratorio de Calidad de Alimentos, la determinación de los nutrientes proteína cruda (PC), fibra cruda (FC) fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), contenido de materia seca (MS), macro minerales calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) fueron realizados en el mes de enero y febrero. Los análisis de digestibilidad *in vitro* de la materia seca se realizará para el segundo cuatrimestre, siempre y cuando exista la disponibilidad presupuestaria.

P4A2: Análisis de datos (Avance 2,5% de 5%)

Se cuenta con una base de datos de las variables altura, producción de materia seca, número de tallos, área foliar (AF), ICC, PC, FC, FDN, FDA, Ca, P y Mg. Se ha realizado los respectivos análisis de varianza (tabla 2), de acuerdo al modelo estadístico $y = \mu + B_i + (B*P)_{ij} + (B*P)_{ij} + C_k + (P*C)_{jk} + Error_{experimental_{ijk}}$ en el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2017), las medias se compararon a través de la prueba de Tukey al 5 %, análisis de regresión lineal y cuadrática.

Tabla 2. Análisis de varianza

Fuente de variación	gl
Bloque (B)	3
Pastos (P)	1
Pastos x Bloque (P x B)	3
Intervalo de corte (C)	3

Pastos x Intervalo de corte (P x C)	3
Error experimental	114
Total	127

Los análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) para los pastos, intervalos de corte a los 30, 45, 60 y 75 días y para la interacción entre los pastos y los intervalos de corte.

P4A3: Escritura de manuscrito (Avance: 2,5% de 10%)

La investigación se realizó hasta los 60 días con el pasto Cuba OM-22, como tesis de pregrado de la Egda. Gina Morocho de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), la defensa la realizó el 07 de febrero de 2020, pendiente de publicación en el repositorio de la ESPOCH e INIAP por la emergencia sanitaria, sin embargo el programa identificó la necesidad de seguir evaluando hasta los 75 días e incorporar el pasto king grass morado como testigo. Se espera que entre el segundo y/o tercer cuatrimestre contar con el primer borrador de artículo científico.

Producto 5. Evaluar la degradación ruminal, digestibilidad, mitigación de la producción de metano y dióxido de carbono, así como, la capacidad de defaunación ruminal de forrajes arbóreos promisorios para las condiciones edafoclimáticas de la Amazonia Ecuatoriana.

P5A1: Elaboración de protocolo (Avance: 2,5% de 2,5%)

Con Memorando Nro. INIAP-EECA_PG-2020-0008 se remite a la dirección el protocolo, y con Memorando Nro. INIAP-EECA_DIR-2020-0055 la dirección de la EECA convoca a comité técnico, el mismo que se realizó el lunes 02 de marzo de 2020 a las 10h00 a.m., en la sala de reuniones de la EECA, con el dictamen de aprobado según acta 002-CTEECA-2020 (Anexo 2).

P5A2: Recolección de muestras forrajeras (Avance: 0,5% de 2,5%)

Se realizó el corte de igualación de los arbustos forrajeros a 1 m del suelo.

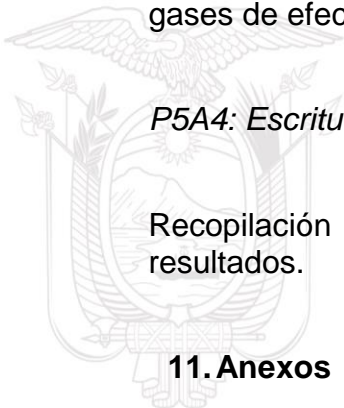




Imagen 2. Corte de igualación de los arbustos forrajeros en el banco de germoplasma forrajeros de la Estación Experimental Central de la Amazonía.

P5A3: Evaluación de calidad nutrimental (Avance: 0,25% de 15%)

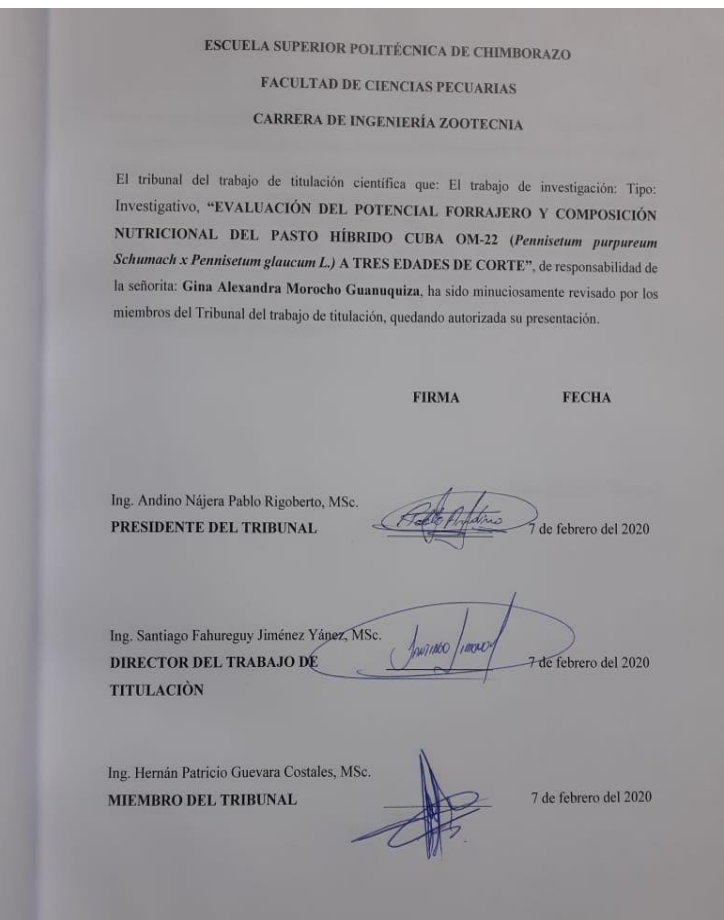
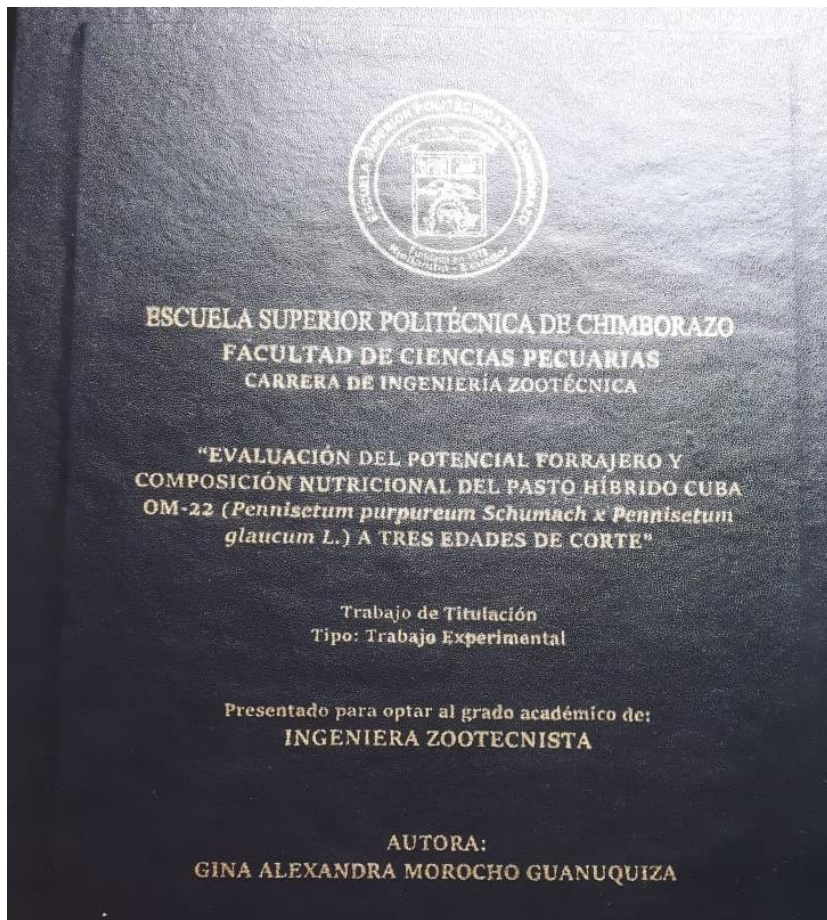
Capacitación en el Laboratorio de ruminología de la Universidad de Ambato para la determinación la cinética de la degradación ruminal, determinación de gases de efecto invernadero *in vitro*.



P5A4: Escritura de manuscrito (Avance: 0,25% de 10%)

Recopilación de 5 artículos científicos potenciales para la discusión de los resultados.

11. Anexos



Anexo 1. Portada y acta de miembros de tribunal de la defensa de tesis de pregrado

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ACTA COMITÉ TÉCNICO No. 002-CTEECA-2020

Título:
"Digestión, mitigación de gases de efecto invernadero entérico y capacidad de defaunación ruminal de forrajes arbóreos en condiciones edafoclimáticas de la amazonia ecuatoriana".

Autor: Ing. Carlos Congo

Responsables de la actividad: Ing. Carlos Congo

Colaboradores: Universidad Técnica de Ambato
Universidad Estatal Amazónica

Fecha de reunión: Miércoles, 04 de marzo de 2020

Miembros del Comité: Ing. Nelly Judith Paredes Andrade M.Sc.
Ing. Cristian Roberto Subía García M.Sc.
Ing. Plutarco Antonio Vera Zambrano M.Sc.

Presidente del Comité: Ing. Carlos Estuardo Caicedo Vargas MAN
Secretario del Comité: Ing. Dennis Alfonso Sotomayor Akopyan

Correcciones sugeridas:


- Se sugiere eliminar del título "condiciones edafoclimáticas de la Amazonia ecuatoriana" y simplemente hacer referencia a que son pastos cultivados en la Amazonia ecuatoriana (el experimento se desarrollará en animales que se encuentran en la sierra).
- Con el cambio de título es necesario realizar ajustes en todo el documento, en especial en los objetivos.
- Se recomienda describir de una manera más clara la metodología a seguir y el experimento en sí.
- Redactar de mejor forma las ideas en las partes introductorias del documento (Desarrollarlas más, en algunas partes están muy cortadas).
- Mejorar el objetivo específico 1 (Redactar mejor, usar términos más entendibles).
- En el objetivo específico 2, se sugiere que no se utilice el término "mitigación" porque no se estaría midiendo de manera directa, se recomienda colocar "evaluar o medir la cantidad de gas producido".
- En el título es importante colocar "Estudio de...", igualmente evaluar la pertinencia de utilizar el término "defaunación".
- En la justificación redactar mejor las ideas referentes al cambio climático.


Aprobado (X) En reformulación () Negado ()

Observaciones:

El protocolo se aprueba con los cambios recomendados por el Comité Técnico.

Miembros del Comité:


Ing. Nelly Paredes M.Sc.


Ing. Cristian Subía M.Sc.


Ing. Antonio Vera M.Sc.


Ing. Carlos Caicedo
Presidente del Comité

Proponente:


Ing. Carlos Congo

Elaboración: Ing. Dennis Sotomayor
Responsable de Planificación y Economía Agrícola
Secretario Comité Técnico


Anexo 2. Acta de aprobación de propuesta de investigación.

Informe cuatrimestral Mayo – Agosto 2020

12. Rubro de investigación : Ganadería

13. Nombre director de la Estación Experimental Central de la Amazonía:
MSc. Carlos Estuardo Caicedo Vargas, Candidato a Ph.D, en Recursos Naturales y Gestión Sostenible.

14. Equipo técnico multidisciplinario I+D:
Carlos Congo Yépez, Ing. Zoot.
Antonio Vera Zambrano Ing. Zoot. MSc.
Jimmy Pico Rosado, Ing. MSc.
Armando Burbano Cachiguango, Ing. Agroindus.
Alexandra Chanaluisa Choloquina, Ing. Quím.
Javier Chuquimarca Algaje, Ing. Zoot.

15. Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Central de la Amazonía

16. Proyectos: (Ninguno)

17. Socios estratégicos para investigación:
Universidad Central del Ecuador (UCE).
Universidad Técnica de Ambato (UTA).
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
Asociaciones de ganaderos de La Joya de los Sachas.
Ministerio de Agricultura, Ganadería (MAG).

18. Publicaciones:

Caicedo, C., Paredes, N., Pico, J., Carlos, C., Burbano A., Chanaluisa, A., Viera, W. (2020). Agroecología: la agrobiodiversidad y su rol en el sistema inmunológico en las familias de la Amazonía ecuatoriana. *La Granja*, x(x). xxx - xxx (Enviado el 12 de junio de 2020).

Morocho Guanquiza, G. A. (2020). “Evaluación del Potencial Forrajero y Composición Nutricional del Pasto Híbrido Cuba om-22 (*Pennisetum Purpureum* Schumach x *Pennisetum Glaucum* L.) a Tres Edades de Corte”, en la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA-INIAP), Parroquia San Carlos, Cantón la Joya de los Sachas, Provincia de Orellana. (Tesis de Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de ingeniería zootécnica, Riobamba, Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5550>

19. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

- Webinar: Arreglos Silvopastoriles con enfoque a Bancos Energéticos y Proteicos, en el marco de la 4^{ta} clase de la Escuela de Fortalecimiento Productivo Pecuario con los productores de las zonas del Noroccidente y Oriente., dictado el 29/05/2020.

- Entrevista en medios con el tema “Especies forrajeras promisorias para las diferentes condiciones edafoclimáticas de la Amazonía ecuatoriana”, dictado el 23/07/2020 en radio Sucumbíos.
- Webinar: Sistemas silvopastoriles: tecnología para mejorar la productividad y servicios ambientales en fincas ganaderas, en el marco del H2020 MSCA-RISE "UNDERTREES", dictado el 20/08/2020.

20. Propuestas presentadas: Ninguno

21. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

Producto 1: Evaluación de productividad, rentabilidad y regeneración de servicios ambientales del módulo de ganadería en la Granja Experimental Domono". Fase 2.

Antecedentes

En el año 2014 el Programa de Ganadería y Pastos (INIAP) con los proyectos: “Cambio de la Matriz Productiva” y “Desarrollo de tecnologías para el mejoramiento en el manejo de hatos de leche y carne bovina en áreas críticas del Ecuador”, implementó un ensayo de investigación de alternativas silvopastoriles en la Granja Experimental Palora, en la fase de establecimiento se obtuvieron resultados preliminares de la mejor opción silvopastoril para las condiciones bioclimáticas del sur de la amazonía. Los mejores resultados de rendimiento de materia seca (MS) fueron las alternativas con botón de oro, Flemingia y Porotón con 5.81, 4.16 y 1.77 t⁻¹MS⁻¹ha⁻¹ respectivamente (Tamayo, 2015).

Por lo anterior expuesto, el desarrollo de tecnologías y sistemas de producción que permitan incrementar la producción ganadera y a la vez disminuyan el impacto de esta actividad en el ambiente, se hace necesario, especialmente en la región amazónica ecuatoriana, tanto por la fragilidad de este ecosistema, como por la dependencia que tienen las poblaciones locales de las actividades ganaderas. Los sistemas silvopastoriles permiten optimizar el uso del recurso suelo, mejorando de esta manera la productividad de las unidades de producción, a la vez que mediante la incorporación del componente forestal, estos sistemas tienen la capacidad de mejorar la provisión de servicios ecosistémicos, logrando sistemas de producción más sustentables y la diversificación de la producción en las fincas, lo que sin duda significa un beneficio para los productores del área de estudio.

Metodología

El presente estudio se ejecuta en la Granja Experimental Domono, ubicada en la provincia de Morona Santiago, cantón Morona, en latitud 02° 14'00.68" S,

longitud 78° 07'37.11" O, altitud 1160 m s.n.m. (INIAP-GED, 2015). De acuerdo a la clasificación de la zona de vida corresponde a un Bosque Húmedo Tropical (bh-T), Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) (Holdridge, 2000). Las características meteorológicas de la zona son: temperatura de 20.7°C, precipitación media anual de 3000 a 4000 mm, humedad relativa del 85% (INHAMI, 2011). Topografía: llanuras y colinas, pendiente 8%; tipo de suelo: pH 4.5 – 5.6, textura franco arcillosa, materia orgánica 23% (INIAP-GED, 2015)

Se establecieron 4 tratamientos en 4 bloques, las unidades experimentales son de 25x25m con separación de 2m para caminos y 4m entre bloques.

Establecimiento de las especies leñosas: Estarán en un arreglo de 1x1m, se utilizarán estacas de tres yemas (50cm) sembradas de forma directa inclinada en un ángulo de 45° y sin tapar totalmente (Peters et al., 2011). Se realizará una poda de formación entre los 6 a 8 meses después de la siembra, a una altura de 0.8 a 1m para estimular el crecimiento de nuevos rebrotes. El aprovechamiento del forraje se realizará entre los 70 y 90 días de acuerdo a la capacidad de rebrote de las especies (Grijalva et al., 2011).

Establecimiento de las especies de pastos de corte: Las especies de los géneros *Pennisetum* y *Saccharum* se sembrarán utilizando varetas de un metro de largo a una distancia entre surcos de 50 y 100cm respectivamente a 5cm de profundidad de forma directa y horizontal punta con cola totalmente cubierta (Peters et al., 2011). El primer corte de igualación se realizará a los 4 meses con la finalidad de estimular el crecimiento de nuevos brotes a una altura de entre 3 a 5cm del suelo. El aprovechamiento se realizará entre los 70 a 90 días para las especies del género *Pennisetum* (Grijalva et al., 2011) y en el género *Saccharum* entre 10 a 12 semanas.

Resultados

P1A1: Evaluar la calidad nutrimental de las especies del banco forrajero. (Avance: 3.34% de 5%)

Se cuenta con una base de datos con los principales resultados de la valoración bromatológica de las especies forrajeras, de manera individual y combinada en una proporción de 70:30 entre las fuentes energéticas y proteicas.

P1A2: Establecer línea base de las propiedades, físicas, químicas y biológicas del suelo. (Avance: 2.5% de 2.5%).

En este periodo se realizó el muestreo del suelo a 20 cm de profundidad, con el objetivo de establecer la línea base, para medir el cambio de la fertilidad del suelo en el área de bancos forrajeros.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo de un banco forrajero mixto

Forrajera	pH	ppm		meq/100 mL			%
		N	P	K	Ca	Mg	M.O
<i>T. diversifolia</i>	5.4±0.07	72.8±8.5	4.7±0.8	0.13±0.01	4.8±1.0	0.50±0.04	9.9±0.2
<i>S. officinarum</i>	5.4±0.14	76.0±16.1	6.1±2.7	0.12±0.01	5.3±1.4	0.55±0.19	9.5±0.5
<i>P. purpureum</i>	5.6±0.21	58.4±13.5	5.4±1.1	0.14±0.03	4.9±1.1	0.38±0.10	8.4±2.6
<i>T. gigantea</i>	5.4±0.14	63.6±3.3	5.0±1.2	0.13±0.04	4.5±2.2	0.42±0.11	9.5±0.2

P1A3: Establecimiento de leñosas forrajeras y árboles. (Avance: 7.5% de 12.5%)

En este periodo se realizó el muestreo a 20 cm para determinar la línea base de fertilidad.

Bibliografía

Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A., ... y Lopetegui, J. (2007). Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. *Manejo del pastoreo. Imprenta América, Osorno, Chile*, 23-50.

Grijalva J., Ramos R., y Vera A., 2011. Pasturas para Sistemas Silvopastoriles Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonía Baja de Ecuador. Boletín técnico°156. Programa nacional de Forestería del Iniap. Ed. Nina comunicaciones, Quito Ecuador, 24 págs. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/459>

Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zona de vida. Colección libros y materiales educativos N°83. 5ta reimpression. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 216 p. Consultado el 29 de junio del 2016. Disponible en https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=ecologia+basada+en+zonas+de+vida&ots=oMeGWr1GCI&sig=tpdVbiJzFaXeUvj7BSt3YDECnhQ&redir_esc=y#v=onepage&q=ecologia%20basada%20en%20zonas%20de%20vida&f=false

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), GED (Granja Experimental Domono) 2015. Informe anual. Estación Experimental Central de la Amazonia. Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador.

Peters, M., Franco, T., Schmidt, A., y Hincapie, B. (2011). Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano.

Tamayo, F. 2015. Evaluación de diferentes sistemas silvopastoriles, en la región amazónica, como alternativa para la sostenibilidad de la actividad ganadera, en la Granja Experimental Palora del INIAP. Tesis Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. 127 págs. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5223/1/Tesis.pdf>

Producto 2: Evaluar sistemas silvopastoriles promisorios en base a *Leucaena leucocephala*, *Flemingia macrophylla* y *Tithonia diversifolia* para el mejoramiento de la producción de ganado bovino de leche y carne en el Cantón Joya de los Sachas.

Antecedentes

La Región Amazónica Ecuatoriana (R.A.E.) es una zona especial, reconocida en la Constitución Nacional vigente como tal, por la fragilidad de sus ecosistemas y por su condición de área altamente biodiversa, incluyendo la diversidad étnica y cultural, que requiere de la aplicación de procesos productivos acordes con esta realidad. En la R.A.E., constituyendo las pasturas la principal forma de cambio de uso de la tierra, desde el ecosistema original de bosque. Así tenemos que de la superficie total de esta región intervenida para actividades productivas, entre el 73 y 84% se dedica a pastizales, por lo que se suponen que la actividad pecuaria estaría entre las principales actividades de transformación del espacio Amazónico. (Nieto y Caicedo, 2012).

Los sistemas silvopastoriles son una opción de producción que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), y todos ellos bajo un sistema de manejo integral, ofreciendo múltiples beneficios en la productividad de la finca (Pezo y Ibrahim, 1999; Villanueva et al., 2009); además, en estos sistemas hay diferentes usos de los árboles, por ejemplo en cercas vivas, que son sistemas leñosos perennes, generalmente leguminosas, y se usan como postes para delimitar propiedades o potreros (Budowski, 1993; Villanueva et al., 2009).

Como alternativa para la ganadería sostenible, está la implementación de los sistemas silvopastoriles, generando diferentes beneficios, como el mejoramiento de los indicadores económicos, sociales y ambientales en las fincas ganaderas (Villanueva et al., 2009); además, con la implementación de estos sistemas y las buenas prácticas ganaderas, favorecen a un mayor balance de los gases de efecto invernadero (Ibrahim, 2008), debido a que los sistemas silvopastoriles mejoran las características fermentativas a nivel ruminal, reflejándose en mayor productividad y generalmente en una disminución de las emisiones de metano.

Metodología

El presente trabajo se realizará en la Estación Experimental Central de la Amazonia del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana (*Tabla 1*).

Tabla 1. Ubicación geográfica y características climáticas de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP.

Provincia:	Orellana
Cantón:	La Joya de los Sachas
Parroquia:	San Carlos
Sitio:	EECA
Altitud:	282 m s.n.m
Latitud UTM:	0° 21' 31.2'' S
Longitud UTM:	76° 52' 40.1'' O
Temperatura media anual:	25°C
Precipitación media anual:	3100mm
Humedad relativa promedio:	85%

Tratamientos

Tabla 2. Descripción de los sistemas silvopastoriles

Tratamientos	Descripción
T1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Toledo (CIAT 26110) + <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.
T2	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Toledo (CIAT 26110) + <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray
T3	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Toledo (CIAT 26110) + <i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Merrill

Características de las unidades experimentales

El presente ensayo está compuesto por 9 unidades experimentales (UE), correspondientes a las asociaciones silvopastoriles, conformadas por la combinación de las leñosas forrajeras y la pastura, en un distanciamiento de las leñosas arbustivas de 5 x 1m, con un área total del ensayo 30 000m².

Resultados

P2A1: Evaluación agronómica del recurso forrajero. (Avance: 3.34% de 5%)

P2A2: Evaluación física y química del recurso suelo. (Avance: 10% de 10%)

Se cuenta con una base de datos de los contenidos, físicos y químicos a una profundidad de 20 cm en puntos de muestreos con influencia directa de las leñosas arbustivas (S1) y un punto equidistante en el centro que forma el callejón (S2). No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) para pH, sin embargo el T1 mostró los mejores valores con respecto a los demás tratamientos (Figura 1).

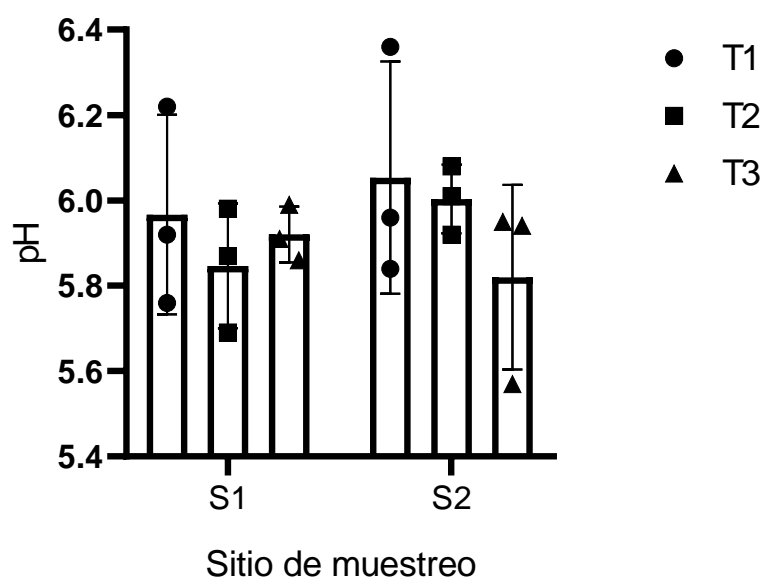


Figura 1. Valores de pH en tres alternativas silvopastoriles en el centro norte de la amazonía ecuatoriana.

Con relación a la densidad aparente (D_a), al comprarse con uso de la tierra en monocultivo de pastura, las alternativas presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), siendo mejores los valores D_a en el T1 y T2 a una profundidad de 20 cm (Figura 2).

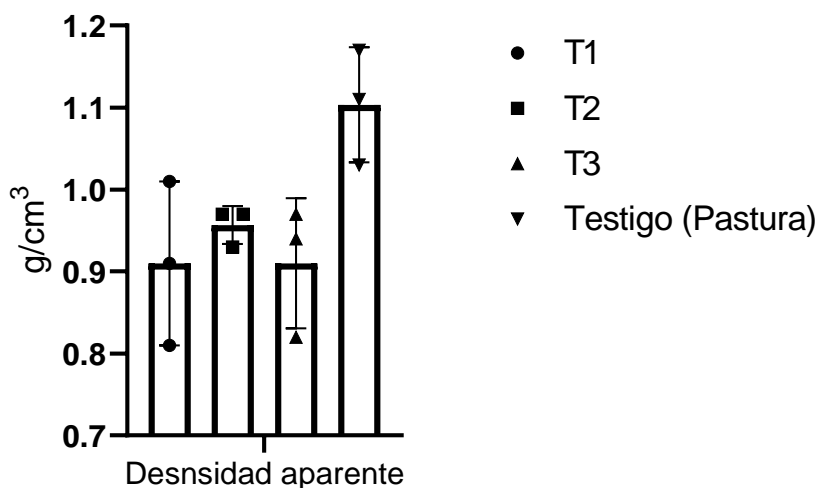


Figura 2. Densidad aparente (g/cm^3) en tres alternativas silvopastoriles en el centro norte de la amazonía ecuatoriana.

El contenido de NH_4 , presentó diferencias estadísticas ($P < 0.05$), en las alternativas silvopastoriles con respecto al pastura en monocultivo (Figura 3), encontrándose en el T1 la mayor concentración de NH_4 (55.99 ppm).

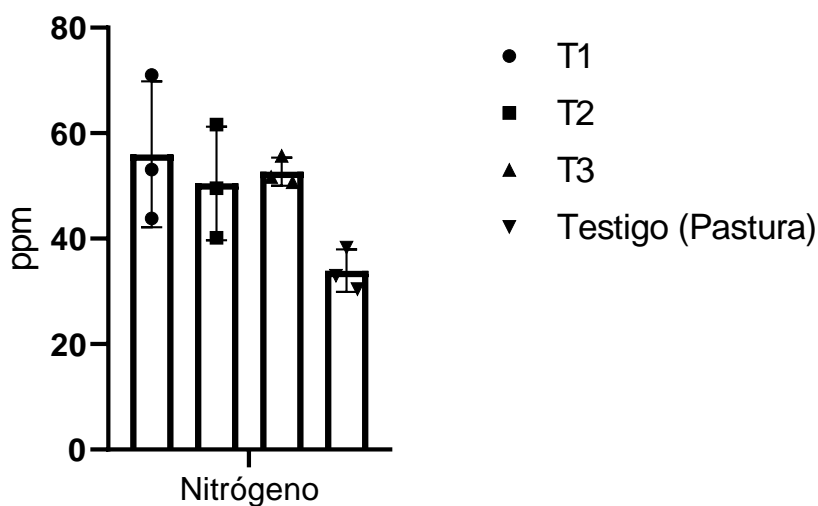


Figura 3. Contenidos de NH_4 (ppm) en tres alternativas silvopastoriles en el centro norte de la amazonía ecuatoriana.

P2A3: Evaluación nutricional del recurso forrajero. (Avance: 5% de 5%)

Se cuenta con una base de datos de los contenidos nutricionales de las especies forrajeras que conforman los sistemas silvopastoriles.

Bibliografía

Budowski, G. (1993). The scope and potential of agroforestry in Central America. *Agroforestry Systems*, 23(2-3), 121-131.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1982. Manual para la evaluación agronómica, Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Editor técnico: José M. Toledo Cali, Colombia, p. 170. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Manual_Evaluacion.pdf.

Haydock, K. P., y Shaw, N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76), 663-670. Consultado de: <<https://doi.org/10.1071/EA9750663>>

Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida (traducido del inglés por Humberto Jiménez Edición I. II reimpresso. II Capítulo. pp 8-12.

Nieto, C. y Caicedo, C. 2012. Análisis reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonia Ecuatoriana. INIAP – EECA. Publicación Miscelánea No. 405. Joya De Los Sachas, Ecuador. 09 y 11 p.

Pezo y Ibrahim 1999. Pastoreo bajo plantaciones. p 11.

Ramos, R. 2003. "Fraccionamiento de carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la tierra en fincas ganaderas de San Miguel de Barranca, Puntarenas-Costa Rica". Tesis M. Sc. Turrialba, CATIE.

Producto 3. Estudiar el comportamiento agronómico de las especies de gramíneas y leguminosas introducidas en el banco de germoplasma.

Antecedentes

La Estación Central de la Amazonia desde hace más de 15 años viene investigando especies de gramíneas y leguminosas, con el propósito de seleccionar ecotipos que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la RAE, además existen algunas especies introducidas por los propios productores de otras zonas del país y países vecinos, por este motivo el programa de Forestería estableció un banco de germoplasma de pastos y forrajes en los predios de la Granja Experimental San Carlos, para evaluar su adaptación, potencial de producción, digestibilidad, y que sirvan de medio de investigación, transferencia tecnológica para productores, técnicos y estudiantes de la RAE.

Metodología

El ensayo está compuesto de 30 parcelas experimentales de 15x15m, se utilizó la metodología de la Red Internacional de evaluación de Pastos Tropicales-RIEPT (Toledo, 1982), para la evaluación de las variables agronómicas y las variables de calidad nutricional como la materia seca verdadera (MS) se determinó mediante una estufa Thermo Scientific de aire forzado a 100°C hasta obtener un peso constante (#934.01), proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl (#979.09), por el método de gravimetría se determinó ceniza (#942.05), fibra cruda (#962.09) y extracto etéreo (#2003.06). Macroelementos Calcio, Magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (#968.08) usando un espectrofotómetro (AAnalyst 700, PerkinElmer) y Fósforo por espectrofotometría UV visible (#965.17) usando un espectrofotómetro (Lamda 25, PerkinElmer), estas metodologías se encuentran descritas en los volúmenes I y II de la Official Methods of Analysis 19th Edición (AOAC, 2012). Fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y Lignina (LG) se determinó por el esquema de Van Soest (Van Soest, 1994) por gravimetría (Dosil Fiber Selecta). La determinación de la digestibilidad *in vitro* se efectuará mediante el método de Goering y Van Soest (1966). El índice de concentración de clorofila (ICC) se determinó con un medidor óptico de clorofila modelo MC-100, Apogee Instruments, Logan, UT (Parry, Blonquist, & Bugbee, 2014), registrando lecturas en el estrato bajo, medio y alto de los arbusto forrajeros en la parte central de cada hoja, la unidades de medida se expresaron en μmol por m^2 .

Resultados

P3A1: Análisis de datos. (Avance: 2.5% de 2.5%)

Se cuenta con una base de datos de las variables del índice de concentración de clorofila (ICC), proteína cruda (PC), así como de los macroelementos del tejido foliar nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (k), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Se ha realizado los respectivos análisis de varianza (tabla 1), de acuerdo al modelo estadístico $y = \mu + B_i + (B^*A)_{i^*j} + (B^*A)_{ij} + C_k + (A^*C)_{jk} + \text{Error experimental}_{ijk}$ en el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2017), las medias se compararon a través de la prueba de Tukey al 5 %, análisis de correlación de Person y regresión lineal.

P3A2: Escritura de manuscrito. (Avance: 5% de 7,5%)

Se ha realizado una revisión sistemática de artículos científicos, para la redacción de los capítulos de introducción, metodología.

Bibliografía

- Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC international* (Vol. I; II). 19ava ed. USA: Gaithersburg
- Carril, E. P.-U. (2011). Fotosíntesis: Aspectos Básicos. *REDUCA (Biología)*, 2(3). Recuperado de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/793>
- García, R. R., y Collazo, M. (2006). *Manual de prácticas de fotosíntesis*. Unam.
- Medina, E., De Bifano, T., & Delgado, M. (1976). Diferenciación fotosintética en plantas superiores. *Interciencia*, 1(2), 96–103.
- Pérez Infante, F. (1977). Posibilidades de los pastos en el trópico. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (Cuba)* v. 11 (2) p. 119-136.
- Simón, L. (2005). El silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizal. *Editorial Universitaria, Guatemala-EEPF «Indio Hatuey», Matanzas, Cuba*.
- Toledo, J. M. (1982). *Manual para la evaluación agronómica: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales*. CIAT. <https://doi.org/10.7910/DVN/DYR7KS>
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
- Wencomo, H. B. (2009). Efecto de la inclusión de *Leucaena* spp. En el comportamiento de la comunidad vegetal. *Pastos y Forrajes*, 32(4), 1-1.

Producto 4. Evaluar la capacidad productiva y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) a diferentes edades de corte en la Estación Experimental Central de la Amazonía.

Antecedentes

En nuestro país la actividad ganadera en su mayoría es manejada de forma extensiva, son pocas las ganaderías tecnificadas que se encuentran en la amazonía ecuatoriana, se necesitan grandes extensiones de terreno para mantener esta actividad. La carga animal es relativamente baja, teniendo entre 0.6-1 Unidades Bovinas Adultas (UBAS) por hectárea, debido a esta problemática y tomando en consideración el marco legal que rige en la constitución del Ecuador, la intervención agropecuaria en la amazonía ecuatoriana debe observar aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales, por esta razón desde la academia, institutos de investigación y políticas públicas de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), han realizado esfuerzos para el desarrollo de alternativas e innovaciones tecnológicas para la intensificación de la ganadería bovina y el manejo eficiente de las pasturas, con el propósito de reducir la frontera pecuaria en la región; es por ello que durante algunos años se han introducido diferentes especies forrajeras genéticamente mejoradas y adaptadas a la condiciones agroecológicas de la zona (Guaicha, 2015).

Metodología

Las parcelas estarán divididas en 4 bloques, mismo que contendrá doce unidades experimentales (cuatro repeticiones por tratamiento), la división de cada bloque se efectuará utilizando un flexómetro, estacas y piolas. Se colectará 1kg de materia fresca de los tratamientos en estudio, se deshidratarán previamente exponiéndolas al sol en un invernadero y se someterán 250 gramos a una temperatura de 60 y 70°C en una estufa Thermo Scientific de aire forzado por 48 horas. Las muestras desecadas se procesarán en un molino Thomas modelo 4 Wiley® Mill, a un tamaño de partícula de 1 y 2mm en el laboratorio de calidad de alimentos de la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA). La altura se tomará en “cm”, con un flexómetro graduado desde la superficie del suelo hasta la parte media terminal de las hojas más altas, sin estirar y sin contar la inflorescencia, a los 30, 45, 60 y 75 días de corte del pasto. La evaluación de la cobertura basal y aérea se ejecutará mediante el método de la línea de Canfield, donde se trazarán transeptos en cada etapa de corte a los 30, 45 y 60 días; se procederá a medir el espacio ocupado por el pasto en el suelo, y sumar el total de plantas presentes en el transepto. Para la evaluación del número de tallos se seleccionará cinco plantas al azar de cada unidad experimental y por observación directa, se contabilizará el número de tallos existentes a los 30, 45, 60 y 75 días de edad. La capacidad productiva será evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días de corte; mediante el método del cuadrante, para lo cual se tomará la muestra del forraje disponible dentro del área del cuadro (6 m²) de cada repetición, posteriormente el forraje será pesado en una balanza de precisión y se relacionará con el 100% de la parcela, se estimará la producción en tonelada de forraje verde por hectárea (t ha⁻¹Corte⁻¹). La materia seca verdadera (MS) se determinará mediante una estufa Thermo Scientific de aire forzado a 100°C hasta obtener un peso constante (#934.01), proteína cruda (PC) mediante el método Kjeldahl (#979.09), por el método de gravimetría se determinará ceniza (#942.05), fibra cruda (#962.09) y extracto etéreo (#2003.06). Macroelementos Calcio, Magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (#968.08) y Fósforo por espectrofotometría UV visible (#965.17), estas metodologías se encuentran descritas en los volúmenes I y II de la Official Methods of Analysis 19th Edición. La Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y Lignina (LG) se determinará por el esquema de Van Soest por gravimetría.

Resultados

P4A1: Evaluación de calidad nutrimental (5% de 5%)

P4A2: Análisis de datos (Avance 5% de 5%)

P4A3: Escritura de manuscrito (Avance: 10 % de 10%)

En el link <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5550>, se encuentran los resultados publicados de este trabajo de investigación.

Bibliografía

- Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC international* (Vol. I; II). 19ava ed. USA: Gaithersburg
- Canfield, R. H. (1941). Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation. *Journal of Forestry*, 39(4), 388-394. <https://doi.org/10.1093/jof/39.4.388>
- Guaicha Solano, M. A. (2015). *Evaluación de diez pastos introducidos en la amazonía ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA* (Bachelor's thesis, ESPOCH). Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5239>
- Martínez, R. O., Tuero, R., Torres, V., & Herrera, R. S. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(2), 189-193.
- Toledo, J. M. (1982). *Manual para la evaluación agronómica: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales*. CIAT. <https://doi.org/10.7910/DVN/DYR7KS>
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.

Producto 5. Evaluar la degradación ruminal, digestibilidad, mitigación de la producción de metano y dióxido de carbono, así como, la capacidad de defaunación ruminal de forrajes arbóreos promisorios para las condiciones edafoclimáticas de la Amazonia Ecuatoriana.

Antecedentes

América Latina y el Caribe albergan ecosistemas únicos y una gran diversidad biológica, los mismos que se modifican aceleradamente, en parte, a la expansión de las fronteras agropecuarias y la deforestación (Magrin, 2015). El cambio climático en la actividad ganadera se reduce a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antrópico (Álvarez, 2014). Para Delgado (2018) el cambio climático tiene fundamentales repercusiones en lo ético, político y técnico, por plantear una oportunidad histórica para la construcción de una relación positiva entre el crecimiento económico y la sustentabilidad de los ecosistemas.

La intervención de la ganadería bovina en los ecosistemas de bosque húmedo tropical, en especial la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) debe partir desde la implementación de sistemas de producción análogos al bosque como los sistemas agrosilvopastoriles, banco de proteínas, asociación de pastos con leguminosas (Alemán-Pérez et al., 2018; Nieto y Caicedo, 2012). Los sistemas silvopastoriles son sistemas de producción alternativos prometedores en los trópicos, porque incorporan árboles y leguminosas arbóreas ricos en nutrientes (Villanueva-Partida et al., 2019).

En la RAE los estudios de los forrajes arbustivos, como fuentes para formar sistemas de producción, se han basado en la evaluación de la capacidad

forrajera, análisis proximal, esquema de Van Soest y digestibilidad aparente, sin embargo, faltan estudios donde se demuestre su rol y eficiencia, en términos de cinética de degradación de la materia seca y orgánica, mitigación de gases de efecto invernadero entérico, contenido de metabolitos secundarios y el efecto defaunante en las poblaciones de protozoos del rumen.

Los arbustos forrajeros *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.; *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.; *Moringa oleifera* Lam.; *Morus alba* L.; *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray; *Trichanthera gigantea* (Bonpl.) Nees, son recursos forrajeros promisorios por la capacidad adaptativa a las diferentes zonas agroecológicas de la RAE, fácil propagación, y alto valor nutritivo. Los principales hallazgos de esta investigación contribuirán a la generación de estrategias de investigación aplicada, transferencia e innovaciones tecnológicas para la formación de sistemas de producción ganaderos sostenibles, y con ello, buscar la resiliencia de la actividad al cambio climático.

Metodología

Corte de igualación de arbustos forrajeros

Los arbustos forrajeros se procederá a realizar el corte de igualación a 100 cm del suelo para estimular rebrotes uniformes (Geraldine y Simón, 2001; Pinot et al., 2019).

Recolección de muestras

La fitomasa de los arbustos forrajeros se cortará de 6 plantas que se encuentren en competencia intraespecífica perfecta a los 60 días de rebrote (Grijalva et., 2011; Peters et al., 2011; Ramos-Trejo et al., 2016). Se colectará aproximadamente 10 kg de materia fresca, la misma se deshidratarán exponiéndolas al sol en un invernadero y procesadas en un molino Thomas Model 4 Wiley® Mill, a un tamaño de partícula de 2 mm, posterior las muestras molidas serán tamizadas a un tamaño de partícula de 0.710 mm y 0.425 mm en el laboratorio de calidad de alimentos de la Estación Experimental Central de la Amazonia.

Evaluación de calidad nutrimental de los arbustos forrajeros

La materia seca (Método # 7.007) y ceniza (Método # 7.009) se determinarán según la AOAC (2012). La fibra detergente neutro (Método #12) y fibra detergente ácida (Método #13) en el analizador de fibra ANKOM²⁰⁰⁰ (ANKOM Technology, Macedon, NY, EEUU). La proteína cruda (PC) se determinará por análisis elemental (N) en el equipo LECO CHN 628 (LECO Corporation). Se cuantificará los taninos con el método descrito por Makkar et al. (1993) y las saponinas por el método del ácido sulfúrico-vainillina descrito por Hiai et al. (1976) en un espectrofotómetro UV visible (Lamda 25, PerkinElmer).

Experimento in situ

Degradación ruminal

Se evaluará mediante la técnica de la bolsa de nylon en el rumen descrita por Ørskov et al. (1980). En cada animal se colocarán las bolsas conteniendo 5 g de materia seca (MS) de cada tratamiento y repetición, se incubarán por 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas (h). Al término de los periodos de incubación, las bolsas serán removidas, lavadas con agua corriente y secada a 60 °C. Las bolsas empleadas para medir la pérdida por lavado (0 h) no se incubaran en el rumen y solo se lavaran con agua corriente. Los residuos se almacenarán en bolsas de polietileno a -4 °C. La desaparición de los nutrientes será calculada como una proporción del material incubado y residual. Los datos se ajustarán a la ecuación^[1]:

$$Y = a + b (1 - e^{-ct}) \quad [1]$$

La degradación efectiva se ajustará mediante la ecuación^[2], considerando una tasa de pasaje de 2, 5 y 8% (Ørskov y McDonald, 1979):

$$DE = a + [(b*c)/(c + k)] \quad [2]$$

Dónde:

Y = Porcentaje de degradación acumulada en el tiempo t %.

DE = Degradación efectiva (%horas).

a = Intercepto de la curva de degradación cuando t= 0, (degradabilidad inicial %).

b = Fracción potencialmente degradada en el rumen, (%).

c = Tasa de degradación, (%horas).

t = Tiempo de incubación en el rumen, (horas).

e = Base de los logaritmos naturales.

k = Tasa de pasaje, (%).

Experimentos in vitro

Digestibilidad aparente y producción de gas

Estas pruebas se realizaran *in vitro*. Para esto, se obtendrá el contenido del rumen (líquido y fracciones sólidas) por separado de cada toro canulado. El contenido ruminal (1000 ml) se recolectará antes de proporcionar el alimento en la mañana y se mantendrá a 39 °C en un recipiente de plástico sellado durante el transporte al laboratorio. El análisis en el laboratorio se realizará dentro de la hora de la recolección en un medio rico en nitrógeno según Menke y Stengass (1988). La producción de gas se determinará según la metodología descrita por Theodorou et al. (1994). En breve, 0.5 g de MS de cada tratamiento se colocará en botellas de vidrio de 100 ml de capacidad nominal, se añadirá 60 ml de inóculo ruminal (70:30 medio/inóculo ruminal) bajo un flujo de CO₂ constante. Las botellas se sellarán y se incubarán a 39-40 °C. La presión de

gas y el volumen se medirán manualmente a las 3, 6, 9, 12, 18, 24, 48, 72 y 96 h después de la incubación con un transductor de presión DELTA OHM modelo DO 9704 (Delta OHM, Padova, Italia) y jeringas plásticas. Para cada tratamiento se utilizarán cinco botellas (repeticiones) por cada tiempo de incubación.

Al final de la incubación, la digestibilidad *in vitro* (MS Fermentable) se estimará mediante el filtrado de los residuos y se corregirá con la MS residual de los frascos utilizados como blancos. Se estimará la producción total de gas por 0.5 g MS fermentable, así como la digestibilidad aparente de MS.

Población de protozoos Holótricos y Entodiniomorfos

Se utilizará cinco botellas por tiempo de incubación (6, 12 y 24 h) para determinar la población de protozoarios del rumen. Al término de cada periodo de incubación se retirará de cada botella 1 ml. Los protozoarios se conservarán con una gota de formol y se almacenarán a 4 °C hasta cuantificarlos utilizando un microscopio óptico (x40) y una cámara Fucsh-Rosenthal. Los protozoarios se teñirán con una solución de verde de metilo formamida (Ogimoto y Imai, 1981).

P5A3: Evaluación de calidad nutrimental (Avance: 5% de 15%)

Se realizó la determinación de la composición química (Materia seca y orgánica, proteína cruda, fibra detergente ácida y neutra, ceniza). Además se realizaron los experimentos *in vitro* (Digestibilidad aparente de la materia seca y orgánica, conteo de poblaciones de protozoarios, producción de gas). El experimento *in situ* se realizó para determinar la degradabilidad de la materia seca, 0, 4, 12, 24, 36, 72 y 96 horas. La calidad nutricional de los arbustos forrajeros *Gliricidia sepium* (T1) *Leucaena leucocephala* (T2), *Moringa oleifera* (T3), *Morus alba* (T4), *Tithonia diversifolia* (T5), se presentan en la tabla 1.

Table 1. Calidad nutricional de arbustos forrajeros

Calidad nutricional	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
MO (g/kg)	930.0	936.0	905.0	919.0	845.0
PC (g/kg)	326.1	310.1	298.0	280.0	293.4
FDN (g/kg)	472.9	445.5	418.9	346.3	454.3
FDA (g/kg)	335.4	315.9	306.5	297.1	283.9

MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida

P5A4: Escritura de manuscrito (Avance: 2,5% de 10%)

Recopilación de 15 artículos científicos que solventaran la discusión de los resultados.

Bibliografía

- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2012). Official methods of analysis. 19th Ed. (Vol. I, II). Gaithersburg, MD, USA: AOAC.
- Alayón-Gamboa, A. (2018). Estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero en la ganadería. *AgroProductividad*, 11(2). Recuperado de <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/112>
- Alemán-Pérez, R., Bravo-Medina, C., y Chimborazo, C. (2018). Propuesta de manejo agroecológico de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana. *Cuadernos de Agroecología*, 13(1). Recuperado de <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/download/1038/556>
- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 107-115. Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=193022245001>
- Álvarez, A. (2014). El cambio climático y la producción animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 7-10. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122004.pdf>
- Barros-Rodríguez, M., Solorio-Sánchez, F., Sandoval-Castro, C., Klieve, A., Rojas-Herrera, R., Briceño-Poot, E., y Ku-Vera, J. (2015). Rumen function in vivo and in vitro in sheep fed *Leucaena leucocephala*. *Tropical Animal Health and Production*, 47(4), 757-764. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0790-y>
- Barry, R. G., y Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, weather and climate*. Routledge. Recuperado de <https://content.taylorfrancis.com/books/download?dac=C2009-0-00326-3&isbn=9781135267490&format=googlePreviewPdf>
- Beltrán-Santoyo, M., Álvarez-Fuentes, G., Pinos-Rodríguez, J., Contreras-Servín, C. (2016). Emisión de metano en los sistemas de producción de leche bovina en el Valle de San Luis Potosí, México. *Agrociencia*, 50(3), 297-305. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952016000300297&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Blanco, G., León, O., Vázquez, R., Vázquez, G., y Campana, N. (2019). Efecto de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la población de metanógenos y protozoos del rumen. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, 2(3), 01-10. Recuperado de <http://www.refcale.uleam.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/2908>
- Botero, M., Cristina, I., Cantet, J., Montoya, S., Londoño, C., Antonio, G., y Barahona, R. (2013). *In vitro* methane production from two tropical grasses alone or in combination with *Leucaena leucocephala* or *Gliricidia sepium*. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 8(2), 15-31. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1900-96072013000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Caballero, M., Lozano, S., y Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: Una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10), 2-12. Recuperado de http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf
- Cardona-Iglesias, J. L., Mahecha-Ledesma, L. M., y Angulo-Arizala, J. (2017). *Arbustivas forrajeras y ácidos grasos: Estrategias para disminuir la producción de metano entérico en bovinos*. Recuperado de

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212017000100022

- Delgado, M. (2018). El desarrollo y cambio climático. Una mirada desde América Latina. *Revista del CESLA. International Latin American Studies Review*, (21), 193-212. Recuperado de <https://www.revistadelcesla.com/index.php/revistadelcesla/article/view/483>
- Elghandour, M. Y., Khusro, A., Adegbeye, J., Tan, Z., Hafsa, A., Greiner, R., ... Salem, M. (2019). Dynamic role of single-celled fungi in ruminal microbial ecology and activities. *Journal of Applied Microbiology*. <https://doi.org/10.1111/jam.14427>
- Gobierno autónomo descentralizado municipal La Joya de los Sachas [GADMCJS]. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana: Diagnóstico estratégico*, (Vol. 1). p. 44. Recuperado de <https://munjoyasachas.gob.ec/index.php/canton/2013-05-10-16-33-47>
- Galindo, J., Delgado, D., Pedraza, R., y García, E. (2005). Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*, 28(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=269121628005>
- Galindo, J., Elías, A., Muñoz, E., Marrero, Y., González, N., y Sosa, A. (2017). Ruminal activators, general features and their advantages for feeding ruminants. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 51(1), 11–23. Recuperado de <http://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/680>
- Geraldine, A y Simón, L. (2001). Estudios del nivel de poda en una plantación de *Leucaena leucocephala* CNIA-250. *Pastos y Forrajes*, 24(2). Recuperado de [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=911](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=911)
- Gerber, J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock*. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2016016977>
- Grijalva, J., Ramos, R., y Vera, A. (2011). *Pasturas para sistemas silvopastoriles: Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonia baja del Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/459>
- Hiai, S., Oura, H., y Nakajima, T. (1976). Color reaction of some saponins and saponins with vanillin and sulfuric acid. *Planta Medica*, 29(2), 116-122. doi: 10.1055/s-0028-1097639
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (Vol. 83). Agroamérica. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&ots=oNgz2yXHwQ&sig=OjUjgWhVmz6V0xzwHNaxzyF-ZQl
- Jenko, C., Bonato, P., Fabre, R., Perlo, F., Tisocco, O., y Teira, G. (2018). Adición de taninos a dietas de rumiantes y su efecto sobre la calidad y rendimiento de la carne. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29(56), 224-241. Recuperado de <http://pcient.uner.edu.ar/cdyt/article/view/355>
- Magrin, G. (2015). *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/39842>
- Manotoa, C., y Barros, M. (2016). *Capacidad de defaunación ruminal y mitigación de gases de efecto invernadero: Efecto de leguminosas forrajeras arbóreas y arbustivas* (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/18556>
- Makkar, H. P. S., Blümmel, M., Borowy, N. K., y Becker, K. (1993). Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 61(2), 161-165. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740610205>
- Menke, H., y Stengass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res*

- Develop*, 28, 7-55. Recuperado de <https://www.scienceopen.com/document?vid=e1859372-e696-424a-85fb-d305b0b594bc>
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=83728497002>
- Murgueitio E., Chará J., Barahona R., Cuartas C., y Naranjo J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=93935728001>
- Nieto C., y Caicedo, C. (2012). *Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la amazonía ecuatoriana*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>
- Ochoa, P., y Noguera, R. (2014). Metanogénesis ruminal y estrategias para su mitigación. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(2), 307–323. Recuperado de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/3151/0>
- Ogimoto, K., & Imai, S. (1981). *Atlas of rumen microbiology*. Japan Scientific Societies Press. Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19821429229>
- Ørskov, R., Hovell, D., y Mould, F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5(3), 195–213. Recuperado de http://www.fao.org/WAICENT/faoINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/TAP53/53_1.pdf
- Ørskov, R., y McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
- Ortiz, M., Posada, L., y Noguera, R. (2014). Efecto de metabolitos secundarios de las plantas sobre la emisión entérica de metano en rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*, 26(11). Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Rosero_Noguera/publication/287240114_Effect_of_plant_secondary_metabolites_on_methane_enteric_emission_in_ruminants/links/575c030108ae9a9c9556feb7/Effect-of-plant-secondary-metabolites-on-methane-enteric-emission-in-ruminants.pdf
- Patra, K., y Saxena, J. (2009). Dietary phytochemicals as rumen modifiers: A review of the effects on microbial populations. *Antonie van Leeuwenhoek*, 96(4), 363-375. <https://doi.org/10.1007/s10482-009-9364-1>
- Peters, M., Franco, T., Schmidt, A., y Hincapie, B. (2011). *Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10568/54681>
- Pinot, F., Sorto, J., Bardales, G., Aguilar, A., Valverde, C., & Molina, M. (2019). Capacidad de rebrote de *Leucaena macrophylla* Benth con fines dendroenergéticos en Cortes, Honduras. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(38), 47-54. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v16n38/2215-2504-kuru-16-38-47.pdf>
- Piñeiro-Vázquez, T., Canul-Solís, R., Alayón-Gamboa, A., Chay-Canul, J., Ayala-Burgos, J., Aguilar-Pérez, F., ... Ku-Vera, C. (2015). Potencial de los taninos condensados para reducir las emisiones de metano entérico y sus efectos en producción de rumiantes. *Archivos de medicina veterinaria*, 47(3), 263-272. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2015000300002>
- Puniya, K., Singh, R., y Kamra, N. (2015). *Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution*. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?cluster=9182326673810057219&hl=es&as_sdt=0,5

- Ramos-Trejo, O., Canul-Solis, R., y Ku-Vera, C. (2016). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción forrajera de *Gliricidia sepium* en Yucatán, México. *Revista Bio Ciencias*, 4(2), 116-123. <https://doi.org/10.15741/revbio.04.02.04>
- Rendón-Huerta, A., Pinos-Rodríguez, M., Kebreab, E. (2018). Estrategias de nutrición animal para reducir emisiones de gases de efecto invernadero en ganado lechero. *Acta universitaria*, 28(5), 34-41. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1766>
- Statistical Analysis System [SAS]. (2002). Institute Inc., SAS/STAT. Software v. 9.00. Cary, NC, USA.
- Sparg, G., Light, E., y Van Staden, J. (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(2), 219-243. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.05.016>
- Theodorou, K., Williams, A., Dhanoa, S., McAllan, B., y France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48(3), 185-197. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)
- Vélez-Terranova, M., Campos-Gaona, R., y Sánchez-Guerrero, H. (2014). Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=93935728004>
- Villanueva, C., Casasola, F., y Detlefsen, G. (2018). *Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica*. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/8729>
- Villanueva-Partida, C. R., Díaz-Echeverría, V. F., Chay-Canul, A. J., Ramírez-Avilés, L., Casanova-Lugo, F., & Oros-Ortega, I. (2019). Productive and ingestive behavior in growing hair sheep in silvopastoral and stabled weight-gain systems. *Rev Mex Cienc Pecu*, 10(4), 870-884. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Casanova_Lugo/publication/337616210_Comportamiento_productivo_e_ingestivo_de_ovinos_en_crecimiento_en_sistemas_silvopastoriles_y_de_engorda_en_confinamiento/links/5de2ca734585159aa4578b4a/Comportamiento-productivo-e-ingestivo-de-ovinos-en-crecimiento-en-sistemas-silvopastoriles-y-de-engorda-en-confinamiento.pdf