

Efectos socio-ambientales de la intensificación de la ganadería en ecosistemas de altura (paramos) del sur-oeste de Tungurahua

Pablo Pomboza-Tamaquiza^{1,*} , Aida Ximena Parco-Asitimbay

(1) Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Técnica de Ambato y Universidad Intercultural de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas Amawtay Wasi. Quito -Ecuador.

*Autor de correspondencia: Pedro Pomboza-Tamaquiza [ptamaquiza@gmail.com]

> Recibido el 10 de septiembre de 2021 - Aceptado el 04 de enero de 2022

Como citar: Pomboza Tamaquiza, P., Parco-Asitimbay, X. 2022. Efectos socio-ambientales de la intensificación de la ganadería en ecosistemas de altura (paramos) del sur-oeste de Tungurahua. *Ecosistemas* 31(1): 2296. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2296>

Efectos socio-ambientales de la intensificación de la ganadería en ecosistemas de altura (paramos) del sur-oeste de Tungurahua

Resumen: El objetivo de trabajo fue identificar los principales efectos socio ambientales de la intensificación de la ganadería, en el ecosistema paramo del sur-oeste de la provincia de Tungurahua que se extiende desde los 3000 msnm, en el marco de las transformaciones de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAS). Se seleccionaron las comunidades de San Luis de Chibuleo y Atillo ubicados en los cantones de Ambato y Mocha respectivamente para ello se consideraron dos criterios: 1) que sean comunidades aledañas a los páramos y 2) que su mayor rubro de producción sea la ganadería. Dado que las comunidades no cuentan con una base de datos sobre de los ganaderos, se aplicó un muestreo no probabilístico y se realizaron 49 y 28 entrevistas respectivamente. Además, se analizaron 12 muestras de suelos tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad: seis en la comunidad de San Luis de Chibuleo y seis en Atillo. En cada comunidad, se tomaron tres muestras de suelos donde se cultivaron papas y tres en suelos cultivados con pastos. Los resultados indican que en promedio las familias tienen 5 unidades bovinas por familia. La intensificación de la ganadería tuvo también efectos favorables como el incremento de la fertilidad en suelos con pastos (12.67% M.O. y 75.67 ppm de Nitrógeno), abastecimiento de leche para consumo familiar (2 l/día), generación de ingresos permanentes para la familia (entre 307 a 504 USD/mes). Y efectos adversos como presión al ecosistema paramo por pastoreo de animales; reducción del área de cultivos agrícolas (papas) y mayor dependencia alimentaria de otros productos agrícolas. Sin embargo, la agricultura ocasiona mayor impacto negativo en los suelos y en el ambiente por el alto uso de pesticidas. En este escenario la presencia de las comunidades en estos territorios genera efectos antrópicos. Por otro lado, la población local se ve en la obligación de utilizar estos recursos para la reproducción de sus sistemas de vida. Los resultados sugieren incorporar prácticas agroecológicas y equilibrar los componentes: pecuario, agrícola y silvicultura en las unidades productivas agrícolas, de este tipo de comunidades que frente a la necesidad de recursos económicos no tienen otra alternativa que utilizar los recursos del medio.

Palabras clave: cambio climático; ganadería; paramos; pastos

Socio-environmental effects of livestock intensification in high altitude ecosystems (paramos) of southwestern Tungurahua

Abstract: The objective of this work was to identify the main socio-environmental effects of livestock intensification in the southwestern paramo ecosystem of the province of Tungurahua, which extends from 3000 meters above sea level, in the context of the transformation of the Agricultural Production Units (UPAS). The communities of San Luis de Chibuleo and Atillo, located in the cantons of Ambato and Mocha, respectively, were selected based on two criteria: 1) that they are communities located near the moorlands and 2) that their main production is livestock. Given that the communities do not have a database on cattle ranchers, a non-probabilistic sampling was applied and 49 and 28 interviews were conducted, respectively. In addition, 12 soil samples taken between 20 and 30 cm depth were analyzed: six in the community of San Luis de Chibuleo and six in Atillo. In each community, three soil samples were taken from soils where potatoes were grown and three from soils cultivated with pasture. The results indicate that on average the families have 5 cattle units per family. Livestock intensification also had favorable effects such as increased fertility in pasture soils (12.67% OM and 75.67 ppm of nitrogen), milk supply for family consumption (2 l/day), generation of permanent income for the family (between 307 to 504 USD/month). And adverse effects such as pressure on the paramo ecosystem due to animal grazing; reduction of the area of agricultural crops (potatoes) and greater food dependence on other agricultural products. However, agriculture has a greater negative impact on soils and the environment due to the high use of pesticides. In this scenario, the presence of communities in these territories generates anthropic effects. On the other hand, the local population is obliged to use these resources for the reproduction of their livelihood systems. The results suggest incorporating agroecological practices and balancing the components: livestock, agriculture and forestry in the agricultural productive units of this type of communities that, faced with the need for economic resources, have no other alternative but to use the resources of the environment.

Keywords: climate change; livestock; paramos; pasture

Introducción

En la región andina, la ganadería a partir de la colonización española se enriqueció con la introducción de nuevas especies pecuarias (ganado vacuno, ovino y porcino). En sus inicios los principales propietarios y acumuladores de grandes extensiones de tierras, fueron la iglesia católica y los primeros hacendados que se volvieron ganaderos. Este, proceso ocurrió en varios países de América Latina a partir de 1492 hasta 1810. La ganadería siempre fue parte de los sistemas productivos campesinos, en ellos el agricultor hacia arreglos para manejar cultivos, criar animales y realizar actividades forestales, con el aporte del trabajo familiar. En estos, sistemas la producción de pequeños rumiantes generalmente operaban en una de tres modalidades: intensivo, semi-intensivo y extensivo (Vázquez-García 2015).

Estas, formas de producción aún son importantes pues gran parte de la producción de alimentos de origen animal vienen de este sector. Además, de los 47 millones de personas que sufren hambre en el continente americano la mayoría viven en zonas rurales (Rodríguez et al. 2016). En América Latina, la agricultura familiar se desarrolla en sistemas de producción muy diversos y aportan a la estabilidad de los ecosistemas, tienen mayor rentabilidad a lo largo del año, aseguran el autoconsumo familiar, reducen los riesgos y tienen menor dependencia de insumos externos (Pengue 2005).

En el Ecuador según, datos del INEC en 2021, la actividad ganadera mantuvo una tasa creciente con respecto al año 2020 (BCE COFIDE 2021). En 2020, el 49.11 % de ganado vacuno se localizó en la sierra, el 41.24% en la costa; y el 9.65 % en la amazonia. En este año se reportaron 962 520 vacas ordeñadas y un promedio de producción, de 10 l/vaca/día. Estos, indicadores muestran la presencia de mayor ganado lechero en la sierra, así como la existencia de pastos cultivados y naturales.

Trabajos preliminares sobre la intensificación de la ganadería reportan que en países como México, los sistemas tradicionales se transformaron por la demanda de tierras para cultivos comerciales; el aumento de los costos de producción agrícola; el ingreso de empresas de transformación de la leche (Nestlé) que aseguraba la comercialización; y la implantación de políticas públicas que favorecieron el acceso a créditos para equipamiento y producción lechera (compra de animales) e incluían subsidios a los insumos para la ganadería (Tallet 2007).

Por otra parte, un fenómeno muy generalizado fue la ampliación de la frontera agrícola hacia los ecosistemas naturales para actividades agropecuarias, ello trajo como consecuencia impactos negativos especialmente en regiones montañosas. En Argentina se estimó que el cambio en el uso de la tierra ocasionó un aporte adicional de 250 000 a 500 000 m³ de escurrimiento y de 1100 t de sedimentos al año (Kraemer et al. 2012). Esto, demuestra que la vegetación natural ejerce fuerte influencia en los ciclos del agua, carbono y nitrógeno; y que los cambios del uso de suelo alteran los flujos hídricos y de nutrientes, con efectos a diferentes escalas (Meglioli 2016).

También, la integración de la ganadería a los bosques modificó las comunidades microbianas del suelo, facilitó la aparición de nuevos grupos microbianos. El contenido de carbono del suelo y la composición química de las hojas de las diferentes especies arbóreas del bosque, afectarían la composición y la diversidad metabólica de las bacterias del suelo (Silberman et al. 2016). La cobertura arbórea participa en la autorregulación del ecosistema en épocas climáticas desfavorables, en la ganadería se sugiere incluir el componente forestal, y la conservación de los remanentes de bosque (Ramos-Montaño y García-Conde 2016). Por ello, los sistemas silvopastoriles son una buena alternativa (Mahecha 2002).

La intensificación de la ganadería, en Latino América está catalogada como una actividad responsable de la destrucción de recursos naturales, como el suelo, agua, biodiversidad entre otros, a más generar emisiones de carbono y aportar escasos beneficios sociales, especialmente para los pequeños ganaderos. Sin embargo, el uso del ecosistema paramo por las poblaciones que ha-

bitan estos ecosistemas o sus límites, en actividades agrícolas o ganaderas permite gestionar su economía y alimentación (Pezo 2019). Las condiciones de pobreza y deterioro de los recursos productivos en las zonas bajas ha obligado a los pequeños ganaderos a buscar en los páramos alternativas para la producción pecuaria (Velasco et al. 2015).

En cuanto, a la ganadería en los páramos, desde la conquista las comunas campesinas, fueron obligadas a dejar los valles (tierras fértiles) y ubicarse en tierras altas. En éstas, desarrollaron sistemas productivos, con base en su conocimiento local, adaptaron la naturaleza, combinaron la agricultura con la ganadería menor (ovinos y auquénidos), especialmente las familias jóvenes sin tierra o con parcelas muy pequeñas (Camacho 2014).

El páramo se ubica entre 3600 o 3900 msnm hasta los 4700 msnm con temperaturas entre 3 y 6 °C. Mientras que, las zonas de subpáramo se ubican entre 3000 a 3600 en la cordillera Central y entre 3200 a 3900 msnm en la cordillera Occidental con una temperatura que varía entre 6 a 12 °C (Camacho 2014). Este ecosistema se caracteriza por el clima frío, por alta nubosidad, presencia de altas precipitaciones.

En este, contexto la producción agropecuaria del Ecuador y en particular de Tungurahua, atraviesa una etapa de fuertes cambios de los patrones tradicionales, sus causas son poco conocidas a igual que los impactos en la economía campesina, en el suelo, en el medio ambiente y en la seguridad alimentaria. El objetivo, del trabajo fue identificar los principales impactos de la ganadería tradicional en el ecosistema paramo, en el marco de las transformaciones que atraviesan las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAS) de comunidades rurales de la provincia de Tungurahua. Los resultados contribuyen a explicar las principales causas y sugerir propuestas para mitigar las consecuencias de estas transformaciones.

Materiales y métodos

Descripción de las comunidades

La investigación se realizó en el cantón Mocha (Comunidad Atillo) y en el cantón Ambato, (Parroquia Juan Benigno Vela-Comunidad San Luis), Provincia Tungurahua, Ecuador (Fig. 1). Estas, comunidades se caracterizan por tener agricultura familiar con orientación a la ganadería y desde hace algunos años experimentaron cambios en sus patrones de cultivos.

En Juan Benigno Vela, la población se dedica a las actividades agropecuarias, al comercio de productos alimenticios, entre otras. La agricultura se distingue por la producción de hortalizas y frutales en la parte baja; papas y cultivos andinos en la zona media y pastos en la zona alta. La parroquia tiene 2863 hectáreas de tierras agrícolas de las cuales unas 2800 hectáreas se dedican a pastos para ganadería de leche; 26 hectáreas con papas, 2 hectáreas se encuentran con frutales, 10 hectáreas con hortalizas y maíz con 10 hectáreas (Charco 2008, comunicación personal). Los productos agropecuarios son comercializados en los mercados locales de Santa Rosa y de la ciudad de Ambato. La Comunidad de San Luis presenta un clima frío templado, suelos negros con alto contenido de materia orgánica, en la zona baja un relieve plano con pendiente altas en la cercanía al paramo, con una temperatura promedio de 11°C, el centro de la comunidad se ubica en las coordenadas geográficas: 1°19'44.48"S y 78°43'2.25"O y a 3340 msnm (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Juan Benigno Vela 2019).

En cambio, Mocha tiene clima frío, una población proyectada a 2020 de 7336 habitantes. El 43.5 % de la Población Económicamente Activa (PEA) se dedica a la actividad agropecuaria, cuenta con 5050 ha de tierras agrícolas. El 92 % de los predios son menos de 0.5 ha y el 69 % de la superficie agrícola presentan riesgos de heladas (Gobierno Autónomo Descentralizado de Mocha 2019). El 50% de las UPAS tuvieron acceso al agua de riego. Además, se reporta en 585.25 l/s el total de agua para riego concesionado en



Figura 1. Ubicación de las comunidades en la provincia de Tungurahua.

Figure 1. Location of the communities in the province of Tungurahua.

fuentes del Cantón Mocha, de estos 335 l/s se destinan a riego dentro del cantón y benefician a unos 1626 regantes ([Gobierno Autónomo Descentralizado de Mocha 2019](#)). La comunidad de Atillo, presenta un clima frío, con temperatura estimada de 10 °C, suelos negros, con un relieve ondulado con pendientes pronunciadas. El centro de la comunidad de Atillo se ubica entre las coordenadas geográficas 1°24'48.39"S y 78°40'1.07"O a una altitud de 3341 msnm ([Gobierno Autónomo Descentralizado de Mocha 2019](#)).

Aplicación de encuestas y variables

Se aplicó la metodología de estudios de caso, para ello se seleccionaron dos comunidades Atillo y San Luis de Chibuleo respectivamente, se realizó un muestreo no probabilístico considerando como criterio la tenencia de ganado vacuno en sus unidades productivas. En San Luis, se seleccionaron 49 unidades productivas y en Atillo 28 UPAs. Las UPAs se ubican en la zona de subpáramo (3000 y 3600 msnm), que por procesos de ampliación de la frontera agrícola fue incorporado a las actividades agropecuarias y en la actualidad son propiedades privadas. Se aplicó una encuesta que incluyó las variables: edad del jefe de familia, nivel de educación y género del informante; porcentaje de terrenos utilizados en la agricultura y en la ganadería; promedio de ganado vacuno por cada UPA; litros de leche producidos por UPA; precio de venta de la leche; meses de escases de pastos; jornadas de trabajo; especies pecuarias; uso de pastos naturales, entre otros. El estudio inició con la aplicación de encuestas noviembre de 2016 y concluyó en 2018. Sin embargo, la actualización de datos se realizó octubre de 2021. Además, se realizó entrevistas semiestructuradas a informantes claves en las dos comunidades con base en la metodología propuesta por Sandoval ([Sandoval 1996](#)). También, se realizaron recorridos de observación por todo el territorio de las comunidades.

Extracción de muestras de suelo y análisis estadístico

Con el fin de identificar diferencias entre suelos agrícolas y suelos destinados a la ganadería se tomaron 12 muestras compuestas de suelos, tomadas entre 20 y 30 cm de profundidad: seis en la comunidad de San Luis de Chibuleo y seis en Atillo (3 muestras de suelos que fueron cultivados papas y 3 con pastos) para ello se utilizó la metodología de muestreo de [Alvarez y Rimski-Korsakov \(2016\)](#), las muestras fueron analizadas (macro y micro nutrientes) en el labora-

torio. Los suelos de San Luis y Atillo son muy semejantes, son suelos negros del tipo andosoles con un profundo horizonte A, rico en materia orgánica, de textura franco arcilloso y franco limoso, el pH varía entre 6 a 7, son ligeramente ácidos ([Geoinformática y Sistemas Cia. Ltda 2015](#)). Con los datos obtenidos se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. La información recolectada fue procesada en el programa estadístico SPSS y Excel 2015, se realizaron estadísticos descriptivos, frecuencias, de variables como: edad, género, producción agropecuaria, percepción climática, entre otros.

Modelo ARIMA predicción de futuros

Para identificar el crecimiento de la actividad ganadera en los próximos años, se realizó el análisis de predicción de futuros con valores del número de cabezas de ganado vacuno, con base en datos de 15 periodos de tiempo (2002 a 2016) reportados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos ([Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2011](#)). Para ello se utilizó el modelo de un promedio móvil auto regresivo integrado (ARIMA), que calcula el mejor pronóstico disponible para datos futuros que relaciona el valor más reciente con los valores y ruido previos.

Resultados y discusión

Caracterización de 77 unidades productivas agropecuarias (UPAS)

Con respecto a la edad de los informantes, el 39 % registro entre 42 a 52 años; el 26 % entre 31 a 41 años; el 19.5 % entre 53 y 63 años; el 14.3 % está entre de 64 a 78 años; y el 1.3 % entre 20 a 30 años, el promedio fue 49 años. La población trabajadora en la agricultura familiar especializada y agricultura familiar diversificada, en 1996 fue 48.84 años y en 2006 fue 49.4 años ([Martínez Valle 2013](#)). En cuanto al género el 53 % fueron mujeres y el 47 % hombres, lo que sugiere que la mayoría de UPAs esta regentada por hombres, a diferencia de UPAs del cantón Pujili que reportaron 55.05% de UPAs bajo la responsabilidad de mujeres ([Jácome et al. 2020](#)). El 79 % tuvo educación primaria, mientras que el 13 % educación secundaria y el 2.6 % educación superior. El 5.2 % menciono no saber leer ni escribir. El 20 % de UPAs tuvo entre 2 y 3 miembros; el 52 % tiene entre 4 y 5 miembros y el 28 % tiene de 6

a 8 miembros, promedio 4,5 personas/familia. Con respecto, a la edad de los informantes los resultados muestran un bajo relevo generacional de la población dedicada a las labores agrícolas (49 años promedio) y un considerable número de familias viven pocas personas (tres miembros).

Sobre el trabajo familiar, en las comunidades de San Luis y Atillo el 94.8 % de las madres de familia trabajan en labores agropecuarias, mientras que el 5.2 % se dedican a labores no agrícolas; el 71.4 % de padres de familia mencionaron trabajar en actividades agropecuarias y el 28.6 % trabajar en actividades no agrícolas. Por otro lado, en un 42% de UPAs los hijos participan de labores agropecuarias.

En relación con la topografía de las UPAS, en la comunidad de San Luis, se estimó que el 15 % se ubican en suelos con pendientes altas, mientras que el 70 % en pendiente media y el 15 % en suelos planos. En la comunidad de Atillo el 53 % en pendiente alta, asimismo el 43 % en pendiente media y un 3 % se ubican en suelos planos (Fig. 2).

Acerca del agua de riego, en la comunidad de San Luis el 6 % no dispone de riego, y en Atillo el 67 % debido al acaparamiento de los hacendados. En cuanto a la producción pecuaria de especies menores, en la comunidad de San Luis destaca la producción de cuyes (*Cavia porcellus*) (70%) y ovejas (63%), mientras que en Atillo pollos (78%) y cuyes (75%). El promedio en las comunidades estudiadas, se encontró: cuyes 24; pollos 6; conejos 4.5; borregos 1.9; cerdos 0.7; y vacunos 5.3 animales.

Sobre el ganado vacuno, en las comunidades estudiadas, se encontró que el 62% tienen ganado criollo y el 27% poseen ganado mejorado y el 10% tienen ganado de razas Holstein y Brown swiss. Con respecto al aprovechamiento de la leche para la elaboración de quesos solo el 14% elaboran quesos. La mayoría de los campesinos venden la leche cruda a centros de acopio y/o piqueros. El 76% de las UPAs se dedica a la ganadería de leche, el 2.6% a la ganadería de engorde y el 21% a la de doble propósito. En la Tabla 1, se muestran las principales diferencias entre las dos comunidades.

El incremento de ganado vacuno en las UPAs, afecta a las propiedades físicas y químicas de los suelos. Entre los efectos físicos se citan: el compactamiento del suelo por pisoteo de los animales, que reduce la densidad aparente, la capacidad de almacenamiento de oxígeno y agua. También el pisoteo de los animales, sobre todo en suelos con altas pendientes, ocasiona deslizamiento de tierras, derrumbes que con las lluvias aceleran la erosión del suelo. En cuanto al efecto de las propiedades químicas ocasiona salinización de los suelos, incremento de nitritos y nitratos que afecta al agua de los mantos freáticos. Finalmente otro efecto del incremento de ganadería es el reemplazo de la vegetación natural del páramo (árboles, arbustos, pajonal) con el fin de establecer pasturas, que modifica el clima de los micro ecosistemas y altera la micro y macrofauna (Mora et al. 2017).

Ganadería vacuna y agricultura

La ganadería demanda menores gastos que los cultivos agrícolas. El 40.3% de los campesinos consideró que la facilidad de trabajo de la ganadería influyó para dedicarse a la misma. Con respecto, al tiempo diario dedicado a las actividades ganaderas en promedio en las dos comunidades, el 10% dedica entre 1 a 2 horas; el 58% entre 4 y 3 horas; el 24 % entre 5 y 6 horas; y el 7 % entre 7 y 10 horas. La ganadería demanda menos mano de obra que la agricultura, la misma que es cada vez más escasa y costosa. En las comunidades rurales el costo de un jornal (2021) se registró entre 12 y 15 USD/día. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, conviene un manejo equilibrado de los recursos de la agricultura y la ganadería, que se complementan, y pueden aportar a obtener mejores ingresos totales de la UPA (Hurtado et al. 2020).

Con respecto al mercado de la leche, la presencia de centros de acopio lechero, instalada en los territorios, facilitó la venta y estabilizó el precio de la leche. Los ingresos permanentes de la venta de la leche, constituyó uno de los principales estímulos. En general el 42% indicó sentirse motivado por esta particularidad. El 91% de las UPAs perciben ingresos por la venta de leche, de ellos el 49 % cada mes, el 35% cada semana y el 8 % cada quincena. El precio de la leche promedio, fue 0.36 dólares (mínimo 0.25 y máximo de 0.42 dólares/l). En San Luis, el 49 % entregaron la leche a los piqueros, el 47% entregaron al centro de acopio local y el 4 % vendieron al consumidor final. Mientras que, en la comunidad de Atillo el 63% entregaron al centro de acopio local y el 37 % vendieron a los piqueros. En promedio el 28% de informantes consideró la ganadería como altamente rentable, 66% poco rentable y el 7%



Figura 2. Ganadería comunidad Atillo.

Figure 2. Livestock community Atillo.

Tabla 1. Principales características de las comunidades estudiadas en Mocha y Juan B Vela.

Table 1. Main characteristics of the communities studied in Mocha and Juan B Vela.

Parámetro	Atillo (28*)	San Luis Chibuleo (49*)
Promedio de tierras de las UPAs (ha)	0.35	0.84
Promedio de cabezas de ganado vacuno por UPA	6	5
UPAs sin agua de riego (%)	66.7	6.4
UPAs en tierras planas (%)	3.3	14.9
Costo promedio de venta de litro de leche (USD)	0.36	0.36
UPAs que entregan leche a piqueros (%)	36.7	48.9
UPAs que entregan leche a centros de acopio local (%)	63.3	46.8
Porcentaje de tierra que dedican (UPAs) al cultivo de pastos (%)	79	71

*Número de encuestas realizadas.

nada rentable. La introducción de cadenas de acopio y comercialización de la leche en las zonas rurales, al parecer constituye una de las principales motivaciones para el desarrollo de la ganadería, como también ocurrió en México (Tallet 2007).

Tanto la agricultura como la ganadería contribuyen al calentamiento climático, por la emisión de compuestos contaminantes como: el CO₂, el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄), frente a lo cual es posible desarrollar medidas de mitigación mejoramiento genético y producción de germoplasma, gestión de las excretas, sistemas de pastoreo, uso de leguminosas forrajeras entre otras (Costantini et al. 2018).

Según el conocimiento etnoclimático de los campesinos, los meses más lluviosos son: en Atillo entre enero y febrero y en San Luis entre abril, mayo y junio. Mientras que, los meses más secos se registran entre septiembre, octubre y noviembre, apreciación que coinciden entre las dos comunidades estudiadas (Fig. 3). Las precipitaciones son determinantes para el desarrollo de los pastos, en los meses de sequía, estos se escasean y afectan la producción de leche. En la percepción de los campesinos sobre los meses lluviosos, se observan diferencias entre las localidades. Esto, se explica por la ubicación geográfica, dado que Atillo se encuentra hacia la cordillera oriental y San Luis hacia la cordillera occidental. Frente a estos cambios los campesinos adoptan estrategias como cambio de cultivos agrícolas a pastos, modificación de fechas de siembras, migración y diversificación de fuentes de ingresos (Ocampo 2011; López y Hernández 2016). Según datos de la estación climática más cercana (Quero chaca) en las comunidades de estudio, las mayores precipitaciones se registran entre marzo y julio (Fig. 4). Y los meses que presentan temperaturas más elevadas son entre noviembre y diciembre y los meses más fríos son julio y agosto.

Efectos de la ganadería en la fertilidad del suelo

Con respecto, a los impactos de la ganadería se encontraron impactos positivos, tales como: 1) Incremento de la fertilidad de los suelos, el análisis de significación con la prueba de Tukey al 5% (Tabla 2), reveló que los suelos de San Luis, cultivados con pastos (L1C2) tuvieron mayor cantidad de materia orgánica (12.67 %). Mientras que, los suelos de Atillo cultivados con papas (L2C1) reportaron menor cantidad de materia orgánica (4.67 %). En cuanto, al contenido de Nitrógeno, los suelos de San Luis con pastos (L1C2) presentaron mayor cantidad (75.67 ppm). Mientras que los suelos de Atillo cultivados con papas (L2C1), menor cantidad (26.67 ppm). La presencia de mayor nitrógeno en suelos con pastos, al parecer se debe a la fertilización nitrogenada que realizan los campesinos a los pastos así como también al aporte de nitrógeno de orinas y excretas del ganado (Saborio-Montero et al. 2015).

Los suelos con pastos conservan mejor la materia orgánica y la humedad, no así los suelos sometidos a las actividades agrícolas con cultivos transitorios, son removidos su capa fértil en cada cosecha y por procesos de lixiviación y arrastre mecánico del agua pierden nutrientes. Además, los pastos en suelos con elevadas pendientes protegen mejor el suelo y reducen la erosión (Meglioli 2016). Los suelos de las comunidades estudiadas, presentan diferencias significativas con relación a la materia orgánica, 12.17 en la localidad de San Luis y 5.83 en Atillo. También se observa diferencia con respecto al contenido de nitrógeno total: 72.5 en San Luis y 36 en Atillo. Con relación a los demás elementos estudiados no se observan diferencias significativas. Estas diferencias se explican por el efecto de la pendiente, dado que los suelos de San Luis son más planos, mientras que los de Atillo presentan mayores pendientes lo que ocasionaría mayor pérdida de materia orgánica y nitrógeno por procesos erosivos naturales y antrópicos. La ganadería y el sobrepastoreo, en ecosistemas naturales, acelera la degradación del suelo por el continuo pisoteo y la pérdida de la cobertura vegetal natural, que deja al suelo expuesto a factores erosivos naturales, se estima en 24 % la degradación por influencia de actividad ganadera y sobrepastoreo (Badii et al. 2015).

Efectos sociales y comparativos de la ganadería

Entre los efectos positivos de la ganadería los campesinos indicaron el incremento de ingresos económicos (en relación con la agricultura). En San Luis la producción promedio de leche de una UPA (25 l/día) aporta un estimado de 307 USD al mes. Mientras, que en Atillo (41 l/día) aportaría unos 504 USD. Estos, ingresos les permiten acceder a otros productos de la canasta básica familiar, a este beneficio se suma el uso de parte de la producción de leche para consumo familiar (2 l/día). Al respecto el 70% utilizan todos los días y el 13% cada dos días. Además, de los beneficios de abono orgánico para la agricultura (Garduño et al. 2016). La ganadería de leche les permite generar ingresos económicos permanentes. Mientras que, la agricultura (cultivo de papas) presenta inestabilidad de los precios. Por ejemplo, en junio de 2017 la papa reportó uno de los precios más bajos (4 USD/45 kg) del año. Además, de los ciclos distanciados de cosechas y siembras pueden dejar sin ingresos a las familias por varios meses.

La actividad ganadera, también presentó algunos impactos desfavorables como desplazamiento de la mano de obra, por la reducción de empleo en la zona rural (Flores et al. 2008). Entre, otros efectos también, se registró presión sobre el ecosistema páramo, el 23.4 % pastorean el ganado en este ecosistema, esto reduce la cobertura vegetal natural y afecta a plantas reforestadas (Hofstede et al. 2003). Además, el cultivo de pastos reduce el área de cul-

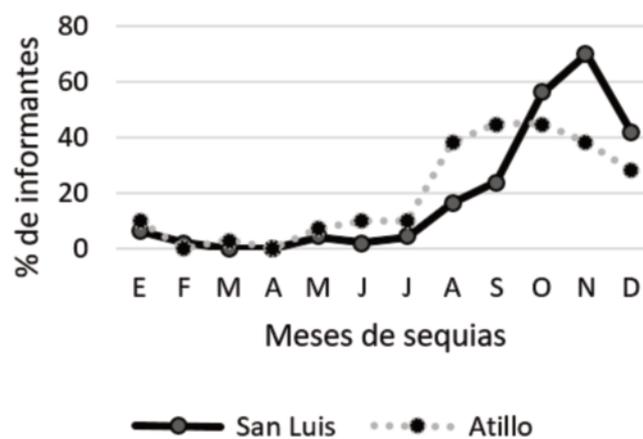
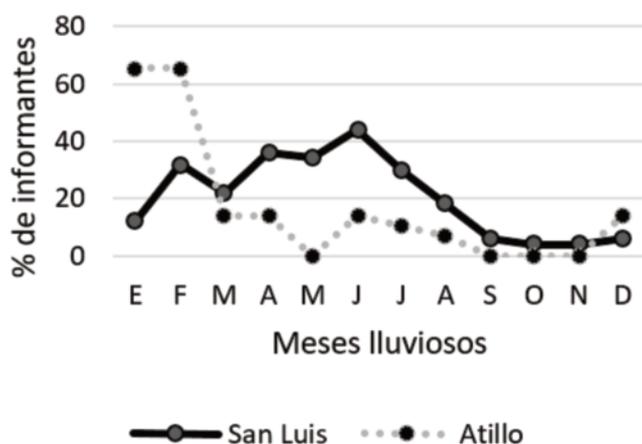


Figura 3. Conocimiento climático de los campesinos

Figure 3. Climate knowledge of farmers

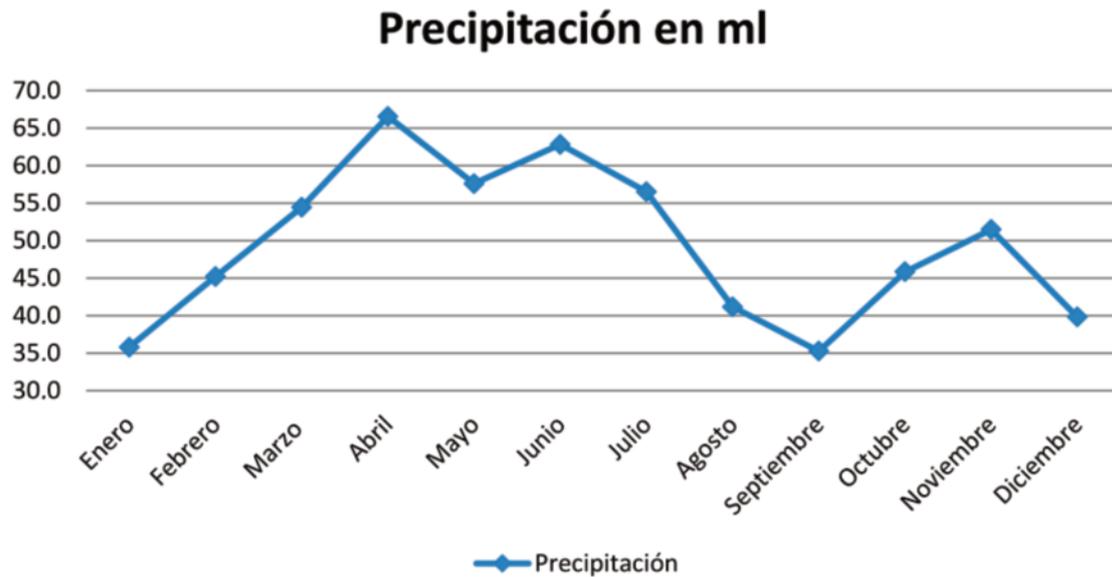


Figura 4. Precipitación anual promedio entre 1984 y 2014. Fuente: estación meteorológica Querochaca INAMHI.

Figure 4. Average annual precipitation between 1984 and 2014. Source: INAMHI, meteorological station of Querochaca.

Tabla 2. Análisis de varianza de micro y macronutrientes en los suelos de la localidad

Table 2. Analysis of variance of micro and macronutrients in the soils of the locality

Variables	L1C1	L1C2	L2C1	L2C2	EE	C.V	P-valor
M.O	11.67 ^a	12.67 ^a	4.67 ^b	7.00 ^b	0.67	12.83	0.0091
N-Total(ppm)	69.33 ^a	75.67 ^a	28.67 ^b	43.33 ^b	4.33	13.81	0.0139
P (ppm)	11.00 ^a	22.33 ^a	85.00 ^a	39.00 ^a	20.47	90.15	0.2264
K (meq/100g)	0.17 ^a	0.60 ^a	0.27 ^a	1.30 ^a	0.39	115.21	0.5055
Cu (ppm)	16.00 ^a	20.00 ^a	15.33 ^a	12.67 ^a	1.69	18.31	0.1222
Mn (ppm)	16.67 ^a	23.33 ^a	11.67 ^a	17.50 ^a	2.47	24.69	0.2590
Zn (ppm)	7.00 ^a	9.33 ^a	10.33 ^a	9.33 ^a	1.27	24.43	0.2399
Ca (meq/100g)	10.33 ^a	12.33 ^a	9.00 ^a	7.00 ^a	1.68	30.16	0.5690
Mg (meq/100g)	1.00 ^a	2.00 ^a	1.10 ^a	1.03 ^a	0.25	33.14	0.2276
Ca/Mg (meq/100g)	7.33 ^a	6.67 ^a	11.33 ^a	6.67 ^a	2.03	44.05	0.4801
Mg/K (meq/100g)	10.33 ^a	4.00 ^a	8.67 ^a	5.37 ^a	4.71	115.10	0.8962
Ca+Mg/k (meq/100g)	78.33 ^a	32.67 ^a	75.33 ^a	44.00 ^a	37.57	113.02	0.9365

Medias iguales entre filas no difieren significativamente (P-valor<0.05). C.V: coeficiente de variación; L1C1= Localidad San Luis +muestra de suelo en cultivo de papas; L1C2= Localidad San Luis +muestra de suelo en pastos; L2C1= Localidad Atillo +muestra de suelo en cultivo de papas; L2C2= Localidad Atillo + muestra de suelo en pastos; número de muestras (n) 3. Año toma de muestras y análisis 2018.

tivos agrícolas. Los campesinos de estas comunidades se encuentran en la disyuntiva de continuar el aprovechamiento del páramo para las actividades ganaderas o reducir su intervención para contribuir a la conservación de este ecosistema (Natalia y Rincón 2015). En Atillo el 79 % y en San Luis 71% de la superficie de las UPA se dedican al cultivo de pastos. En promedio en las comunidades estudiadas el 54% UPAs sembraron papas. La reducción del cultivo de papas trajo como consecuencia que los campesinos acudan a los mercados para abastecerse de este producto. En promedio 60 % de familias compraron unos 28 kg cada mes. La reducción de ciertos cultivos agrícolas genera mayor dependencia de productos básicos alimentarios como la papa, habas, cebolla, entre otros. Además, del efecto que tiene en las emisiones de gases de efecto invernadero (Cooperación Técnica Alemana 2013). También, fue evidente el desplazamiento de cultivos típicos andinos como: mashua, melloco, oca y variedades nativas de papas, que se dejaron

de cultivar. Finalmente, los sistemas agropecuarios presentan al menos tres dimensiones: social, económica y ambiental, que están muy interrelacionadas y su análisis requiere considerar nuevos indicadores de manera que permita evaluar los efectos en todo el sistema (Febrer et al. 2021).

El futuro de la ganadería

El comportamiento de la ganadería identificado en estas comunidades, es similar a otras regiones de la provincia de Tungurahua. La ampliación de la frontera agrícola hacia el ecosistema paramo al parecer es inminente. El Gobierno Provincial a través de los planes de manejo de paramos, ha establecido una política de protección, que delimita la frontera agrícola (3800 msnm), así como la regulación del pastoreo de ganado vacuno en los páramos. Sin embargo, las actividades agropecuarias se desarrollan hasta los 4100 msnm (Geoinformática y Sistemas Cia. Ltda 2015). Esto deja un estrecho

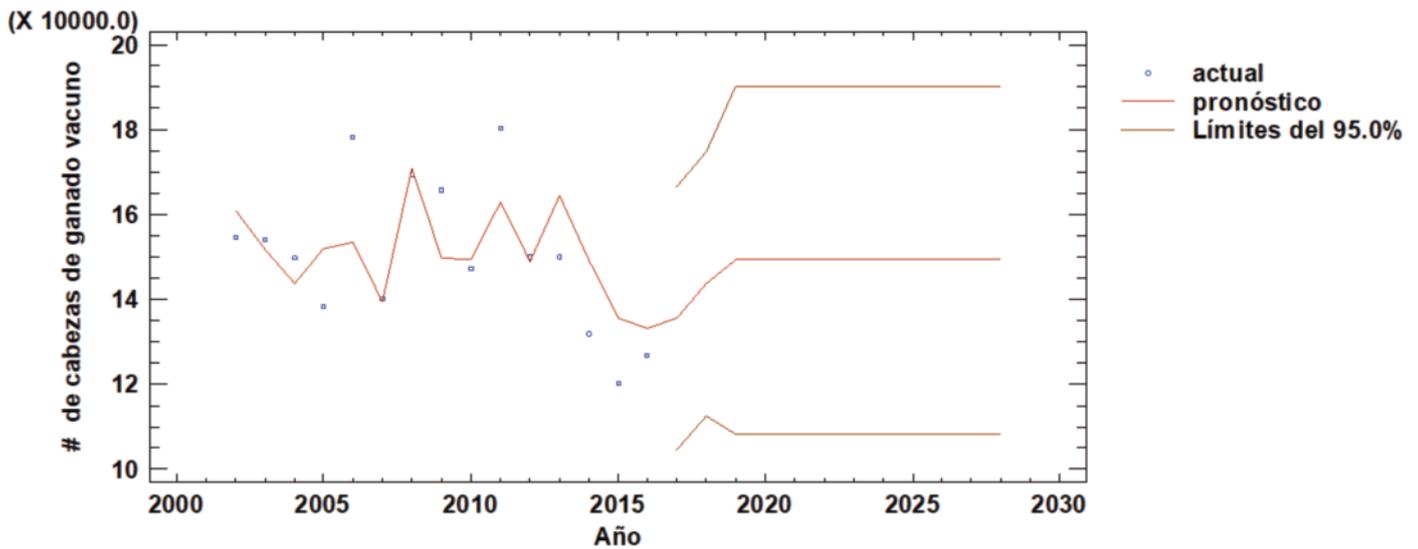


Figura 5. Secuencia de tiempo para número de cabezas de ganado vacuno en la Provincia de Tungurahua ARIMA (0.02) con constante.

Figure 5. Time sequence for number of heads of cattle in the Province of Tungurahua ARIMA (0.02) with constant.

margen de crecimiento a la ganadería. El análisis de predicción de futuros con valores del número de cabezas de ganado vacuno, con base en el modelo de un promedio móvil auto regresivo integrado (ARIMA), con un P valor menor que 0.05 y con una desviación estándar estimada del ruido blanco de entrada de 14209.6, indica que en los futuros años tenderá a estabilizar el número de cabezas de ganado, en la provincia de Tungurahua (Fig. 5).

Cabe destacar que el continuo avance de las zonas urbanas también afecta a las tierras agrícolas, por lo que la actividad ganadera se verá limitada en su crecimiento. En estas circunstancias el margen de crecimiento de la ganadería puede ser mediante el cambio de la actividad agrícola a la ganadera y la intensificación de las unidades productivas con innovaciones tecnológicas, que permitiría ampliar el número de unidades bovinas por hectárea, toda vez que en general la ganadería ocupa grandes extensiones de pastos de baja calidad nutricional con poco nivel tecnológico (Gavito et al. 2017). En este complejo escenario y en consideración de los efectos positivos y negativos de la ganadería, queda la alternativa de recuperar y fortalecer los sistemas agropecuarios tradicionales que combina la ganadería vacuna, con crianza de especies menores y cultivos agrícolas, que han demostrado ser más sostenibles. Sin embargo, el avance del capitalismo y la agroindustria fomenta los monocultivos y la intensificación en ciertos rubros de la producción agropecuaria.

Conclusiones

El proceso de intensificación de la ganadería de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAS) ubicadas en los ecosistemas de altura en Tungurahua, presenta efectos positivos tales como: mayor conservación de la fertilidad en suelos con pastizales, captura de carbono y sumideros de carbono, en relación con los suelos dedicados a la agricultura; aporte de proteína y grasa a través del consumo de leche a la dieta familiar; e ingreso económico permanente a los hogares campesinos, que les permite cubrir otras necesidades básicas. Sin embargo, también se encontró efectos negativos como: sobrepastoreo en el ecosistema páramo, en especial en los meses de verano, cuando escasean los pastos en las zonas bajas; y mayor dependencia alimentaria del agricultor del mercado, para abastecimiento de productos agrícolas que antes producían. En este contexto, es urgente recuperar algunas prácticas de los sistemas agrícolas tradicionales como el manejo de la biodiversidad con especies vegetales, animales y arbóreas. Tales prácticas puede ser establecimiento de barreras vivas con especies

nativas, enriquecimiento de pastizales con labranza mínima, construcción de zanjas de desviación, entre otras. Estas a más de contribuir a mejorar las condiciones ecológicas del ecosistema, contribuirá a mejorar la producción pecuaria. Los resultados sugieren incorporar el enfoque de fincas integrales en los programas de transferencia de tecnología del estado en estos ecosistemas.

Contribución de los autores

Pablo Pomboza: Conceptualización, Metodología, Redacción-revisión y edición, Análisis formal. Ximena Parco: Investigación, Redacción – borrador inicial, Recursos.

Agradecimientos

A los agricultores de las comunidades de Atillo de cantón Mocha y a los agricultores de la comunidad de Sa Luis de Chibuleo

Financiación

Este trabajo fue financiado con recursos de los investigadores y de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato

Referencias

- Alvarez, C. , Rimski-Korsakov, H. 2016. *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: http://www.ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelos-pvo_isbn.pdf#page=114
- Badii, M., Guillen, A, Serrato, L., Aguilar, J. 2015. Factores causantes de degradación ambiental. *International Journal of Good Conscience* 10 (3): 1–9.
- BCE COFIDE 2021. *Reporte de coyuntura sector agropecuario* n° 94-IIIT-2021. Banco Central de Ecuador. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202103.pdf>
- Camacho, M. 2014. Los páramos cuatorianos : Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *ANALES de La Universidad Central Del Ecuador*, 77–92. <https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>
- Cooperación Técnica Alemana 2013. *El cambio climático influye en la Agricultura. Manual de capacitación*. Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) GmbH. Disponible en: <https://www.bivica.org/files/cambio-climatico-capacitacion.pdf>

- Costantini, A., Perez, G., Cosentino, V. Miguel, A. 2018. Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción. *Ciencia e Investigación*, Tomo 68, nº 15: 47-54.
- Febre, C., Dieguez, F., Gazzano, I. 2021. Multicriteria Sustainability Evaluation of Thirteen Extensive Rearing and Full-Cycle Family Livestock Farming Systems of Uruguay. *Agrociencia Uruguay* 25 (1): 1-17. <https://doi.org/10.31285/AGRO.25.357>
- Flores, J., Ríos, L., Torres, M., Flores, S., Álvarez, J., Blando, L., Rojas, R., 2008. Ganaderización del patrón agrícola y su impacto en el empleo rural en la agricultura bajo riego por gravedad en la Comarca Lagunera, México de 1990 a 2005. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 7: 115-24. <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchsz-VII1029.pdf>
- Garduño, N., De La Piedra, A., Albarrán, P., García, M. 2016. Cambios en la ganadería de doble propósito en el trópico seco del estado de México. *Agrociencia* 50 (6): 701-10.
- Gavito, M., Van Der Wal, H., Aldasoro, M., Ayala-Orozco, B., Atenea, A., Cach-Pérez, M. Casas-Fernández, A. 2017. Revista Mexicana de Biodiversidad Ecología, Tecnología e Innovación para la Sustentabilidad: Retos y Perspectivas En México. *Enfermería Universitaria* 88: 150-60. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>
- Geoinformática y Sistemas Cia. Ltda. 2015. *Estudio del estado actual del ecosistema páramo en Tungurahua*. Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (HGPT). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana para el Desarrollo). Disponible en: <https://rnn.tungurahua.gob.ec/documentos/download/56cc8cc283ba883024c8c031>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Mocha 2019. *Diagnóstico del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Mocha*. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000990001_PDOT%20CANTON%20MOCHA%20COMPILADO_14-04-2016_15-44-07.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Juan Benigno Vela. 2019. *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Juan Benigno Vela*. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1865016590001_PDOT_2015_Juan_Benigno_Vela_15-05-2015_16-06-10.pdf
- Hofstede, R., Segarra, P., Mena, P. 2003. *Los páramos del mundo. Proyecto atlas mundial de los paramos*. Global Peatland initiative/NC-IUCN/Eco-Ciencia. Quito, Ecuador. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2003-081.pdf>
- Hurtado, W., Mora, A., Pereda, J., Curbelo, L., Pedraza, R., Vázquez, R., Montesdeoca, O. 2020. Forage Balance Based on Crop-Cattle Farms in the Lower Basin of Guayas River, Ecuador. *Revista de Instituciones Europeas* 32 (1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3372>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2011. *Datos Estadísticos Agropecuarios*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito, Ecuador. <https://silo.tips/download/datos-estadisticos-agropecuarios>
- Jácome, E., Rodríguez-Berrío, A., Jiménez, S., Marín, K., Mogro, V. 2020. Caracterización de fincas agropecuarias de el Tingo la Esperanza / Pujilí / Cotopaxi / Ecuador. *Ecología Aplicada* 19 (2): 49. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1555>
- Kraemer, F., Chagas, C., Marre, G. Palacín, E. 2012. El desplazamiento de la ganadería por la agricultura en una cuenca representativa de la pampa ondulada: Efecto sobre el escurrimiento superficial. *Ciencia del Suelo* 31 (1417): 83-92.
- López, A., Hernández, D. 2016. Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico* LXXXIII (4): 459-96. <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>
- Mahecha, L. 2002. El Silvopastoreo: Una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15 (2): 226-31.
- Martínez Valle, L. 2013. *La agricultura familiar en el Ecuador*. FIDA-RIMISP, Quito Ecuador. Disponible en: https://flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25fagora/files/la_agricultura_familiar_en_el_ecuador.pdf
- Meglioli, P. 2016. Efectos de los disturbios provocados por puestos ganaderos sobre el complejo agua-suelo-vegetación en ecosistemas áridos acoplados al acuífero freático. *Ecosistemas* 25 (3): 149-53. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-3.20>
- Mora Marín, M.A., Ríos Pescador, L., Ríos Ramos, L., Almario Charry, J.L. 2017. Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y Región* 17, 1-12. <https://doi.org/10.25054/22161325.1212>
- Natalia, L., Rincón, G. 2015. Los Páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *Ingeniare* 11 (19): 127-36.
- Ocampo, O. 2011. El Cambio climático y su impacto en el agro. *Revista Ingeniería* 115-23. <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a12.pdf>
- Pengue, W. 2005. La Importancia de la agricultura familiar en el desarrollo rural sostenible. *La Tierra, periódico de la Federación Agraria Argentina*, Año XCIII, Numero 7426.
- Pezo, D. 2019. *Intensificación Sostenible de Los Sistemas Ganaderos Frente Al Cambio Climático En América Latina y El Caribe: Estado Del Arte*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001722>
- Ramos-Montaño, C., García-Conde, M. 2016. Características ecosistémicas asociadas a la actividad ganadera en Arauca (Colombia): Desafíos frente al cambio climático. *Orinoquia* 20 (1): 28-38. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092016000100003&lang=pt
- Rodríguez, D., Anríquez G., Riveros J. 2016. Food Security and Livestock: The Case of Latin America and the Caribbean. *Ciencia e Investigación Agraria* 43 (1): 1-1. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202016000100001>
- Saborío-Montero, A., Marín-Taylor, O., Arguedas-Sánchez, R., Ramírez-Fallas, S. 2015. Fertilidad química de suelos en fincas de ganado lechero ubicadas en la cordillera volcánica de Guanacaste, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED* 7 (2): 157-63.
- Sandoval, C. 1996. *Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/manual%20colombia%20cualitativo.pdf>
- Silberman, J., Albanesi, A., Grasso, D. 2016. Manejo de bosques con ganadería integrada: Impacto en las comunidades microbianas del suelo. *Ciencia del suelo* 34 (2): 211-19.
- Tallet, B. 2007. Cambios en un frente pionero: Mercado de tierras y ganaderización en las colonias agrícolas de playa vicente (Veracruz). *Revista de Historia, Sociedad y Cultura*, no. 9: 127-53. <http://revistas.uv.mx/index.php/ulua/article/view/1385>
- Vázquez-García, V. 2015. Ganado menor y enfoque de género. Aportes teóricos y metodológicos. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 2 (4): 515-31. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722015000400515
- Velasco, J., Pedraza, R., Rivera, V., Jara, R., Guapi, R. 2015. Ganadería Quisapincha. *Revista de Producción Animal* 27 (3): 1-7.