



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4478>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Characterization of agricultural activities in three communities of the Chimborazo reserve, using k-means clusters

Caracterização das atividades agrícolas em três comunidades da reserva de Chimborazo, utilizando clusters k-means

Eduardo Antonio Muñoz Jácome^I
emuñoz@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6870-3787>

Pedro Vicente Vaca Cárdenas^{II}
pedro.vaca@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5420-1014>

Karen Lizbeth Yumi Criollo^{III}
Hetkaren822@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-2893-9258>

Ángel Oswaldo Coles Chimbo^{IV}
angel.coles@ambiente.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0001-9985-6997>

Correspondencia: pedro.vaca@esPOCH.edu.ec

***Recibido:** 23 de mayo de 2025 ***Aceptado:** 14 de junio de 2025 * **Publicado:** 30 de julio de 2025

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- III. Investigadora Independiente, Ecuador.
- IV. Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, Dirección Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo la caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la Reserva Chimborazo. Para lo cual, se empleó un análisis de conglomerados K-medias. Como resultados clave, la aplicación de K-medias permitió la identificación de tipologías productivas distintivas, indicando predominancia de la ganadería ovina y bovina, junto con la agricultura, con variaciones significativas en intensidad y diversificación entre las comunidades. Se estableció una correlación directa entre estas tipologías agropecuarias y la presión sobre los recursos naturales, evidenciada por el cambio de la cobertura vegetal natural para áreas de cultivo y pastoreo. Adicionalmente, la caracterización socioeconómica de los conglomerados mostro diferencias notables en ingresos, acceso a recursos y tenencia de la tierra, factores que inciden directamente en las decisiones productivas. Los resultados respaldan la necesidad de implementar estrategias de manejo diversificadas y programas de uso sostenible del suelo, integrando la compleja interconexión entre el bienestar humano, las prácticas productivas y la conservación ambiental en los vulnerables ecosistemas del área protegida.

Palabras Claves: Análisis de conglomerados; actividades agropecuarias; Reserva Chimborazo; uso del suelo.

Abstract

This study aimed to characterize agricultural activities in three communities in the Chimborazo Reserve. A K-means cluster analysis was used. Key results include the application of K-means analysis to identify distinctive productive typologies, indicating a predominance of sheep and cattle ranching, along with agriculture, with significant variations in intensity and diversification among communities. A direct correlation was established between these agricultural typologies and pressure on natural resources, evidenced by changes in natural vegetation cover between crop and grazing areas. Additionally, the socioeconomic characterization of the clusters showed notable differences in income, access to resources, and land tenure, factors that directly influence productive decisions. The results support the need to implement diversified management strategies and sustainable land use programs, integrating the complex interconnection between human well-being, productive practices, and environmental conservation in the vulnerable ecosystems of the protected area.

Keywords: Cluster analysis; agricultural activities; Chimborazo Reserve; land use.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Resumo

Este estudo teve como objetivo caracterizar as atividades agrícolas em três comunidades da Reserva de Chimborazo. Foi utilizada uma análise de clusters K-means. Os principais resultados incluem a aplicação da análise K-means para identificar tipologias produtivas distintas, indicando uma predominância da criação de ovinos e bovinos, juntamente com a agricultura, com variações significativas na intensidade e diversificação entre comunidades. Estabeleceu-se uma correlação direta entre estas tipologias agrícolas e a pressão sobre os recursos naturais, evidenciada pelas alterações na cobertura vegetal natural entre as áreas de cultivo e a pastagem. Além disso, a caracterização socioeconômica dos clusters mostrou diferenças notáveis no rendimento, no acesso aos recursos e na posse da terra, factores que influenciam directamente as decisões produtivas. Os resultados apoiam a necessidade de implementar estratégias de gestão diversificadas e programas de utilização sustentável da terra, integrando a complexa interligação entre o bem-estar humano, as práticas produtivas e a conservação ambiental nos ecossistemas vulneráveis da área protegida.

Palavras-chave: Análise de clusters; atividades agrícolas; Reserva de Chimborazo; uso da terra.

Introducción

Las actividades agropecuarias en zonas de montaña son fundamentales en la seguridad alimentaria y en la economía local, pero enfrentan amenazas, como el retroceso de los glaciares que afecta la disponibilidad de agua para el ganado y los cultivos; e incrementa la erosión del suelo y la pérdida de vegetación, a consecuencia de variaciones en clima (Jauregui, 2023).

El 7% del territorio ecuatoriano corresponde a ecosistema de montaña (Rodríguez et al., 2021); principalmente ubicadas dentro del SNAP (Sistema Nacional de Áreas naturales Protegidas) en donde se resguarda el patrimonio natural y cultural. Una de estas áreas protegidas es la Reserva Chimborazo (RC.), crucial en la conservación del páramo y en la protección de especies silvestres como la vicuña, la llama y la alpaca, referentes de la identidad cultural y la economía local (Izurieta, 2016). La RC se ubica en altitudes entre los 3.800 y 6.263,47 msnm; a esta se vinculan directamente 41 comunidades de la nacionalidad Kichwa de los pueblos Puruhaes en la provincia de Chimborazo; Tomabelas, Pilahuines, Chibuleos y Salasacas en la provincia de Tungurahua y Warankas de la provincia de Bolívar (MAATE, 2024)

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

La RC, abarca una superficie de 52.683,27 hectáreas; extensión que ha sido organizada territorialmente mediante una zonificación que responde tanto a criterios de conservación como de uso sostenible del territorio. En este contexto, la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, en su artículo 7, literal k. determina la zonificación del área protegida en cuatro áreas diferenciadas: Zona de Protección, Zona de Recuperación, Zona de Uso Público y Recreación, Zona de Uso Sostenible (MAATE, 2024).

El uso sostenible históricamente corresponde a la zona en la que se ubican los poblados o comunidades locales, cuya subsistencia están ligadas a los recursos biológicos de la zona. A través del aprovechamiento sostenible de dichos recursos, estas comunidades mantienen prácticas agropecuarias principalmente de subsistencia. La zona de uso sostenible en la RC. ocupa un total de 5.573,59 hectáreas, lo que representa el 10,6 % de la superficie total de la reserva (MAATE, 2024).

Con el fin de conocer la realidad de las prácticas agropecuarias en la RC se realizó un diagnóstico en tres comunidades: San Rafael de Choquipogui de la provincia de Chimborazo del pueblo Puruhá, Culebrillas de la provincia de Bolívar del pueblo Waranka y Yatzaputzan de la provincia de Tungurahua del pueblo Tomabela. Estas comunidades debido a su población, infraestructura y actividades comparten una fuerte dependencia del recurso hídrico proveniente del deshielo de los glaciares del volcán Chimborazo (MAATE, 2024).

Las actividades agrícolas y ganaderas desarrolladas en estas comunidades pueden generar impactos significativos sobre los recursos naturales de los ecosistemas altoandinos, debido a la sobreexplotación de pastizales, que podrían provocar erosión del suelo y la disminución de la capacidad de retención hídrica del páramo, comprometiendo así la sostenibilidad ecológica del territorio (Lozano-Povis, 2021). Desde una perspectiva económica, estas comunidades dependen en gran medida de la producción agropecuaria como principal fuente de ingresos; adicionalmente, han iniciado procesos de diversificación productiva desarrollando ecoturismo y elaboración artesanal de productos lácteos como quesos y yogures, lo que representa una oportunidad para impulsar alternativas sostenibles de desarrollo local (Lara et al., 2022).

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

La investigación se llevó a cabo en la comunidad San Rafael de Chuquipogio, ubicada en la parroquia de San Andrés, cantón Guano, donde se trabajó con los 76 jefes de hogar de la Asociación de Producción Ganadera El Refugio “ASOPROGAR” (MAATE, 2024). Esta comunidad se caracteriza por su actividad agrícola de productos de altura y una ganadería lechera considerable (Torres, Bolier & Cayambe et al., 2022); lo que permite la producción de alimentos, para complementar la dieta local y proporciona ingresos mediante la venta de productos como carne y leche (Vargas et al., 2022). En la década de los noventa, la actividad agropecuaria en la zona disminuyó debido a la pérdida de calidad de la tierra, por la erosión eólica e hídrica, así como por el uso excesivo de abonos químicos y el monocultivo (Vargas et al., 2022). Actualmente, han adoptado como principal actividad la ganadería de producción lechera y la conservación, propiciando a que cada familia posea vacas y venda la leche en un centro de acopio, siendo una de sus principales alternativas económicas (Tuaza, 2020).

Asimismo, en el cantón Guaranda se ubica la comunidad Culebrillas, conforma por 45 familias que realizan actividades agrícolas, ganaderas y artesanales. La comunidad se localiza en la cuenca del río Chimbo, entre los ríos Culebrillas y Salinas (Pilamunga, et al., 2023). En términos de agricultura, los cultivos más comunes en la zona incluyen maíz, papa y hortalizas, que son adaptados a las condiciones climáticas y edáficas de la región. La producción agrícola es vital para la autogestión alimentaria de los hogares, y también para el intercambio comercial en mercados locales (Buñay et al., 2024) Las condiciones geográficas de Culebrillas favorecen la implementación de sistemas de riego, lo que eleva la productividad de los cultivos. La crianza de ganado bovino es particularmente relevante, debido a su contribución en la producción de lácteos, que a su vez es un pilar en su economía popular y solidaria (Ortiz & Ordóñez-Laso, 2023).

Yatzaputzan en la parroquia Pilahuín, cantón Ambato; es la comunidad con el mayor número de familias (200) tiene un territorio de 5 497, 51 ha, de las cuales 1.356 ha de páramo que declararon como Reserva Comunitaria el 15 de noviembre de 2001 dentro de la RC, se firmó un acuerdo con la aprobación del 90 % de las familias de Yatzaputzán. Esta iniciativa contó con el apoyo del IEDECA, entre los factores que estaban alterando a los páramos y fuentes de agua son el sobrepastoreo, las

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

quemadas y la ampliación de la frontera agrícola, Sin embargo, por el año 2000, la principal fuente de ingresos económicos de la mayoría de las familias ubicadas en los sectores de Yatzaputzán, fue la venta de productos agrícolas como: papa, haba y mellocos.

Este estudio explora como se desarrollan las actividades agropecuarias respecto al uso del agua para riego, el manejo del suelo y las estrategias de adaptación a las condiciones climáticas extremas del ecosistema de páramo (Hofstede, 2023). Para lo cual, se describen las actividades agropecuarias en las comunidades de San Rafael de Choquipogio, Culebrillas y Yatzaputzan, y luego se realizó un análisis comparativo para identificar similitudes y diferencias de las prácticas productivas aplicando el algoritmo de conglomerados K-medias.

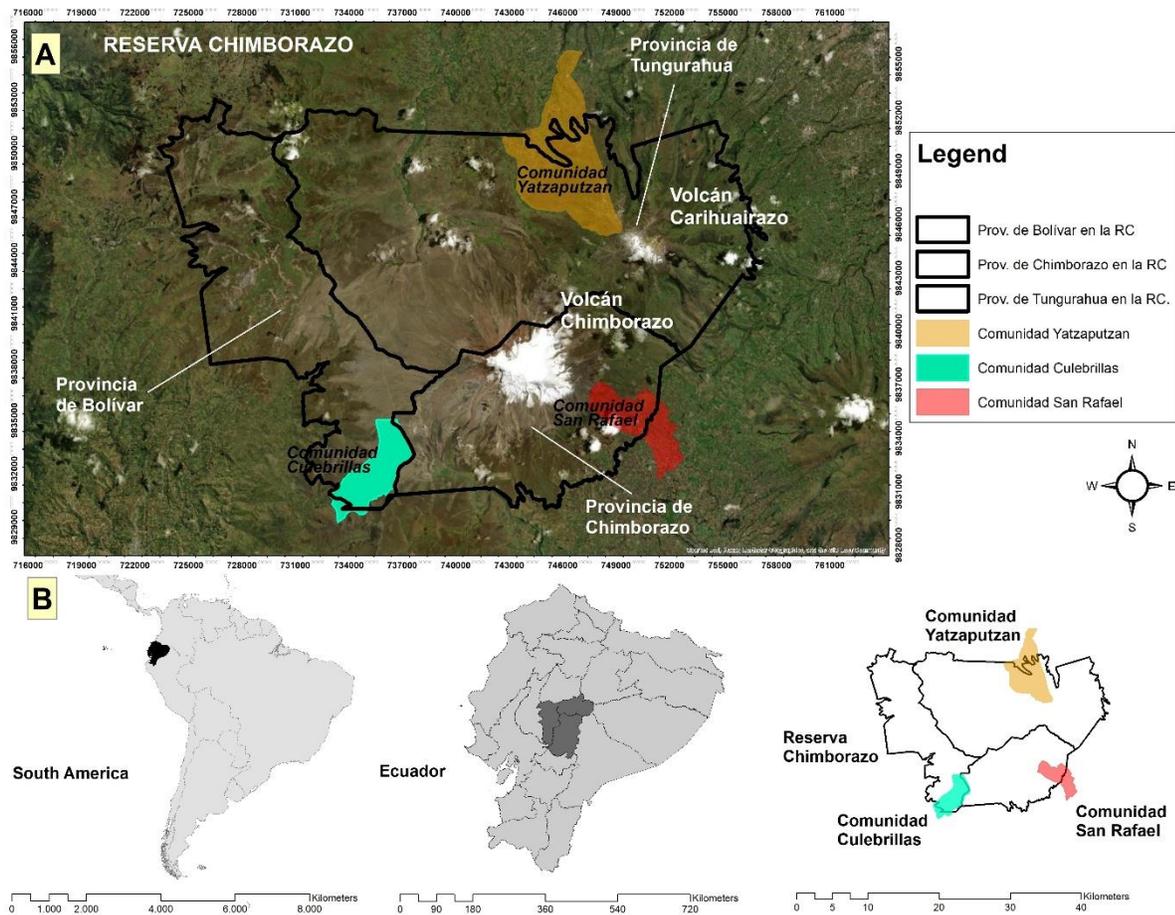
METODOLOGÍA

Área de estudio

El trabajo se realizó en tres comunidades indígenas ubicadas en la RC, para los cual se dibujaron los límites de las comunidades en base a mapas participativos con puntos referenciales, que posteriormente fueron validados mediante georreferenciación en campo: i) San Rafael de Chuquipogio con una extensión de 1 168,18 ha (Torres, Bolier & Cayambe et, all, 2022), de las cuales 488.61ha se encuentran fuera de la RC y 676,57. Estan dentro de la RC, de estas 252.8 ha. se categorizarían como zona de uso sostenible; posee una población de 200 familias; ii) La comunidad Culebrillas corresponde a 1158 ha (de las cuales 1.049,25 ha. estan dentro en la RC y 108,75 ha. fuera del área protegida) y segun la zonificación del area protegida 85.3 ha serían zona de uso sostenible; y iii) La comunidad Yatzaputzan con una extensión de 3108,7 ha, de las cuales 2191,2 ha están dentro de la RC. (de estas, 618,5 ha. corresponden a la zona de uso sostenible) y 917.5 ha se ubican fuera del área protegida.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

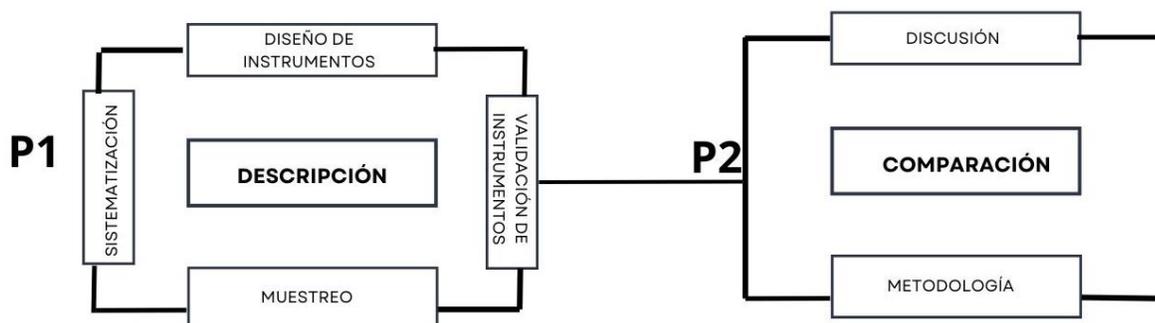
Figura. 1. (A) Ubicación de las comunidades de estudio en referencia a la RC (B) Localización del área de estudio en Sudamérica (zona negra: país Ecuador), del territorio de Ecuador (zona gris: provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, zona negra: Reserva Chimborazo) y de la Reserva Chimborazo (zona de colores: comunidades indígenas; zona naranja: San Rafael de Choquipogio perteneciente a la parroquia de San Andrés, cantón Guano de la provincia de Chimborazo; zona verde: Culebrillas parroquia Guanujo, cantón Guaranda, de la provincia de Bolivar y zona amarilla: Yatzaputzan en la parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.



Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

En la figura 2, se presenta la metodología desarrollada, la cual se estructuró en dos fases principales:

Figura. 2. Metodología



Procedimiento

Descripción de las actividades agropecuarias

Diseño de instrumentos

Consistió en una revisión sistemática de la literatura, asegurando pertinencia y validez (Pena, 2024) para contextualizar el diseño y comprender el objeto de estudio (Brítez, 2022; Mendoza & Ávila, 2020; Otero et al., 2023). Posteriormente, se formularon preguntas de análisis crítico para identificar vacíos (Muñoz et al., 2013), fortaleciendo la solidez de las conclusiones mediante el acceso a bases de datos especializadas (Otero et al., 2023). Después, se diseñó los instrumentos, siguiendo un proceso sistemático (Rodríguez, 2015), implicó el desarrollo de herramientas adaptadas (Copo-Torres et al., 2021) y su validación por expertos para asegurar utilidad y adecuación contextual (Skarbut et al., 2021 y Hernández y Mendoza, 2020). Se diseñó una encuesta para jefes de familia y una guía de observación estructurada sobre sus actividades agrícolas y ganaderas.

Tabla 1 Estructura de la encuesta

Sección	Contenido general
1. Datos generales del productor	Años de experiencia, dedicación independiente, motivos de inactividad.
2. Uso y tenencia de la tierra	Número y superficie de parcelas, tipo de tenencia, título de propiedad.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

- | | |
|-------------------------------|--|
| 3. Recursos hídricos y riego | Fuente de agua, tipo de riego utilizado, medición y manejo del agua. |
| 4. Actividad pecuaria | Ganadería y producción (especies criadas, cantidad de animales, sanidad, genética, mortalidad, destino de producción, subproductos). |
| 5. Buenas prácticas pecuarias | Instalaciones, alimentación, manejo sanitario, aplicación y registro de medicamentos, trazabilidad. |
| 6. Inocuidad agropecuaria | Manejo de residuos agrícolas y pecuarios, almacenamiento de alimentos. |
| 7. Asociatividad | Pertenencia a asociaciones, cooperativas o comités. |
| 8. Producción agrícola | Afectación climática, derivados agrícolas, gasto en insumos. |
| 9. Buenas prácticas agrícolas | Manejo de suelo y cultivos (análisis de suelo/agua, manejo de cultivos, conservación, abonos, fertilizantes, plaguicidas, control biológico, MIP). |

Muestreo

Para determinar el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula matemática para el cálculo de la muestra de poblaciones finitas para los dos segmentos:

$$n: \frac{N - p - q}{(N - 1) \left(\frac{e}{z} \right)^2 + (p - q)}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Universo

e = Margen de error (5%)

z = Constancia de corrección de error (2)

p = Probabilidad de ocurrencia del evento (0.5)

q = Probabilidad de no ocurrencia de un evento (0.5) (Condori-Ojeda, 2020).

Sistematización de la información

La información recolectada se organizó y categorizó utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel, lo que facilitó la clasificación de respuestas y observaciones según variables predefinidas (Hernández y Mendoza, 2020). La estrategia implementada estructuró el análisis y gestionó los datos de manera eficiente; segmentando en categorías para evitar errores de interpretación, optimizando la preparación de la base de datos para el análisis cualitativo y cuantitativo.

El análisis exploratorio de los datos se enriqueció mediante la creación de tablas y representaciones gráficas, lo cual permitió visualizar relaciones, frecuencias y patrones relevantes (Raimondo et al., 2017).

Análisis comparativo

Para identificar similitudes y diferencias de las actividades agropecuarias en la Reserva Chimborazo, se aplicó el algoritmo de conglomerados K-medias, que permitió dividir un conjunto de datos en K grupos buscando alta similitud interna y baja similitud entre conglomerados mediante la distancia euclidiana (Ahmed et al., 2020).

En primer lugar, se organizó el conjunto de datos en filas (41 encuestados para la Culebrillas, 197 encuestados para Yatzaputzan y 64 encuestados para San Rafael) y columnas (las variables: actividad pecuaria, actividad actual, áreas agrícolas, tenencia de la tierra, productor, riego, tipo de especies, vacunación, mejora genética, mortalidad, destino de la producción, elaboración de subproductos, instalaciones, alimentación, manejo sanitario, aplicación de medicamentos, registro de medicamentos, trazabilidad, manejo de residuos agrícolas, almacenamiento de alimentos, análisis de suelo, análisis de agua, manejo de cultivos, conservación del suelo, uso de abonos, uso de fertilizantes, uso de plaguicidas, control biológico, manejo integrado de plagas, afectación climática, derivados agrícolas y gasto en insumos), ("Image Segmentation Techniques Using K-Means Clustering to Identify the Land Use Change Detection", 2021).

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Una vez que se ha conformado el conjunto de datos, se procede a la normalización de las variables, eliminación de valores atípicos y la imputación de datos faltantes, (Statman et al., 2020), para garantizar que las diferentes escalas de las variables no distorsionen la formación de clusters (Tuslaela et al., 2024).

Luego, se aplicó el algoritmo K-means en el software SPSS, determinando 4 clusters (K) (Chiang y Mirkin, 2010). Posteriormente, se ejecuta el algoritmo K-means, que asignó cada observación al cluster más cercano (Sharma, 2020).

Una vez completado el agrupamiento, se comparó las características entre los grupos, utilizando pruebas estadísticas como el ANOVA para identificar diferencias significativas en las variables seleccionadas entre los clusters (Knuth et al., 2019), obteniendo información sobre las similitudes y diferencias, lo que resalta los patrones que pueden ser de interés para la toma de decisiones (Souza et al., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las actividades agropecuarias

Las comunidades de Culebrillas (C), Yatzaputzan (Y) y San Rafael de Chuquipogio (S), muestran perfiles agropecuarios diferentes (Tabla 2), pero comparten la experiencia de entre 10 y 30 años de actividad pecuaria.

Tabla 2 Información general y recursos básicos

	VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
			C	Y	S
Información general y	Actividad pecuaria	10 a 30 años	100%	100%	100%
	Actividad actual	Agrícola	73.17 %	10.15%	10.94%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

		Pecuaria	26.83	59,39%	89.06%
			%		
Tenencia de la tierra	8-10 ha	100%	0%	0%	
	Menos de 8 ha	0%	100%	100%	
	Con título inscrito en registros públicos	21.95	10.15%	25%	
		%			
Productor	Con título inscrito no en registros públicos	26.83	59.39%	23.44%	
		%			
	Sin título, pero en trámite de título	26.83	0%	23.44%	
		%			
Riego	Sin título, ni trámite	24.39	0%	28.13%	
		%			
	Lluvia	75.61	0%	71.88%	
		%			
	Rio	24.39	100%	28.13%	
		%			

En Culebrillas, la actividad agrícola predomina con un 73.17%, complementada por un 26.83% de actividad pecuaria. Los productores se caracterizan por poseer entre 8 y 10 hectáreas; pero la formalización de la tenencia de la tierra varía, con un 21.95% de títulos inscritos en registros públicos, un 26.83% con títulos no inscritos, otro 26.83% en proceso de titulación y un 24.39% sin título ni trámite. El riego para sus cultivos depende de la lluvia en un 75.61% y el 24.39% utiliza riego de río.

Por otro lado, las comunidades de Yatzaputzan y San Rafael prefieren la actividad pecuaria. En Yatzaputzan, el 59.39% de la actividad es pecuaria, mientras que solo el 10.15% es agrícola. Los productores en esta comunidad poseen menos de 8 hectáreas (100%), lo que sugiere un enfoque en la ganadería a menor escala. Un dato distintivo es la dependencia total del riego de río (100%), garantizando un suministro constante de agua para las actividades pecuarias. En cuanto a la tenencia de la tierra, el 59.39% tiene títulos no inscritos en registros públicos y el 10.15% tiene títulos inscritos, sin productores en trámite o sin título.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Por su parte, San Rafael de Chuquipogio exhibe la mayor concentración en la actividad pecuaria, alcanzando un 89.06%, con solo un 10.94% dedicado a la agricultura. Similar a Yatzaputzan, los productores aquí, también poseen menos de 8 hectáreas. La situación de la propiedad es diversa, con porcentajes distribuidos entre títulos inscritos (25%), títulos no inscritos (23.44%), trámites de titulación (23.44%) y ausencia de título o trámite (28.13%). En San Rafael, la mayor parte de las actividades dependen del riego por lluvia (71.88%), lo que las hace más vulnerables a las fluctuaciones climáticas en comparación con Yatzaputzan.

Estos resultados indican especialización productiva, donde Culebrillas se inclina por la agricultura, mientras que Yatzaputzan y San Rafael de Chuquipogio priorizan la ganadería. Aptitud que se alinea con la escala de la tierra, donde Culebrillas posee parcelas más grandes de 8-10 ha, lo que según Christmann et al. (2025) las comunidades pecuarias en los Andes operan con menos de 8 hectáreas.

La tenencia de la tierra en la RC, representa un desafío lejos de la formalidad, considerando que existe una alta proporción de títulos no inscritos o inexistentes en todas las comunidades; lo que podría limitar el acceso a recursos y el desarrollo sostenible. La gestión hídrica es un factor relevante, Yatzaputzan depende completamente del riego de río, teniendo un sistema de mayor resiliencia. Mientras que, Culebrillas y San Rafael dependen de las lluvias, siendo más vulnerables a las variaciones climáticas y la escasez de agua (Gavini et al., 2021; Sayre et al., 2017).

A pesar de estas particularidades y desafíos, la biodiversidad agrícola es importante en la seguridad alimentaria y la cultura (García-Díaz et al., 2023). Las prácticas agroecológicas y la conservación de especies son esenciales para la resiliencia (Gotor et al., 2017; Padulosi et al., 2014). Y la diversificación socioeconómica, incluyendo situaciones de migración desde las comunidades de la zona alta, complementan estas actividades al mitigar la inseguridad y la degradación ambiental (Beltrán-Tolosa et al., 2022; Padulosi et al., 2014).

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Tabla 3 Información de las buenas prácticas agrícolas

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Residuos de cultivos	Quema	4.88%	49.75 %	18.75 %
	Usa como abono	24.39 %	27.97 %	34.48 %
	Deja en campo	24.39 %	22.34 %	46.88 %
	Otro	46.34 %	0%	0%
Residuo animal	Bota	2.44%	0%	0%
	Usa como abono	68.29 %	100%	87.5%
	Otro	17.07 %	0%	12.5%
Lugar de almacenamiento	Lugar refrigerado	24.39 %	100%	100%
	Cuarto seguro y ventilado	21.95 %	0%	0%
	Cuarto no adecuado	36.59 %	0%	0%
	Venta inmediata	17.07 %	0%	0%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Organización	Si	78.05	100%	64.06
		%		%
	No	21.95		35.94
		%		%
Sistema de riego	Aspersión	51.22	49.75	100%
		%	%	
	Gravedad	48.78	50.25	0%
		%	%	
Proviene el agua	Rio	51.22	18.27	0%
		%	%	
	Manantial	24.39	81.73	100%
		%	%	
Destino económico	Otro	24.39	0%	0%
		%		
	Venta	75.61	91.37	65.63
		%	%	%
Producción afectada	Consumo del hogar	24.39	0%	21.88
		%		%
	Semilla	0%	0%	12.5%
	Otro	0%	8.63%	0%
Factores de afectación	Si	46.34	39.59	50%
		%	%	
	No	22	60.41	50%
			%	
Factores de afectación	Sequia	26.83	0%	62.5%
		%		
	Bajas temperaturas	0%	0%	37.5%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
	Heladas	73.17 %	0%	0%
	Lluvias a destiempo	0%	89.85 %	0%
	Plagas y enfermedades	0%	10.15 %	0%
Análisis de suelo	No	100%	100%	100%
	Si	100%	83.25 %	18.15 %
Materia orgánica	No	0%	16.75 %	82.81 %
	Si	100%	100%	100%
Rotación	Si	24.39 %	0%	100%
	No	75.61 %	100%	0%
Conservación	Si	24.39 %	0%	0%
	No	75.61 %	100%	100%
Recuperación de suelo compacto	Si	73.17 %	0%	0%
	No	24.39 %	100%	100%
Recuperación de suelo erosionado	Si	73.17 %	0%	0%
	No	24.39 %	100%	100%
Suelo salino	No	100%	100%	100%
	Si	100%	73.17 %	100%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Recuperación de suelo compacto	Si	100%	0%	100%
	No	0	100%	0%
Nivelar campo	Si	24.39%	0%	100%
	No	75.61%	100%	0%
Surcos	Si	100%	0%	0%
	No	0	100%	100%
	Si	75.61%	0%	0%
Cantidad de Agua	No	24.39%	100%	100%
	Si	100%	0%	0%
Tiempo de riego	No	0	100%	100%
	No	100%	100%	100%
Medición de la cantidad de agua	Si	24.39%	0%	0%
	No	75.61%	100%	100%
Análisis de agua	Si	100%	100%	100%
	Si	100%	100%	100%
Uso de abono	Si	100%	100%	100%
	Si	21.95%	100%	100%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Plaguicidas	No	78.05 %	0%	0%
	Si	75.61 %	100%	100%
	No	24.39 %	0%	0%
	Si	24.39 %	0%	0%
Control biológico	No	75.61 %	100%	100%
	Si	75.61 %	0%	0%
MIP	No	24.39 %	100%	100%

En lo correspondiente a la gestión de los sistemas agropecuarios (Tabla 3), el manejo de los residuos de cultivos, en Yatzaputzan tiene una elevada incidencia de quema (49.75%), mientras que San Rafael opta por dejarlos en el campo (46.88%); a diferencia de Culebrillas, que diversifica el manejo, empleando otros métodos (46.34%). En cuanto a los residuos animales, Yatzaputzan se destaca por la utilización del 100% como abono, práctica también mayoritaria en San Rafael (87.5%) y Culebrillas (68.29%). El almacenamiento de productos se realiza en lugares refrigerados en San Rafael y Yatzaputzan, indicando ausencia de este tipo de infraestructura en Culebrillas, donde solo el 24.39% utiliza esta opción.

En Yatzaputzan la organización comunitaria está más fortalecida en comparación con Culebrillas y San Rafael de Chuquipogio. Los sistemas de riego utilizados son diferentes; San Rafael utiliza aspersión (100%), en cambio Culebrillas y Yatzaputzan combinan aspersión y gravedad. La fuente hídrica es indispensable, Yatzaputzan (81.73%) y San Rafael de Chuquipogio (100%) dependen de

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

manantiales, mientras que Culebrillas, toma agua del río (51.22%). Los productos que se producen en las tres comunidades, principalmente se destinan a la venta, donde Yatzaputzan lidera con un 91.37%. La producción se ve afectada por algún factor en todas las comunidades, principalmente en San Rafael con el 50%, siendo la más impactada. Las causas son heterogéneas y van desde heladas en Culebrillas con el 73.17%, lluvias a destiempo en Yatzaputzan con el 89.85%, sequía en un 62.5% y temperaturas bajas en un 37.5% en San Rafael.

Respecto al recurso suelo, ninguna comunidad realiza análisis de suelo, sin embargo, todas implementan la rotación de cultivos, el abono con materia orgánica se realiza en un 100% en Culebrillas y en un 83.25% en Yatzaputzan, mientras que apenas el 18.15% en San Rafael. La conservación del suelo es una práctica generalizada en San Rafael y mínima en las otras dos. También, Yatzaputzan y San Rafael no realizan recuperación de suelo compacto ni erosionado. El uso de abono, análisis de agua y construcción de diques son prácticas que si se implementan en las tres comunidades. Finalmente, el uso de fertilizantes y plaguicidas es considerable en Yatzaputzan y San Rafael con un 100 de las familias, mientras que Culebrillas muestra una adopción parcial. Las prácticas de control biológico y manejo integrado de plagas (MIP) solo se lo realiza en Culebrillas, lo indica dependencia de soluciones químicas en Yatzaputzan y San Rafael.

La gestión de los sistemas agropecuarios en las comunidades podría ocasionar incidencias que impactan su sostenibilidad y resiliencia, considerando que el manejo de residuos de cultivos en Yatzaputzan muestra una elevada incidencia de quema, práctica con consecuencias ambientales adversas por la emisión de GEI, pérdida de fertilidad (Jain et al., 2014). Mientras que en San Rafael y Culebrillas se prefiere dejarlos en el campo. La utilización de residuos animales como abono es una práctica generalizada y beneficiosa en las tres comunidades mejorando la fertilidad del suelo (Porichha et al., 2021).

La ausencia de infraestructura de almacenamiento en las comunidades implica riesgo de pérdidas postcosecha y deterioro de la calidad (Meng et al., 2021; Guo et al., 2022), limitando su acceso a mercados de mayor valor.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Otro factor importante es la gestión hídrica, la organización comunitaria fortalecida en Yatzaputzan influiría en sus prácticas, mientras que en San Rafael principalmente se usa aspersión, en Culebrillas y Yatzaputzan se combina aspersión y gravedad. La dependencia de manantiales en Yatzaputzan y San Rafael plantea desafíos de sostenibilidad a largo plazo (Paerregaard, 2017).

La producción es vulnerable a factores climáticos en las comunidades altoandinas, principalmente por heladas, lluvias a destiempo y sequías que impactan los sistemas de secano (Rosa et al., 2020), y las limitaciones de infraestructura de riego agravan esta vulnerabilidad (Rivera-Parra & Peña-Loyola, 2020).

Adicionalmente, la ausencia de análisis de suelo en todas las comunidades dificulta la optimización de la fertilización (Motavalli, 2012), a pesar de que se implementa la rotación de cultivos, una práctica beneficiosa para la estructura y fertilidad del suelo (Gupta et al., 2022). El uso considerable de fertilizantes y plaguicidas en Yatzaputzan y San Rafael es una preocupación importante por sus riesgos de contaminación y salud humana (Anjaria & Vaghela, 2024; Sekhatha et al., 2016). Y el limitado control biológico y MIP sugiere dependencia de soluciones químicas en parte debido a barreras como la falta de conocimiento y recursos (Ukwu, 2024; Ayegbokiki et al., 2022).

Tabla 3 Información de la actividad agropecuaria

	VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
			C	Y	S
Actividad pecuaria	Tipo de especies	Vacunos	70%	80%	75%
		Ovinos	5%	0%	5%
		Caprinos	5%	0%	0%
		Porcinos	5%	3%	5%
		Llamas	0%	%	0%
		Alpacas	3%	0%	0%
		Cuyes	9%	10%	5%
		Pollos de engorde	0%	%	4%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Número de animales	Gallinas	3%	2%	3%
	Pavos	0%	5%	0%
	Conejos	0%	0%	3%
	Ninguno	0%	0%	0%
	1 a 5	73.17	66.99	65.63
		%	%	%
	Mayor a 20	26.83	25.38	25%
		%	%	
	Carbunco	0	19.29	0%
			%	
Prevención de enfermedades	Fiebre aftosa	34.15	21.32	37.50
		%	%	%
	Newcastle	9.76%	10.15	12.50
			%	%
	Peste	7.32%	10.15	12.50
			%	%
	Rabia	9.76%	4.06%	12.50
				%
	Neumonía	7.32%	22.34	6.25%
			%	
Mejoramiento de crías	Tuberculosis	9.76%	9.14%	6.25%
	Cólera	12.20	5.08%	12.50
		%		%
	Si	0%	15.23	0%
			%	
	No	100%	84.77	100%
		%		

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Producción destinada	La venta	75.61	94.92	75%
		%	%	
	Consumo del hogar	24.39	5.08%	25%
Factores de mortalidad		%		
	Falta de control sanitario	21.95	0%	25%
		%		
	Muerte por accidente	21.95	100%	25%
		%		
	Estiaje	24.39	0%	25%
Animal productor		%		
	Otro	19.51	0%	25%
		%		
	De raza pura	0%	5.58%	0%
	Mejorados	51.22	0%	50%
Hembras		%		
	Criollos	48.78	85.79	50%
		%	%	
	Mejorados	80.49	50.25	73.44
Certificación de productores		%	%	%
	Criollos	19.51	49.75	25%
		%	%	
Derivados pecuarios	Certificado sanitario	24.39	0%	75%
		%		
	Ninguno	75.61	100%	25%
	%			
	Si	0%	100%	0%
	No	100%	0%	100%

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Tipo de derivado	Queso	100%	100%	100%
	Instalaciones	14.63 %	10.15 %	14.06 %
	Manejo Sanitario	12.20 %	10.15 %	10.94 %
Tipo de práctica	Alimentación y agua	24.39 %	39.59 %	21.88 %
	Manejo de productos	12.20 %	0% %	10.94 %
	Manejo de pastos	36.59 %	40.10 %	39.06 %
Asesoramiento	Médico veterinario	65.85 %	97.97 %	75% %
	Mismo productor/a	34.15 %	2.03% %	25% %
	Establecimiento comercial autorizado	75.61 %	89.85 %	71.88 %
Adquisición de vacuna	Vendedor ambulante	24.39 %	10.15 %	25% %
	Médico veterinario	21.95 %	94.92 %	81.25 %
Aplicación de vacuna	Mismo productor/a	75.61 %	5.08% %	18.75 %
	Si	21.95 %	5.08% %	12.50 %
Capacitación	No	75.61 %	94.92 %	87.50 %

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

VARIABLE	CATEGORIAS	COMUNIDADES		
		C	Y	S
Revisión de etiqueta	Si	100%	100%	100%
	Si	73.17	100%	50%
Tiempo de aplicación		%		
	No	26.83	0%	50%
Suspensión de consumo	Si	100%	100%	100%
	Si	100%	0%	87.50
Información				%
	No	0%	100%	12.50
Registro				%
	Si	78.05	100%	9.38%
		%		
	No	21.95	0%	90.63
		%		%

Los pobladores de la Comunidad Culebrillas poseen ovinos, caprinos, porcinos (5% cada uno), alpacas (3%), cuyes (9%), y gallinas (3%), con una notable presencia de vacunos (70%). Yatzaputzan se enfoca en la crianza de vacunos (80%), cuyes (10%), y pavos (5%). En San Rafael las actividades se diversifican con animales vacunos (75%), ovinos (5%), porcinos (5%), cuyes (5%), y gallinas (3%). La mayoría de los productores en Culebrillas (73.17%), Yatzaputzan (66.99%) y San Rafael (65.63%) se dedican a la producción a pequeña escala con 1 a 5 animales, además, un porcentaje notable maneja más de 20 animales, el 26.83% en Culebrillas, el 25.38% en Yatzaputzan y el 25% en San Rafael, lo que indica que, a pesar del predominio de la actividad por subsistencia, en cada comunidad coexisten la producción pecuaria.

En lo referente a la prevención de enfermedades, el tratamiento de fiebre aftosa se lo realiza en todas las comunidades (34.15% en Culebrillas, 21.32% en Yatzaputzan, y 37.50% en San Rafael), mientras

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

que el carbunco es prevenido solo en Yatzaputzan (19.29%), la neumonía en Yatzaputzan (22.34%), y y a menor escala tuberculosis y cólera en las tres comunidades. El mejoramiento genético solo se lo realiza en Yatzaputzan en un 15.23%. La producción pecuaria se destina mayoritariamente a la venta (75.61% en Culebrillas, 94.92% en Yatzaputzan, y 75% en San Rafael), el consumo en los hogares es secundario. La mortalidad animal de debe a diversas causas: en Yatzaputzan, la muerte por accidente representa el 100%, en Culebrillas y San Rafael por la falta de control sanitario, muerte por accidente, estiaje y otras. Respecto al tipo de animal productor, los animales criollos predominan en Yatzaputzan (85.79%), mientras que en Culebrillas y San Rafael se divide casi equitativamente y las hembras mejoradas son predominantes en las tres comunidades.

El 75% de productores en San Rafael posee certificaciones sanitarias, mientras que en Yatzaputzan ningún productor posee esta certificación, pero el 100% elabora quesos como derivado de la producción de leche. En cuanto a las prácticas agrícolas, el manejo de pastos es la más común (40% en las tres comunidades); el asesoramiento veterinario es crucial, en Yatzaputzan reciben asesoramiento de médicos veterinarios en un 97.97%, a diferencia de Culebrillas y San Rafael, donde los productores cumplen este rol. La adquisición de vacunas se realiza principalmente en establecimientos comerciales autorizados (más del 70%). La aplicación de vacunas es realizada por médicos veterinarios en Yatzaputzan (94.92%) y San Rafael (81.25%), mientras que en Culebrillas es el mismo productor en un 75.61% de los casos. La capacitación es escasa en Yatzaputzan (5.08%) y San Rafael (12.50%), siendo más frecuente en Culebrillas (21.95%), pero, todas las comunidades revisan las etiquetas de los productos y suspenden el consumo de productos después de la aplicación. Yatzaputzan maneja un buen control de datos se distingue por tener información disponible (0% "Si") y un registro de datos (100% "Si") lo que implica un buen control de datos.

La actividad pecuaria muestra diversidad de especies influenciada por factores agroecológicos y culturales (Struelens et al., 2017; Riek et al., 2019); sin embargo, predomina la producción a pequeña escala (1-5 animales), fundamental para la subsistencia (Lowenstein et al., 2016; Chávez-Lindell et al., 2022), un gran grupo de familias tiene una capacidad de trabajo a mayor escala (>20 animales), notándose diferencias y competencia por recursos (Khurshid et al., 2023).

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

La sanidad animal tiene limitaciones en la prevención de enfermedades y el mejoramiento genético, debido a barreras económicas, de acceso veterinario y por aspectos culturales (Monroy-Sánchez, 2020). Si se dieran cambios respecto a aquello, se mejoraría la productividad y seguridad alimentaria (Valverde et al., 2015) y la salud pública (Martínez-Amigo & Benavides, 2023). La mortalidad animal presenta diversas causas, y la predominancia de animales criollos en Yatzaputzan (Crawford et al., 2017) contrasta con una distribución más equitativa de razas mejoradas en otras comunidades (Sedlar et al., 2020).

Existe mayores animales con certificaciones sanitarias en San Rafael y no se registra ninguna en Yatzaputzan, a pesar de su producción de derivados. Lo que nos evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura y regulación ante el riesgo de resistencia antimicrobiana (Díaz et al., 2024; Yamamoto et al., 2019; Puga-Torres et al., 2022). En prácticas de manejo, Yatzaputzan cuenta con mayor asesoramiento veterinario profesional y registro de datos (Wurzinger et al., 2021; Grossi-Soyster et al., 2019; Mueller et al., 2015), a diferencia de Culebrillas donde los productores se encargan de la medicación de sus animales a pesar de la escasa capacitación.

Análisis de Clúster K-Medias de las actividades agropecuarias.

Figura 2. Análisis del clúster 1 y 2

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

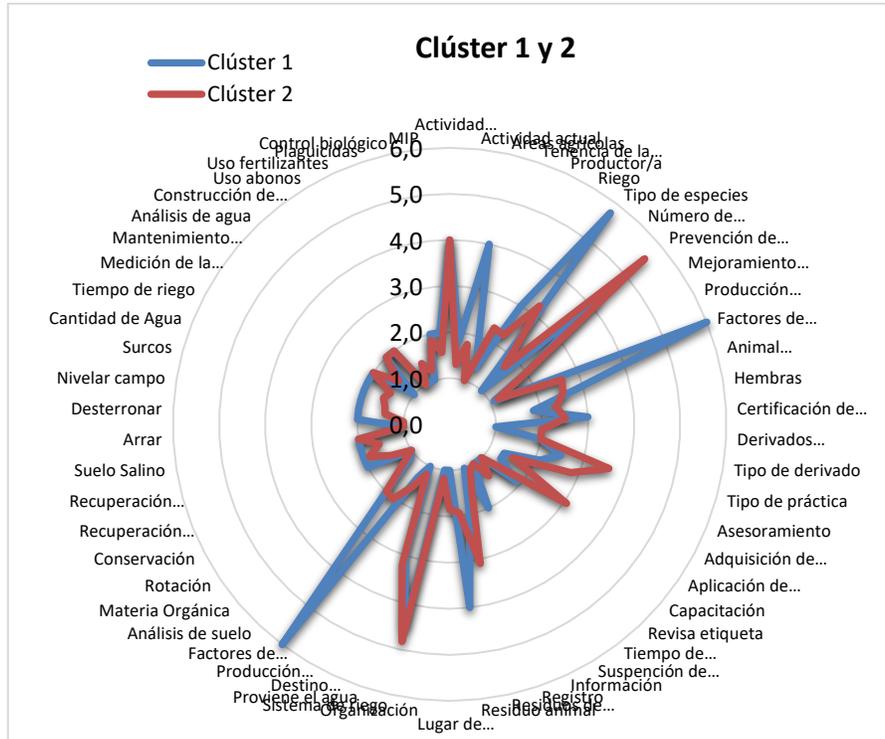
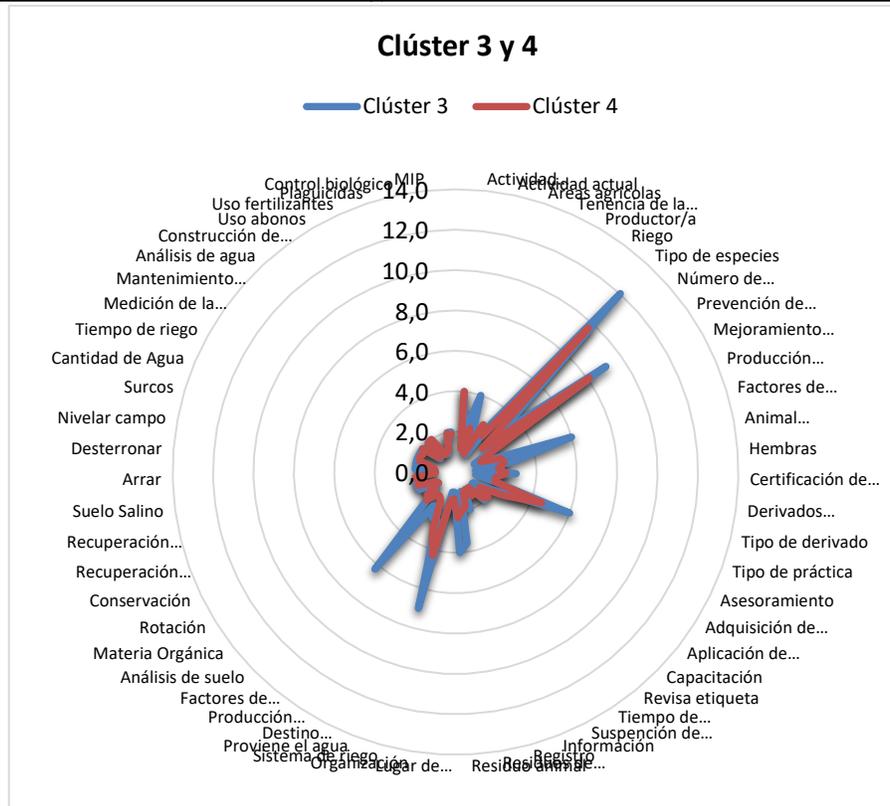


Figura 2. Análisis del clúster 3 y 4

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias



El análisis K-medias con 4 clústeres, presento 10 interacciones y con un criterio de convergencia igual a cero. Los datos faltantes se manejaron con el método de exclusión LISTWISE. Las variables analizadas incluyeron aspectos de actividad pecuaria (años, especies, prevención), actividad actual, uso de tierra (áreas agrícolas, tenencia, riego), y tipo de productor, entre otras. El clúster 1 es el más numeroso con 118 casos; seguido del clúster 3, que agrupa 79 casos; el Clúster 2, con 62 casos; y el clúster 4, integrado de por 43 casos.

Los productores por comunidad se distribuyen en patrones distintivos, como en Culebrillas, donde la mayoría de los productores (18 casos) se concentran en el clúster 2, mientras que una proporción menor (5 casos) se ubica en el clúster 4; para Yatzaputzan, el clúster 1 es superior, albergando 95 casos, seguido por el clúster 3 con 38 casos; y al final, San Rafael de Chuquipogio muestra una distribución equitativa, con 24 casos asignados al clúster 2 y otros 24 casos al clúster 4.

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

El clúster 1 (118 casos) se caracteriza por una actividad actual intermedia, alta presencia de áreas agrícolas, tenencia de tierra colectiva o comunitaria, productores predominantemente individuales o pequeños, uso frecuente de riego y una diversidad moderada de especies pecuarias. Se destacan por valores altos en factores de mortalidad animal y un fuerte impacto de factores externos de afectación, además de un uso común de residuos animales. Por lo tanto, este clúster representa a comunidades con un marcado enfoque agrícola intensivo, uso de riego y manejo de residuos animales, junto con una diversidad pecuaria moderada; la presencia de alta mortalidad y factores de afectación sugiere una considerable vulnerabilidad a condiciones externas. Este clúster domina en la comunidad de Yatzaputzan, abarcando 95 casos, lo que indica que esta comunidad se centra en prácticas agrícolas intensivas que enfrentan desafíos productivos.

El clúster 2 (62 casos) se ha determinado por una menor presencia de áreas agrícolas, lo que sugiere un enfoque pecuario. Muestra una mayor presencia de productores mixtos o cooperativos, esfuerzos moderados en la prevención de enfermedades animales, y un menor impacto de la mortalidad animal comparado con el Clúster 1. Se observa un uso notable de vacunas, indicando atención a la salud animal, y un uso moderado de residuos de cultivos, posiblemente para alimentación animal. Además, este clúster presenta un bajo impacto de factores externos que afectan la producción. En tanto, el Clúster 2 refleja una actividad pecuaria, con menor dependencia de la agricultura, atención respecto a salud animal (vacunación y prevención) y una menor vulnerabilidad a factores externos de afectación. Este clúster predomina en la comunidad de Culebrillas (18 casos) y también se encuentra significativamente en San Rafael (24 casos), lo que propone que estas comunidades prevalecen la ganadería con algo de buenas prácticas de manejo.

El Clúster 3 (79 casos), que domina en Yatzaputzan, se identifica por una considerable dedicación a la agricultura, una alta diversidad de especies pecuarias, y un mayor número de animales en comparación con otros clústeres. También, muestra esfuerzos intensivos en la prevención de enfermedades, un uso avanzado de prácticas pecuarias o agrícolas, y el uso más intensivo de sistemas de riego. A pesar de ello, también presenta una alta influencia de factores que afectan la producción. Entonces, este clúster se caracteriza por su alta diversidad de especies, mayor número de animales, y esfuerzos en prevención de enfermedades y eficiencia en el riego, combinando actividades agrícolas

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

y pecuarias; pero, su vulnerabilidad a factores externos esta presente. Este clúster domina en la comunidad de Yatzaputzan (38 casos), lo que indica un segmento de la población dentro de esta comunidad con prácticas diversificadas e intensivas.

El Clúster 4 (43 casos), el más pequeño y de composición mixta, con una presencia notable en San Rafael, se caracteriza por productores predominantemente mixtos o cooperativos (centro 2.7), una alta diversidad de especies pecuarias (centro 9.7), aunque menor que en el Clúster 3, y un fuerte enfoque en la prevención de enfermedades (centro 8.1), similar al Clúster 3. Además, presenta un bajo impacto de factores de mortalidad (centro 2.3), comparable al Clúster 2, y un muy bajo impacto de factores externos que afectan la producción (centro 1.4). El uso de prácticas avanzadas es moderado (centro 4.5). Este clúster indica un balance entre la actividad pecuaria y agrícola, destacando por su diversidad de especies, un adecuado manejo de enfermedades y una baja vulnerabilidad a factores externos de afectación. Culebrillas (5 casos) y, de manera considerable, en San Rafael (24 casos) agrupados en este clúster, propone que los productores de San Rafael en este clúster implementan prácticas diversificadas y resilientes.

El análisis ANOVA indicó que los factores de afectación resultaron ser el mayor diferenciador, revelando que los Clústeres 1 y 3 estaban significativamente más afectados en comparación con los clústeres 2 y 4. A si mismo, la variable residuo animal destacó, con los clústeres 1 y 3 los que utilizan más residuos que los clústeres 2 y 4. El nivel de información también fue un factor clave, ya que los Clústeres 1 y 3 valoran más la información frente a los Clústeres 2 y 4. En lo referente a los factores de mortalidad, los Clústeres 1 y 3 se vieron más afectados en comparación con los Clústeres 2 y 4. Lo correspondiente a las áreas agrícolas, los clústeres 1 y 3 presentaron una alta presencia, en contraste de los clústeres 2 y 4. Adicionalmente, el tipo de especies, diferenció a los clústeres por su diversidad, donde los Clústeres 3 y 4 los que mostraron mayor diversidad, que los Clústeres 1 y 2.

La distribución de los productores por comunidad dentro de los clústeres muestra patrones distintivos: en Culebrillas, predomina el Clúster 2, caracterizado por un enfoque pecuario, menor dependencia agrícola y esfuerzos en salud animal, lo que propone que esta comunidad se centra en la ganadería con prácticas de manejo moderadas. Para Yatzaputzan, se nota una duplicidad, ya que domina tanto

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

en el Clúster 1 que tiene un enfoque agrícola y alta vulnerabilidad; y el Clúster 3, con diversidad de especies y prácticas intensivas, evidenciando una marcada heterogeneidad donde una parte de la comunidad se enfoca en agricultura con desafíos y otra en pecuaria diversificada con riego avanzado. Finalmente, en San Rafael de Chuquipogio, la distribución es equitativa entre el Clúster 2 (pecuario) y el Clúster 4 (diversidad y resiliencia), sugiriendo una comunidad versátil que combina la ganadería y la agricultura con prácticas efectivas y una baja vulnerabilidad.

El análisis K-medias identificó cuatro tipologías de productores agropecuarios evidenciando heterogeneidad (Carrasco-Torrentegui et al., 2021). Estas tipologías, definidas por sus actividades, uso de tierra y manejo de residuos, indican patrones distintivos de desarrollo rural: Culebrillas (Clúster 2 y 4) con un perfil pecuario resiliente; Yatzaputzan (Clúster 1 y 3) muestra una heterogeneidad agrícola intensiva y vulnerable; mientras San Rafael (Clúster 2 y 4) presenta un balance diversificado y resiliente (Marchant et al., 2021).

En las comunidades la resiliencia y vulnerabilidad varían. Los Clústeres 1 y 3 (Yatzaputzan) son significativamente más vulnerables a factores externos y mortalidad animal, lo cual se relaciona con los riesgos del cambio climático en los Andes (Saxena et al., 2016; Zevallos et al., 2023; Urrutia y Vuille, 2009). Mientras que, los Clústeres 2 y 4 (Culebrillas y San Rafael) presentarían menor vulnerabilidad, por las prácticas como la atención a la salud animal y el uso moderado de residuos, otorgan resiliencia (Dillehay y Kolata, 2004).

El manejo de suelo y residuos afectarían a la sostenibilidad; en los Clústeres 1 y 3 (Yatzaputzan) utilizan los residuos animales, como abono, mejorando la fertilidad del suelo (Porichha et al., 2021), pero la quema de residuos de cultivos provoca consecuencias ambientales adversas (Jain et al., 2014). La ausencia de análisis de suelo limita acciones de fertilización (Motavalli, 2012; Gupta et al., 2022), aunque la rotación de cultivos es universal (Ukwu, 2024). La dependencia de fertilizantes y plaguicidas en Clústeres 1 y 3 genera atención por contaminación y salud (Anjaria & Vaghela, 2024; Sekhatha et al., 2016), y esto limitaría lograr control biológico (Ukwu, 2024; Ayegbokiki et al., 2022).

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

Elementos cruciales en las comunidades serían la organización y gestión del conocimiento, Yatzaputzan representaría el poblado con la mayor fortaleza organizacional (Clústeres 1 y 3) teniendo una alta valoración a manejar información (Gavidia et al., 2022; Brusnahan et al., 2022; Angello, 2015; Price et al., 2017).

Adicionalmente, el análisis de las tipologías permitiría el diseño de intervenciones y políticas públicas, mejorando su efectividad y la participación de los pobladores (Salinas y Valenzuela, 2024; Derose et al., 2018). Adoptar un enfoque de desarrollo que integre las prioridades locales y promueva la colaboración, para fortalecer la resiliencia (DeCamp et al., 2021). La metodología K-medias, a pesar de sus sensibilidades iniciales indica fiabilidad en los resultados (Rezaei et al., 2024).

CONCLUSIONES

La aplicación del análisis de conglomerados K-medias permitió identificar las tipologías productivas distintivas entre las comunidades de la RC; caracterizando el predominio de la ganadería ovina, bovina y la agricultura, como eje central de las actividades agropecuarias, pero con variaciones en la intensidad y diversificación entre comunidades. Aportando a una clasificación los sistemas agropecuarios en el área protegida, sugiriendo la necesidad de estrategias de manejo y fomento productivo que sean diferenciadas y adaptadas a las particularidades de cada tipología de productor identificada y con políticas de conservación y desarrollo rural flexibles y sostenibles a largo plazo. Adicionalmente, advierte sobre la complejidad socioeconómica y productiva presente en áreas protegidas, donde la gestión homogénea aún no existe.

El estudio observó una correlación directa entre tipologías agropecuarias y la presión sobre los recursos naturales, detectada principalmente en el cambio de la cobertura vegetal natural hacia áreas cultivables o de pastoreo. Esto nos alerta la importancia de implementar programas de uso sostenible del suelo para mitigar la expansión de la frontera agropecuaria, promoción de prácticas agropecuarias ecológicas y la búsqueda de alternativas económicas.

La caracterización socioeconómica de los conglomerados, muestra contrastes significativos en ingresos, acceso a recursos y tenencia de la tierra entre las comunidades, lo que influyen en las

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

decisiones productivas de las familias y en su capacidad de adoptar prácticas sostenibles. Se identificó que las actividades complementarias como el comercio o la elaboración de artesanías, poseen un potencial intrínseco de diversificación económica, aunque lo realiza una minoría; existiendo vulnerabilidades, pero oportunidades socioeconómicas claves en el diseño de programas de desarrollo inclusivos. Lo que requiere fortalecer las capacidades locales y diversificar las fuentes de ingreso de los productores para reducir la presión económica sobre los recursos naturales y mejorar su resiliencia socioambiental.

Referencias

1. (2021). Image segmentation techniques using k-means clustering to identify the land use change detection. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 10(2), 1200-1206. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2021/1021022021>
2. Ahmed, M., Seraj, R., & Islam, S. M. S. (2020). The k-means algorithm: A comprehensive survey and performance evaluation. *Electronics*, 9(8), 1295. <https://doi.org/10.3390/electronics9081295>
3. Angello, C. (2015). Potential of information and communication technologies in promoting access to livestock information. *International Journal of Information Communication Technologies and Human Development*, 7(2), 20-41. <https://doi.org/10.4018/ijicthd.2015040102>
4. Anjaria, P. and Vaghela, S. (2024). Toxicity of agrochemicals: impact on environment and human health. *J. Toxicol. Stud.*, 2(1), 250. <https://doi.org/10.59400/jts.v2i1.250>
5. Ayegbokiki, A., Ayinde, I., Okoye, H., & Oluyeye, D. (2022). Spatial analysis of agrochemical application and risks to water quality and community health in ogun state, nigeria.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2312280/v1>
6. Beltrán-Tolosa, L., García, G., Ocampo, J., Pradhan, P., & Quintero, M. (2022). Rural livelihood diversification is associated with lower vulnerability to climate change in the andean-amazon foothills. *Plos Climate*, 1(11), e0000051. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000051>
7. Brítez, M. (2022). Relevant aspects of techniques and instruments in qualitative research. *Población Y Desarrollo*, 28(54), 93-100. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2022.028.54.093>
8. Brusnahan, A., Carrasco-Tenezaca, M., Bates, B., Roche, R., & Grijalva, M. (2022). Identifying health care access barriers in southern rural ecuador. *International Journal for Equity in Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12939-022-01660-1>
9. Buñay, W. V. P., García, J. L., & Pesantez, D. J. A. (2024). Modelo de gestión para centros de acopio de leche inmersas en la eps del cantón cañar. *AlfaPublicaciones*, 6(2.3), 113-136. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i2.3.4954>

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

10. Carrasco-Torrontegui, A., Gallegos - Riofrío, C., Espinoza, F., & Swanson, M. (2021). Climate change, food sovereignty, and ancestral farming technologies in the andes. *Current Developments in Nutrition*, 5, 54-60. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa073>
11. Chavez-Lindell, T., Moncayo, A., Vinueza - Veloz, M., & Odoi, A. (2022). An exploratory assessment of human and animal health concerns of smallholder farmers in rural communities of chimborazo, ecuador. *Peerj*, 9, e12208. <https://doi.org/10.7717/peerj.12208>
12. Chiang, M. and Mirkin, B. (2010). Intelligent choice of the number of clusters in k-means clustering: an experimental study with different cluster spreads. *Journal of Classification*, 27(1), 3-40. <https://doi.org/10.1007/s00357-010-9049-5>
13. Christmann, T., Cjuno - Turpo, I., López - Aranda, M., Wilson, S., Cuní - Sanchez, A., Malhi, Y., ... & Oliveras, I. (2025). 'sowing and harvesting water' : revisiting forest restoration in the peruvian andes through a multi - stakeholder analysis. *People and Nature*, 7(3), 631-652. <https://doi.org/10.1002/pan3.10787>
14. Condori-Ojeda, P. (2020). Universo, población y muestra. <https://www.aacademica.org/cporfirio/18.pdf>
15. Copo-Torres, M., Tamayo, F., Santamaría-Bedón, S., & Proaño, P. (2021). Instrumento terapéutico para tratamiento de la tenosinovitis de quervain. *Revista Uis Ingenierías*, 20(4). <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n4-2021001>
16. Crawford, J., Amaru, R., Song, J., Julian, C., Racimo, F., Cheng, J., ... & Nielsen, R. (2017). Natural selection on genes related to cardiovascular health in high-altitude adapted andeans. *The American Journal of Human Genetics*, 101(5), 752-767. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2017.09.023>
17. DeCamp, L., Acosta, J., Delgado, L., Vázquez, M., & Polk, S. (2021). Community partnerships in emerging immigrant communities: lessons learned addressing latino childhood weight disparities. *Public Health Nursing*, 38(2), 288-295. <https://doi.org/10.1111/phn.12875>
18. Derose, K., Williams, M., Branch, C., Flórez, K., Hawes-Dawson, J., Mata, M., ... & Wong, E. (2018). A community-partnered approach to developing church-based interventions to reduce health disparities among african-americans and latinos. *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, 6(2), 254-264. <https://doi.org/10.1007/s40615-018-0520-z>

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

19. Díaz, E., Pozo, M., Bolaños, P., Pozo, G., Zug, R., Sáenz, C., ... & Torres, M. (2024). A genetic tool to identify predators responsible for livestock attacks in south america and recommendations for human-wildlife conflict mitigation. *Animals*, 14(6), 838. <https://doi.org/10.3390/ani14060838>
20. Dillehay, T. and Kolata, A. (2004). Long-term human response to uncertain environmental conditions in the andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(12), 4325-4330. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400538101>
21. García-Díaz, R., Hernandez, E., Martinez, L., Díaz-Najera, F., & Ayvar-Serna, S. (2023). Diversity and distribution of andean tubers: an agrogeographic analysis. *Invest. y Est. - UNA*, 14(1), 59-70. <https://doi.org/10.57201/ieuna2313312>
22. Gavidia, L., MacDermid, J., Brunton, L., & Doralp, S. (2022). A narrative review of the disenfranchisement of single mothers in highland ecuador. *The Open Public Health Journal*, 15(1). <https://doi.org/10.2174/18749445-v15-e2206271>
23. Gavini, S., Sáez, A., Tur, C., & Aizen, M. (2021). Pollination success increases with plant diversity in high-andean communities. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01611-w>
24. Gotor, E., Bellon, A., Polar, V., & Caracciolo, F. (2017). Assessing the benefits of andean crop diversity on farmers' livelihood: insights from a development programme in bolivia and peru. *Journal of International Development*, 29(7), 877-898. <https://doi.org/10.1002/jid.3270>
25. Grossi-Soyster, E., Lee, J., King, C., & LaBeaud, A. (2019). The influence of raw milk exposures on rift valley fever virus transmission. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 13(3), e0007258. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007258>
26. Guo et al. (2022). "Metagenomic reveals succession in the bacterial community and predicts changes in raw milk during refrigeration" ilustra el papel de los microorganismos en el deterioro de productos refrigerados.
27. Gupta, A., Singh, U., Sahu, P., Paul, S., Kumar, A., Malviya, D., ... & Saxena, A. (2022). Linking soil microbial diversity to modern agriculture practices: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 3141. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053141>

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

28. Hernández, R., Arias-Chávez, D., Sotelo, W., Arévalo-Tuesta, J., Santos, P., Muñoz, L., ... & Videla, J. (2019). Indicadores de evaluación de citas y referencias en tesis de maestría en educación: una muestra peruana. *Apuntes Universitarios*, 9(3), 67-84. <https://doi.org/10.17162/au.v9i3.382>
29. Hofstede, R., Llambí, L., Peralvo, M., Beltrán, K., Calispa, M., & Mosquera, G. (2023). El cambio climático en el páramo del Ecuador. *Los páramos del Ecuador: Pasado, presente y futuro*, 324-353.
30. Jain, N., Bhatia, A., & Pathak, H. (2014). Emission of air pollutants from crop residue burning in india. *Aerosol and Air Quality Research*, 14(1), 422-430. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2013.01.0031>
31. Jauregui Ttito, S. S. (2023). Percepción de los agricultores sobre el cambio climático y su impacto en el cultivo de papa nativa del distrito de Pazos-Huancavelica, 2023.
32. Khurshid, N., Ajab, S., Tabash, M., & Bărbulescu, M. (2023). Asymmetries in climate change and livestock productivity: non-linear evidence from autoregressive distribution lag mode. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1139631>
33. Knuth, M., Behe, B., Hall, C., Huddleston, P., & Fernandez, R. (2019). Sit back or dig in: the role of activity level in landscape market segmentation. *Hortscience*, 54(10), 1818-1823. <https://doi.org/10.21273/hortsci14158-19>
34. Lara Haro, D. M., Argothy Almeida, L. A., Martínez Mesías, J. P., & Mejía Chávez, M. A. (2022). El impacto de las crisis en el desempeño del sector agropecuario del Ecuador. *Revista Finanzas y Política Económica*, 14(1), 167-186.
35. Lowenstein, C., Waters, W., Roess, A., Leibler, J., & Graham, J. (2016). Animal husbandry practices and perceptions of zoonotic infectious disease risks among livestock keepers in a rural parish of quito, ecuador. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 95(6), 1450-1458. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0485>
36. MAE. (2024). Borrador del Plan Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Ministerio del Ambiente. Dirección Nacional de Biodiversidad, Riobamba, 2024.
37. Marchant, C., Rodríguez-Díaz, P., Morales-Salinas, L., Betancourt, L., & Fernández, L. (2021). Practices and strategies for adaptation to climate variability in family farming. an

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

- analysis of cases of rural communities in the andes mountains of colombia and chile. *Agriculture*, 11(11), 1096. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111096>
38. Martínez-Amigo, V. and Benavides, J. (2023). Carbon balance shift in mountain peatlands along a gradient of grazing disturbance in the tropical andes (colombia). *Plant Ecology*, 224(12), 1049-1058. <https://doi.org/10.1007/s11258-023-01356-8>
39. Mendoza, S. and Ávila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del Ica*, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
40. Meng et al. (2021) Meng et al. "Cost Analysis of Multimodal Transport on Refrigerated Container" discute el papel crítico del transporte refrigerado en la calidad de productos agrícolas.
41. Monroy-Sánchez, D. C. (2020). Naturaleza del acceso a los servicios de salud mental de la población adulta víctima del conflicto armado en colombia. *Revista Salud Bosque*, 10(1). <https://doi.org/10.18270/rsb.v10i1.3053>
42. Motavalli, P. (2012). Initial and residual effects of organic and inorganic amendments on soil properties in a potato-based cropping system in the bolivian andean highlands. *American Journal of Experimental Agriculture*, 2(4), 641-666. <https://doi.org/10.9734/ajea/2012/2006>
43. Mueller, J., Rischkowsky, B., Haile, A., Philipsson, J., Mwai, O., Besbes, B., ... & Wurzinger, M. (2015). Community - based livestock breeding programmes: essentials and examples. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132(2), 155-168. <https://doi.org/10.1111/jbg.12136>
44. Muñoz, A., García, W., & Acero, J. (2013). Revisión bibliográfica de la aplicación de la metodología dea en el ámbito educativo colombiano. *Civilizar*, 13(25), 133. <https://doi.org/10.22518/16578953.134>
45. Ortiz, C. I. A. and Ordóñez-Laso, A. L. (2023). Diagnóstico de emprendimientos de economía popular y solidaria del cantón cañar. *Revista Enfoques*, 7(25), 65-81. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v7i25.155>
46. Otero, S., Narváez, M., Imbaquingo, L., Arichábalá-Vallejos, D., & Freire-Reyes, K. (2023). La procrastinación: una exploración teórica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 76-93. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6065

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

47. Padulosi, S., Amaya, K., Jäger, M., Gotor, E., Rojas, W., & Valdivia, R. (2014). A holistic approach to enhance the use of neglected and underutilized species: the case of andean grains in bolivia and peru. *Sustainability*, 6(3), 1283-1312. <https://doi.org/10.3390/su6031283>
48. Paerregaard, K. (2017). Power in/of/as water: revisiting the hydrologic cycle in the peruvian andes. *Wiley Interdisciplinary Reviews Water*, 5(2). <https://doi.org/10.1002/wat2.1270>
49. Pena, J. M. B. (2024). La revisión sistemática como metodología para la investigación en e/le. *Círculo De Lingüística Aplicada a La Comunicación*, 97, 179-193. <https://doi.org/10.5209/clac.88711>
50. Pilamunga, O. Z., Torres, M. J. V., Gavilánez, E. O. C., & Arteaga, W. A. Y. (2023). La oralidad, pedagogía de conservación de saberes en culturas indígenas del cantón Guaranda, Provincia Bolívar. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 8(4), 225-239.
51. Porichha, G., Hu, Y., Rao, K., & Xu, C. (2021). Crop residue management in india: stubble burning vs. other utilizations including bioenergy. *Energies*, 14(14), 4281. <https://doi.org/10.3390/en14144281>
52. Price, M., Shalabi, H., Guzhñay, B., Shalabi, S., Price, R., & Rodas, E. (2017). Patient perspectives on barriers to surgical care and the impact of mobile surgery in ecuador. *World Journal of Surgery*, 41(10), 2417-2422. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4056-x>
53. Puga-Torres, B., Aragón, E., Ron, L., Álvarez, V., Bonilla, S., Guzmán, A., ... & Torre, D. (2022). Milk quality parameters of raw milk in ecuador between 2010 and 2020: a systematic literature review and meta-analysis. *Foods*, 11(21), 3351. <https://doi.org/10.3390/foods11213351>
54. Raimondo Anselmino, N., Sambrana, A. M., & Cardoso, A. L. (2017). Medios tradicionales y redes sociales en Internet: un análisis de los posteos compartidos por los diarios argentinos Clarín y La Nación en Facebook (2010-2015). <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/76055>
55. Rezaei, P., Ilaghi, M., & Masoumian, N. (2024). The triangle of anxiety, perfectionism, and academic procrastination: exploring the correlates in medical and dental students. *BMC Medical Education*, 24(181), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05145-3>

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

56. Riek, A., Stölzl, A., Bernedo, R., Ruf, T., Arnold, W., Hambly, C., ... & Gerken, M. (2019). Energy expenditure and body temperature variations in llamas living in the high andes of peru. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40576-9>
57. Rivera-Parra, J. and Peña - Loyola, P. (2020). Potential high - quality growing tea regions in ecuador: an alternative cash crop for ecuadorian small landholders. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1827-1831. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10225>
58. Rodríguez, A. (2015). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Diá-Logos*, (14), 19-40. <https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i14.2202>
59. Rodríguez, P. X. L., Armas, A., Bustamante, E., & Cantos, V. (2021). Analysis of representativeness of the paramo ecosystem in the conservation modalities of the chimborazo province. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(1), 313-338. <https://doi.org/10.18502/epoch.v1i1.9568>
60. Rosa, L., Chiarelli, D., Sangiorgio, M., Beltran - Peña, A., Rulli, M., D' Odorico, P., ... & Fung, I. (2020). Potential for sustainable irrigation expansion in a 3 ° c warmer climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(47), 29526-29534. <https://doi.org/10.1073/pnas.2017796117>
61. Salinas, J. and Valenzuela, R. (2024). Using the reach effectiveness adoption implementation maintenance (re-aim) framework to evaluate a tailored education program to reduce obesity-related cancers in el paso, texas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(8), 1051. <https://doi.org/10.3390/ijerph21081051>
62. Saxena, A., Fuentes, X., Herbas, R., & Humphries, D. (2016). Indigenous food systems and climate change: impacts of climatic shifts on the production and processing of native and traditional crops in the bolivian andes. *Frontiers in Public Health*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00020>
63. Sayre, M., Stenner, T., & Argumedo, A. (2017). You can't grow potatoes in the sky: building resilience in the face of climate change in the potato park of cuzco, peru. *Culture Agriculture Food and Environment*, 39(2), 100-108. <https://doi.org/10.1111/cuag.12100>
64. Sedlar, A., Zupin, M., Maras, M., Razinger, J., Šuštar-Vozlič, J., Pipan, B., ... & Meglič, V. (2020). Qtl mapping for drought-responsive agronomic traits associated with physiology,

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

- phenology, and yield in an andean intra-gene pool common bean population. *Agronomy*, 10(2), 225. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020225>
65. Sekhotha, M., Monyeki, K., & Sibuyi, M. (2016). Exposure to agrochemicals and cardiovascular disease: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(2), 229. <https://doi.org/10.3390/ijerph13020229>
66. Sharma, A. (2020). A review on unstructured data using k-mean algorithm. *Smart Moves Journal Ijoscience*, 6(6), 11-14. <https://doi.org/10.24113/ijoscience.v6i6.290>
67. Skarbut, F., Cueto, M., Frank, A., & Paunero, R. (2021). Tecnología lítica de las primeras sociedades del extremo sur de sudamérica. *Latin American Antiquity*, 33(3), 443-463. <https://doi.org/10.1017/laq.2021.50>
68. Souza, S., Lima, F., & Chavarette, F. (2015). Monitoring of structural integrity using unsupervised data clustering techniques. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 104(1). <https://doi.org/10.12732/ijpam.v104i1.10>
69. Statman, A., Rozenberg, L., & Feldman, D. (2020). K-means++: outliers-resistant clustering. *Algorithms*, 13(12), 311. <https://doi.org/10.3390/a13120311>
70. Struelens, Q., Pomar, K., Herrera, S., Huanca, G., Dangles, O., & Rebaudo, F. (2017). Market access and community size influence pastoral management of native and exotic livestock species: a case study in communities of the cordillera real in bolivia's high andean wetlands. *Plos One*, 12(12), e0189409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189409>
71. Torres, Bolier & Cayambe, Jhenny & Paz, Susana & Ayerve, Kelly & Heredia-R, Marco & Torres, Emma & Luna, Marcelo & Toulkeridis, Theofilos & Garcia, Anton. (2022). Livelihood Capitals, Income Inequality, and the Perception of Climate Change: A Case Study of Small-Scale Cattle Farmers in the Ecuadorian Andes. *Sustainability*. 5028. [10.3390/su14095028](https://doi.org/10.3390/su14095028).
72. Tuaza, L. (2020). El ocaso de la ciudadanía indígena en el Ecuador contemporáneo. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (10), 12-24.
73. Tuslaela, T., Rusdiansyah, R., Supendar, H., & Suharyanti, N. (2024). Implementation of k-means clustering in food security by regency in east java province in 2022. *Sinkron*, 9(1), 54-60. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v9i1.13169>

Caracterización de las actividades agropecuarias en tres comunidades de la reserva Chimborazo, utilizando conglomerados k-medias

74. Ukwu, F. (2024). Agro-chemical use in crops in ghana: multidimensional impacts and sustainable solutions. *NIJRMS*, 5(2), 4-6. <https://doi.org/10.59298/nijrms/2024/5.2.0461>
75. Urrutia, R. and Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical andes using a regional climate model: temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 114(D2). <https://doi.org/10.1029/2008jd011021>
76. Valverde, G., Zhou, H., Lippold, S., Filippo, C., Tang, K., Herráez, D., ... & Stoneking, M. (2015). A novel candidate region for genetic adaptation to high altitude in andean populations. *Plos One*, 10(5), e0125444. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125444>
77. Vargas, C., Burbano, L., & Castillo, V. (2022). Diagnosis of the peasant family farming system and its contribution to the food security of a peasant family in the san antonio de atenas village, florencia, caquetá. *Salud Ciencia Y Tecnología - Serie De Conferencias*, 1, 41. <https://doi.org/10.56294/sctconf202241>
78. Wurzinger, M., Gutiérrez, G., Sölkner, J., & Probst, L. (2021). Community-based livestock breeding: ¿coordinated action or relational process? *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.613505>
79. Yamamoto, Y., Calvopiña, M., Izurieta, R., Villacrés, I., Kawahara, R., Sasaki, M., ... & Yamamoto, M. (2019). Colistin-resistant *escherichia coli* with *mcr* genes in the livestock of rural small-scale farms in ecuador. *BMC Research Notes*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4144-0>
80. Zevallos, E., Marmolejo, K., Alvarez, F., Paitan, R., Viza, I., Becerra, D., ... & Inga, J. (2023). Screening potato landraces to cope with climate change in the central andes of peru. *International Journal of Plant Biology*, 14(4), 1167-1179. <https://doi.org/10.3390/ijpb14040085..>