



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Gobierno del Perú



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PASTORES ALPAQUEROS:

Vulnerabilidad, adaptabilidad y sensibilidad al cambio climático


Tercera Edición Diálogos Académicos: Aportes de la Ciencia a Nuestro Desafío Climático

Diciembre 2022 - Lima, Perú



GRUPO IMPULSOR DE
ACCIÓN CLIMÁTICA
DE LA ACADEMIA

PASTORES ALPAQUEROS: VULNERABILIDAD, ADAPTABILIDAD Y SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Cecilio Barrantes Campos¹ , Enrique Flores Mariazza², Javier Ñaupari Vasquez³

^{1,2,3}Universidad Nacional Agraria La Molina, Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales, Lima, Perú

Email: cbarrantes@lamolina.edu.pe, efm@lamolina.edu.pe, jnaupariv@lamolina.edu.pe

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El comportamiento del cambio climático es impredecible e incontrolable, de allí la necesidad del estudio integral de factores climáticos, sociales y ecológicos, que nos permitan argumentar con evidencia científica las potencialidades y limitaciones de los sistemas de producción y desarrollar modelos precisos de vulnerabilidad con el objetivo de formular planes estratégicos y asignar recursos para afrontar sus impactos negativos (Fritzsche et al. 2016). En consecuencia, la determinación de la vulnerabilidad al cambio climático se puede evaluar mediante varios enfoques, entre ellos a nivel de ecosistema y productor (Adger 2006). A nivel de ecosistema se considera el paisaje (escala grande) como unidad de medición de los atributos, como información climática, coberturas, capacidad de uso mayor de tierras y procesamiento de imágenes satelitales (Chuluun et al. 2017). A nivel de productor se considera la finca o estancia (escala fina) como unidad de medición de atributos, tomando información socioeconómica y medios de vida del productor, tipo de vegetación, inventario de recursos naturales y animales de la estancia (Füssel 2007).

BID y CEPAL (2014) indicaron que en la ecorregión puna del Perú se reducirá la capacidad de carga a finales del siglo XXI en 53-58% de unidades ovinas (UO) comparado con el año 2010, debido principalmente a la reducción de la superficie de los pajonales (15.4 a 4.6 millones ha) y bofedales (0.5 a 0.2 millones ha), y aumentando los arbustales (2.8 a 7.1 millones ha). El aumento de arbustales no aumentaría la carga animal, debido a que toleran menores niveles de uso y su producción forrajera es menor. Los cambios en la superficie de los ecosistemas de puna se relacionan al cambio de uso de la tierra y coberturas del suelo (Magrin et al. 2014). Postigo et al. (2008) indicaron que estos cambios en las comunidades de la región Huancavelica se deben a factores socioecológicos, tanto por factores climáticos como por el sobrepastoreo de los pastizales. Estos cambios se acentúan aún más por el efecto del retroceso glacial, aumento en los índices de temperatura, expansión de áreas agrícolas y actividades mineras (Rolando et al. 2017).

El problema que sustenta la investigación es la amenaza de reducción de la producción animal en el ecosistema de puna que afectaría seriamente a los productores, cuyos recursos económicos dependen de la crianza animal, especialmente de vacunos y ovinos. Los camélidos, por otra parte, es una especie nativa que ha evolucionado en las condiciones climáticas y recursos forrajeros de la región puna, siendo una de las especies

ideales que soportaría los impactos del cambio climático (Flores 2016). Los alpaqueros cuentan con diversos recursos naturales y humanos para afrontar los estragos del cambio climático (Flores 2016) y, por ende, el índice de capacidad adaptativa y sensibilidad cambiaría (Brooks 2003). Por lo que, se hace necesario desarrollar un índice de vulnerabilidad del productor alpaquero (VPA) al cambio climático, que esté en función al índice de capacidad adaptativa y sensibilidad de los pastores alpaqueros.

El estudio se realizó en la Comunidad Campesina Sallca Santa Ana (CCSSA), ubicada en los distritos de Castrovirreyna y Santa Ana, provincia de Castrovirreyna en la región Huancavelica en las coordenadas $13^{\circ}4'19.2''$ LS y $75^{\circ}8'24.25''$ LO (Figura 1). Se evaluaron 17 estancias alpaqueras distribuidas en los anexos de La Libertad, Pucapampa, San Genaro, Santa Ana y Santa Rosa de la CCSSA. Las estancias se encuentran por encima de los 4400 msnm y corresponde a la zona de vida de paramo muy húmedo subalpino subtropical (pmh-SaS) (Barrantes 2021). Previamente se realizó un diagnóstico de los pastores alpaqueros, obteniendo que la edad promedio del jefe de familia es de 50.1 años. El 74.1% de los adultos en la familia tienen primaria completa. Las fuentes de ingreso económico de las familias provienen de la venta de animales vivos y beneficiados de alpacas y ovinos, así como la venta de fibra de alpaca. Los ingresos procedentes de la ganadería equivalen al 54.4% del ingreso bruto familiar (Barrantes et al. 2021).

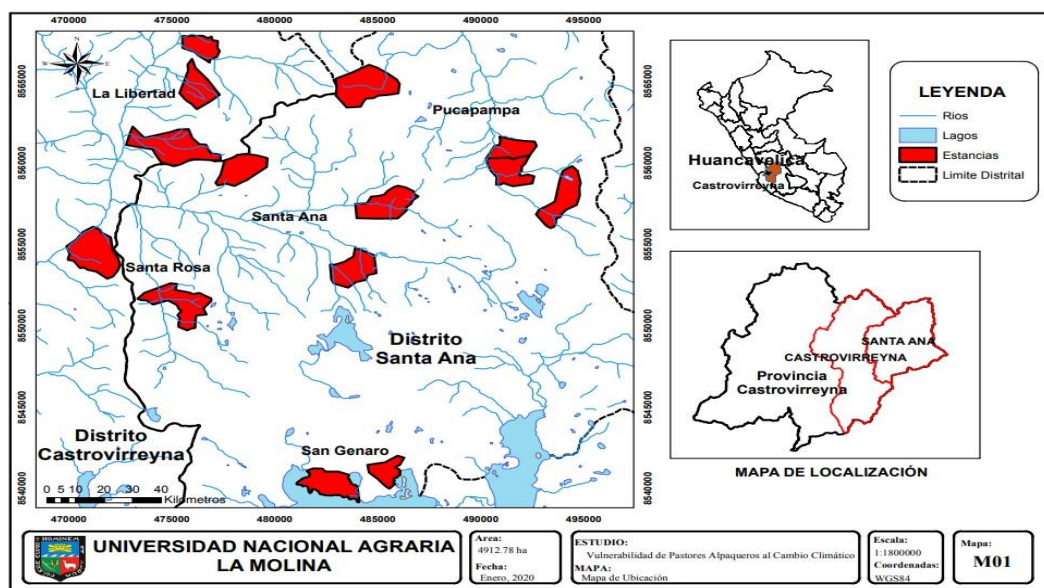


Figura 1. Área de estudio (Barrantes 2021)

2. HALLAZGOS

La determinación del índice de vulnerabilidad de los pastores alpaqueros al cambio climático demandó dividirlo en tres etapas. La primera etapa fue la generación de un modelo conceptual para el desarrollo de los índices de capacidad adaptativa y sensibilidad. Mientras que la segunda etapa, fue el cálculo de ambos índices utilizando la ecuación del punto anti-ideal. Finalmente, la tercera etapa fue la estimación del índice de vulnerabilidad combinando mediante la lógica difusa los valores de la capacidad adaptativa y sensibilidad de los productores alpaqueros, propuesta por Eakin y Bojorquez-Tapia (2008).

El modelo conceptual identificó cinco recursos para capacidad adaptativa y dos para sensibilidad. Cada recurso tenía entre 3 a 6 atributos. Se determinó 31 atributos, de los cuales se identificaron 22 atributos para capacidad adaptativa y 9 para sensibilidad (Figura 2). Para los atributos cualitativos se asignaron valores de función tomando en cuenta sus características binaria, ordinal y nominal. En cambio, los atributos cuantitativos se asignaron ecuaciones de regresión, tomando en cuenta los valores óptimos en las estancias de los alpaqueros. Los resultados de cada uno de los tres índices nos indicarían en que categoría (baja, media o alta) se encuentra cada productor alpaquero (Barrantes 2021). Cabe indicar que, la generación del modelo conceptual se utilizó la opinión de expertos del Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales (LEUP) y del Proyecto Nexus de la Comisión Fulbrigh de Estados Unidos.

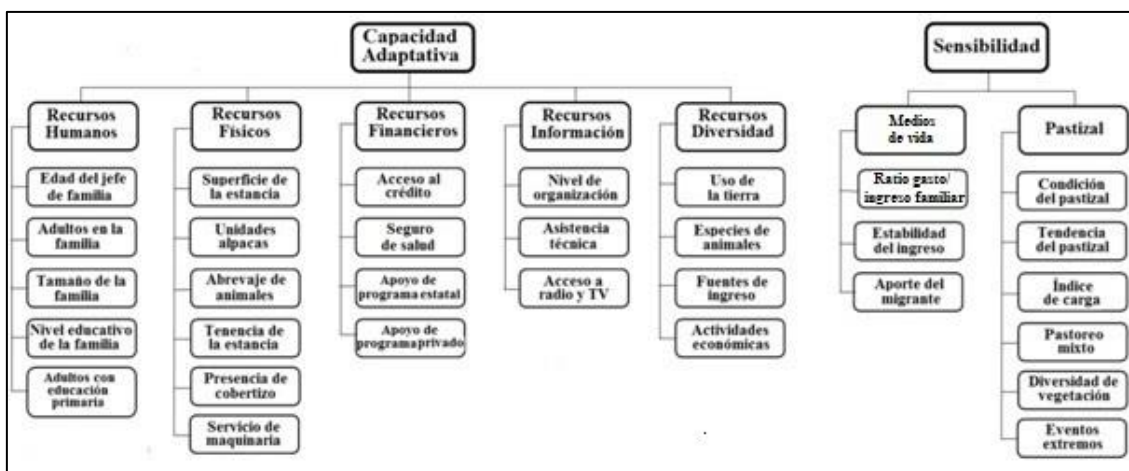


Figura 2. Modelo conceptual del índice de capacidad adaptativa y sensibilidad (Barrantes et al. 2021)

La capacidad adaptativa de los pastores alpaqueros al cambio climático evidenció que ninguna de las estancias evaluadas se encuentra en la categoría de alta capacidad adaptativa (Figura 3). Así mismo, el 58.8% de las estancias evaluadas se encuentran en categoría baja con un índice promedio de 0.2986 ± 0.0134 , en tanto que el 41.2% se encuentran en categoría media con un índice promedio de 0.38 ± 0.0069 .

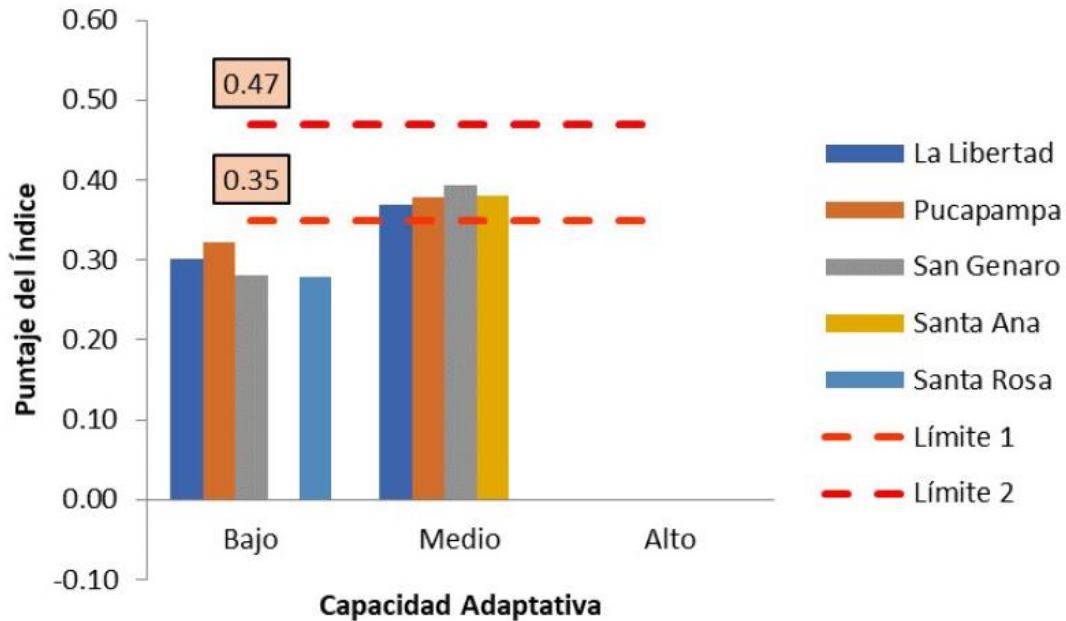


Figura 3. Puntaje del índice de capacidad adaptativa. Límite 1 y 2 son valores de cambio de las categorías (Barrantes *et al.* 2021)

Cabe indicar, que el índice de las estancias de la categoría media se encuentra ligeramente por arriba del límite para la categoría baja (0.35). Esto quiere decir que, si se alterase uno o más de los atributos claves, las estancias podrían pasar de la categoría media a baja de capacidad adaptativa. Comparando estos resultados con otro estudio similar realizado a productores de vacunos al pastoreo en Cajamarca, la capacidad adaptativa de 27 familias fue de 0.5513 (Chavarry 2016), mientras que nuestro estudio fue de 0.3321. También, otro estudio realizado a productores de vacunos lecheros en cuatro provincias del Valle del Mantaro, encontró que 25, 39 y 36% de los distritos están en categoría baja, media y alta de capacidad adaptativa, respectivamente (Salazar 2016). Si bien la escala utilizada por este autor es diferente a nuestro estudio, estaría mostrando valores relativo similar a nuestro estudio con respecto a la categoría media de capacidad adaptativa. Los resultados de los otros estudios podrían deberse a que los recursos ambientales de esas regiones soportan especies ganaderas más productivas en comparación con los recursos ambientales de la CCSSA. Además, en términos económicos la ganadería vacuna obtiene más beneficios que la alpaquera, aunque es más demandante en recursos humanos, físico y ambientales que la alpaquera (Flores 1996).

La sensibilidad de los pastores alpaqueros al cambio climático indica que los anexos La Libertad y Santa Rosa son los que poseen a todos los productores evaluados en categoría alta y media de sensibilidad, respectivamente (Figura 4). Cabe resaltar, que el 52.9% de las estancias evaluadas se encuentran en categoría alta con un índice promedio de 0.5863 ± 0.0277 , en tanto que el 35.3% en categoría media con un índice promedio de 0.4053 ± 0.0122 y el 11.8% en la categoría de baja sensibilidad con un índice promedio de 0.2994 ± 0.0107 .

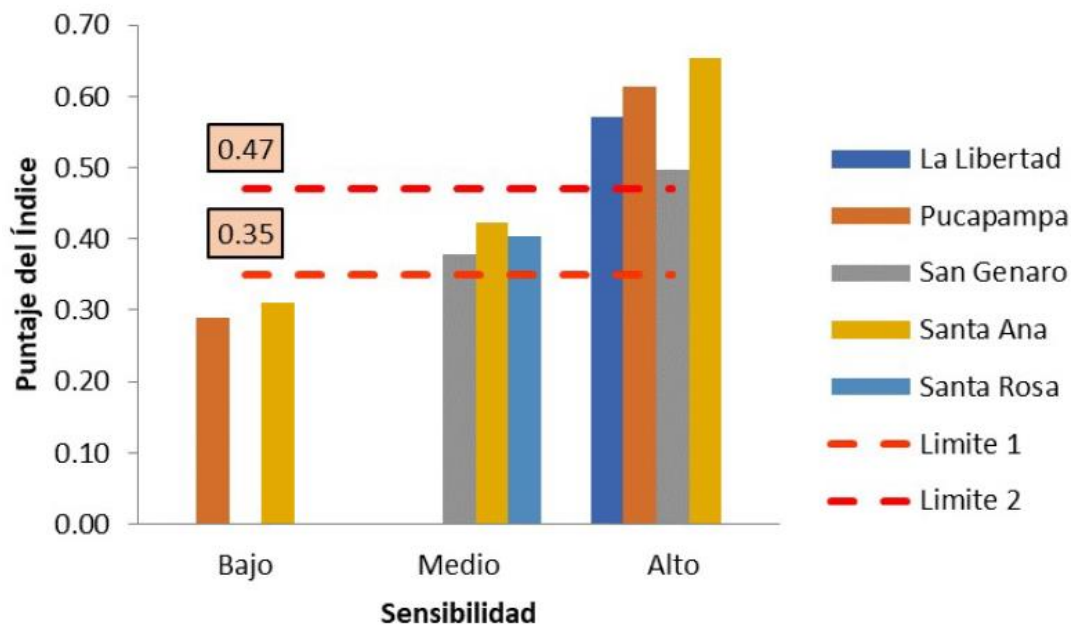


Figura 4. Puntaje del índice de sensibilidad. Limite 1 y 2 son valores de cambio de las categorías (Barrantes *et al.* 2021)

Cabe precisar, que las estancias dentro de cada categoría se encuentran bien distribuidas, lo que significa para que una estancia cambie de categoría debe cambiar significativamente más de un atributo. Comparando nuestros resultados con el estudio de Chavarry (2016) que obtuvo un promedio de 0.5646 de índice de sensibilidad, siendo para los alpaqueros de CCSSA de 0.4887, esto nos estaría indicando que los pastores alpaqueros y productores de vacuno lecheros tienen similar grado de sensibilidad al cambio climático a pesar de que en Cajamarca tienen mejores ventajas en recurso físicos y ambientales. De otra parte, Salazar (2016) encontró que el 26, 16 y 58% de los distritos del Valle del Mantaro tienen bajo, medio y alto índice de sensibilidad, respectivamente. Estos resultados son similares al de alta sensibilidad de los alpaqueros de CCSSA. Cabe precisar, que los pastores alpaqueros afrontan una alta sensibilidad debido al ratio gasto/ingreso familiar, condición de los pastizales y dependencia del clima.

Los índices de vulnerabilidad al cambio climático por anexo de la CCSSA se muestran en la Figura 5. La cual nos indica que ninguna de las familias alpaqueras evaluadas posee una baja vulnerabilidad. Así mismo, el 76.5% de las estancias evaluadas se encuentran en categoría media con un índice promedio de 0.439 ± 0.0208 , en tanto que el 23.5% se encuentran en categoría alta con un índice promedio de 0.6605 ± 0.0266 .

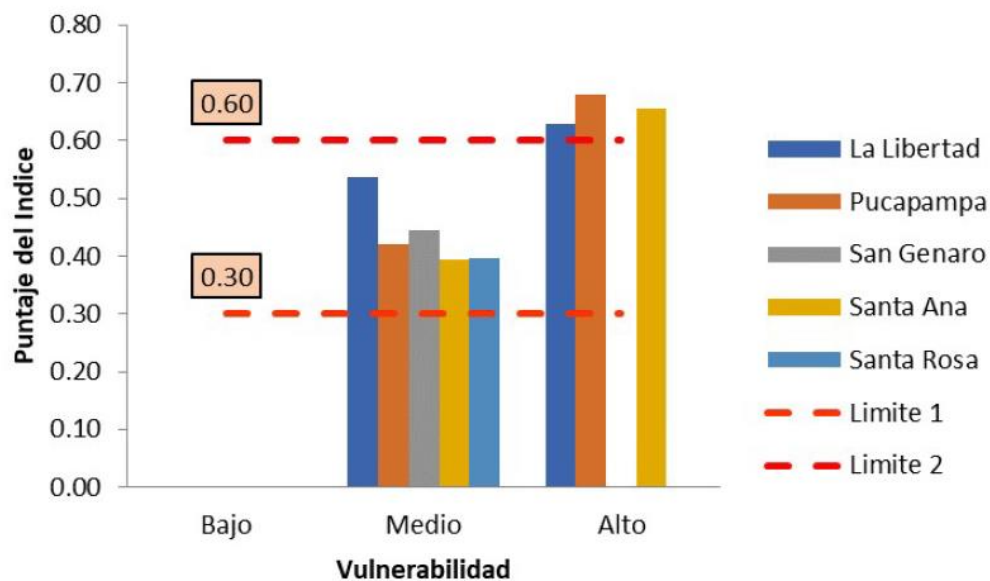


Figura 5. Puntaje del índice de vulnerabilidad. Limite 1 y 2 son valores de cambio de las categorías (Barrantes *et al.* 2021)

Cabe indicar que, al usar la lógica difusa para el cálculo del índice de vulnerabilidad, se determinó la categoría más cercana a la realidad, que aquellos obtenidos bajo la metodología de la lógica clásica, tal como lo indicó Bojórquez-Tapia *et al.* (2002), evitando el sesgo que pueden tener los técnicos en la determinación de valores o índices (Ross 2010). Comparando nuestros resultados con lo obtenido por Chavarry (2016), el cual indica que el 22, 33 y 44% de los productores de vacunos lecheros en Cajamarca tienen baja, media y alta vulnerabilidad, respectivamente. Similar caso reporta Salazar (2016), reportando que el 36, 23 y 41% de los productores de vacunos lecheros en el Valle del Mantaro tienen una vulnerabilidad de baja, media y alta, respectivamente. Esto indicaría que los alpaqueros de CCSSA serían menos vulnerables a los de Cajamarca y Valle del Mantaro, por tener alrededor de la mitad de la proporción de productores con vulnerabilidad alta.

Los tres índices estimados para los alpaqueros de CCSSA sugieren que a los productores con baja capacidad adaptativa o alta sensibilidad le corresponde una alta vulnerabilidad al cambio climático a nivel de productor (Tabla 1).

Vulnerabilidad	Pastores alpaqueros (%)	Índice	
		Capacidad adaptativa	Sensibilidad
Baja	0.0	---	---
Media	76.5	0.3294 ± 0.0154 ^a	0.4358 ± 0.0248 ^b
Alta	23.5	0.3409 ± 0.0258 ^a	0.6605 ± 0.0266 ^a

^{a,b} Letras diferentes dentro de las columnas indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

Tabla 1. Clasificación de pastores alpaqueros por categoría de vulnerabilidad (Barrantes *et al.* 2021)

Finalmente se realizó gráficos radiales de los atributos que aportaron significativamente más peso a los índices de capacidad adaptativa y sensibilidad, y por ende para la estimación de la vulnerabilidad. Cabe resaltar que los gráficos radiales están atravesados por las dos categorías de vulnerabilidad a nivel de productor alpaquero (Figura 6 y 7). Ambas figuras muestran que valores de atributos tendiente a cero corresponde a la categoría de media vulnerabilidad, mientras que los valores alejados de cero corresponden a la categoría de alta vulnerabilidad. La Figura 6 indica que los atributos edad del jefe de familia y presencia de cobertizos, son determinantes estadísticamente ($p < 0.15$) para la estimación de la vulnerabilidad.

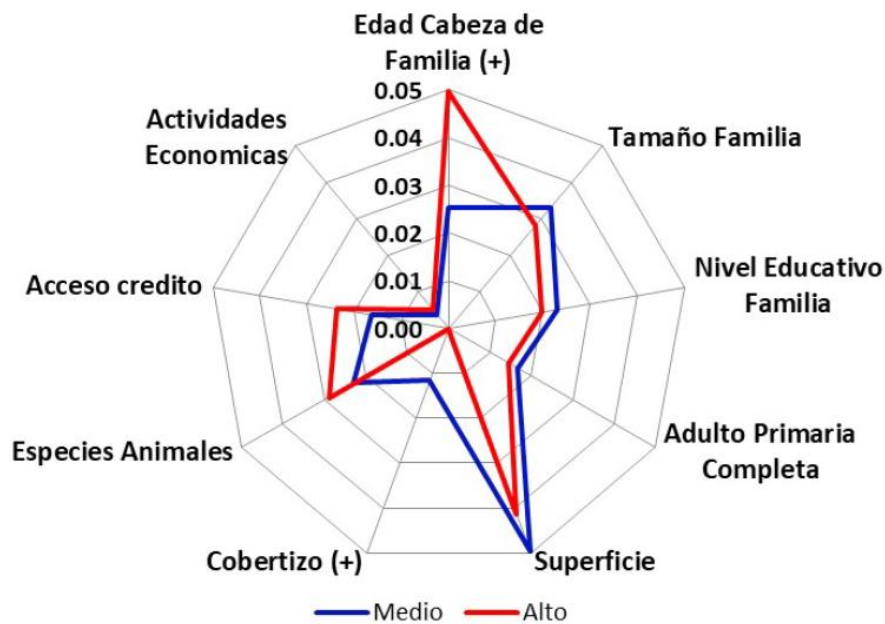


Figura 6. Categoría de vulnerabilidad por atributos de capacidad adaptativa. (+) $p < 0.15$ (Barrantes et al. 2021)

Esto quiere decir, para que una estancia cambie de estatus de alta a media vulnerabilidad, los jefes de familia deben tener una edad entre 25 y 50 años y que las estancias posean cobertizos para que los animales se protejan del friaje u otro evento climático extremo que sucede con bastante frecuencia en las alturas de CCSSA. Cabe indicar que, la edad promedio del jefe de familia al momento de la evaluación fue de 50.1 años, valor que se encuentra en el límite de lo que recomienda este atributo. No obstante, este valor es dinámico por la sobrevivencia de las personas, pudiendo aumentar o disminuir, por lo que el sistema se estaría estabilizando como lo indican los estimados del INEI (2018). Cabe resaltar también, que la edad de jefe de familia representa la experiencia que tiene el productor con el manejo del ganado; esto quiere decir, el conocimiento sobre el terreno y sus recursos naturales, además de planificar su estrategia para afrontar los eventos extremos que pueda ocurrir en su estancia. Entre esas estrategias, pueden ser la construcción de infraestructura física (instalaciones ganaderas) como los cobertizos y verde (mejoramiento de pastizales), las cuales aumentarían la carga animal, para resguardar a los animales ante las inclemencias climáticas. La construcción de cobertizos formaría parte de la estrategia para afrontar los eventos extremos, la cual debe ser complementada con otras actividades como

mejoras en la alimentación a través del mejoramiento de los pastizales, siembra o conservación de forrajes cultivados.

La Figura 7 indica que los atributos del índice de sensibilidad con mayor contribución significativa para la vulnerabilidad son la tendencia del pastizal ($p < 0.01$), aporte del migrante y diversidad de vegetación ($p < 0.10$), además de la condición del pastizal ($p < 0.15$).

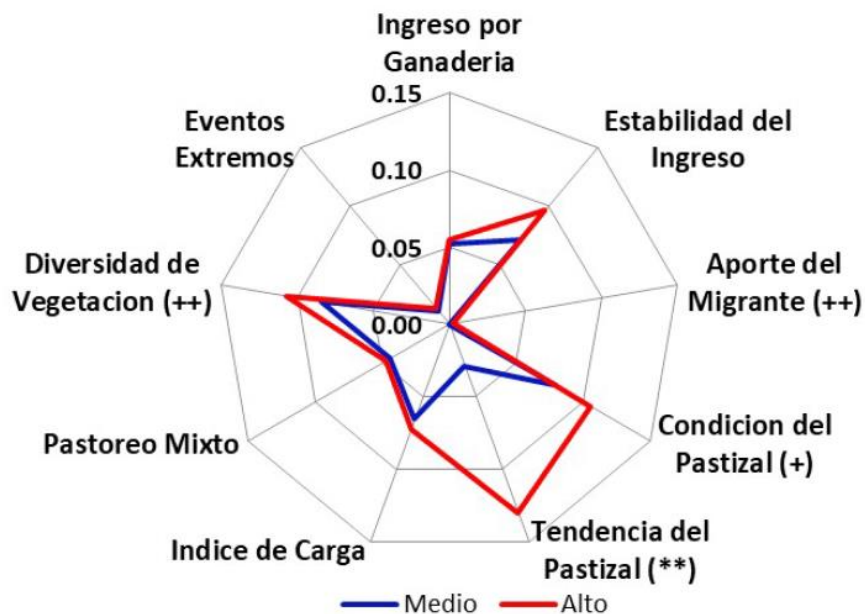


Figura 7. Categoría de vulnerabilidad pro atributos de sensibilidad. (+) $p < 0.15$, (++) $p < 0.10$, (**) $p < 0.01$ (Barrantes *et al.* 2021)

La figura anterior, indica para que una estancia cambie de estatus de alta a media vulnerabilidad, debería mejorar la condición y tendencia del pastizal, mantener la diversidad de la vegetación de sus estancias y mejorar el aporte del migrante. La mejora de la condición y tendencia del pastizal se puede lograr a través de planes de pastoreo de alpacas u otra actividad similar adecuado para la CCSSA. En el caso de mantener la diversidad de la vegetación de sus estancias, las familias alpaqueras deben manejar sosteniblemente los tipos de vegetación que se encuentran en su estancia, y eso está directamente relacionado con los estudios relativo al inventario y manejo sostenible de pastizales y planes de pastoreo (Flores 1996). Estos estudios son claves para la mejora de los atributos de tendencia, condición y diversidad del pastizal. Con la mejora de estos atributos, se podría incrementar la productividad, capacidad de carga y estabilidad del sistema, así como la resiliencia y la economía de los productores (Flores 2013). Con esto, se estaría relegando el aporte económico externo que inyectan los migrantes a las familias campesinas que, si bien es importante, no agrega sostenibilidad al sistema por la temporalidad, predisposición de los familiares y variabilidad con que usualmente ocurren.

3. OPCIONES DE ACCIÓN

- Los gobiernos locales deben continuar implementando los programas de apoyo al desarrollo ganadero mediante proyectos de inversión pública o gestionar con AGRORURAL u otra institución nacional o privada para el fortalecimiento de capacidades técnicas, además de la construcción de infraestructura ganadera física y verde. Por lo que deben continuar promoviendo programas de extensión pecuaria para el manejo eficiente de los animales, además del uso óptimo de los recursos naturales que disponen en sus estancias. Para lograrlo, deben contar con el apoyo de la Academia la cual mediante la investigación participativa, poder identificar los clústeres de productores alpaqueros, diseñar e implementar estrategias diferenciadas para el mejoramiento de pastizales a través de la formulación de planes de manejo sostenible de pastizales que promuevan la resiliencia de los sistemas ecológicos y caracterizar los sistemas de producción para establecer su vulnerabilidad (nivel de productor o ecosistema) al cambio climático.
- El sector privado debe continuar brindando el apoyo a la ganadería como lo hacen las empresas mineras en Castrovirreyna. Además, realizar convenios con la Academia para la innovación de tecnología del sector como el desarrollo de un sistema de monitoreo y alerta temprana y construcción de un sistema de soporte de decisiones, que contribuya a la mejora de la resiliencia de los productores alpaqueros.
- Los productores ganaderos deben continuar manejando su estancia considerando las recomendaciones que reciben mediante los programas de extensión que reciben de las instituciones públicas y privadas. Además, de participar activamente en los estudios que realizan para el desarrollo de la ganadería. También, de gestionar el desarrollo de proyectos que promuevan el uso óptimo de los recursos naturales para maximizar la producción alpaquera en su comunidad.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adger, W. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*. 16:268-281. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.

Barrantes, C. 2021. Vulnerabilidad de pastores alpaqueros al cambio climático. Tesis para optar el Grado de *Doctoris Philosophiae* en Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 125 pp.

Barrantes, C.; Flores, E.; Ñaupari, J. 2021. Pastores alpaqueros: vulnerabilidad, adaptabilidad y sensibilidad al cambio climático. En: *Rev Inv Vet Perú*. 32(3): e20396. doi: <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20396>.

BID (Banco Interamericano de Desarrollo, Perú); CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2014. *Economía del cambio climático en el Perú*. Lima – Perú. 152 pp.

Bojórquez-Tapia, L.; Juárez, L.; Cruz-Bello, G. 2002. Integrating fuzzy logic, optimization, and GIS for ecological impact assessments. *Environmental Management*. 30(3):418-433. doi: 10.1007/s00267-002-2655-1.

Brooks, N. 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research and Centre for Social and Economic Research on the Global Environment. 20 pp.

Chavarry, R. 2016. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de familias ganaderas de la ecorregión Jalca en Cajamarca. Tesis para optar el grado de *Magister Scientiae* en Producción Animal. UNALM. 127 pp.

Chuluun, T.; Altanbagana, M.; Ojima, D.; Tsolomon, R.; Suvdantsetseg, B. 2017. Vulnerability of pastoral social-ecological systems in Mongolia. Rethinking resilience, adaptation, and transformation in a time of change. First Edition. Springer International Publishing. 73-86 pp.

Eakin, H.; Bojórquez-Tapia, L. 2008. Insights into the composition of household vulnerability from multicriteria decision analysis. *Global Environmental Change*. 18:112-127. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.001>.

Flores, E. 1996. Reality, limitations, and research needs of the peruvian livestock sector. Latin America Regional Livestock Assessment. Workshop Proceedings. San José – Costa Rica. April 15-18: 83-99.

Flores, E. 2013. La puna y el cambio climático: impacto en la ganadería. En: Seminario Internacional Nexus. Fulbright y UNALM. 22 pp.

Flores, E. 2016. Cambio climático: pastizales altoandinos y seguridad alimentaria. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*. 1:73-80. doi: <http://doi.org/10.36580/rgem.il.73-80>.

Fritzsche, K.; Schneiderbauer, S.; Bubeck, P.; Kienberger, S.; Buth, M.; Zebisch, M.; Kahlenborn, W. 2016. El libro de la vulnerabilidad. Conceptos y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. GIZ. Bonn – Alemania. 178 pp.

Füssel, H. 2007. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*. 17:155-167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.002>.

INEI. 2018. Perú: perfil socio demográfico. Informe nacional. Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima – Perú. 644pp.

Magrin, G.; Marengo, J.; Boulanger, J.; Buckeridge, M.; Castellanos, E.; Poveda, G.; Scarano, F.; Vicuña, S. 2014. Central and South America. In: *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspect. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK.

Postigo, J.; Young, K.; Crews, K. 2008. Change and continuity in a pastoralist community in the high peruvian andes. *Human Ecology*. 36:535-551. doi: 10.1007/s10745-008-9186-1.

Rolando, J.; Turin, C.; Ramírez, D.; Mares, V.; Monerris, J.; Quiroz, R. 2017. Key ecosystem service and ecological intensification of agricultura in the tropical high-Andean Puna as affected by land-use and climate changes. *Agric Ecosyst Environ* 236: 221-233. doi: 10.1016/j.agee.2016.12.010.

Ross, T. 2010. *Fuzzy logic with engineering application*. Wiley, Third Edition. 585 pp. ISBN: 978-0-470-74376-8.

Salazar, K. 2016. *Percepción, vulnerabilidad socioeconómica y adaptación al cambio climático del ganadero lechero del Valle del Mantaro, Junín*. Tesis para optar el grado *Magister Scientiae* en Producción Animal. UNALM. 191 pp.