

# Decisiones productivas de los agricultores influenciados por cambios globales y su impacto en el manejo de suelos

GAVI ALAVI-MURILLO, MAGALI GARCIA, ALEJANDRA ARCE, JERE GILLES

La actividad agrícola y su constante evolución están estrechamente ligadas a cambios de carácter climático, socioeconómico y cultural que han acelerado sus procesos en las últimas décadas, por lo que tienden a romper equilibrios naturales de recursos como el agua y el suelo. El suelo es un factor productivo principal, pero escasamente estudiado en los Andes. En la región andina los suelos son considerados geológicamente jóvenes, pobres en contenido de materia orgánica y con baja capacidad de retención de humedad (García y otros, 2014). A pesar de estas condiciones, la región andina es un gran centro de producción agropecuaria y ha sido sostenible durante siglos. Esta sostenibilidad se debe en gran parte a prácticas de uso y manejo de suelos adecuadas a las características particulares del territorio. Sin embargo, estas prácticas sostenibles están en riesgo de perderse por las grandes presiones a las que son sometidos los actuales sistemas productivos. En el presente estudio se discute la influencia de los cambios climáticos, socioeconómicos y culturales en las decisiones de los pequeños agricultores y consecuentemente en los suelos.

La decisión de cambio en los sistemas productivos y sus factores determinantes fue analizada en dos comunidades de los Andes bolivianos: Chojñapata (a 4200 m s. n. m.) y Calahuancani (a 4000 m s. n. m.), situadas en la cuenca Huanquisco, circunlacustre del Altiplano Norte de Bolivia (figura 1). Ambas comunidades tienen vocación agropecuaria y su cultivo principal es la papa. Chojñapata está localizada en la parte alta de la cuenca y tiene suelos con alto contenido de materia orgánica (MO). Dicha riqueza se explica por las bajas temperaturas, que ralentizan el proceso de descomposición haciendo que los suelos tengan mayor capacidad de retención de humedad, lo que favorece la actividad agrícola. Calahuancani está localizada en la parte media de la cuenca; tiene suelos con menor contenido de MO, por lo que presentan limitaciones en cuanto a su capacidad de retener humedad. La amplitud térmica también es mayor y la precipitación es relativamente menor en la cuenca media que en la alta.

## Conocimiento local de suelos

El conocimiento local de suelos en estas comunidades, como en diversas culturas milenarias, se ha desarrollado y transferido de generación en generación en un proceso iterativo de

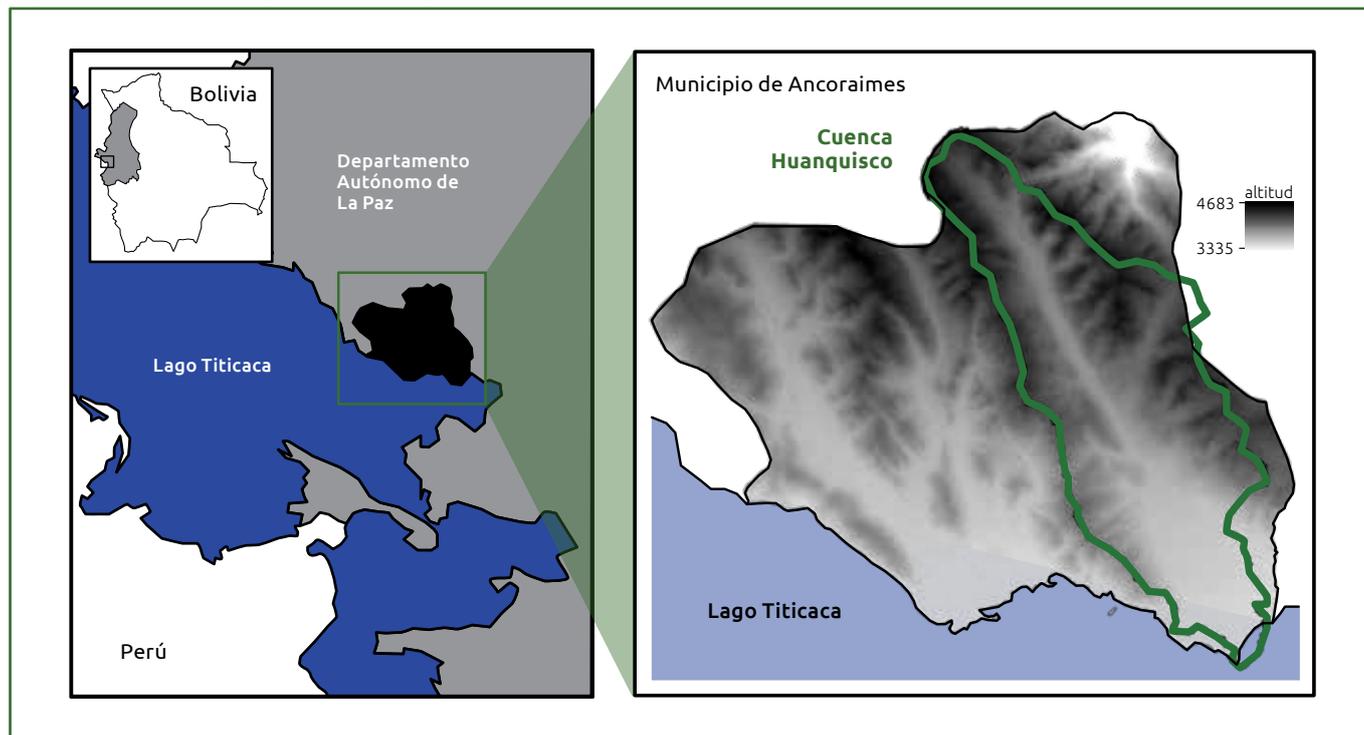
prueba y error (Hatt y otros, 2016). Sin embargo, este conocimiento es poco o nulamente documentado e integrado en los estudios contemporáneos sobre suelos. Zimmerer (1994) y Sandor y Furbee (1996) han categorizado descriptores locales en algunas comunidades andinas de habla quechua. Bajo esta estructura se desarrollaron los descriptores locales en ambas comunidades en su idioma local, aymara (cuadro 1). Rescatar, sistematizar e integrar los ricos conocimientos locales a la ciencia actual de suelos (edafología) permitirán obtener conclusiones más completas y adecuadas con respecto al uso, manejo, conservación y recuperación de suelos, y no adherirse a la generalización.

## Cambio en los sistemas productivos de la pequeña agricultura altoandina

En ambas comunidades los agricultores reconocen cambios en sus sistemas productivos. Las transformaciones están ligadas a cambios como el calentamiento global, la presión del mercado y la disponibilidad de mano de obra. La combinación de estos factores resulta en cambios de visión productiva que, consecuentemente, afectará el frágil equilibrio de los suelos andinos.

En el caso particular del cultivo de papa (cultivo principal en las comunidades) Taboada y otros (2014) identificaron

Figura 1. Cuenca Huanquisco, municipio de Ancoraimes, Bolivia



Fuente: Alavi-Murillo y otros, 2021.

el cambio considerando el año 1985 como referencia. Se incrementó la producción de papa dulce, conocida localmente como *waycha* (*Solanum tuberosum* L. ssp. *andigena*) en desmedro de la papa amarga *luk'i* (*Solanum juzepczukii*). La papa amarga es una especie adaptada a eventos de helada recurrentes en la zona, atributo que no comparte la papa dulce que, en cambio, es favorecida por la preferencia del consumidor. Los autores mencionan que el incremento térmico y la menor frecuencia de heladas son los factores principales. Para 2019 los agricultores ratifican este cambio, pero también citan nuevos cultivos: nabo (*Brassica rapa* subsp. *rapa*), cebolla (*Allium cepa*) y haba (*Vicia faba*). Estas especies no se cultivaban antes del año 2000; algunas no antes de 1990. En una mirada muy general, estas elecciones de cultivo podrían significar una mejora en la agrobiodiversidad. Sin embargo,

se debe considerar que se trata de especies introducidas a los ecosistemas andinos, además de que sus requerimientos nutricionales son más altos que lo que estos suelos pueden satisfacer. Como resultado a largo –o incluso corto– plazo, el cultivo de estas especies derivaría en el empobrecimiento de suelos.

Además de los factores climáticos, también influyó de manera importante (aunque en menor proporción) la mejora en los precios de la papa dulce y la menor disponibilidad de terreno para cultivo (Taboada y otros, 2014). En nuestras entrevistas se confirma que el cultivo de la papa *waycha* se ha incrementado desde la década de 1980 y muestra una tendencia creciente hasta 2019, contrariamente a la papa amarga, cuya producción es insignificante o nula.

Finalmente, Alavi-Murillo y otros (2021) indican que la migración –tanto temporal como permanente– de la población

Cuadro 1. Descriptores de suelos en la región andina (español, quechua y aymara)

Clasificación	Descriptor en español	Descriptor local en aymara	Descriptor local en quechua
Nivel 1	1 Suelo	Callpa	Hall'p'a
	2 Suelo de cultivo	Yapu callpa	Chakra hall'p'a
	3 Pasturas	Pasto jarkarata	Pasto hall'p'a
	4 Bofedal	Jok'o	
Nivel 2	5 Arenoso (arena)	Pinaya (ch'alla)	Chaqa
	6 Arcilloso	Llink'i	Llank'i / Quilli/ Llink'i
	7 Franco	Llamp'u	Llamp'u
	8 Limoso	Kink'u	Lama
Nivel 3	9 Suelo rojo	Wila laq'a	Puka
	10 Suelo negro	Ch'iara laq'a	Yana
	11 Suelo marrón claro-amarillo	Q'ellu	K'ellu
	12 Suelo gris	Chik'u	Ushpa
	13 Suelo ceniza	K'ellari	

Elaboración propia con base en Sandor y Furbee (1996) y Zimmerer (1994) para los términos en quechua, y en Alavi-Murillo y otros (2021) para los descriptores en aymara.



Taller de suelos en la comunidad de Chojñapata. ■ Autores

de estas comunidades hacia zonas urbanas ha repercutido en la distribución etaria de la población con impacto directo en la disponibilidad de mano de obra para la actividad agropecuaria. Por ejemplo, la preparación de suelos se realizaba de forma manual o con tracción animal antes de 1990, pero después de ese año, el uso de tractor se ha incrementado y su tendencia es creciente. Así también los agricultores han mencionado que se utiliza fertilizante químico (urea) en las comunidades desde la década de 2010. Mencionan que su uso es más simple (y efectivo en el cultivo de papa *waycha*) ya que se aplica al momento de la siembra; en cambio el estiércol debe ser incorporado al suelo, lo que representa más trabajo. El uso de tractor tiene impactos negativos: tiende a destruir la estructura del suelo pues lo compacta y genera menor retención de humedad. Si a esto se suma el incremento de fertilización química, los suelos son cada vez más vulnerables, pierden su frágil calidad y se degradan. Otro aspecto interesante que mencionan los agricultores es que hay una tendencia al incremento de la ganadería ovina por su rápido retorno económico y por su facilidad de manejo, lo que la convierte en una actividad adecuada para personas mayores y mujeres, ya que los camélidos, por su mayor tamaño, requieren de mayor fuerza. La tendencia de incremento en este tipo de ganado, también introducido y no adaptado a las características de los ecosistemas andinos, debe ser monitoreada. Un estudio realizado por CONICET (2012) en la Patagonia argentina, concluye que los ovinos influyen directamente en la vegetación; el estudio identificó la desaparición de especies preferidas por las ovejas, como pastos y arbustos, y la subsecuente exposición de los suelos a los factores ambientales.

La combinación de estos factores se expresa claramente en el caso particular de la papa *waycha*: responde mejor a la fertilización química (Gilles y otros, 2013), se desarrolla bastante bien en zonas libres de helada (aparente incremento de temperaturas en la zona) y es un producto de preferencia por parte de los consumidores finales (presión del mercado). Sin

embargo, la tendencia a la fertilización química y no orgánica, la invariable probabilidad de eventos extremos climáticos como heladas (si bien han aumentado las temperaturas, las heladas no han desaparecido) y la reducción en la diversidad del cultivo de papa (solo cultivar papa *waycha*) puede llevar al agotamiento de nutrientes y a la degradación de los suelos de estas y otras comunidades de los Andes.

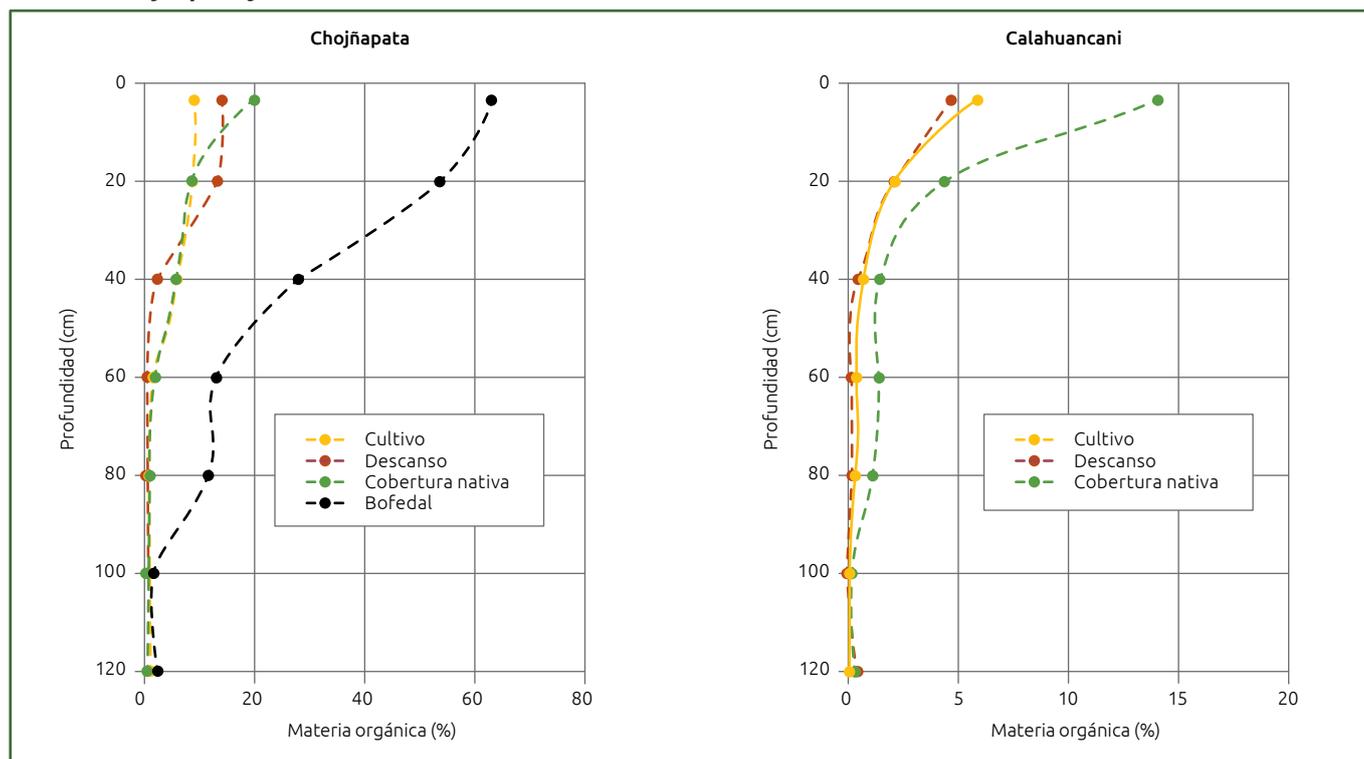
### El uso y manejo de suelos y su efecto en el suelo

En la figura 2 se observa el efecto del uso y manejo de estos suelos en el contenido de MO. Los suelos con cultivo tienen menor contenido de MO que aquellos que han recuperado su cobertura nativa. La diferencia es más clara en los primeros 20 cm, además de resaltar que el descanso de hasta dos años no logra reponer la fertilidad del suelo hasta niveles iniciales.

Los cambios en los sistemas productivos de la pequeña agricultura altoandina repercutirán directa o indirectamente en los suelos. El calentamiento global ha permitido que nuevas especies de alto valor económico hayan sido introducidas, pero estos cultivos son conocidos por su alta extracción de nutrientes, lo que llevaría a estos suelos con bajos contenidos de nutrientes a un proceso de degradación si las salidas no son compensadas por medio de prácticas sostenibles. Las preferencias del mercado obligan a reducir la agrobiodiversidad: una práctica poco sustentable para estos suelos. Finalmente, la reducción de la mano de obra ha promovido el uso del tractor que compacta los suelos con poco contenido de MO y el uso de urea que no incentiva el desarrollo de la microbiología edáfica, que son los principales actores en el proceso de conservar y mejorar o recuperar la calidad de estos suelos.

A pesar de que es amplia la literatura sobre las acciones de adaptación al cambio climático y su influencia sobre el agroecosistema en los Andes, el suelo ha sido estudiado muy tangencialmente y sin integración en el flujo de nutrientes

Figura 2. **Contenido de materia orgánica en el perfil del suelo en parcelas representativas de las comunidades de Chojñapata y Calahuancani**



Elaboración propia.

que garantizan la sostenibilidad del agroecosistema. Lo presentado es un indicio de problemas similares que afectan a los suelos andinos y deben ser estudiados de forma integrada con el agroecosistema, pues su cualidad influye en la vulnerabilidad de los agricultores para enfrentar los impactos del cambio climático, ya sea como estrategias de mitigación o de adaptación. ●

#### Gavi Alavi-Murillo

Departamento de Ciencias de la Tierra y el Ambiente, División de Manejo de Agua y Suelo, KU Leuven, Bélgica; becaria del Programa de Investigación y Formación en Sistemas Agroecológicos Andinos (CLACSO/MCKNIGHT), e integrante del proyecto Manejo Antropogénico de Suelos (Facultad de Ingeniería, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia).  
[gavi.alavimurillo@kuleuven.be](mailto:gavi.alavimurillo@kuleuven.be)  
[gavi.am7@gmail.com](mailto:gavi.am7@gmail.com)

#### Magali Garcia

Integrante del proyecto Manejo Antropogénico de Suelos (Facultad de Ingeniería, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia).

#### Alejandra Arce

Científica Asociada en la Iniciativa Agrobiodiversidad Andina (Centro Internacional de la Papa).

#### Jere Gilles

Departamento de Sociología Rural, Universidad de Misuri.

#### Referencias

- Alavi-Murillo, G., Arce, A., Garcia, M., Gilles, J., Goretti, L. (2021). **Análisis temporal del uso y manejo de suelos andinos en función de conocimientos y percepciones locales bajo un contexto de cambio climático** (inédito). La Paz, Bolivia.

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, 2012). **Chubut: analizan el impacto del pastoreo ovino en la Patagonia**. <https://www.conicet.gov.ar/chubut-analizan-el-impacto-del-pastoreo-ovino-en-la-patagonia/>.
- García, M., Miranda, R. y Fajardo, H. (2014). **Manual de manejo de la fertilidad de suelo bajo riego deficitario para el cultivo de la quinua en el altiplano boliviano**. La Paz: UNESCO-CAZALAC-LAC y Proyecto SUMAMAD. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1w76t8f.12>
- Gilles, J. L., Thomas, J. L., Valdivia, C. y Yucra, E. S. (2013). **Laggards or Leaders: Conservers of Traditional Agricultural Knowledge in Bolivia**. *Rural Sociol.* 78, pp. 51-74. <https://doi.org/10.1111/ruso.12001>
- Hatt, S., Artu, S., Brédart, D., Lassois, L., Francis, F., Haubruge, É., Garré, S., Stassart, P. M., Dufrêne, M., Monty, A. y Boeraeve, F. (2016). **Towards sustainable food systems: The concept of agroecology and how it questions current research practices. A review**. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 20, pp. 215-224. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.12997>
- Sandor, J. A. y Furbee, L. (1996). **Indigenous Knowledge and Classification of Soils in the Andes of Southern Peru**. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60, pp. 1502-1512. <https://doi.org/10.2136/sssaj1996.03615995006000050031x>
- Taboada, C., García, M., Cuiza, A., Pozo, O., Yucra, E. y Gilles, J. (2014). **Estructuración económica de sistemas productivos agrícolas en respuesta a la variabilidad climática en los Andes Bolivianos**. *Rev. Investig. e Innovación Agropecu. y Recur. Nat* 1, pp. 16-29.
- Zimmerer, K. S. (1994). **Local soil knowledge: Answering basic questions in highland**. *J. Soil Water Conserv.* 49, pp. 29-34.

#### Agradecimientos

Agradecemos a Miguel Ángel López y Lorena Goretti por su ayuda en el desarrollo de las entrevistas a los agricultores. El trabajo fue realizado en el marco del programa de investigación y formación agroecológica en sistemas andinos CLACSO/McKnight, Primera Cohorte.