

Agricultura y cambio climático. Impactos en los subsistemas de subsistencia en los Andes centrales del Perú

Agriculture and Climate Change. Impacts on Livelihood Subsystems in the Central Andes of Peru

*Hildegardo Córdova-Aguilar**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

LIMA, PERÚ

hcordov@pucp.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-0502-5085>

RESUMEN

El cambio climático es un proceso que viene afectando el quehacer de las sociedades en el mundo, especialmente porque afecta el comportamiento de los ecosistemas que sostienen la vida. La agricultura es fundamental en nuestra existencia y los efectos del cambio climático sobre la productividad de los cultivos ya se están estudiando con recomendaciones específicas como las dadas por la FAO para las regiones tropicales y de montaña. En esta ocasión se hará un acercamiento a los impactos que viene produciendo el cambio climático en los subsistemas relacionados con la producción de comida de subsistencia y de las estrategias que podrían adoptarse para mejorar los ingresos económicos de sus practicantes. Se tomará como referencia lo que ocurre en los Andes centrales, especialmente en el Perú, en donde, según el Censo Nacional Agropecuario del año 2012, existe el 68 % de las unidades agropecuarias de 0,1 a 5 hectáreas que afectan a 1.231.000 hogares. El objetivo es mostrar que existe un número significativo de familias rurales que también deben ser consideradas en los esfuerzos de mejoramiento de su calidad de vida que pueda homogeneizarse con la del resto de la sociedad peruana. Las políticas de desarrollo de la agricultura familiar invisibilizan a los agricultores de subsistencia con unidades agrícolas menores a tres hectáreas, los cuales deberían entrar en la agenda de desarrollo para asegurarles su sostenibilidad frente a riesgos, tales como el cambio climático. La metodología de esta investigación es de tipo deductivo-inductivo basada en documentos escritos y experiencias de campo en diferentes partes de la sierra peruana.

* Doctor en Geografía. Investigador asociado a la Sociedad Geográfica de Lima. Profesor Principal (I) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Pontificia Universidad Católica del Perú.

PALABRAS CLAVE: *agricultura de subsistencia, cambio climático, geosistemas andinos, Perú.*

ABSTRACT

Climate change is a process that is affecting the daily living of societies in the world, especially because it disturbs the behavior of the ecosystems that support life. Agriculture is central to our existence and the effects of climate changes on crop productivity are already being studied with specific recommendations such as those given by FAO for tropical and mountain regions. This time, a rapprochement will be made to the impacts of climate change on subsystems related to subsistence food production and strategies that could be adopted to improve the economic income of its practitioners. Reference will be made to what happens in the Central Andes, especially in Peru, where, according to the 2012 National Agricultural Census, there are 68% of agricultural units from 0.1 to 5.0 hectares affecting 1,231,000 households. The objective is to show that there is a significant number of rural families that must also be considered in efforts to improve their quality of life that can be homogenized with that of the rest of Peruvian society. The development policies of family farming do not take into consideration subsistence farmers with agricultural units under three hectares, however, they should be included in the development agenda to ensure their sustainability against risks, such as climate change. The methodology of this research is deductive-inductive based on written documents and field experiences in different parts of the Peruvian mountains.

KEYWORDS: *subsistence agriculture, climate change, Andean geosystems, Peru.*

Introducción

La agricultura es una de las actividades más antiguas del mundo y por lo tanto existe una experiencia que se remonta a los años en que se comenzaron a formar las sociedades humanas en la tierra. Otro aspecto para resaltar es que a lo largo del tiempo se han ido desarrollando “revoluciones verdes” que han buscado aumentar la eficiencia en la producción de alimentos para mantener a una creciente población. Sin embargo, las revoluciones no han avanzado al mismo paso en todo el mundo, sino que en este proceso sólo se acoplaron las sociedades más desarrolladas, mejor posicionadas del suelo, dejando a las menos pudientes, más alejadas de los centros del poder en condiciones que denominamos de subsistencia. Esta manera de ver los problemas agrícolas se sigue repitiendo en la actualidad frente al cambio climático, en donde la atención se centra en la agricultura comercial. Estudios sobre adaptaciones frente al cambio climático parten del supuesto que este impacto será negativo (FAO, p. 2015). Sin embargo, esto es más cierto en terrenos llanos, pero no en las zonas de montañas, donde los cultivos se distribuyen en pisos ecológicos y los cambios no necesariamente serán negativos, como veremos más adelan-

te. Esto no contradice los estudios que señalan que las zonas de montaña son las más vulnerables al cambio climático y por eso debe trabajarse en apoyar sus esfuerzos de resiliencia (ICIMOD-APMN, 2008).

Desde los años 1930 se han venido realizando diversos estudios sobre la agricultura, identificando sistemas y tipos dominantes. Muchas tienen rasgos que las conectan y otras son distintas, pero siempre aparece el tipo de agricultura de subsistencia. De entre ellas me parece aceptable la clasificación agregada en tres grupos que presenta Jaime Vásquez (2000), quien hace referencia a agriculturas de subsistencia, de mercado y de plantación. La agricultura de subsistencia a su vez se subdivide en agricultura intensiva irrigada, agricultura de secano o estacional, y ganadería familiar (Córdova Aguilar, 1982, p. 84).

La agricultura de subsistencia aparece como la más primitiva en donde la dependencia en la salud de los ecosistemas naturales es primordial. Se define como tal a la actividad que lleva a la producción de comida mediante el cultivo de plantas y crianza de animales mayormente para el consumo familiar. En términos cuantitativos, la agricultura de subsistencia es cuando más del 50 % de la energía humana proviene de los miembros de la unidad familiar y más del 50 % de la producción es consumida en el mismo hogar (Wharton, 1965, p. 13). El término agricultura de subsistencia aparece actualmente como subconjunto de la agricultura familiar, un término introducido al buscar insertarlo en el sistema capitalista comercial y que fue definido por la FAO en 2014 en los términos siguientes:

La Agricultura Familiar (incluyendo todas las actividades agrícolas basadas en la familia) es una forma de organizar la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, acuicultura y pastoreo, que es administrada y operada por una familia y, sobre todo, que depende preponderantemente del trabajo familiar, tanto de mujeres como hombres. La familia y la granja están vinculados, co-evolucionan y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales. (Salcedo, de la Ocampos y Guzmán, 2014, p. 26)

La agricultura familiar involucra el trabajo de los miembros de una familia y por eso los costos de producción son difíciles de establecer, como ya lo señaló Chayanov en una publicación de 1931 (citado en Salcedo, de la Ocampos y Guzmán, 2014, p. 18) en donde introduce su teoría de la unidad económica campesina. En América Latina y el Caribe se introdujo a mediados del siglo XX el término “campesinado” para referirse a los operadores de la agricultura familiar, minifundista, y se utilizó esto para las reformas agrarias que dominaron la política agraria de los años 1960 del siglo XX. Actualmente, estos conceptos adquieren especial importancia porque son el primer escalón en la producción de comida con prácticas sostenibles frente al cambio climático y que aparecen como los objetivos 1 y 2 de desarrollo sostenible al año 2030 de las Naciones Unidas.

En el sistema de subsistencia la producción depende casi enteramente de la ecología de los sistemas ambientales naturales. Frente a esto, la estrategia común es cambiar de cultivos o de tipos de animales para mejorar sus rendimientos. Esto es importante porque es lo que ha resultado en la estratificación de cultivos en las montañas, como es el caso de los Andes. Otras estrategias, que en realidad son complementarias se refieren a la introducción de tecnologías de riego, abono natural o rotación de cultivos (Bayliss-Smith, 1982).

La agricultura familiar es el primer soporte para erradicar el hambre en América Latina y el Caribe, pues los pequeños productores son los aliados de la seguridad alimentaria. La FAO señala que en América Latina y el Caribe el 80 % de las explotaciones pertenecen al rubro de agricultura familiar que ocupa a unos 60 millones de personas, siendo el principal soporte de empleo rural. Por eso el año 2014 fue declarado por las NNUU como el Año Internacional de la Agricultura Familiar (Salcedo y Guzmán, 2014). Sin embargo, no existe acuerdo estandarizado sobre el tamaño de las unidades que conforman la agricultura familiar, aunque todos reconocen en este segmento a una parte importante de la producción de comida mundial, así como los bolsones de pobreza rural, pero también los centros de preservación de la biodiversidad (Salcedo, de la Ocampos y Guzmán, 2014, p. 18)

Las reformas agrarias en América Latina tuvieron como eje principal resolver el problema de pobreza del campesinado, incorporándolos al sistema de mercado capitalista para que tengan recursos económicos que los ayudaría a salir de esta situación. Sin embargo, por diversos motivos esto no ocurrió y por eso desde las décadas de 1980 y 1990, la agricultura familiar, campesina, fue dejada de lado en las agendas de desarrollo agrario y se apostó por la globalización y la modernización de la agricultura, orientándola a la exportación. El apoyo de las políticas desarrollistas se orientó a las empresas, dejando de lado a la agricultura familiar o de subsistencia porque sus sistemas productivos no conducían al desarrollo económico (Salcedo, de la Ocampos y Guzmán, 2014, p. 21).

Maletta (2011, p. 5) señala que el proceso de desarrollo de las economías latinoamericanas viene expandiéndose en el sector rural y así la agricultura de subsistencia está en franca declinación, porque el número de familias y personas que dependen de ella están disminuyendo porcentualmente, y pone como referencia que del total de personas en hogares de agricultores de subsistencia que existían en 1950, sólo el 22 % continuaba en la misma condición en el año 2010. Evidentemente, el número de familias en subsistencia está disminuyendo, pero todavía siguen siendo un número significativo que forman el grueso de la población rural en pobreza extrema. El hecho de haber adoptado en el siglo XXI el término de agricultura familiar como sinónimo de subsistencia, esconde la cuantificación, porque aquí se incluyen a todas las familias que tiene cinco a menos hectáreas de tierras para agricultura. Además, depende del tipo de cultivos que realicen. Hay cultivos que son enteramente comerciales y se cultivan para la venta como en el caso de coca, arroz, cacao. Quien cultive una hectárea de

arroz y obtenga seis toneladas métricas, no se quedará con todo para el consumo familiar. En este caso se trata de una agricultura comercial, según la definición que se hizo anteriormente para saber cuándo es una actividad de subsistencia.

Agricultura y cambio climático: Impactos en los subsistemas de subsistencia en los Andes centrales del Perú

Hildegardo
Córdova-Aguilar

Agricultura de subsistencia en el Perú frente al cambio climático

En el Perú, la agricultura de subsistencia se encuentra en los grupos censales que figuran con menos de tres hectáreas y que cubre el 67,9 % del total de unidades agropecuarias (UA), identificadas en el último Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) del año 2012 (ver cuadro 1).

Tamaño de la UA (Ha)	Unidades agropecuarias	%	Superficie (Ha)	%
Total	2.213.506	100	38.742.465	100
Menos de 0,5	507.137	22,9	99.700	0,3
De 0,5 a 2,9	996.277	45	1.272.793	3,3
De 3,0 a 4,9	251.001	11,3	896.259	2,3
De 5,0 a 9,9	218.564	9,9	1.418.311	3,7
De 10,0 a 19,9	118.274	5,3	1.522.078	3,9
De 20,0 a 49,9	75.435	3,4	2.172.245	5,6
De 50,0 a 99,9	23.363	1,1	1.519.797	3,9
De 100 a más	23.455	1,1	29.841.281	77

Cuadro 1.
Unidades agropecuarias y superficie según tamaño de la unidad agropecuaria, 2012

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). IV Censo Nacional Agropecuario, 2012.

En el año 2012, las UA con menos de cinco hectáreas sumaban 1.754.415 (79,2 % del total) que equivalían a 5,9 % del total de la tierra agrícola (IV CENAGRO, 2013, p. 11). La mayor cantidad de las UA familiares se ubica en los Andes (68 %), y la tendencia es a seguir aumentando con el tiempo, al igual que en la Selva Alta (IV CENAGRO, 2013, p. 12). Por lo general estas UA se encuentran fraccionadas en pequeñas parcelas ubicadas indistintamente en diferentes zonas ecológicas que les permite disminuir los riesgos de pérdidas de sus cosechas por los efectos climáticos.

La Ley de Reforma Agraria N° 17716 de 1969 prohibió la existencia de UA menores a 5 ha. Sin embargo, esto nunca se cumplió, especialmente en la Sierra, en donde en 1994 se tuvo al 74 % de las UA en esta condición. Al año 2012 se notó un pequeño cambio que se expresa en la disminución de los pesos porcentuales en la Sierra e incremento en la Selva y Costa¹.

¹ La división regional oficial del territorio peruano es en Costa (0 – 2000 m.s.n.m.), Sierra (encima de 2000 m.s.n.m en el lado occidental y 1000 m.s.n.m en el lado oriental de los Andes), Selva Alta (de 1000 a 400 m.s.n.m) y Selva Baja (de 400 a 84 m.s.n.m).

Todo esto lleva a hacer notar la precariedad de estos pequeños productores que laboran la tierra con la esperanza de obtener cosechas para mantener a sus hogares, y que les asusta la idea de experimentar cambios en los patrones climáticos como se vienen anunciando en el mundo.

Stefania Gozzer (2019) en el *BBC News Mundo* del 4 de diciembre del 2019 informó que ya se pueden ver cuatro efectos del cambio climático en América del Sur, que son las inundaciones más frecuentes, las sequías más acentuadas, los huracanes más destructivos, y la subida del nivel del mar. Por otro lado, la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOOA) reportó que, durante el 2015, la temperatura promedio de la superficie terrestre a nivel mundial fue 2,39°F (1,33°C) por encima del promedio del siglo XX (Hoffmann, 2016). Asimismo, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) reportó que entre 2015 y 2019 se ha acelerado el cambio climático con los mayores incrementos de temperatura media de la tierra. Eso hace que algunos fenómenos meteorológicos, como las inundaciones, sean más intensas al igual que derrumbes y también sequías (OMM, 2019). Igualmente, el 2020 se mostró con un incremento de 1,2°C sobre la base de 1850 (OMM, 2021), como se puede observar en la figura siguiente.

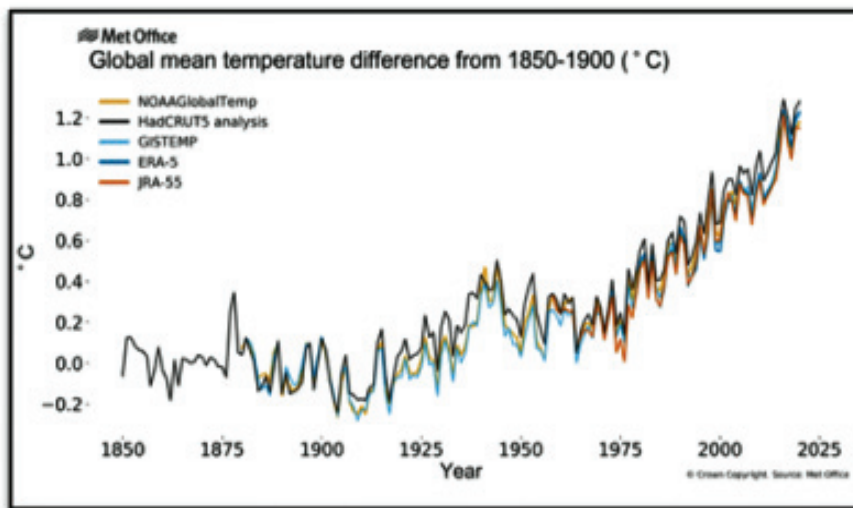


Figura 1.
Diferencia de la temperatura
media anual mundial
respecto de las condiciones
preindustriales (1850-1900)

Fuente: OMM, 2021. Nota: Los dos reanálisis (ERAS y JRA-55) concuerdan con los de los conjuntos de datos *in situ* (HadCRUT, NOAA GlobalTemp y GISTEMP) para el periodo de referencia 1981-2010. Los datos para 2020 abarcan el periodo de enero a octubre.

Todo esto muestra que el incremento de temperaturas con sus consecuencias: sequías, inundaciones, y otros efectos derivados amenazan la producción de alimentos y el sostenimiento de los agricultores de subsistencia en mayor

intensidad que otros. Esto se da porque los apoyos del Estado son muy débiles a pesar de algunas estrategias de ayuda como las propuestas por el fondo agrario peruano (Agrobanco) para la pequeña agricultura.

Estos cambios en el comportamiento del tiempo afectan directamente a la agricultura que depende del agua, suelos y temperatura previamente aceptada para el crecimiento de cultivos. Algunos son más resilientes que otros, pero de todas maneras son vulnerables a cualquiera de estos procesos o a todos en su conjunto.

Cultivo	Unidades de sensibilidad al cambio climático			
	Estrés por calor	Estrés por sequía	Estrés por lluvias intensas	Nivel de vulnerabilidad al CC
Maíz (varios tipos)	Media	Muy alta	Alta Plagas Enfermedades Anegamiento	Alta
Yuca	Media	Muy alta	Alta Enfermedades Anegamiento	Alta
Frejoles (varios tipos)	Alta	Muy alta	Muy alta Plagas Invasión de malezas Putrefacción del fruto	Alta
Banano	Media	Muy alta	Baja Muy alta Plagas	Media
Papa (varios tipos)	Alta	Muy alta	Enfermedades Anegamiento	Alta
Cucúrbitas (varios tipos)	Alta	Alta	Media Anegamiento	Baja

Fuente: Guerrero, B. J. (2010) y el autor. **Baja.** Cultivos adaptados a condiciones tropicales que toleran muy bien el exceso de lluvias y las temperaturas altas. Son sensibles a la sequía. **Media.** Cultivos adaptados a condiciones tropicales, que en caso de lluvias muy intensas se adaptan bien porque tienen varios ciclos de floración y pueden producir todo el año. **Alta.** Cultivos que son afectados por las lluvias intensas ocasionando incremento de plagas, enfermedades y son sensibles a las sequías. **Muy Alta.** Cultivos muy sensibles a sufrir daño por el proceso de tropicalización; las lluvias intensas ocasionarían daños irreparables después de la floración.

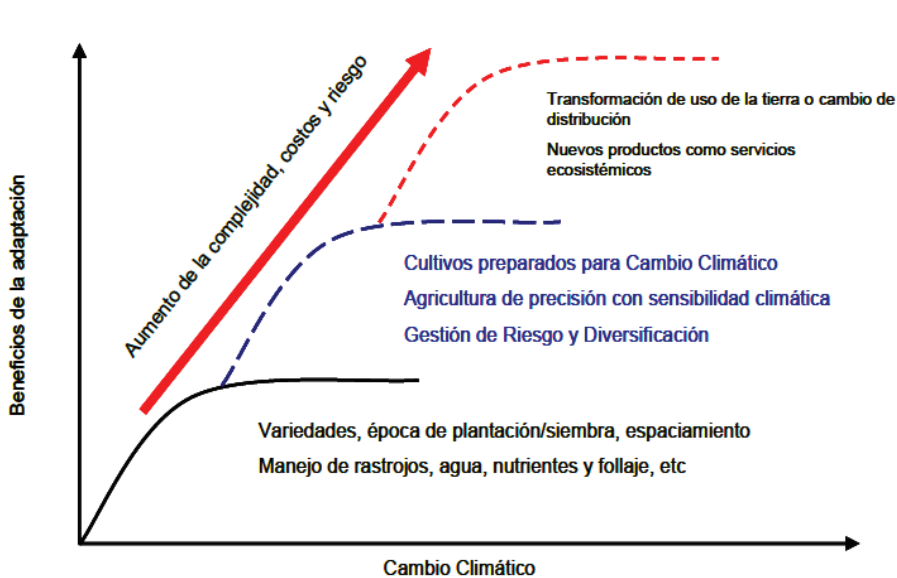
Cuadro 2.
Vulnerabilidad de algunos cultivos de subsistencia al cambio climático

Adaptaciones al cambio climático en agricultura de subsistencia

El cambio climático afecta el comportamiento de los ecosistemas naturales y los antropogénicos como es el caso de la agricultura. Entre los diversos tipos de agricultura existentes en el mundo y en los Andes en particular, se encuentra la agricultura de subsistencia que por sus características es la más vulnerable al cambio climático con las consecuencias negativas en la producción de comida para sus practicantes. Por lo tanto, debemos prestar atención a las medidas de adaptación que se vienen ejecutando en las diversas comunidades andinas. La mayoría de estas técnicas de adaptación son heredadas desde tiempos prehispánicos porque el cambio climático es un proceso recurrente en la historia de las civilizaciones andinas, cuyas evidencias se encuentran registradas en los Andes.

Entre las estrategias de conservación del suelo y su fertilidad están el entierro de las malas hierbas en todo el campo cultivado al momento del deshierbo para producir abono orgánico así como la conservación del agua y suelo mediante la elaboración de un sistema de canales de longitud variable según la pendiente del terreno, en donde los cultivos se distribuyen en una maya que protege de la erosión al momento del riego. También está el aterrazamiento del suelo y la rotación de cultivos, dejando porciones de las parcelas en descanso por periodos variables según las necesidades locales. Estas estrategias consiguen controlar la erosión de suelos y mantener la fertilidad orgánica de los mismos en la medida de lo posible. Al respecto, un estudio llevado a cabo en la cuenca alta del Nilo (Etiopía), que también se aplica a los Andes, encontró que los agricultores que se adaptan al cambio climático obtienen mejores cosechas de los que no lo hacen (FAO, 2015, p. 5). Asimismo, un estudio de Yong D. Ngondjeb (2013) en Camerún encontró que el incremento anual de temperatura tendrá un impacto negativo en la agricultura de riego en zonas áridas; pero también se encontró que el impacto marginal del incremento de precipitaciones aumentará los retornos de las cosechas en zonas áridas.

Howden (2010) señala que la adaptación es un proceso que va mutando a medida que el cambio climático muestra sus variables; al principio puede ensayarse con variedades, adelantando o atrasando los tiempos de siembra, cambiando el espaciamiento de las plantas, manejando los tiempos de descanso de los rastrojos, manejando el control de agua en los cultivos, utilizando abonos orgánicos, y también diversificando los cultivos en tipo jardín para disminuir los riesgos de pérdidas. En un segundo momento, cuando el cambio climático ya se acentúa, se puede decidir por los cultivos más adaptables según el ecosistema en que se encuentren las familias, manejando mejor el uso del agua y diversificando los cultivos para observar los que tengan la mejor adaptabilidad. Finalmente, puede llegar el momento en que ya no es posible cultivar por cambios radicales como la desertificación, que obligan al abandono de la tierra (ver figura 2).



Agricultura y cambio climático: Impactos en los subsistemas de subsistencia en los Andes centrales del Perú

Hildegardo Córdova-Aguilar

Figura 2. Esquema del progreso de la adaptación: incremental, sistémica y de transformación

Fuente: Howden, 2010.

Entre los impactos del cambio climático en la agricultura, especialmente de subsistencia que depende enteramente de los ecosistemas se encuentra el agua, el clima, la erosión de suelos, el control de plagas.

El agua

Los ecosistemas de los Andes peruanos son mayormente áridos y semiáridos, y por eso cualquier cambio en los niveles de evaporación de la humedad del suelo afecta al desarrollo de las plantas. Además, aquí ocurren fenómenos atmosféricos recurrentes como El Niño y La Niña. La red de estaciones meteorológicas todavía es muy débil y las características de los ecosistemas cambian horizontal y verticalmente. Frente a esto las comunidades andinas ya vienen utilizando estrategias para predecir el tiempo y para guardar agua. Estas estrategias no son nuevas, sino que vienen como lecciones que se remontan a generaciones anteriores a la llegada de los europeos (Llosa Larrabure *et al.*, 2009). La variabilidad climática como proceso no es nueva en la historia de las comunidades andinas, y más bien es una condición de trabajo (Torres Guevara, 2015) que en cierta forma refuerza sus estrategias de colaboración y ayuda mutua. Los cuidadores de este conocimiento ancestral son los *kamayocs*, *yachachis*, *arariwas* y *alto misayocs*, pero también los rurales en general que juegan con el ambiente en procura de sacarle lo mejor en la toma de decisiones sobre los tipos de cultivos que sembrarán al inicio del ciclo agrícola.

Para atender las demandas de agua, construyen pequeños reservorios o estanques que abastecen con agua llevada por acequias desde las quebradas. Esa agua se almacena en las noches y luego se distribuye a los cultivos durante el día y, según la demanda, se establecen turnos de acceso. En el sur peruano, donde la aridez andina es mayor, se siguen las mismas estrategias, pero en el altiplano y puna se guarda el agua de lluvias en lagunas con desagües para los casos de avenidas de precipitaciones excepcionales. También se construyen camellones para disminuir la humedad en las plantas expuestas a inundaciones. Además, se construyen lechos de infiltración que “siembran” el agua en las laderas, evitando escurrimientos que pueden ser destructivos del suelo (Chilón Camacho, 2012). Estos al mismo tiempo alimentan a los puquiales u ojos de agua que sirven para la agricultura en tierras más bajas.

Asimismo, se sigue utilizando la distribución de parcelas en niveles altitudinales diferentes para disminuir los riesgos en la provisión de comida. El maíz, por ejemplo, se cultiva en las zonas templado-cálidas que suben hasta los 3400 m de altitud. Mientras que la papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) y otros cultivos soportan bien ambientes más fríos y se cultivan encima de los 3000 m.s.n.m. Eso permite intercambios o abastecerse de comida variada que asegura el sostenimiento familiar (ver figura 3).

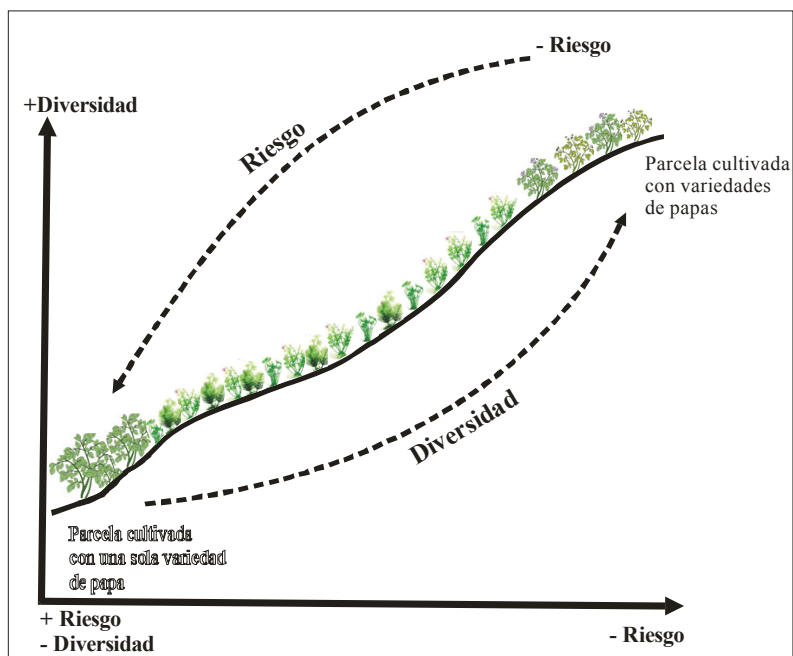


Figura 3.
Relación de
agrobiodiversidad de papas
y riesgos en condiciones de
ecosistemas de montañas
altoandinas

Fuente: Torres Guevara, 2015.

El incremento de la temperatura ya es un proceso sensible en los Andes y los agricultores de subsistencia juegan sus estrategias. El clima tiene que ver con las precipitaciones estacionales en las parcelas de secano. Desde tiempos ancestrales, los agricultores de subsistencia vienen jugando sus estrategias de predicción de lluvias. Observan a la naturaleza para ver el comportamiento de ciertos indicadores que se dan por la posición de las estrellas y del mundo natural que les rodea: la abundancia o escasez en la producción de ciertos frutos, la floración de algunas plantas silvestres, el canto de ciertas aves, la disposición de los hormigueros. Ellos intercambian sus experiencias y en función de eso deciden si sembrarán sólo un producto o escogerán diversificar. Por ejemplo, en la sierra del noroeste peruano tienen a la mano escoger entre sólo maíz o mezclarlo con zarandaja (tipo de frejol). Este frejol es más resistente a la sequía y por lo tanto si el año resulta ser seco, pierden el maíz, pero les queda el frejol. Por otro lado, el incremento de temperaturas favorece el cultivo de maíz en los pisos altos que se acercan al páramo, obteniendo cosechas en períodos más cortos de los que se espera porque el maíz se desarrolla mejor cuando sube la temperatura.

En las zonas altas del centro y sur peruanos, se tiene a las heladas como el fenómeno recurrente, que en los últimos 20 años se ha convertido en la mayor amenaza para los agricultores, especialmente de subsistencia que dependen de tubérculos (papa, oca, olluco, mashua [*Tropaeolum tuberosum*]) y cereales (trigo, cebada, quinua, cañihua) para su existencia. Estas heladas consisten en temperaturas por debajo de 0°C, especialmente en las noches, con caídas de nieve o granizo, normalmente entre mayo y agosto. Las poblaciones más afectadas son las más pobres y que viven fuera del radio de acción de las ayudas del Estado. Allí, las tecnologías modernas para mitigar el frío no llegan. Las viviendas son muy rústicas (Rosales Alvarado y Caminada Vallejo, 2016) y no se han incorporado tecnologías que ya existen, como el mejoramiento del abrigo aprovechando el calor solar². La calefacción no existe y las ayudas humanitarias no resuelven el problema en el mediano y largo plazo.

Los impactos de las heladas son enormes y se manifiestan en cinco rubros principales señalados por Rosales Alvarado y Caminada Vallejo (2016, p. 7): pérdida en la agricultura, pérdida en el sector pecuario, deserción escolar, pérdida de vidas humanas y pérdida de esperanzas. Aquí sólo nos referimos a las pérdidas en la agricultura y las estrategias ancestrales para cubrir estas deficiencias.

Las heladas cristalizan la savia en las hojas y tallos carnosos de las plantas como la papa, interrumpiendo su crecimiento y a veces matándolas comple-

² El GRUPO, centro de investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) ha desarrollado un modelo de casas calientes que aprovechan la luz solar para las viviendas rurales en el Altiplano, que lamentablemente no se ha extendido por falta de interés de parte de los tomadores de decisiones en aspectos del desarrollo regional y nacional.

tamente. Este fenómeno es mitigado mediante actividades como: el uso de camellones o waru-warú en las zonas de poca pendiente; en donde se construyen canales paralelos que se llenan de agua, la cual actúa como termorregulador, evitando las heladas a las plantas que se cultivan en los suelos entre los canales. Otra estrategia es cambiar los ciclos de siembra según las características climáticas del lugar o seleccionar las variedades de plantas más resistentes a las heladas; una tercera estrategia es cultivar en andenerías de tal manera que cuando vienen las heladas sólo se pierden los cultivos que están al borde exterior de cada andén (terrace). A esto se agrega el cultivo de plantas rompevientos; evitando cultivar en el fondo de las quebradas; y produciendo fogatas para calentar el aire en las noches.

Erosión de suelos

La pérdida de suelos agrícolas es también un problema grave, especialmente en las laderas de montaña. Es también uno de los procesos más dinámicos en el modelado del paisaje rural. Es causada mayormente por las precipitaciones pluviales que caen en suelos desprotegidos de vegetación en donde se practica una agricultura “en limpio”. Para disminuir estos procesos erosivos, los agricultores escogen cultivar las laderas con semillas que no necesitan remover el suelo, o construyendo terrazas, camellones, o cultivos, siguiendo los contornos topográficos que retienen las escorrentías cada cierto trecho, evitando la remoción del suelo.

Las tasas de erosión varían según la localización y la intensidad de las precipitaciones. Los fenómenos El Niño traen mucha humedad que favorece la erosión de suelo y también lleva a la pérdida de cultivos por la invasión de maleza. Esto se refleja en el *Atlas de Erosión de Suelos por Regiones Hidrológicas del Perú*, elaborado por el SENAMHI (2017) que divide al país en 14 regiones hidrológicas que se muestran en el mapa 1.

Tomando en cuenta un conjunto de factores: precipitaciones, pendiente del terreno, textura de los suelos, cobertura vegetal, y prácticas de conservación, el SENAMHI llega al resultado presentado en el cuadro 3.

Las tasas mayores de erosión aparecen en las regiones Atlántico 10, que corresponde al Marañón-Chinche, y Pacífico 5, que corresponde al sector entre los ríos Santa y La Leche. En términos de grado de erosión estas regiones tienen los porcentajes mayores con el 39 % de la superficie de la región Atlántico 10 en el sector alto y muy alto y el 26 % de la superficie de la región Pacífica 5, como puede verse en el cuadro 4.

Agricultura y cambio climático: Impactos en los subsistemas de subsistencia en los Andes centrales del Perú

Hildegardo Córdova-Aguilar



Mapa 1. Las 14 regiones hidrológicas del Perú

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), 2017.

Región Hidrológica	Promedio TM/Ha/año
Pacífico 1	44,9
Pacífico 2	45,8
Pacífico 3	26,2
Pacífico 4	57,1
Pacífico 5	80,8
Pacífico 6	30,9
Atlántico 7	39,9
Atlántico 8	No se consideró
Atlántico 9	1,4
Atlántico 10	101,7
Atlántico 11	17,1
Atlántico 12	3,9
Atlántico 13	58,2
Titicaca 14	26,4
Promedio Nacional	41,1

Cuadro 3.
Tasas de erosión promedio
en el Perú según regiones
hidrológicas

Fuente: Elaboración propia con base en información del SENAMHI, 2017.

Regiones	Grado de Erosión y % de Área Afectada			
	Nula o Ligera	Moderada	Alta	Muy Alta
Pacífico 1	64	21	10	5
Pacífico 2	60	24	12	4
Pacífico 3	69	20	9	2
Pacífico 4	52	23	17	8
Pacífico 5	55	19	17	9
Pacífico 6	83	8	5	4
Atlántico 7	89	5	3	3
Atlántico 8	100	0	0	0
Atlántico 9	98	2	0	0
Atlántico 10	38	23	24	15
Atlántico 11	87	7	4	2
Atlántico 12	96	2,5	1	0,5
Atlántico 13	55	23,5	14,5	7
Titicaca	60	30	9	1

Cuadro 4.
Porcentaje de área afectada
según grado de erosión
en las regiones hidrológicas
del Perú

Fuente: SENAMHI, 2017, pp. 44, 47, 49.

Control de Plagas

Agricultura y cambio climático: Impactos en los subsistemas de subsistencia en los Andes centrales del Perú

Hildegardo
Córdova-Aguilar

Tal vez el impacto mayor que sufren los agricultores de subsistencia es la carencia de defensas para combatir las plagas que aparecen con la mucha humedad. En general, la modificación de las temperaturas altera la humedad y los gases en la atmósfera, lo cual favorece el crecimiento de hongos e insectos. Una estrategia bien conocida es la mezcla de cultivos en lo que se conoce como agricultura tipo jardín o huerta en donde se cultivan diferentes especies de plantas que interactúan de tal manera que las enfermedades encuentran resistencias de expansión. En estos cultivos aún se incluyen algunos insecticidas según la zona ecológica, como el tabaco (*Nicotiana sp*), el guacatay (*Tagetes minuta*), la muña (*Minthostachys mollis*), y otras. Los depredadores mayores son controlados haciendo ruidos con cohetes, sonajas y usando muñecos “espantapájaros”, especialmente durante el tiempo de cosechas de granos como el maíz, trigo, arroz. En la “Guía del Manejo Integral de Plagas”, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) hace referencia a “plantas compañeras” que tienen el efecto de alejar insectos y organismos patógenos para los cultivos (ver cuadro 5).

Planta Compañera	Cultivo	Efecto
Orégano	Calabaza, pepino, melón	Se lleva bien con enredaderas, ahuyenta insectos
Manzanilla	Cebolla, repollo, brócoli	Activa el crecimiento de la cebolla y de crucíferas. Sirve como hospedero de los insectos enemigos naturales
Ajo	Tomate, frutales	Mata los patógenos y aleja a los insectos con su olor
Culantro	Repollo, tomate, lechuga	Aleja al pulgón y la polilla (<i>Plutella xylostella</i>)
Berro	Tomate, legumbres, repollo	Reduce la mosca blanca en las crucíferas; Aleja a las hormigas, pulgones, mosca blanca y chinches
Cebolla	Tomate, lechuga	Aleja al pulgón Controla patógenos con organismos simbióticos
Marigold	Repollo, tomate	Aleja a los nemátodos con una sustancia que se produce en la raíz Aleja insectos con su olor
Menta	Repollo, tomate	Aleja insectos y nemátodos con su olor.

Fuente: JICA (s/f). “Guía del manejo integrado de plagas”. https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf

Cuadro 5.
Algunas plantas compañeras asociadas a cultivos y sus efectos

Resumiendo, los agricultores de subsistencia manejan un conjunto de estrategias que les ayudan a minimizar las pérdidas de sus cultivos ante los cambios del clima que juegan especialmente en términos de mayores o menores cantidades de humedad. Por supuesto que estas experiencias pueden mejorarse con el apoyo de la ciencia y la tecnología, con insumos de bajo costo y estrategias accesibles a los rurales de subsistencia como las que se indican en el cuadro 6.

Evento climático	Adaptaciones a las variaciones climáticas en los Andes			
	Tecnologías ancestrales		Tecnologías contemporáneas	
	Objetivo	Estrategia	Objetivo	Estrategia
Heladas	Mitigación	Quema de rastrojos, riego, estanques con agua, waru waru	Mitigación	Cobertura con plástico, rompevientos
	Adaptación	Andenes de piedra, adobe, pata patas, champas, barreras vivas, protección de bosques, huertas, cultivo de especies nativas resistentes	Adaptación	Agroforestería con especies nativas resistentes, invernaderos, reservorios de agua
Sequía	Almacenamiento de agua	Huachos, protección de bosques, huertas, uso de especies cultivadas resistentes	Adaptación	Reforestación, introducción de especies resistentes a la sequía
		Reservorios tipo estanques en las quebradas y a lo largo de canales de riego		Reservorios, canales de riego
		Protección de puquios, bofedales y manantiales		Cercado y creación de bofedales y humedales
	Regulación del flujo hídrico	Surcos para infiltración de agua transversales a la pendiente		Riego presurizado (por aspersión y goteo)
Inundaciones	Regulación del flujo hídrico	Surcos a favor de la pendiente desfazados cada 10 m para los años muy lluviosos	Adaptación	Construcción de barreras vivas, zanjas de infiltración, reforestación
Granizada	Reducción del impacto	Disparo de cohetes disipadores de granizo	Nada	

Cuadro 6.
Tecnologías ancestrales y contemporáneas adaptadas a las variaciones climáticas en los Andes

Predicción del tiempo	Seguimiento del tiempo	Bioindicadores (insectos, aves, plantas, etc.), almanaque Bristol, fases de la luna	Adaptación	Desarrollo de capacidades, gestión del riesgo
			Monitoreo del tiempo	Estaciones meteorológicas, palinología, dendrocronología, historia, arqueología, geomorfología
	Manejo de recursos y ecosistemas	Elaboración de chuño, charqui, cecina, tocosh, etc. Almacenes, pirhuas, trojes, colcas, huayuncas Dispersión de parcelas en diferentes pisos ecológicos, laymes, frutales en las yungas, maíz, papa, cereales en la quechua y pastizales en la puna Manejo <i>in situ</i> de gran variedad de cultivos alimentarios (e.g., hasta 100 variedades de papa nativa por parcela) Manejo sostenible y diversificado de alpacas Ganadería diversificada con hatos compuestos por ganado criollo resistente a las zonas áridas y semiáridas (caprinos, camélidos y ovinos)	Soberanía alimentaria	Secados, mermeladas, productos lácteos, nuevos cultivos (hortalizas)
Disponibilidad de semillas	Almacenes de semillas, uso de parientes silvestres	Producción de semillas para prevenir la escasez	Zonas productoras de semillas, mejoramiento de semillas	

Fuente: Adaptación de información de Torres Guevara, 2015.

En el Perú se ha avanzado en la parte institucional y política sobre las estrategias que deben realizarse para hacer frente al cambio climático, pero en la agricultura todavía hay mucho por hacer. En el seminario realizado en Santiago en 2010, se señaló que los desafíos que esperan atención se pueden resumir en: (1) Para la sierra, determinar los cultivos que sufren más los efectos del incremento de temperatura tanto en los rendimientos como fitosanitarios; asimismo, determinar la resistencia de los cultivos a las heladas, granizadas, nieve y lluvias torrenciales; hacer un inventario de cultivos según pisos ecológicos altitudinales para conocer sus rangos de resistencia a las variaciones climáticas. (2) Para la selva, identificar las zonas inundables, frecuencia y durabilidad con el fin de proponer plantas tolerables a esas condiciones; conocer más sobre los efectos de los friajes que ocurren a mitad de año en la producción de comida. (3) Para la costa, identificar las tierras desérticas con capacidad para ser incorporadas a la agricultura utilizando el riego con agua del mar desalinizada (CEPAL, 2011, p. 72). También se debe trabajar con las poblaciones, especialmente las altoandinas que sufren los mayores impactos del clima y carecen de energía para el consumo doméstico. Allí se puede extender el uso de viviendas solares, construcción de waru warus para disminuir el efecto de las heladas, reforestar las laderas para disminuir los rangos de temperatura entre el día y la noche.

Conclusiones

La agricultura de subsistencia sigue representando un porcentaje muy significativo de las UA que afecta a más de un millón de personas en los Andes centrales que corresponden al Perú. Estas poblaciones se encuentran mayormente formando parte de comunidades campesinas con dificultades de acceso a los mercados; lo cual las ubica en una condición de riesgo alimentario frente al cambio climático, a pesar de sus estrategias para aliviar los efectos negativos que se presentan.

Las poblaciones andinas de subsistencia son pobres y por tanto carecen de recursos económicos para emprender grandes tareas de adaptación al cambio climático. Algunas estrategias que vienen utilizando son negativas para la sostenibilidad ambiental, como es el uso del fuego para limpiar sus campos, pero no tienen alternativa porque otras estrategias son costosas. Para esto se propone acciones de parte de los gobiernos regionales para mejorar sus capacidades realizando investigaciones de la problemática y aplicando políticas, así como reforzando la institucionalidad, organización y participación, educación intercultural y difusión. Deben ejecutarse programas de sensibilización sobre los impactos del cambio climático a los rurales según la zona ecológica de residencia y al mismo tiempo introducir talleres de capacitación sobre esa problemática a los maestros rurales para que potencien sus estrategias de comunicación con sus estudiantes. Solo así, podríamos incluir a los agricultores

de subsistencia dándoles los conocimientos que faciliten mejorar sus condiciones de vida, sin paternalismos.

Referencias

Bayliss-Smith, T. P. (1982). *The Ecology of Agricultural Systems*. New York: Cambridge University Press.

Chilón Camacho, E. (2011). Tecnologías ancestrales vigentes frente al cambio climático en la región andina. En J. Torres (Coord.), *Cambio climático, conocimientos ancestrales y contemporáneos en la región andina. Alcances y límites*. La Paz: Soluciones Prácticas-ITDG y Plan Internacional, pp. 18–25.

Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) (2011). *Agricultura y cambio climático: Instituciones, políticas e innovación*. Memoria del seminario internacional realizado en Santiago, los días 10 y 11 de noviembre de 2010.

Córdova-Aguilar, H. (1982). *Negative Development: The Impact of a Road on the Agricultural System of Frías, Northwestern Peru*. (Tesis doctoral). Madison, Wisconsin: University of Wisconsin at Madison.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2015). *Adaptation to Climate Risk and Food Security. Evidence from Smallholder Farmers in Ethiopia*. Rome.

Guerrero, B. J. (2010). *Adaptación de los cultivos al cambio climático en Piura*. Lima: UNALM/CONAM/INRENA.

Gozzer, S. (2019). 4 efectos del cambio climático que ya se pueden ver en América Latina. *BBC News Mundo*, 4 de diciembre.

Hoffmann, D. (2016). 2015 – el año más caliente jamás medido. Recuperado el 27 de febrero de 2021, de https://www.cambioclimatico-bolivia.org/pdf/cc-20160125-2015__el_a___.pdf

Howden, M. (2010). La investigación sobre adaptación al cambio climático en la agricultura en Australia. En CEPAL (2011). *Agricultura y cambio climático: Instituciones, políticas e innovación*. Memoria del seminario internacional realizado en Santiago, los días 10 y 11 de noviembre de 2010.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*. Lima: 2012.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). *Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO)*. Lima: 2013.

International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) – Asia Pacific Mountain Network (APMN). (2008). *Global Mountain Forum: Building Resilience of Mountain Communities to Climate Change*. e-discussion. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de <file:///C:/Users/Hilde/Downloads/BuildingtheResilienceofMountainCommunitiestoClimateChange.pdf>

Japan International Cooperation Agency (JICA). (s/f). *Guía del manejo integrado de plagas*. Recuperado el 8 de febrero de 2021, de https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf

Llosa Larrabure, J.; Pajares Garay, E. y Toro Quinto, O. (Eds.). (2009). *Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas. Reflexión, denuncia y propuesta desde los Andes*. Lima: DESCO. Red Ambiental Peruana.

Maletta, H. (2011). Tendencias y perspectivas de la agricultura familiar en América Latina. Documento de Trabajo no.1. Proyecto Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo. Santiago, Chile: Rimisp. Recuperado el 4 de febrero de 2021, de https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1366294106N902011AgriculturafamiliarAmericaLatinaMaletta.pdf

Ngondjeb, Y. D. (2013). Agriculture and Climate Change in Cameroon: An Assessment of Impacts and Adaptation. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, vol. 5, no. 1, pp. 85–94. Recuperado el 3 de julio de 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/20421338.2013.782151>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2019). El clima mundial: entre 2015 y 2019 se ha acelerado el cambio climático. Comunicado de prensa. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-clima-mundial-entre-2015-y-2019-se-ha-acelerado-el-cambio-clim%C3%A1tico>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2021). El 2020 es uno de los tres años más cálidos registrados. Comunicado de prensa del 15 de enero. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-2020-es-uno-de-los-tres-a%C3%B1os-m%C3%A1s-c%C3%A1lidos-registrados>

Rosales Alvarado, S. y Caminada Vallejo, R. (2016). El eterno retorno del fenómeno de las heladas en el Perú: ¿Existen adecuadas políticas para combatir dicho fenómeno en el Perú?. Lima. Recuperado el 27 de febrero de 2021, de https://derecho.usmp.edu.pe/instituto/inv-centros/2015/el_eterno_retorno_del_fenomeno.pdf

Salcedo, S. y Guzmán, L. (Eds.). (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política*. Santiago, Chile: FAO.

Salcedo, S.; de la O Campos, A. P. y Guzmán, L. (2014). El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En S. Salcedo y L. Guzmán (Eds.), *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política*. Santiago, Chile: FAO.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) (2017). *Atlas de erosión de suelos por regiones hidrológicas del Perú*. Nota Técnica 002. Lima: SENAMHI – DHI.

Torres Guevara, J. (2015). Experiencias de adaptación al cambio climático, los conocimientos ancestrales, los conocimientos contemporáneos y los escenarios cualitativos en los Andes. Alcances y límites (Perú). *Soluciones Prácticas, Apuntes de Investigación*, no. 3.

Vásquez Sánchez, J. (2000). *Geografía rural y de la agricultura*. Cali: Universidad del Valle.

Wharton, C. R. (Ed.). (1965). *Subsistence Agriculture and Economic Development*. Chicago: Aldine.