



Fuente: CAF - Banco De desarrollo de America Latina

Sistema de defensa para la conservación de la agrobiodiversidad frente fenómenos climáticos extremos: heladas

Autores: D. Vargas Huanca (1),(4), M. Kuan Garay (2), H.Pari Navarro (3), J. Revello Troncos (3) C. Ugarte León, E. Avendaño Condori (4) 1.Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, CLACSO, Argentina. 2 Comando de Educación y Doctrina del Ejercito. 3.Instituto Científico y Tecnológico del Ejercito. 4.Centro Estratégico Transdisciplinario Juliana Huanca, Peru.

I. RESUMEN:

El tipo de helada que preocupa más a los Estados con poblaciones altoandinas no representa un problema relevante para la mayoría de las comunidades indígenas, la misma es empleado más bien para fabricar alimentos de larga duración a partir de especies de la agrobiodiversidad local. El tipo de helada que preocupa a las comunidades es la "agronómica" o la "no estacional" que se presentan de forma imprevista en la época agrícola, causando daños en el desarrollo y productividad de las especies de la agrobiodiversidad local, reduciendo con ello, la disponibilidad alimentaria para las comunidades indígenas, problema escasamente abordado por las instituciones del Estado. Nuestra investigación consistió en diseñar un sistema de defensa de la agrobiodiversidad frente a heladas agronómicas a partir de los conocimientos, tecnologías y saberes locales, empleando las siguientes técnicas de investigación: 1) observación etnográfica del comportamiento, causas, efectos, frecuencia e intensidad de la presencia de heladas, 2) entrevistas semiestructuradas a portadores de conocimientos, 3) análisis de información cuantitativa de la estación meteorológica, más la exploración bibliográfica para obtener información cualitativa y

del comportamiento, causas, efectos, frecuencia e intensidad de la presencia de heladas, 2) entrevistas semiestructuradas a portadores de conocimientos, 3) análisis de información cuantitativa de la estación meteorológica, más la exploración bibliográfica para obtener información cualitativa y 4) discusión de expertos en gabinete para diseño de un Sistema de defensa y su validación en las comunidades donde se aplicaran. Como resultado se obtuvo un Sistema conformado por tres subsistemas: Subsistema de reacción inmediata, Subsistema de defensa biofísico de la agrobiodiversidad y Subsistema de resiliencia comunitaria.

Palabras claves; heladas, agrobiodiversidad, sistemas, defensa, clima

Andean rural knowledge for the conservation of agrobiodiversity in the face of extreme climatic phenomena: frosts

Abstract;

The type of frost that worries the States with high Andean populations the most is not a relevant problem for the majority of indigenous communities, it is used rather to manufacture long-lasting food from species of local agrobiodiversity. The type of frost that worries the communities is the "agronomic" or "non-seasonal" that occurs unexpectedly in the agricultural season, causing damage to the development and productivity of local agrobiodiversity species, thereby reducing, food availability for indigenous communities, a problem rarely addressed by state institutions. Our research consisted of designing a defense system for agrobiodiversity against agronomic frosts based on local knowledge, technologies and knowledge, using the following research techniques: 1) ethnographic observation of behavior, causes, effects, frequency and intensity of the presence of frost, 2) semi-structured interviews with knowledge holders, 3) analysis of quantitative information from the meteorological station, plus bibliographic exploration to obtain qualitative information and 4) discussion of experts in the office for the design of a defense system and its validation in the communities where they will be applied. As a result, a system made up of three subsystems was obtained: immediate reaction subsystem, biophysical defense subsystem of agrobiodiversity and community resilience subsystem..

Keywords; frost, agrobiodiversity, systems, defense, climate

II. ANTECEDENTES

Agrobiodiversidad y conocimientos locales:

En la civilización andina uno de los pueblos originarios prehispánicos que pervive es el Aymara, su población posee sistemas de conocimientos que pueden ser de utilidad para la actual crisis ambiental global (Vargas-Huanca, 2017). En diversos encuentros de las nuevas generaciones aymaras se ha observado el interés por aportar activamente en el desarrollo nacional (IJB, 2013; OBAAQ 2018). En la última década, los grupos político-administrativa que ostentan el poder en la región de Puno, han cooptado el discurso de "revaloración de la identidad aymara como estrategia de adaptación y aprovechamiento de la glocalización", lo cual aún no ha generado repercusiones en las comunidades rurales (González-Miranda, 2019), donde se mantienen los indicadores de pobreza y marginalidad.

Las comunidades aymaras afrontan un lento y persistente proceso de desarraigo y migración hacia las urbes (González-Miranda, 2019), el desarraigo cultural es cada vez mayor y persistente desde la época colonial hasta el día de hoy. Provocado por una instrumentalización cultural que reproduce el sistema educativo, medios de comunicación y instituciones religiosas, imponiendo directa o indirectamente creencias y dogmas coloniales que desplaza a sofisticados conocimientos y tecnologías locales que podrían ser de suma utilidad en tiempos de incertidumbre climática como la actual (Vargas-Huanca, 2017; IIRCI, 2017). A pesar de la revaloración de lo indígena a nivel global; en el Perú, según autoridades originarias de las comunidades indígenas "se ignora y excluye el valor del conocimiento indígena para la solución de los problemas del país", tendencia contraria en las comunidades indígenas bolivianas donde la valoración y aplicación es mucho mayor. Proyectos como la Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos (PROSUCO) en Bolivia aborda la observación y monitoreo climático local apoyándose en los conocimientos de los Yapuchiris (Pardo Valenzuela, & Caballero Espinoza, 2018).

Frente a diversas adversidades climáticas, desde periodos prehispánicos las comunidades aymaras han desarrollado técnicas socio ecológicas sostenibles, como es el caso de la práctica del control vertical de pisos ecológicos, lo cual favoreció el acceso a la biodiversidad de distintos ecosistemas favoreciendo el desarrollo de una rica agrobiodiversidad autóctona, riqueza que en los últimos años se ha venido vulnerando (Huanca, et al., 2015), se inició una serie de dinámismos migratorios, comprobándose la presencia de patrones de asentamientos prehispánicos y complementariedad ecológica en los andes y la costa del pacífico (Baitzel, & Rivera Infante, 2019; Murra, J. 1996; 1975), lo cual ha sido el semiente de la actual riqueza de agrobiodiversidad aymara actual.

La Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, declara el año 2013, como el "Año Internacional de la Quinua" e hizo lo propio en el año 2008 declarando como el "Año Internacional de la Papa" en reconocimiento de las cualidades excepcionales de la quinua y la patata, estas dos especies agrícolas junto a centenares de otras especies y variedades forman parte de la agrobiodiversidad aymara desde hace más de 5,000 años (Vargas-Huanca, 2016).

En la cuenca del Titicaca se ha extendido e intensificado la producción una gran cantidad de especies nativas de la agrobiodiversidad aymara, que actualmente se incluye en la llamada agricultura familiar, especies como Quinua Olluco, Isaño, Kañiwa, Oca y Tarwi, Papa entre otros con valores nutri funcionales. El nivel de interés en la educación superior para investigar sobre conocimiento de estrategias y saberes ancestrales para la sostenibilidad de la agrobiodiversidad y el interés por la valoración de la conservación de la agrobiodiversidad autóctona es bajo (Vargas-Huanca, 2016).

Las estrategias de manejo de ecosistemas de montaña que fueron componentes del control vertical de pisos ecológicos como el sistema de bosques andinos basado en la conservación y restauración hidrológica forestal constante, más el soporte tecnológico de terrazas, andenes y phatapata (aplanamiento escalonado) han garantizado la protección de cultivos en altitudes donde otras civilizaciones no han sido capaces

de practicar agricultura de montaña (Vargas Huanca et al., 2017). Esta práctica en los andes del sur peruano permitió la conservación de una rica agrobiodiversidad y tener hasta el día de hoy, la mayor cantidad de zonas de vida del mundo.

Los bosques andinos, en un territorio vertical como los andes, es de alta vulnerabilidad a diversos peligros propias de la combinación clima y geografía, que también amenaza la sostenibilidad de la agrobiodiversidad local. Sin embargo, gracias al soporte etno tecnológico (andenes, camellones, etc) desarrollado en miles de años por las comunidades indígenas altoandinas se conserva los bosques andinos que protege de extremos climáticos como las heladas, y garantizan que se provean bienes y servicios a la seguridad nutricional y sanitaria de las comunidades andinas, de la amazonia y la costa del pacífico.

Los cambios en los regímenes de los elementos climáticos alteran las composiciones y funciones de las comunidades vegetales de los bosques y la agrobiodiversidad, provocando desplazamientos abruptos en distribución de especies, altas tasas de extinción y cambios fenológicos y fisiológicos a causa de la variación de fases del ciclo vital de los seres vivos y cómo las variaciones estacionales e interanuales del clima. Aceleración de procesos de contracción (presión) y aislamiento (no conectividad), con altas tasas de extinción y pérdida de diversidad. Extinción de especies endémicas o de distribución restringida, especies de áreas periféricas en relación con su nicho son más vulnerables. Los cambios en patrones de distribución espacial de especies podrían derivar en la creación de nuevas comunidades, lo cual ya provoca impactos severos impactos en el funcionamiento de los ecosistemas andinos.

La deforestación cambia la cobertura lo que eleva los índices de extinción de especies, vulnerando su capacidad de disipación y dispersión. Los patrones de incidencia de microorganismos como hongos, bacterias, virus, parásitos y cualquier vector infeccioso aumentan notablemente su virulencia y sus efectos en los medios de vida y la salud humana empiezan a ser drásticos tal como sucede con las epidemias y pandemias actuales (Dengue y COVID 19).

Un riesgo climático que afecta la salud humana,

microfauna, microflora y agrobiodiversidad son las heladas. Estos son fenómenos atmosféricos que se manifiestan con la caída de la temperatura por debajo del punto de congelación del agua. La presencia de heladas entre los 3000 a 4800 msnm es habitual en épocas de invierno, es parte de la variabilidad natural del clima por efecto de la altitud. Las temperaturas nocturnas bajan a veces hasta - 25°C. Sin embargo, actualmente este fenómeno ocurre durante todo el año, inclusive en los meses de verano y primavera con efectos catastróficos en el brote de nuevas plantas silvestres.

En el verano, las bajas temperaturas provocan congelamiento del sistema foliar de las plantas silvestres, las cuales quedan quebradas y los copos de semillas es desintegrado por efecto físico de la temperatura diurna y nocturna (dilatación y contracción), luego la presencia de vientos esparce las semillas, lo cual en los últimos años ya no ocurre debido a la alteración de regímenes de viento por los efectos en la presión atmosférica (CGCTE, 2019). Durante el invierno las poblaciones indígenas se trasladaban hacia pisos ecológicos con escasa presencia de heladas a menor altitud. En la actualidad se han abandonado dichas prácticas (Murra, 1996; Vargas-Huanca, 2017).

La cosmovisión aymara percibe las heladas como una función vital de la naturaleza, y según esta existen heladas buenas y malas (OBAAQ, 2018). Las heladas buenas estarían asociadas a la concepción moderna de heladas meteorológicas, cuya valoración por parte de las entidades estatales es negativa sin considerar que este tipo de heladas es útil para fabricar alimentos. Las heladas malas o agronómicas son de escasa atención estatal y según los aymaras hacen secar la leche materna. Después del aborto se interrumpe el proceso normal de fecundidad humana, lo cual atrae la helada y corta la leche, pero al mismo tiempo afecta y destruye el proceso productivo de la chacra (Van Kessel, J., 1983). Y las heladas estacionales o de invierno han sido y siguen siendo consideradas como heladas buenas que permiten la elaboración de alimentos como chuño, tunta (papa deshidratada por congelación), y caya (oca deshidratada por congelación), que serán almacenados para los largos meses del siguiente invierno. Sin embargo, sucede algo muy paradójico respecto a la concepción de este tipo de helada por parte de

los funcionarios del Estado y académicos quienes consideran que es un fenómeno dañino por la que justifican recursos del gobierno como asistencia de desastres (OBAAQ, 2019).

Oficialmente hoy, aún se considera que todo tipo de helada es una amenaza, contrario a lo considerado por los indígenas quienes en los miles de años de evolución han domesticado y se han adaptado a casi la totalidad de fenómenos climáticos extremos. Pese a que numerosas investigaciones demuestran que las heladas han sido fenómenos sumamente útiles para producir alimentos de larga duración desde tiempos prehispánicos (Babot, 2011; Vagras-Huanca, 2017) el mundo académico, científico y las instituciones del Estado las siguen considerando indeseables y dañinas.

Sin embargo, se está evidenciando que debido al cambio climático antropogénico la frecuencia de heladas y otros eventos extremos a esta altitud se está intensificando, generando alteraciones en las actividades y recursos relacionados a las necesidades básicas. Las heladas no estacionales o agronómicas se presentan durante la primavera y verano que son temporada de producción agrícola, principal sostén de la seguridad alimentaria en la región del altiplano (Rolando, Turin, Ramírez, Mares, Moneris, Quiroz, 2017; Vargas-Huanca 2020).

Puno registra cada año, pérdidas del 11% (36 mil hectáreas) de sus sembríos a causa de las heladas agronómicas registradas en esta región según DRA(2015) y IIPACH (2016), observamos en las fuentes que entre los años 2003 y 2015 por causa de riesgos naturales en la región de Puno se han presentado más de 3 mil emergencias, ocasionando casi 100 mil damnificados, 1.5 millones de afectados, y más de 100 personas fallecidas, 158 establecimientos de salud afectados, así como también 300 mil Has de cultivos afectados por heladas principalmente (SINPAD, 2018; IIPACH, 2016).

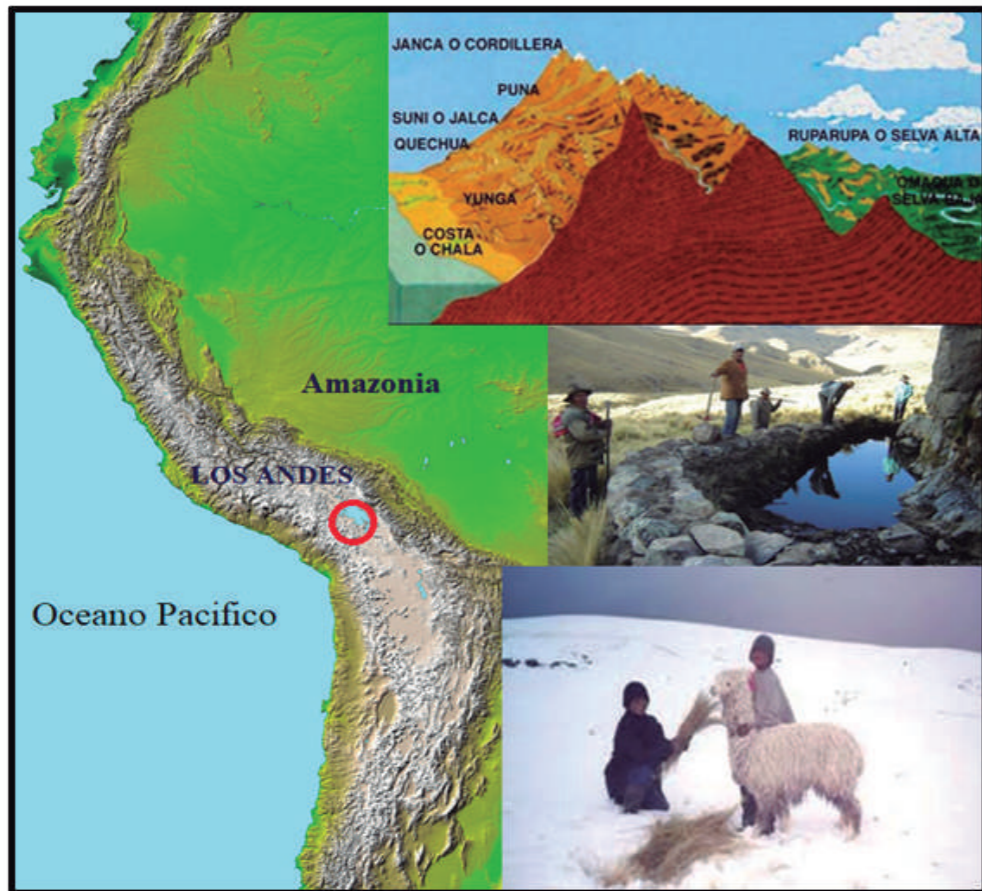
La asistencia técnica para eventos extremos dentro del Plan Regional de Gestión del Riesgo de Desastres 2016 – 2021, en sus procesos excluyen el valor de los conocimientos locales y la participación indígena pese a la existencia de conocimientos empíricos locales sobre la dinámica de los diversos fenómenos naturales exclusivamente efectivos para gestión de

heladas agronómicas. Las instituciones estatales poco interesado en la aloación de conocimientos locales, para la aplicación del Plan Multisectorial ante Heladas y Friaaje 2017, se prioriza y se da más atención a heladas estacionales o meteorológicas. Su actuación es sumamente focalizado y reducido que consiste en campañas de entrega de abrigos como frazadas y artículos de aseo como medidas para evitar los efectos de la helada (MINDEF, 2017; Pflucker, 2014).

Las acciones mencionadas, además de ser paliativas solo cubren el 30% del total de la población en situación de vulnerabilidad en la región (IIRCI, 2016). Las heladas estacionales, son frecuente en otoño e invierno. Las heladas agronómicas que se presentan durante la primavera y verano que son temporada de producción agrícola, causan perdidas en la agrobiodiversidad y consecuentemente en la seguridad alimentaria y sanitaria de las comunidades indígenas.

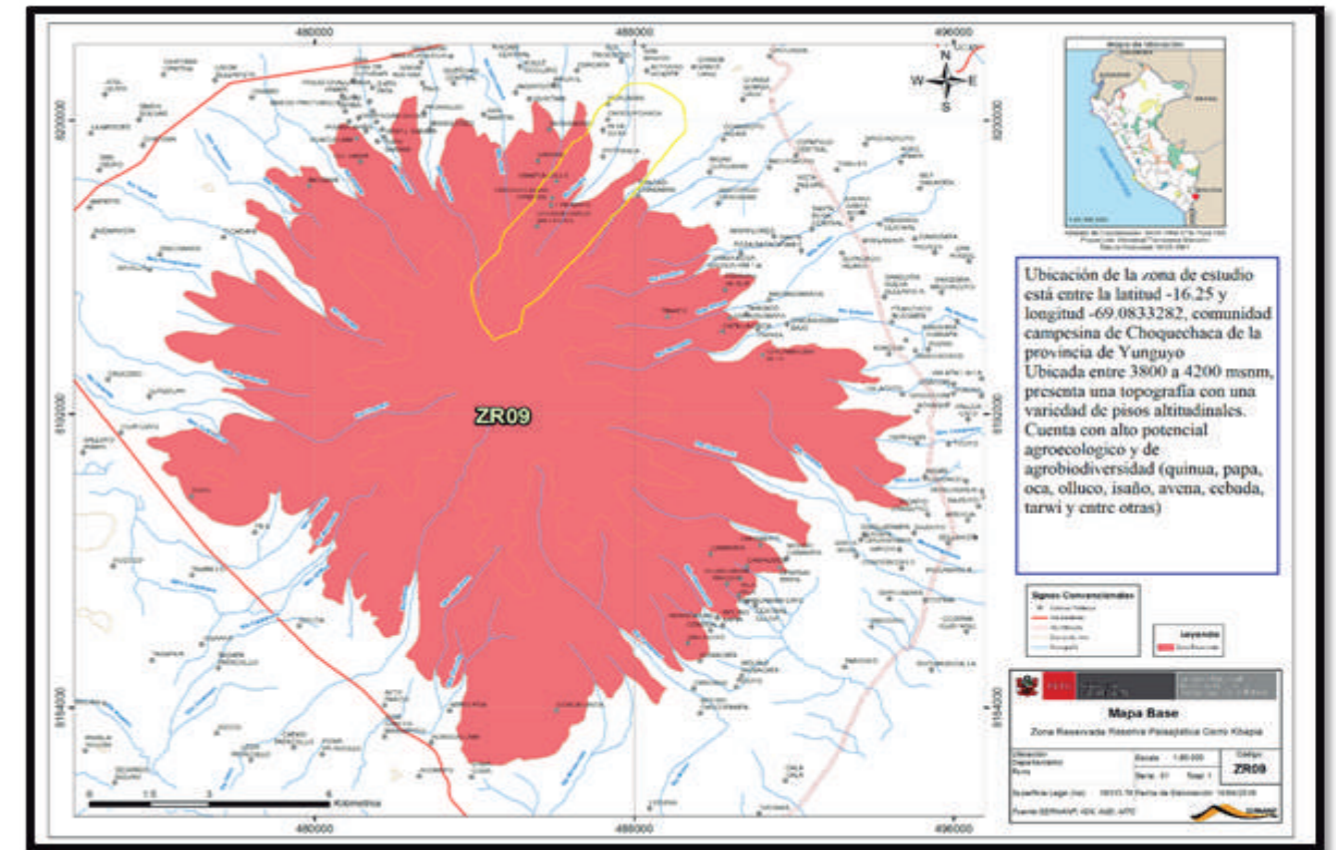
Ubicación geográfica: la zona de estudio está ubicada entre la latitud -16.25 y longitud -69.08 que corresponde a la comunidad campesina de Choquechaca de la provincia de Yunguyo, ubicada entre 3800 a 4200 msnm, la misma que presenta una topografía con una variedad de pisos altitudinales. Dicha comunidad cuenta con alto potencial agroecológico apta para un sistema rico en agrobiodiversidad (quinua, papa, oca, olluco, isaño, avena, cebada, tarwi y entre otras). Se pronostica que dichos cultivos son cada vez más vulnerables ante el incremento de la intensidad y frecuencia de las heladas agronómicas.

Figura N° 01 Localización geográfica



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 01 Comunidad Aymara forma parte de la Reserva Paisajística KAPHIA



Fuente: Elaboración propia (a partir de la cartografía de MINAM).

Considerando lo anterior, el objetivo de nuestra investigación fue analizar el impacto de las heladas agronómicas en la agrobiodiversidad cultivada en zonas vulnerables (laderas y lomas) y elaborar un sistema de defensa para la sostenibilidad de la agrobiodiversidad, empleando los conocimientos científicos modernos y practicas indígenas, aplicables en los ecosistemas de montaña ubicados entre 3800 a 4200 m.s.n.m.

III. METODOLOGIA Y MATERIALES

La metodología consiste en experimentar el sistema diseñado, en dos grupos de comunidades (una de control y otro experimental). Inicialmente el sistema se desarrolló con financiamiento de CLACSO, dicha investigación fue de tipo exploratorio, de índole cuali-cuantitativa. La delimitación temporal comprende el periodo de marzo 2019 a octubre del 2020, y la delimitación espacial es la jurisdicción de la comunidad campesina de Choquechaca, provincia de Yunguyo, región Puno, en el altiplano peruano. Se sistematizo conocimientos indígenas y modernos para diseñar un sistema de defensa local ante riesgos climáticos. Se aplico observación etnográfica, dialogo comunitario, análisis estadístico de datos de la estación meteorológica cercana, entrevistas semiestructuradas a portadores locales identificados mediante muestro no probabilístico tipo bola de nieve. El procedimiento fue el siguiente:

- Dialogo comunitario: es una asamblea de todos los pobladores de la comunidad, donde se discutió sobre los problemas que vienen afrontando en los últimos años respecto al tipo de heladas que les preocupa, impacto en la variedad o número en especie y variedades de especies agrícolas originarias de la zona,

en especial las cultivadas en zonas de alto riesgo a heladas, previa identificación de zonas más vulnerables empleando como base la cartografía (Gráfico N° 01). Así como se identificó la tendencia del comportamiento de la agrobiodiversidad de un conjunto de 4 escenarios de la dinámica la agrobiodiversidad o el cambio en el tiempo del número de especies y variedades cultivadas en la comunidad (presentado en papelógrafo). La tendencia determinada por los asistentes se presenta en Gráfico 02 de los resultados. En la misma sesión se realizó un inventariado de conocimientos, técnicas, saberes y estrategias autóctonas que poseían los comunarios.

- Mediante la observación etnográfica, se confirmó la información obtenida en el dialogo comunitario previamente desarrollado. Se visitó las zonas vulnerables cumpliendo las reglas de convivencia comunitaria, costumbres y creencias. Se empleo una libreta de apuntes, describiendo en ella algunos datos relacionados al comportamiento, causas, efectos, frecuencia e intensidad de la presencia de heladas agronómicas en la agrobiodiversidad cultivada en laderas y lomas.

- Entrevistas semiestructuradas de tipo bola de nieve a portadores de conocimientos y expertos en heladas para obtener información cualitativa sobre conocimientos científicos y practicas locales para reducir el impacto en la salud humana, vegetal y animal. En una libreta de apuntes se recogió insumos e información clave sobre las prácticas y conocimientos locales para el diseño de un sistema de defensa.

- Para confirmar la presencia de heladas en estas comunidades como algo complementario o adicional se analizó las temperaturas mínimas registradas en la estación meteorológica del SENHAMI ubicado en la comunidad de Tahuaco que se ubica a menos de 6 kilómetros de distancia.

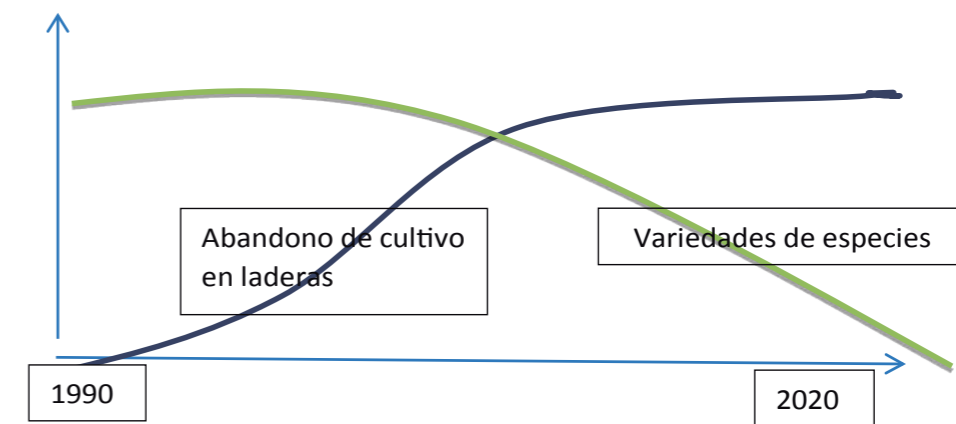
- Discusión en gabinete para diseño de un sistema de defensa local frente a heladas no estacionales para comunidades altoandinas ubicadas entre 3800 a 4200 m.s.n.m. a partir de la síntesis de conocimientos científicos formales y conocimiento empírico local indígena. La discusión se enfocó en el diseño y construcción del sistema, donde participaron expertos del Instituto de Investigación Interdisciplinaria Pacha III, Centro Estratégico Transdisciplinario JHM y líderes indígenas de la Organización de Comunidades Quechuas, Aymaras y Amazónicas.

- Taller de validación por expertos y aplicación del sistema en una de las comunidades participantes. Se ha validado dicho sistema en el seminario taller realizado durante el Encuentro Internacional de Comunicación Indígena (EICI, 2019) donde se han congregado pobladores de comunidades altoandinas que representan la población vulnerable. Celebrado en Cusco del 10 al 12 de octubre con participantes de países como Estados Unidos, México, Cuba, Guatemala, Nicaragua, Ecuador, Colombia, Venezuela, Bolivia, Chile, Argentina y Perú

IV. RESULTADOS

En el dialogo comunitario se identificó en específico las zonas altamente vulnerables a heladas agronómicas, la mayoría de los asistentes refieren que los cultivos en las laderas y lomas han sido mas afectados por las temperaturas, precipitaciones y vientos extremos), las mismas mediante la observación etnográfica se confirmaron así mismo mediante la técnica de observación etnográfica se encontró otro hallazgo importante la cual es el abandono de parcelas agrícolas ubicadas justamente en las zonas identificadas como vulnerables. Este tipo de helada que viene induciendo la reducción del espacio agrícola aún no es visible en las instituciones del Estado. El tipo de heladas que más capta la atención del gobierno nacional no representa preocupación alguna para la población en casi todas las comunidades aymaras de la provincia de Yunguyo. Estas heladas son frecuentes en otoño e invierno y son más bien aprovechadas para la fabricación de alimentos de larga duración como el chuño, tunta y caya. Las heladas no estacionales o agronómicas que se presentan de forma imprevista y repentina durante la primavera y verano tienen impacto en la agrobiodiversidad autóctona, ya que son de temporada agrícola afectando la seguridad alimentaria en todas las comunidades altoandinas, así como la seguridad sanitaria o la disponibilidad de medios para garantizar óptimos niveles de salud comunitaria. Durante el dialogo comunitario aplicado la tendencia de la dinámica de la agrobiodiversidad, con la tendencia más realista fue la que presentamos en el Gráfico N° 2

Gráfico N° 02. Dinámica de la agrobiodiversidad autóctona de la cuenca hídrica del kaphia



Fuente: Elaboración Propia

En los diálogos comunitarios surgieron como cultivos de importancia económica las habas y quinua debido a la alta demanda del mercado. Y los de importancia alimentaria son papa, oca, tarwi, isaño, y olluco principalmente. El análisis espacial de laderas y lomas (FOTO N° 1), nos arrojó como resultado el abandono masivo de las parcelas agrícolas existentes en dicho espacio. En el dialogo comunitario se coincidió en las afirmaciones de los asistentes al dialogo, que el abandono ha sido influido por la presencia de vientos, temperaturas ambientales extremos. Este hallazgo nos confirma el impacto del cambio climático, siendo determinante en el incremento en la frecuencia e intensidad de heladas, lo cual ha inducido a la perdida de especies de la agrobiodiversidad que eran resistentes a sequias (la variedad de papa sakambaya, y el tipo de variedad de habas alóctona uchukulu). Durante los diálogos comunitarios, se presentó en gráficos tres escenarios de tendencias sobre la dinámica de la agrobiodiversidad y el abandono de cultivos en ladera en los últimos 30 años. Luego de una discusión entre los participantes se eligió la tendencia que se presenta en el Gráfico N° 02 y Foto N°1, donde la forma de la curva a través de los años concuerda con información científica disponible sobre la dinámica de la agrobiodiversidad tanto autóctona como alóctona en las investigaciones revisados.

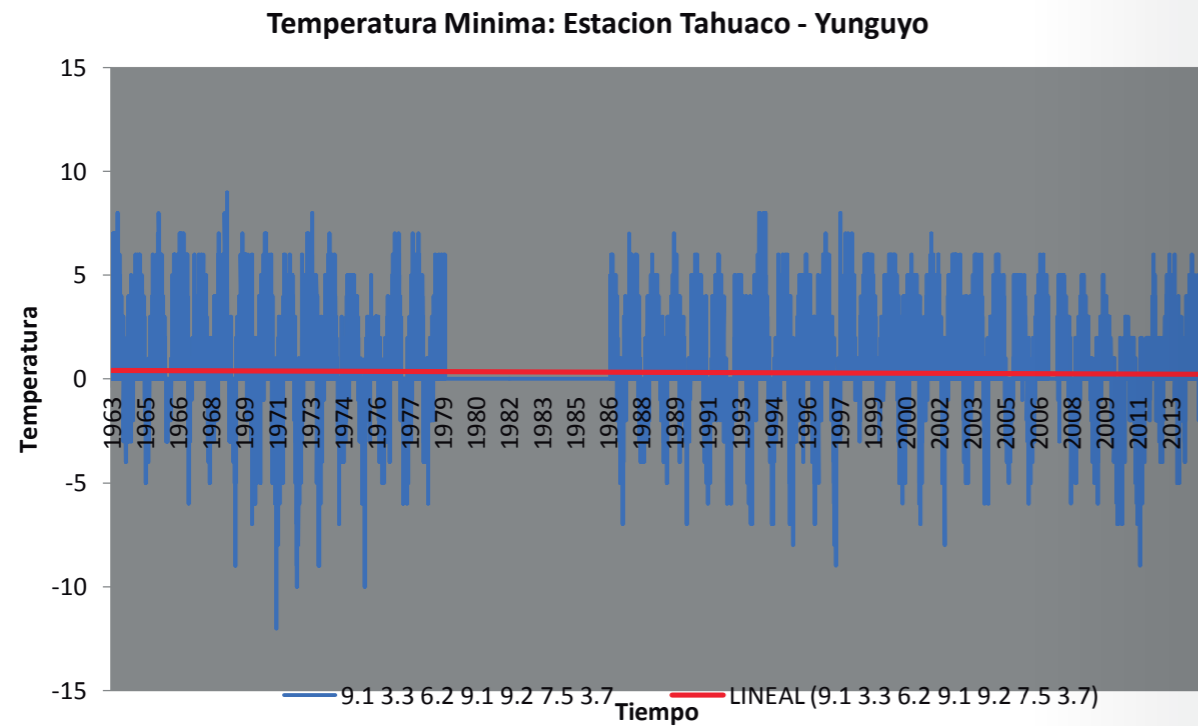
FOTO N° 1 Abandono de cultivos en ladera por efecto de las heladas



Fuente: Elaboración Propia (Archivo personal)

Adicionalmente para la confirmación oficial de la presencia de heladas se ha obtenido datos sobre temperaturas mínimas a lo largo de las últimas décadas de la estación meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI más cercana que está en TAHUACO. Se obtuvo datos sobre frecuencia e intensidad de heladas que se presenta en Gráfico N° 03, Foto N° 1 y 2. Las intensidades registradas oscilan entre -5 a -10 grados, siendo estos datos confirmados en el dialogo comunitario y observación in situ de los indicios o efectos de su presencia en topografías o espacios despejados parecidos al espacio donde se ubica la estación meteorológica (la línea azul representa las temperaturas máximas y mínimas alcanzadas de cada año, y la línea roja es la temperatura media incrementada).

Gráfico N° 03. La tendencia de la temperatura mínima desde 1963 al 2014.



Fuente: Elaboración Propia (Datos del SENHAMI)

La presencia de la helada agronómica inicialmente provoca laceraciones en los tallos y el sistema de follaje de las plantas, en la FOTO N°2 se observan las quemaduras en el follaje de las plantas.

FOTO N°2. Efecto de la helada, quemaduras en el follaje de las plantas.



Luego de haber confirmado la persistencia de las heladas agronómicas que influyen en la pérdida económica producto de su afectación a la agrobiodiversidad autóctona; se recogió información tales como las prácticas y conocimientos locales para el diseño de un sistema de defensa; mediante entrevista de tipo bola de nieve aplicados a los sabios ancianos que observan el cosmos y la naturaleza para pensar y proponer estrategias, tecnologías y conocimientos para mitigar el efecto de las heladas en contextos menos esperados, lo cual se presenta en el Cuadro N° 01. Juntamente a los hallazgos obtenidos en las entrevistas tipo bola de nieve, se incluye en una columna los aportes de la ciencia moderna obtenidos a través de la exploración de bases de datos bibliograficos. En la última columna, se presentan los conocimientos locales aportados por los participantes del dialogo comunitario.

Cuadro N° 01. Información obtenida mediante 'bola de nieve'

Categorías de análisis	Aporte Ciencia moderna	Hallazgo en bola de nieve	Aporte dialogo comunitario
Prototipo a desarrollar	El desarrollo del concepto, elementos, procesos y principios de un sistema, encaja dentro de la cosmovisión indígena aymara, donde se concibe que "todo esta conectado con todos".	Gran número de los entrevistados dieron indicios de la existencia de una forma de organización para actuar colectivo ante las heladas liderado por pronosticadores del tiempo y predictores de extremos climáticos.	Expresaron el interés de que se elaboren guías para su participación en grupo donde todos participarían en la gestión del riesgo y presencia de la helada
Antes de las heladas	Planeamiento de actividades de la defensa. Organización de grupos de actuación: antes durante y después de la helada.	La concepción del tiempo circular en la cosmovisión aymara; antes de forma innata, donde asumían la responsabilidad para la defensa. Considerando que la responsabilidad es un valor deseado y puesta en práctica de forma innata en estas comunidades.	Necesidad de preparar y capacitar a jóvenes en meteorología y dotar de todos los conocimientos ancestrales sobre el clima
Durante las heladas	Tecnologías Tanques anti helados, molinos termo eólicos	El sistema de organización de información e interacción colectiva del fenómeno previsto para actuación según lo planificado por el pachajake.	Equipos de reacción inmediata: su actuación es inmediata, rápida para controlar con el máximo esfuerzo. La comunidad en acción: es la participación de todos los integrantes de la comunidad incluyendo niños en actividades complementarias para el control de los efectos del

Fuente: Elaboración Propia (Archivo personal)

4. DISCUSION Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DEFENSA LOCAL

Considerando que las heladas agronómicas son de menos importancia para el Estado y las que más afectan a las comunidades del altiplano peruano, los resultados muestran el impacto negativo de las heladas agronómicas en la agrobiodiversidad autóctona. Según datos del SENHAMI, además del efecto del cambio climático como incremento de precipitaciones, temperaturas extremas e intensidad de los vientos, es evidente la presencia de heladas agronómicas durante la época agrícola de todos los años.

Según la última teniente gobernadora de la Comunidad Aymara de Choquechaca, Juliana Huanca Montora "antes había menos incertidumbre, casi siempre se pronosticaba, tanto los cultivos y la crianza de animales estaba adaptado a la lectura del cosmos, hoy pocos se dedican a leer el cosmos y dialogar con la Pachamama... Se han perdido muchos conocimientos y algunos utilizados bajo la concepción de la religión cristiana que neutraliza que sea efectivo para afrontar las heladas, granizadas y otros". En un contexto de pérdida masiva y generalizada de conocimientos indígenas para la gestión de riesgos de desastre climático, donde el sistema educativo oficial no ha incluido la participación de sabios y ancianos indígenas en la enseñanza sobre la gestión de las heladas y otros fenómenos climáticos extremos en la escuela, con suma urgencia logramos recolectar información cuantitativa y cualitativa indígena y moderna que puede ser de utilidad para revertir la tendencia de pérdida de la agrobiodiversidad.

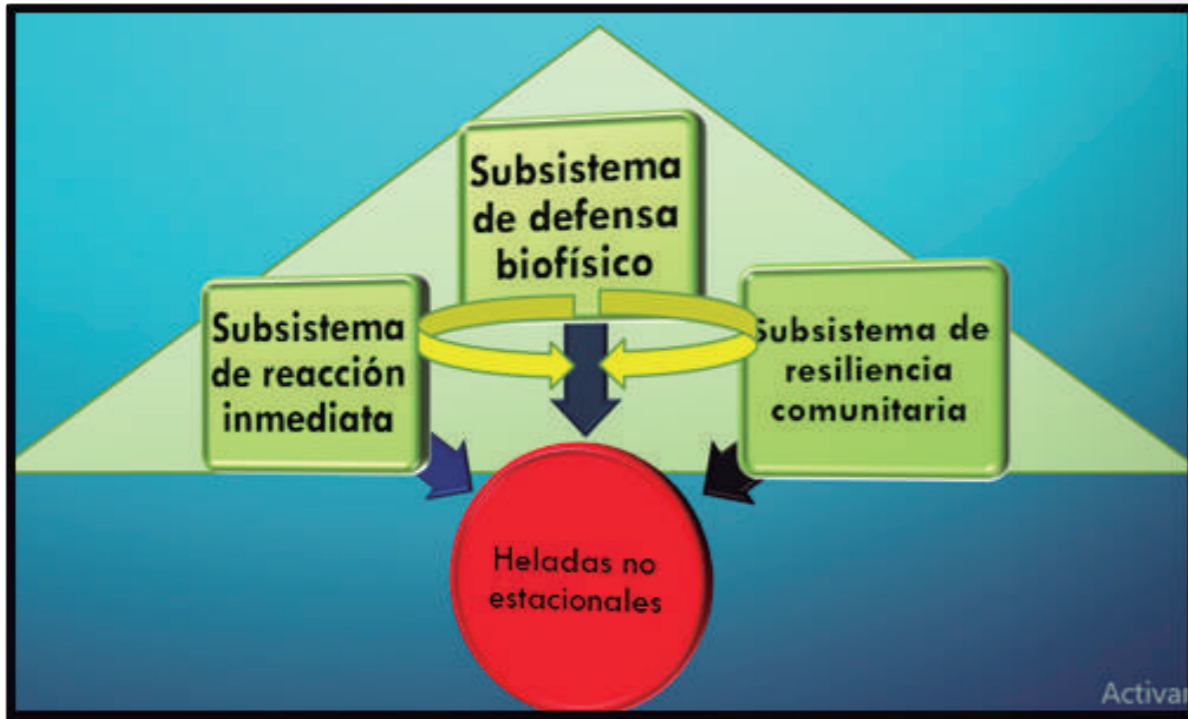
Así mismo, con la obtención del conjunto de información sobre la interacción clima y ser humano en la comunidad aymara; proveída por 1) fuentes científicas, 2) hallazgos en la entrevista bola de nieve y 3) aportes del dialogo comunitario, se organizó dicha información en medios, conocimientos y recursos para diseñar un sistema de defensa con tres subsistemas que incluyen: elementos (humanos, ambientales y cognitivos), procesos, estrategias, tecnologías y acciones para ser aplicadas desde antes, durante y después de la presencia de heladas. Dicho sistema se ha diseñado a partir de la síntesis de conocimientos científicos interdisciplinarios y el conocimiento empírico local indígena obtenidos a partir de entrevista a portadores de conocimientos locales.

En el (Grafico: N° 03) se presenta el sistema diseñado en base a datos científicos e indígenas. Está integrado por tres subsistemas que incluyen elementos (humanos, ambientales y cognitivos), procesos, estrategias, tecnologías y acciones a ser aplicadas antes, durante y después de las heladas.

Los subsistemas son:

- 1.Subsistema de reacción inmediata, (Grafico: N° 04).
- 2.Subsistema de defensa biofísico de la agrobiodiversidad (papa, habas, oca, tarwi, quinua, isaño olluco) (Grafico: N° 05)
- 3.Subsistema de resiliencia comunitaria, (Grafico: N° 06)

Grafico: N° 03. Sistema de defensa ante heladas no estacionales (agronomicas)



Fuente: Elaboración propia, con información científica y practicas locales indígenas (2019)

4.1 Subsistema de reacción inmediata

El subsistema de reacción inmediata es para la previsión y actuación rápida ante fenómenos atmosféricos inesperados; en este caso heladas. Los componentes de este sistema son:

- Pachajake o portador de conocimientos locales
- Equipos de reacción inmediata
- Comunidad de acción inmediata

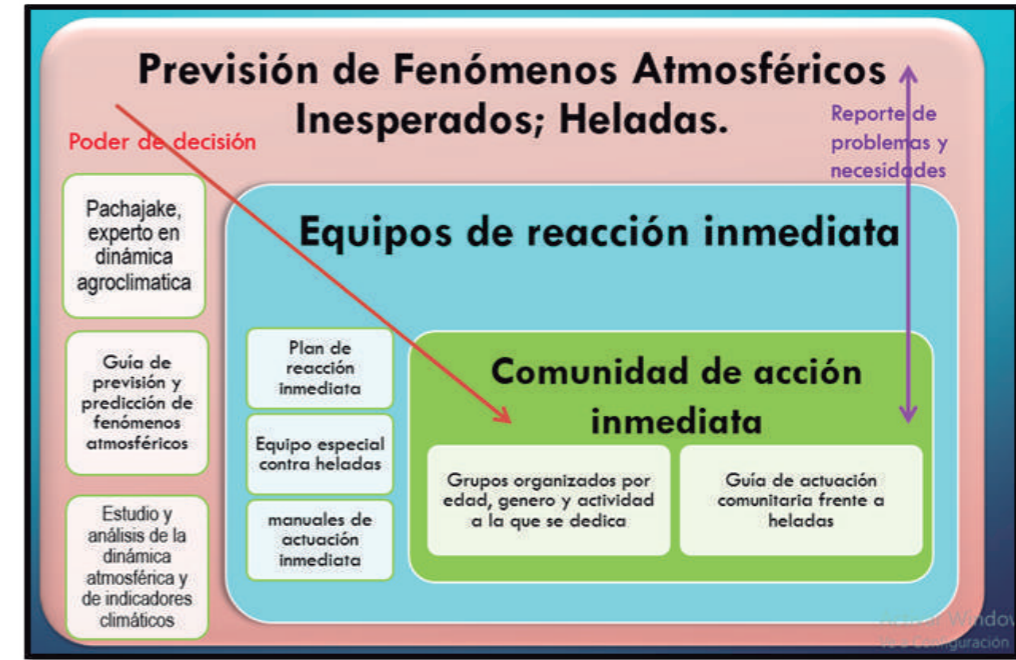
El Pachajake, es el experto en dinámica agroclimática indígena con una autoformación para ejercer dicha función y preparación asistida por antiguos portadores de conocimientos ancestrales sobre el clima y sistemas agrosilvopastoriles. El proyecto sobre observación y monitoreo climático local que realiza PROSUCO en Bolivia, apoyado en conocimientos indígenas fue un referente de observadores locales que funcionan como red en la región del altiplano (Pardo Valenzuela y Caballero Espinoza, 2018). Hoy es recomendable que asista a un centro de educación superior para formarse como experto en meteorología y climatología. Ejercerá el liderazgo en las actividades comunitarias para la prevención control y adaptación a fenómenos extremos, adoptando decisiones que deberán acatar los demás integrantes del sistema. Para las funciones que tiene contara con una guía de previsión y predicción de fenómenos atmosféricos y estará dedicando gran parte de su vida diaria en el estudio y análisis de las dinámicas atmosféricas y de indicadores climáticos.

Los equipos de reacción inmediata estarán conformados según un Plan de reacción inmediata, Equipo especial contra heladas (conformado por afinidad temática de personas) y manuales de actuación inmediata Equipos que ejecutaran la defensa aplicando el riego por aspersión anti heladas que consiste en un sistema

hidráulico compuesto por 1000 aspersores, 500 difusores y 30 válvulas, para un aproximado de 3 zonas. El sistema de riego y de impulsión por medio del uso de generadores con paneles fotovoltaicos disminuye los costos de mantenimiento.

La comunidad de acción inmediata está conformada por todos los integrantes de la comunidad. Según la cosmovisión indígena cada integrante de la comunidad cumple una función ante situaciones complejas. Se organizarán grupos de acción inmediata según edad, género y actividad principal en la comunidad. Asimismo, se contará con una guía de actuación comunitaria frente a heladas.

Grafico: N° 04. Subsistema de reacción inmediata ante HNE



Fuente: Elaboración propia, con información científica y practicas locales indígenas (2019)

4.2 Subsistema de defensa biofísico de la agrobiodiversidad

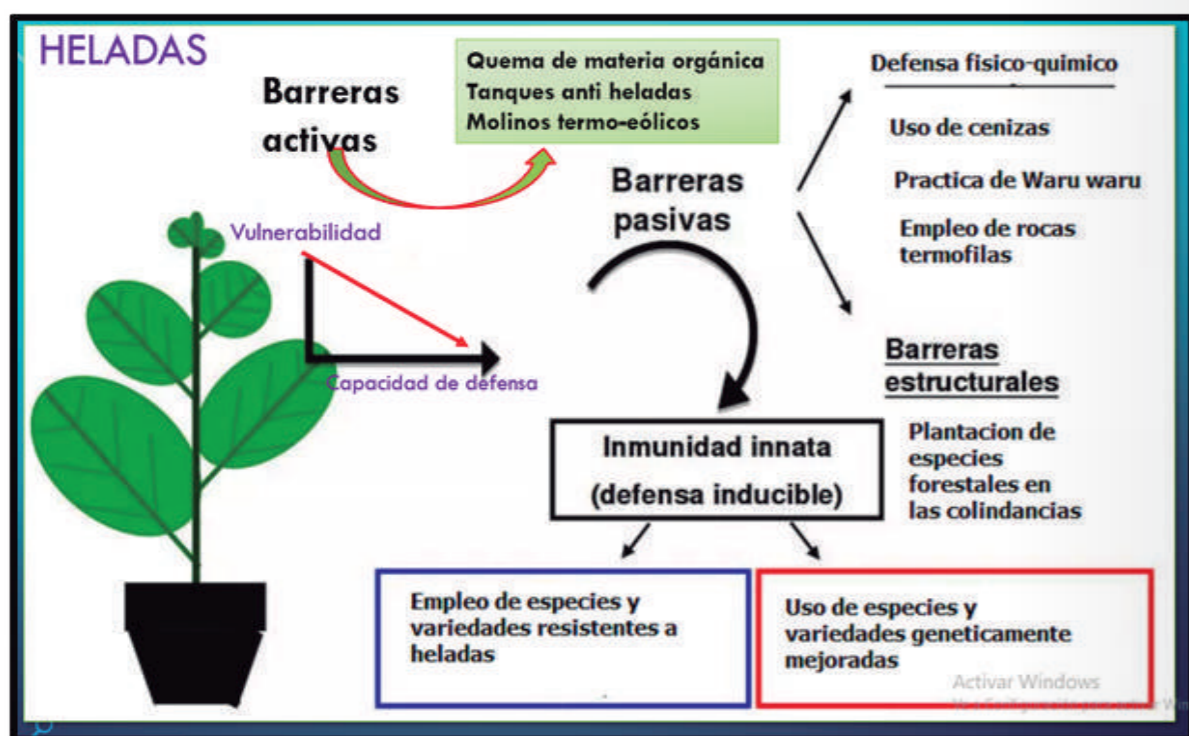
Como parte de las construcciones de soluciones preventivas se diseña el subsistema de defensa biofísico de la agrobiodiversidad (papa, habas, oca, tarwi, quinua, isaño, olluco) (Grafico: N° 03). Está conformado por tres formas de defensa preventiva:

- Barreras activas
- Barreras pasivas
- Inmunidad innata

Barreras activas: este tipo de barreras se ejecutan de forma rápida en el instante mismo de la presencia de la helada.

- Quema de materia orgánica (tallos de quinua, hablas, oca, tawri entre otras que toda familia acumula en meses previos);
- Tanques anti helados (existen dos opciones, una es mediante la compra que puede llevarse a cabo de forma masiva y la otra es la elaboración casera);
- Molinos termo-eólicos (a los molinos tradicionales se les cambia sus brazos por otros mas largos con terminales en cuchara).

Grafico: N° 05. Subsistema de defensa biofisico ante HNE



Fuente: Elaboración propia, con información científica y practicas locales indígenas (2019)

Barreras pasivas

Defensa físico-químico: que consiste en el empleo de cenizas, construcción de waru warus o camellones, además de empleo de rocas termofilicas.

Barreras estructurales: que consiste en disponer de plantaciones de especies forestales nativas en las colindancias como árboles, arbustos y matorrales, como el Kolli, Queñual y arbustias como Thola.

Inmunidad innata: también denominada defensa inducible, esta es ejercida por la misma especie agrícola debido a que con la evolución desarrollan mecanismos biológicos de resistencia a climas extremos. Por ello es importante hacer un seguimiento riguroso del comportamiento de la agrobiodiversidad tanto autóctono como la alóctona ante las heladas para identificar a aquellas que se adaptan rápidamente como es el caso de la papa de la variedad sakambaya. En el dialogo comunitario se señaló que estas especies, además de ser resistentes a climas extremos, forman parte de la canasta básica que consiste en granos (quinua), turberculos (olluco) y (tarwi) andinas.

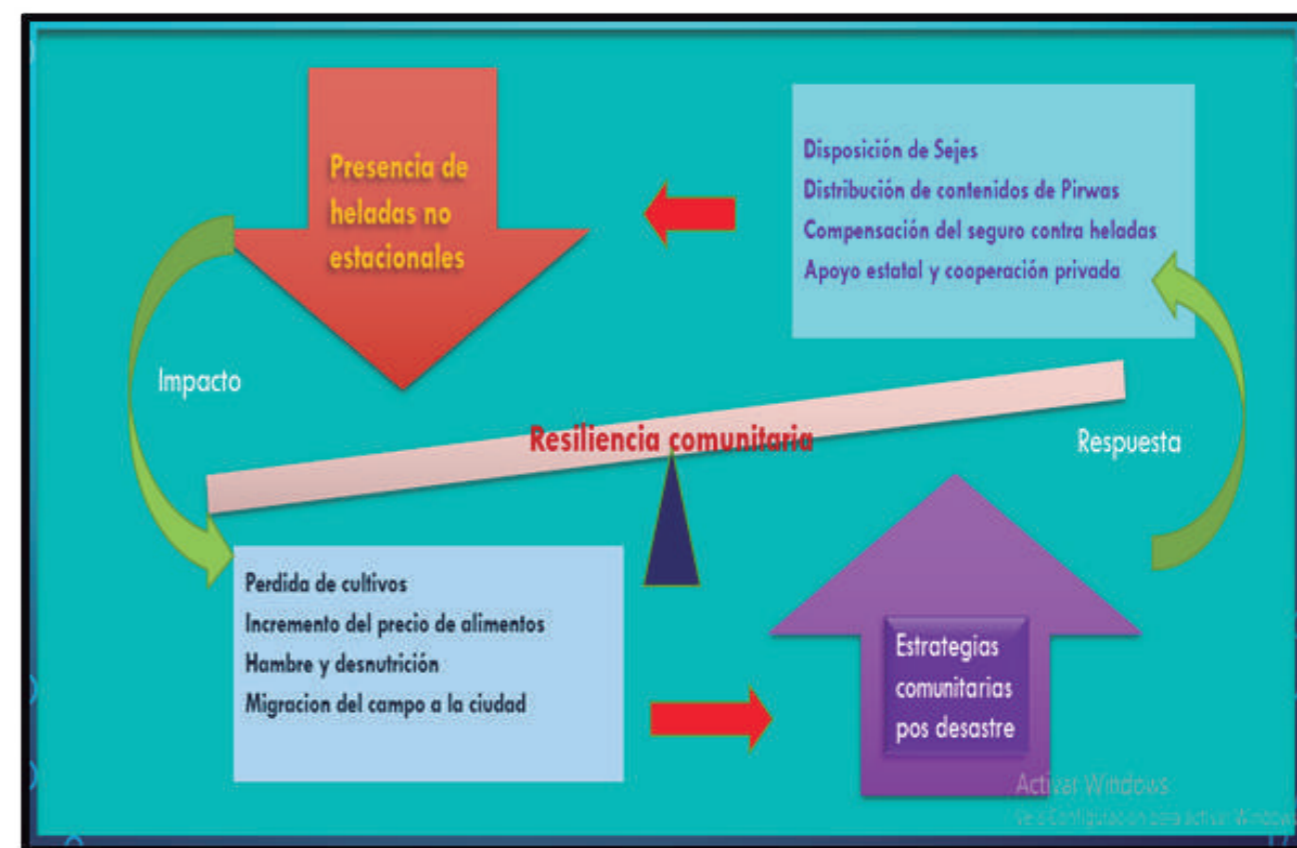
resistentes a climas extremos, forman parte de la canasta básica que consiste en granos (quinua), turberculos (olluco) y (tarwi) andinas.

4.3 Subsistema de resiliencia comunitaria

El subsistema de resiliencia comunitaria es la capacidad de recuperar la normalidad mediante una respuesta multidimensional al impacto, que permite a la comunidad restablecerse sin sufrir los estragos que puede provocar la pérdida de cultivos y el incremento del precio de alimentos. Para dicha recuperación o resiliencia se distribuirá los alimentos conservados a mediano plazo en los SEJES (fuentes de conservación de alimentos) elaborado a base de Jichu (planta silvestre del altiplano) que tiene propiedades para la conservación natural. Lo cual evitara que la población sufra hambre y desnutrición que a su vez motivan la migración del campo a la ciudad.

Para los casos donde la helada genere altas pérdidas, como afectaciones con pérdidas superiores al 50% de cultivos (es el porcentaje de plantas quemadas por la congelación y/o las plantas con laceración mayor a 50% de tallos, la cual será contabilizado por el pachajake), se activará la estrategia comunitaria pos desastre lo cual está constituido además, de la distribución de contenidos de pirwas (alimentos almacenados de largo plazo 5 a 10 años), se suplirá los efectos con la compensación del seguro contra heladas (en el mundo moderno los desastres son cubiertos por empresas de seguros que compensan las pérdidas con reparaciones económicas), también se solicitara apoyo estatal y cooperación privada (existe la posibilidad de que el Ministerio de Agricultura proporcione apoyo económico).

Grafico: N° 06 Subsistema de resiliencia comunitaria ante HNE



Fuente: Elaboración propia, con información científica y practicas locales indígenas (2019)

El sistema y sus subsistemas, se ha presentado para la validación por parte de portadores de conocimientos locales y expertos y del Instituto de Investigación Interdisciplinaria Pacha III y líderes indígenas de la Organización de Comunidades Quechuas, Aymaras y Amazonicos cuyos aportes también se han incluido en los (Gráficos 4, 5 y 6).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El esfuerzo institucional, económico y administrativo del Estado se ha centrado en los últimos años en la mitigación del impacto de las heladas meteorológicas. La misma que no representa un problema para las comunidades indígenas estudiados. Este tipo de fenómeno genera beneficios, es deseado y empleado para fabricar alimentos de larga duración. El tipo de helada no deseado es la agronómica o la no estacional. La gestión efectiva de estos fenómenos en estas comunidades ha evolucionado en la cosmovisión indígena. Entonces el Estado y su sistema educativo oficial no han adaptado la cosmovisión indígena para identificar

el problema real. Así mismo en la definición de sus políticas, programas y planes para la implementación de la gestión de riesgos climáticos carece de participación indígena.

La retransmisión de los saberes indígenas no tiene el mismo resultado cuando se transmiten mediante los portadores indígenas y por otro lado docentes formados en universidades no indígenas bajo el paradigma moderno, mercantilista y en un lenguaje no indígena. La adopción de esta última opción ha provocado incertidumbre y confusión en territorios indígenas ricos en agrobiodiversidad y sistemas de conocimientos locales. La incompatibilidad entre los transmisores y la sostenibilidad territorial provoca mayor vulnerabilidad a fenómenos climáticos extremos, las mismas que son evidenciados con el incremento de la frecuencia e intensidad de las heladas en las laderas y lomas. Las mismas que vienen provocando la reducción y pérdida del número de especies y variedades de la agrobiodiversidad autóctona cultivados en estas áreas geográficas.

Para reducir el impacto, diseñamos un sistema de defensa local con conocimientos locales indígenas. Compuesto por tres subsistemas que permitirá reducir el impacto de las heladas agronómicas o no estacionales en comunidades altoandinas ubicadas entre 3800 a 4200 m.s.n.m. El escaso compromiso de parte de las entidades del Estado para revalorar los conocimientos locales indígenas ha llevado a la pérdida significativa de este patrimonio intangible. La poca importancia que se da en el Perú a la investigación sobre conocimientos indígenas es una de las limitaciones que nuestro y los futuros trabajos de investigación en la zona tendrán que afrontar, ya que la misma puede comprometer la calidad de los resultados.

La transmisión de conocimientos indígenas locales a los más jóvenes es obstruida por el sistema educativo oficial, las mismas que resaltan el valor de la vida urbana y el consumismo. Razón por la que los jóvenes después de culminar sus estudios buscan migrar a las ciudades.

Posteriores investigaciones deben diseñar alternativas ante otros fenómenos extremos climáticos. Mediante sistemas, modelos, estrategias y protocolos. Las cuales deberán ser acompañados por políticas, programas y proyectos de valoración de conocimientos indígenas locales para la conservación de ecosistemas de montaña con elementos vitales como biodiversidad, glaciares, lagos etc. En el trabajo hemos observado que los conocimientos indígenas por su legitimidad, practicidad y sostenibilidad pueden ser de mayor efectividad ante el impacto de la incertidumbre climática. 5.2 Recomendaciones

El convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo de 1989 y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los Pueblos indígenas del año 2007, ambos ratificados por el Estado peruano, reconocen el derecho a revalorar sus conocimientos ancestrales, lo cual es una oportunidad que debe aprovecharse para generar valor agregado y prevenir el valor potencial a futuro para la construcción de soluciones en contextos de incertidumbre climática.

Ante la complejidad actual y la vulnerabilidad rural, se tiene una alternativa el modelo de formación de desarrollo de conocimientos locales bajo la cosmovisión indígena (desarrollo cognitivo y físico), sin ello cualquier esfuerzo moderno, degrada los resultados y refleja menor eficacia. La formación de jóvenes mediante programas itinerantes para desarrollar estrategias concretas de respuesta y mitigación de impactos del cambio global. Los mismos que realizarían en lo posterior la transferencia, preparación y organización de sistemas de gestión de heladas y otros extremos climáticos para la conservación de la agrobiodiversidad y medios de vida resilientes.

Agradecimientos;

Nuestro profundo agradecimiento, al equipo del Programa de investigación y formación en sistemas agroecológicos andinos del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) y el financiamiento de la Fundación McKnight, liderada por Karina Bidaseca, Teresa Arteaga, y todos las y los investigadores, tutores y directores de investigación participantes del programa que forjan nuevos conocimientos basados en la agroecología para la sostenibilidad de los sistemas alimentarios de nuestra patria grande el Abya Yala.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Pardo Valenzuela, R. S., & Caballero Espinoza, A. (2018). Elementos constitutivos de las prácticas del modelo yapuchiri: estudio de caso de un yapuchiri en la comunidad de Cutusuma, provincia Los Andes del departamento de La Paz (Doctoral dissertation, Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Ciencias Sociales. Carrera de Antropología y Arqueología).
2. Jose L. Rolando, Cecilia Turin, David A. Ramírez, Victor Mares, Jorge Moneris, Roberto Quiroz, 2017, Key ecosystem services and ecological intensification of agriculture in the tropical high-Andean Puna as affected by land-use and climate changes, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 236, Pages 221-233, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.010>
3. Baitzel, S. I., & Rivera Infante, A. F. (2019). Presencia humana, patrones de asentamientos prehispánicos y complementariedad ecológica en las lomas del Valle de Sama, Tacna, Perú. *Chungará (Arica)*, (AHEAD), 0-0.
3. Babot, M. D. P. (2011). Cazadores-recolectores de los andes centro-sur y procesamiento vegetal: Una discusión desde la puna meridional argentina (ca. 7.000-3.200 años AP). *Chungará (Arica)*, 43(ESPECIAL), 413-432.
4. Van Kessel, J. (1983). Ayllu y ritual terapéutico en la medicina andina. *Chungara*, 165-176.
5. González Miranda, Sergio. (2019) LA frontera como margen heterológico. El tripartito andino (Bolivia, Perú Y Chile) y la ilusión académica sobre "aymaras sin fronteras". *Diálogo andino*, (60), 115-125. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812019000300115>
6. Huanca, D. E. V., Boada, M., Araca, L., Vargas, W., & Vargas, R. (2015). Agrobiodiversidad y economía de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en comunidades aymaras de la cuenca del Titicaca. *Idesia (Arica)*, 33(4), 81-87.
7. Vargas-Huanca, D., Boada Junca, M., Araca Quispe, L., Vargas, W., & Vargas, R. (2016). Sostenibilidad de modos ancestrales de producción agrícola en el Perú: ¿conservar o sustituir?. *Mundo agrario*, 17(35), 00-00.
8. IJB, (2013) Primer Jakisiwi Binacional Perú-Bolivia "Cosmovisión Andina y la Modernidad" Instituto de Investigación interdisciplinaria PACHA III, Concejo Provincial de Yunguyo, Perú. <http://www.fondoindigena.org/drupal/es/node/80>
9. IIPACH (2016) Grupo de Estudios Interdisciplinarios "conocimientos Inter científicos, bioclimáticos Instituto de Investigación interdisciplinaria PACHA III, Concejo Provincial de Yunguyo, Perú IIRCI (2017) Plataforma de Investigación "Situación de los Pueblos Indígenas en los Andes y la Amazonia, Instituto de Investigación y de Revalorización de Culturas Indígenas Yunguyo, Perú
10. OBAAQ (2018) Informe técnico para la gestión de riesgos antrópicos en las comunidades altoandinas. Lima, Perú.
11. Murra, J. (1996). El control vertical de un máximo de pisos ecológicos y el modelo en archipiélago. *Travaux de l'IFEA*, 122-130.
12. Murra, J. V. (1975). Formaciones económicas y políticas del mundo Andino. Instituto de estudios peruanos.
13. SINPAD (2018) Resultados Listado de Emergencias - SINPAD <http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/mapa/ListadoEmergencias.asp>
14. Pflucker J. (2014) Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú. Secretario de Gestión del Riesgo de Desastres. Presidencia del Consejo de Ministros.
15. MINDEF, (2017) Mindef, FF. AA. y medio de comunicación se unen para ayudar ante heladas. Agencia Andina. <https://andina.pe/agencia/noticia-mindef-ffaa-y-medio-comunicacion-se-unen-para-ayudar-ante-heladas-716367.aspx>
16. DRA (2015) Informe pérdidas agronómicas Dirección Regional de Agricultura. <https://larepublica.pe/sociedad/872454-puno-ha-perdido-36-mil-hectareas-de-cultivo-por-heladas-y-lluvias/>
17. Vargas Huanca, D. E. (2017). Sistema de conocimientos aymaras para la sostenibilidad de la agrobiodiversidad y protección ambiental en un contexto de crisis global.
18. Entrevista a la Teniente gobernadora de la Comunidad Aymara de Choquechaca, Juliana Huanca Montora realizado el 20/02/2019.