

Sistema municipal de monitoreo climático en Morochata: Logros y desafíos

Fernando Patiño¹, Eleodoro Baldiviezo², Franz Terrazas¹,
Nicolás Rueda³, Ximena Cadima¹

¹ Fundación PROINPA,

² Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos (PROSUCO),

³ Gobierno Autónomo Municipal de Morochata

E mail: f.patino@proinpa.org

Resumen. El monitoreo climático es un proceso de vital importancia para determinar las variaciones del clima en el tiempo y para la prevención de riesgos ante la ocurrencia de eventos climáticos como heladas, sequías, etc., perjudiciales para la agricultura. Para este fin, la Fundación PROINPA en el marco del Proyecto Biocultura y Cambio Climático, con el apoyo de PROSUCO, y en coordinación con el Gobierno Autónomo Municipal (GAM) de Morochata, llevó a cabo la implementación de un Sistema de Información Climática Biocultural, cuyo eje central está conformado por el GAM, estaciones climáticas y observadores locales. Se logró la articulación de actores en torno a la instalación y funcionamiento de las estaciones climáticas, la identificación de indicadores naturales del clima y la formación de técnicos básicos locales con conocimientos en monitoreo climático. Las estaciones climáticas evidenciaron diferencias climáticas sustanciales entre pisos ecológicos en Puna con 13.52°C y 73.92%, Valles con 20.47°C y 67.8% y Cabecera de Valles con 16.4°C y 75.9% de temperatura media anual y humedad relativa media, respectivamente. Esta información es esencial en el GAM para la elaboración de proyectos de desarrollo, ya que antes se tomaba como referencia la estación climática del municipio aledaño de Independencia.

Palabras clave: Condiciones climáticas; Prevención de riesgos; Información base.

Summary: Municipal Climate Monitoring System in Morochata: Achievements and challenges. Climate monitoring is a vitally important process to determine variations in climate over time and to prevent risks from the occurrence of climatic events such as frost, drought, etc., harmful to agriculture. To this end, the PROINPA Foundation within the framework of the Bioculture and Climate Change Project, with the support of PROSUCO, and in coordination with the Municipal Autonomous Government (GAM for its Spanish acronym) of Morochata, carried out the implementation of a System Biocultural Climate Information, whose central axis is made up by the GAM, weather stations and local observers. The articulation of actors around the installation and operation of weather stations, the identification of natural climate indicators and the training of local basic technicians with knowledge in climate monitoring were achieved. The weather stations evidenced substantial climatic differences between ecological levels: in Puna with 13.52 °C and 73.92%, Valley with 20.47°C and 67.8% and Head Valley with 16.4°C and 75.9%, of annual average temperature and average relative humidity respectively. This information is essential in the GAM for the elaboration of development projects, since previously the weather station of the neighboring municipality of Independencia was taken as a reference.

Keywords: Weather conditions; Agricultural risks; Based information.

1. *Introducción*

Los ecosistemas agrícolas o agroecosistemas presentes en Los Andes, en los cuales se maneja una gran diversidad de cultivos de importante valor nutricional y económico, dependen enormemente del comportamiento del clima para la estabilidad de sus recursos (suelo, agua) y el normal desarrollo de sus procesos biológicos (fotosíntesis, producción de biomasa).

Dicho comportamiento es el resultado de la compleja interacción de la atmósfera, océanos, tierra y seres vivos (Andrade, 2008). El clima como tal, evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y por efecto de forzamientos externos, como las erupciones volcánicas o las variaciones solares, y de forzamientos antropogénicos, como el cambio de composición de la atmósfera o el cambio de uso del suelo (IPCC, 2014).

El monitoreo de este comportamiento se realiza a través de la medición de variables como la temperatura, radiación solar, viento, lluvia, etc., mediante instrumentos específicos agrupados en estaciones climáticas distribuidas homogéneamente en un determinado territorio. Esto, en el caso de Bolivia, es limitado principalmente por la poca disponibilidad de estaciones climáticas en la inmensidad del territorio y la variabilidad de las condiciones topográficas existentes.

El agricultor andino, ancestralmente ha llevado a cabo su propio proceso de monitoreo del clima a través de distintos tipos de señales o indicadores naturales. Esto le ha permitido desarrollar la habilidad de realizar pronósticos sobre el comportamiento del clima, principalmente para aquellos periodos de tiempo en los que desarrolla sus principales labores

agrícolas y pecuarias, y formular estrategias para gestionar los riesgos derivados del clima para garantizar y optimizar sus cosechas. El conjunto de habilidades y estrategias locales, se denomina “saber local o ancestral” el cual se define como el conjunto de conocimientos y valores, que han sido transmitidos de generación en generación de manera verbal (FAO, 2013).

El enfoque del Proyecto Biocultura y Cambio Climático (PBCC) promueve la integralidad de las capacidades locales para gestionar los efectos del cambio climático, a través de una armonización y conjunción de saberes y tecnologías ancestrales con el conocimiento científico contemporáneo (SEMBRAE, 2018). Bajo este enfoque es que, de manera conjunta con PROSUCO, la Fundación PROINPA en el marco del PBCC, ha promovido acciones en el municipio de Morochata para la implementación de un Sistema de Información Climática Biocultural (SICB), constituido por una plataforma de actores, estaciones climáticas y agricultores observadores del clima; que provea información necesaria para afrontar los efectos del cambio climático y que, en el futuro, sea gestionado por el gobierno municipal.

Morochata, perteneciente a la provincia Ayopaya del departamento de Cochabamba, es afectado anualmente por heladas, periodos de sequía o de fuertes precipitaciones que ocasionan deslizamientos de tierra en la parte alta (Puna) y en los valles (GAMM, 2018) afectando cultivos y vías camineras. Este panorama ha hecho que el gobierno municipal incorpore dentro de su organigrama una Unidad de Gestión de Riesgos (UGR) que responda rápida y oportunamente a las necesidades de la población afectada por estos eventos. Esta

unidad, sin embargo, carece de medios para el monitoreo diario del comportamiento del clima, por lo que el SICB se constituye en una excelente oportunidad para mejorar las capacidades de la UGR municipal.

El presente trabajo es una reflexión sobre los aspectos positivos logrados y los desafíos pendientes en la consolidación del SICB en Morochata, los cuales bien pueden ser extrapolados a otros municipios de nuestro país interesados en el monitoreo y pronóstico del clima como parte de una estrategia local de gestión de riesgos.

2. El Sistema de Información Climática Biocultural (SICB)

El SICB busca consolidarse como una herramienta municipal que permita la generación de datos e información climática que sea útil para gestionar los riesgos derivados del comportamiento variable e incierto del clima, los cuales son factores que influyen en el desarrollo de los sistemas sociales, económicos, ambientales, culturales y políticos a una escala local.

Este sistema permite articular actores, saberes, conocimientos, herramientas e instrumentos locales, con el propósito de generar, recopilar y difundir información climática para que la población pueda tomar mejores decisiones en el manejo de sus cultivos y reducir las pérdidas de sus cosechas. Idealmente la implementación del SICB implica dos procesos principales:

1) la articulación de actores locales interesados en el monitoreo climático, como ser: unidades municipales (UGR, Agropecuaria, Planificación, etc.), líderes locales de comunidades, organizaciones sociales

productivas y actores de apoyo como unidades educativas, centros de salud u otros; que en conjunto construyen los mecanismos necesarios para la gestión de los saberes locales, la generación de información de pronóstico del clima y su observación y monitoreo de forma participativa, y

2) la gestión de los datos de temperatura y precipitación generados a través de instrumentos (termohigrómetros y pluviómetros) y registros de observación del comportamiento climático mediante herramientas participativas como el “*pachagrama*”¹.

La estructura y funcionamiento del SICB, se representa en la Figura 1, en la cual se observa que el eje fundamental lo constituye el GAM, los observadores locales y las estaciones climáticas.

3. Metodología del proceso

La implementación del SICB en el municipio de Morochata, fue desarrollada durante las gestiones 2017 y 2018 por la Fundación PROINPA con el apoyo del PBCC y PROSUCO, bajo la premisa de una interacción constante con los actores locales del municipio. Este trabajo se hizo en las siguientes etapas:

✱ **Socialización del SICB con actores clave del municipio.** A través de diferentes reuniones, en primera instancia se socializaron los objetivos, componentes y ventajas del sistema a funcionarios del gobierno municipal de Morochata, especialmente de la Jefatura de Desarrollo Productivo y la Unidad de Gestión de Riesgos.

¹ Cuaderno conformado por planillas impresas para el registro de datos agroclimáticos de forma diaria (Baldiviezo, 2014).

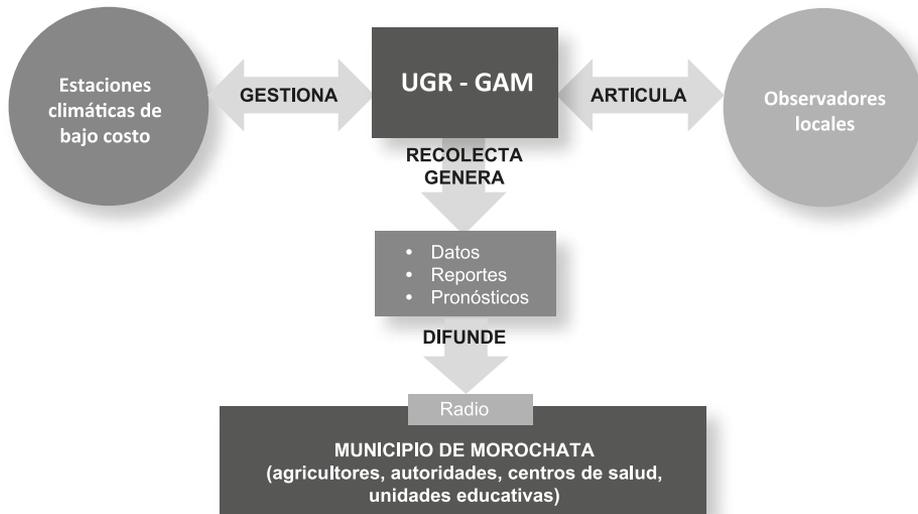


Figura 1. Modelo de gestión del SICB en el municipio de Morochata

Un trabajo similar se realizó en las reuniones con los sindicatos de las comunidades del área de intervención del proyecto. En ambos casos, se hizo énfasis en las potencialidades del sistema para mejorar la resiliencia comunal y municipal ante el cambio climático.

✳ **Identificación y capacitación de observadores locales en manejo de herramientas participativas (“pachagrama”).** De manera conjunta con la UGR municipal, se tomó la decisión de realizar la identificación de observadores en las reuniones ordinarias de los sindicatos, previa explicación de las capacidades que debe poseer un observador y los roles que debe cumplir dentro del sistema. Para ello, el responsable de la UGR y técnicos de PROINPA, participaron de estas reuniones.

✳ **Instalación de equipos climáticos y capacitación a técnicos municipales.** También de forma conjunta con la UGR municipal, se seleccionaron sitios representativos de las diferentes ecologías presentes en el municipio para la instala-

ción de equipos climáticos que registren diariamente datos de temperatura y precipitación. Estos sitios debían reunir condiciones mínimas de seguridad (para evitar daño por animales, desastres naturales o robo por extraños) y accesibilidad para el responsable de la recolección de datos. Una vez instalados, se hizo una capacitación en mantenimiento, configuración y manejo de equipos, y procesamiento de datos, a técnicos municipales y/o responsables del manejo de los mismos.

✳ **Recopilación de indicadores naturales locales.** A través de reuniones con grupos y sindicatos de agricultores, técnicos de PROINPA identificaron de forma participativa con agricultores, indicadores naturales que eran o son empleados aún en el municipio para la predicción del comportamiento del clima, para su documentación y difusión al interior del municipio.

✳ **Registro y difusión de información climática.** El descargado periódico de los datos registrados por las estaciones termo-

pluviométricas para su posterior sistematización y análisis, fue realizado de forma compartida entre técnicos municipales y técnicos de PROINPA. Idealmente en esta etapa, los observadores locales ya debían contar con registros en el “*pachagrama*” del comportamiento diario del clima según su percepción. Ambos tipos de información, debían ser procesados y plasmados en reportes, los cuales se difundirían dentro el municipio a través de la radio.

4. Resultados del proceso de implementación del SICB en el municipio de Morochata

Articulación de actores clave

En el municipio de Morochata, la receptividad respecto al SICB por parte del GAM y de los agricultores fue positiva desde un inicio. Esto puede explicarse por cuatro razones principales:

- a) la limitada presencia de proyectos integrales (como el PBCC) que involucran directamente a los gobiernos municipales y comunidades,
- b) la oportunidad de contar con información climática actualizada del municipio, donde no existen estaciones climáticas,
- c) el historial de desastres naturales, ocasionados principalmente por heladas, sequías y deslizamientos y,
- d) la participación activa de la Unidad de Gestión de Riesgos (UGR) del GAM, cuyo rol es precisamente la prevención y atención inmediata de estos desastres naturales.

Para cumplir este rol, la UGR municipal ha conformado el Comité de Operaciones de Emergencia Municipal (COEM), el

cual articula a varios actores locales, entre ellos Jefaturas y direcciones del GAM, Radio Comunitaria Morochata, Distrital de Educación, Policía Nacional, Asociaciones de transporte y comerciantes, etc., además de instituciones como PROINPA, MAP Internacional² y FONADIN³. Gracias a la participación de PROINPA en las reuniones del COEM, con el respaldo de la UGR municipal, este comité ha asumido al SICB como una herramienta importante para la prevención de riesgos y desastres en el municipio.

No obstante, la aceptación del SICB en el COEM, la UGR no logró incorporar formalmente el sistema dentro de la estructura operativa del GAM Morochata, condición importante para garantizar su sostenibilidad. El interés del GAM en contar con un sistema que brinde información climática es apreciable, sin embargo, limitaciones en recursos humanos y financieros frenan la intención de asumir la responsabilidad del mantenimiento, funcionamiento y coordinación de sus componentes.

Secretarios de gestión de riesgos y cambio climático, y observadores locales del clima

La identificación de agricultores con conocimientos sobre indicadores locales naturales que puedan asumir el rol de observador local del clima, no pudo concretarse inmediatamente debido a la falta de interés y de tiempo de los agricultores para asumir dicho rol. Esto se explica por las siguientes razones:

² MAP Internacional Bolivia es un organismo no Gubernamental sin fines de lucro que desde 1954 está dedicado a asesoría en Manejo de Atención Primaria de Salud (APS) y Desarrollo Comunitario.

³ Fondo Nacional de Desarrollo Integral.

- El conocimiento ancestral de indicadores naturales del clima actualmente es mínimo en la mayoría de los agricultores, particularmente en las generaciones más jóvenes. Lo poco conocido ya no es utilizado en la planificación de las labores agrícolas.
- Al ser Morochata un municipio de vocación agrícola, cuyo principal cultivo es la papa, de producción continua durante todo el año, los agricultores no disponen de tiempo para participar o asumir responsabilidades que puedan interferir en su dinámica de trabajo.

Ante este panorama la UGR municipal organizó junto con PROINPA, como una forma de despertar el interés de los agricultores en el monitoreo climático, una Cumbre Municipal en Cambio Climático y Gestión de Riesgos, en donde participaron agricultores de las cinco regiones del municipio e instituciones como la Universidad Mayor de San Simón, Gobernación de Cochabamba, Secretaría de la Madre Tierra, Servicio Departamental Agropecuario, etc. En dicho evento, luego de socializar información sobre el cambio climático, se creó la cartera de Secretaría de Gestión de Riesgos y Cambio Climático dentro la estructura de las directivas regionales. El propósito de esta cartera fue el de contar con un responsable regional (5 en total), que coordine acciones con la UGR municipal en: a) monitoreo del clima, b) respuesta y mitigación de efectos del cambio climático y, c) actividades de prevención de desastres.

Una segunda alternativa implementada por la UGR municipal, también con el apoyo de PROINPA, para formar agricultores capaces de asumir el rol de observador local, fue la organización de un

curso de formación de técnicos básicos, a través del cual estos puedan adquirir nuevos conocimientos en diferentes áreas relacionadas con la resiliencia al cambio climático, entre ellas el monitoreo climático. Con esta formación integral, estos agricultores, además de ser observadores locales del clima, podrían constituirse en facilitadores para la aplicación de medidas de prevención y amortiguamiento de los efectos e impactos del cambio climático en sus comunidades, así como la atención inmediata de desastres en la agricultura. En ese marco, a través del Centro de Conocimiento y Aprendizaje (CECA)⁴, 19 agricultores interesados (15 varones, 4 mujeres) se formaron como técnicos básicos en las temáticas de cambio climático, conservación de suelos, agroforestería, gestión del agua, manejo integrado de cultivos y monitoreo climático (Figura 2).

La inclusión de estos técnicos como observadores locales y de los Secretarios de Gestión de Riesgos y Cambio Climático en el SICB, es una tarea que ha quedado pendiente y a cargo de la UGR municipal. Para ello es primordial lograr primero el anclaje o apropiación del sistema en la estructura operativa del GAM, de forma que pueda contarse con los recursos y equipos necesarios para el intercambio de información climática entre los observadores locales y la UGR municipal. Inicialmente, los participantes del curso han manifestado su predisposición para realizar este trabajo coordinado, a cambio de algún tipo de incentivo por parte de su comunidad o del municipio.

⁴ Una descripción más detallada sobre el CECA, se encuentra en el artículo "Centros de Conocimiento y Aprendizaje (CECA) en Morochata y Colomi para la gestión local de conocimientos sobre cambio climático" (disponible en este número de la Revista de Agricultura).



Figura 2. Sesiones de capacitación en manejo de herramientas participativas (“pachagrama”) para monitoreo del clima

Estaciones climáticas de bajo costo

Las estaciones climáticas se instalaron en los centros de salud de las comunidades de Piusilla y Yayani, y el vivero municipal de la comunidad de Lachiraya (Cuadro 1 y Figura 3), únicos sitios que cumplían los criterios de selección.

Estos cuentan con espacios amplios protegidos con un muro perimetral y con personal municipal permanente que, idealmente, podía colaborar en el cuidado de los instrumentos y el registro diario de datos de precipitación.

Cada estación climática está compuesta por un termohigrómetro automático marca LASCAR (EL-USB-1-LCD) y un pluviómetro semiautomático marca GENERAL (RGR150), ambos de bajo costo, instalados sobre soportes de madera a una altura de 1.50 m sobre la superficie del suelo.

Para el caso del termohigrómetro, se añadió una caseta de madera para fines de protección.

Durante el proceso de instalación se hicieron pruebas a ambos equipos y se explicó el funcionamiento de los mismos al personal de los centros de salud y del vivero municipal.

Una dificultad encontrada en esta etapa, fue la falta de coordinación entre la UGR municipal y el personal médico de los centros de salud. Dentro de la estructura operativa del gobierno municipal, no hay ningún vínculo o espacio directo de coordinación entre ambos que facilite el intercambio de información generada por las estaciones.

Ante esta situación, la UGR municipal ha asumido la responsabilidad del descargado periódico de datos de las tres estaciones, la cual está siendo almacenada en una computadora de dicha unidad.

Cuadro 1. Datos de ubicación de las estaciones climáticas en el municipio de Morochata

| Estación | Sitio | Fecha de instalación | Piso ecológico | Coordenadas | | Altitud (msnm) |
|----------|----------------------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| | | | | Latitud | Longitud | |
| 01 | Vivero municipal Lachiraya | 01/08/2017 | Valles | 17°12'12.82" | 66°34'40.45" | 2460 |
| 02 | Centro de salud Piusilla | 27/09/2017 | Puna | 17°13'49.91" | 66°29'17.29" | 3380 |
| 03 | Centro de salud Yayani | 28/09/2017 | Cabecera de valle | 17°12'56.04" | 66°39'15.61" | 2998 |



Figura 3. Estaciones climáticas instaladas en el vivero municipal de Lachiraya (izquierda), Centro de Salud de Piusilla (centro) y Centro de Salud de Yayani (derecha)

Indicadores naturales locales

Durante el módulo de monitoreo climático realizado en el marco del Curso de Técnicos Básicos explicado anteriormente, en forma participativa con los agricultores, se identificaron algunos indicadores naturales locales que años atrás eran empleados para el pronóstico climático y la planificación de las labores agrícolas (Cuadro 2).

El mayor aporte para este ejercicio, lo hicieron los agricultores mayores de 45 años, quienes todavía recuerdan cómo sus padres y abuelos utilizaban indicadores naturales para predecir el comportamiento del clima y planificar las labores agrícolas. A criterio de estos mismos agricultores, los indicadores identificados han perdido vigencia con el paso del tiempo y

actualmente son desconocidos para la mayoría de los agricultores jóvenes del municipio; sin embargo, consideran que aún pueden ser útiles para la agricultura y que el municipio debería difundirlos en las unidades educativas para evitar que se pierdan en el tiempo.

Registro y difusión de información climática

Las estaciones instaladas en Morochata, desde el momento de su instalación, registran datos de temperatura y humedad relativa a través de los termohigrómetros en períodos de 1 hora. En todas las descargas de datos que se realizaron desde estos equipos, no hubo ningún tipo de dificultad y actualmente se cuentan con datos de temperatura (máxima, mínima), humedad relativa y punto de rocío.

Cuadro 2. Indicadores naturales locales para la predicción de eventos climáticos identificados en el municipio de Morochata

| Indicador | Tipo | Evento que pronostica |
|--|-------------|--------------------------------------|
| Estrellas (presencia e intensidad de luz). | Astronómico | Helada |
| Presencia del ave Leuque Leuque (<i>Vanellus resplendes</i>). | Biológico | Descenso de temperatura (días fríos) |
| Presencia de huevos de sapos y/o ranas . en charcos de agua | Biológico | Fin de la época fría. |
| Color de la luna en fase de cuarto creciente o cuarto menguante. | Astronómico | Ocurrencia de lluvia |
| Humedad de piedras en planicies. | Atmosférico | Ocurrencia de lluvia |
| Actividad de hormigas | Biológico | Ocurrencia de lluvia |
| Nubes (presencia en primeros días de agosto) | Atmosférico | Buen año agrícola |
| Floración de la muña (<i>Minthostachys mollis</i>) | Biológico | Buena producción de papa |
| Aullido del zorro andino (<i>Lycalopex culpaeus andinus</i>) | Biológico | Buen año agrícola |
| Nevada y lluvia (16 de julio y 15 de agosto) | Atmosférico | Buen año agrícola |

Fuente: Elaborado en base a PROINPA (2018)

En el caso de los pluviómetros, el registro de datos de precipitación fue muy irregular debido a problemas de transmisión entre este instrumento y el panel digital en donde se hacen las lecturas. Esta dificultad, pese a varios esfuerzos, no pudo ser subsanada e hizo necesaria la suspensión del registro de esta variable.

Durante el proceso de configuración, descarga y procesamiento de datos registrados por los termohigrómetros participaron técnicos de PROINPA y de la UGR municipal, esto con el fin de que vayan asumiendo gradualmente la responsabilidad del manejo de las estaciones climáticas. Este trabajo conjunto, ha permitido el registro de datos desde agosto y septiembre de 2017 hasta la fecha (Figura 4).

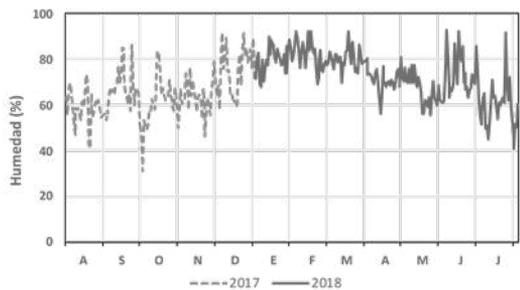
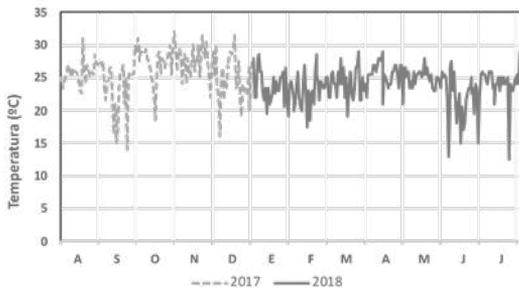
El trabajo conjunto desarrollado en esta etapa, ha permitido acumular una gran cantidad de información generada por los

termohigrómetros, la cual ha permitido determinar valores promedio de temperatura máxima, mínima y media, y de humedad relativa, para los principales pisos ecológicos del municipio de Morochata (Cuadro 3). Actualmente, estos datos son utilizados por la UGR municipal y otras unidades como la de Obras públicas y Agropecuaria, como respaldo para la elaboración de proyectos de desarrollo dirigidos a mejorar las condiciones de infraestructura productiva y agrícola del municipio. La elaboración de reportes y pronósticos climáticos para su difusión al interior del municipio, es una tarea que ha quedado pendiente debido a las múltiples responsabilidades de los técnicos del municipio y a problemas de reestructuración de la Radio Comunitaria Morochata. Se espera que la apropiación del sistema por parte del GAM, permita dinamizar ésta y otras etapas de trabajo del SICB en el futuro.

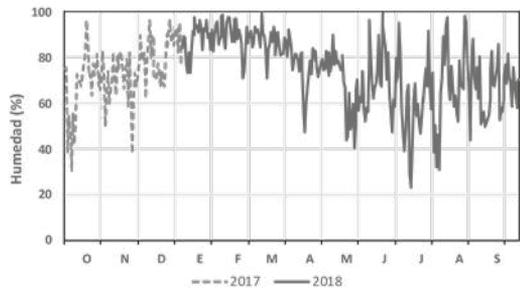
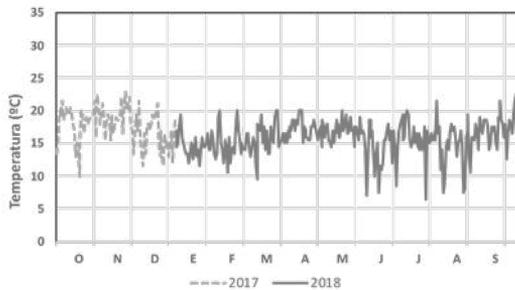
Cuadro 3. Valores promedio de temperatura y humedad relativa para los principales pisos ecológicos del municipio de Morochata, determinados a partir de datos de las estaciones del SICB

| Estación | Piso ecológico | Altitud (msnm) | Temperatura (°C) | | | Humedad relativa (%) |
|----------------------------|-------------------|----------------|------------------|-------|-------|----------------------|
| | | | Max. | Min. | Media | |
| Vivero municipal Lachiraya | Valles | 2460 | 25.00 | 10.75 | 20.47 | 67.80 |
| Centro de salud Piusilla | Puna | 3380 | 16.78 | 6.50 | 13.52 | 73.92 |
| Centro de salud Yayani | Cabecera de valle | 2998 | 19.51 | 8.71 | 16.04 | 75.97 |

Lachiraya



Piusilla



Yayani

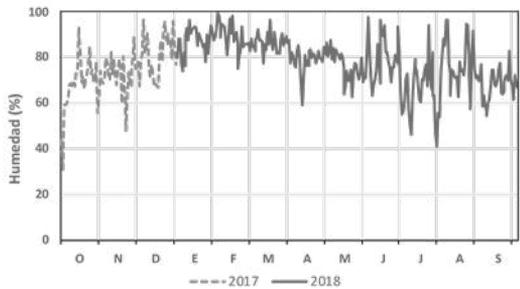
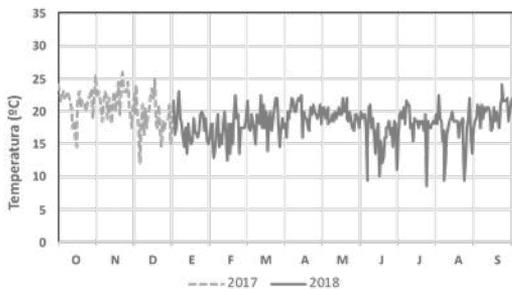


Figura 4. Ejemplo de datos promedio de temperatura máxima (izquierda) y humedad relativa (derecha) registrados en las estaciones climáticas del municipio de Morochata en el periodo 2017-2018

5. Lecciones aprendidas

La experiencia desarrollada en el municipio de Morochata ha demostrado la importancia del SICB para la generación de información y el monitoreo climático que es replicable en otros municipios donde no existen estaciones climáticas para el registro de variables como la temperatura y precipitación. Es necesario consolidar el SICB con el aporte de los observadores locales, los Secretarios de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, y el trabajo coordinado con la UGR municipal, para que el impacto de este SICB sea mayor.

Para el logro de ello, se consideran necesarias las siguientes condiciones elementales:

- *Contar con el interés y compromiso del gobierno municipal para la implementación y funcionamiento del SICB.* Idealmente esto debería traducirse en la participación activa de personal técnico del municipio en las diferentes etapas de implementación del sistema, desde la socialización de objetivos hasta la difusión de los datos climáticos generados, como una forma de apropiación que conlleve a su inclusión dentro su estructura (anclaje institucional) como un componente municipal importante para la prevención de riesgos climáticos en la agricultura.
- *Inclusión del SICB en el plan operativo anual municipal para garantizar su funcionamiento y sostenibilidad.* El mantenimiento de los equipos, así como el desplazamiento de los técnicos hacia las estaciones para el descargado periódico de datos, requiere de recursos municipales que cubran el tiempo del personal involucrado y los costos de operación del sistema. Esta es una condición clave y a la vez complicada tomando en cuenta el contexto presupuestario actual de los municipios.
- *La revalorización y difusión de indicadores naturales para la predicción del clima,* en las diferentes unidades educativas del municipio o a través de espacios de intercambio de conocimientos como concursos, ferias agroproductivas y/o bioculturales. De esta manera se garantiza su vigencia en el tiempo y su transmisión intergeneracional.
- *La formación y capacitación continua de agricultores como observadores locales del clima o como técnicos básicos en gestión del cambio climático,* para que el municipio cuente con el recurso humano necesario para el monitoreo del clima y la obtención de reportes y pronósticos más precisos, así como la atención rápida y oportuna de necesidades de la población ante la ocurrencia de desastres naturales.
- *El reconocimiento comunal y municipal del rol de los observadores locales y Secretarios de Gestión de Riesgos y Cambio Climático,* de manera que quienes desempeñen estos cargos sientan que su labor y conocimiento son reconocidos por el GAM y/o su comunidad a través de la otorgación de incentivos. Esto, les impulsara a cumplir su función de forma constante y disciplinada.
- *La implementación de estaciones climáticas en cada uno de los ecosistemas presentes en el municipio,* para contar con registros de temperatura y precipitación actualizados y representativos. En caso de que el GAM no

estuviera en condiciones de adquirir una estación propia, debería buscar alternativas como el establecer acuerdos con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), para cumplir con este objetivo.

Agradecimientos

La Fundación PROINPA agradece la colaboración de PROSUCO en el desarrollo de esta experiencia en el municipio de Morochata en el marco del Proyecto Biocultura y Cambio Climático.

Referencias citadas

- Andrade M. 2008. Mitos y verdades del cambio climático en Bolivia. Revista Boliviana de Física. La Paz, Bolivia. 14: 42-49.
- Baldiviezo E. 2014. Manual de uso del Pachagrama. Herramienta de monitoreo agroclimático participativo. Fundación McKnight - Programa Nacional Biocultura. La Paz, Bolivia. 40 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2013. Saberes ancestrales e indicadores naturales para la reducción de riesgos a desastres agropecuarios. FAO, MDRyT, INIAF. La Paz, Bolivia. 12 p.
- IPCC. 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer]. IPCC, Ginebra, Suiza. p. 128-140.
- PROINPA. 2018. Informe Técnico Semestre II-2018. Subproyecto Biocultura Cambio Climático Morochata. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 22 p.
- SEMBRAE. 2018. Diálogo de saberes: Sistemas de conocimiento tradicional asociado a la conservación de la biodiversidad. Taller Nacional del Mecanismo de Facilitación. Consultora Servicio Múltiple Boliviano de Apoyo a Empresas - Ministerio de Medio Ambiente y Aguas. Santa Cruz, Bolivia. p. 10.

Trabajo recibido el 4 de noviembre de 2019 - Trabajo aceptado el 13 de mayo de 2020