

Metodología para la articulación de ciencia ancestral y ciencia moderna para la construcción de la modelación climática de la comunidad Toledo

PIA-ACC UTO-61

Campero Marin Sergio Alonso¹

sergio.campero@senamhi.gob.bo

Guzmán Vega Gunnar David²

gunnarguzman@yahoo.es

¹Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Bolivia - SENAMHI

²Universidad Técnica de Oruro - UTO

RESUMEN: *El objeto de la investigación es Contribuir a la toma de decisiones con información hidrometeorológica (índices agro meteorológicos y agro climatológicos) articulada con los saberes ancestrales (indicadores naturales) con mayor precisión espacial y temporal para desarrollar acciones de prevención, mitigación, preparación y respuesta en el marco del sistema de alerta de riesgo. Así como, identificar parámetros de los conocimientos ancestrales compatibles y/o comunes con el pronóstico del SENAMHI para construir información articulada aplicable. Del mismo modo, desarrollar índices de representación inter científico para generar una línea base y registro de datos para pronóstico del tiempo y tendencia climática en zonas productivas agrícolas-pecuarias estratégicas. Así mismo, delimitar la validez del conocimiento ancestral frente al conocimiento científico para conocer los límites cualitativos y cuantitativos de los pronósticos en la comunidad Toledo.*

PALABRAS CLAVE: Quinua, Agrometeorología, Resiliencia, Toledo, dialogo inter-científico.

ABSTRACT: *The purpose of the research is to contribute to decision making with hydrometeorological information (agro-meteorological and agro-climatological indices) articulated with ancestral knowledge (natural indicators) with greater spatial and temporal precision to develop prevention, mitigation, preparation and response actions in the framework of the risk warning system. As well as, identify parameters of the ancestral knowledge compatible*

and / or common with the SENAMHI forecast to construct applicable articulated information. In the same way, develop indices of inter-scientific representation to generate a baseline and record data for weather forecast and climate trend in productive agricultural-livestock strategic areas. Likewise, to delimit the validity of the ancestral knowledge in front of the scientific knowledge to know the qualitative and quantitative limits of the forecasts in the Toledo community.

KEYWORDS: Quinua, Agrometeorology, Resilience, Toledo, inter-scientific dialogue.

1 INTRODUCCIÓN

Debido a la recurrente presencia de eventos extremos en el territorio nacional, atribuibles a la variabilidad climática y/o a fenómenos climáticos identificados como “El Niño” o “La Niña”, las autoridades Comunes, departamentales y municipales en el ámbito de la planificación y atención de los efectos relacionados a eventos extremos atmosféricos como hidrológicos que constituyen un 75%, requieren de manera recurrente información del SENAMHI, que es proporcionada en un contexto nacional que identifica estos fenómenos con una limitación macro regional y departamental, esto imposibilita tomar decisiones para el desarrollo de acciones de manera específica en un ámbito comunal, por esta razón se puede indicar que “las acciones para enfrentar fenómenos atmosféricos, climáticos e hidrológicos extremos que afectan el territorio nacional, son desarrolladas en un escenario de información meteorológica e hidrológica

insuficientemente precisa para la toma de decisiones”, es por este motivo que se hace necesaria la articulación con los indicadores naturales a través del conocimiento inter-científico. La generación de información sobre el comportamiento climático en el sector agropecuario del SENAMHI, depende de la cobertura de la red meteorológica en el territorio nacional, en la actualidad la información recopilada con la red de estaciones convencionales (registro de datos manuales) alcanza al 70.6% de las instaladas y las estaciones automáticas sólo cubre 29.4%.

Consiguientemente, sólo 160 estaciones recopilan datos para Bolivia en tiempo real, lo que conlleva a una recopilación insuficiente y poco representativa de los hechos climatológicos que sectores socioeconómicos demandan conocer con antelación y para hechos de prevención.

2 Metodología

Tipo de estudio

El tipo de estudio que se aplicara al presente trabajo es de tipo cuali - cuantitativo, para así poder identificar número y tipo de articulaciones de pronósticos que aún están vigentes en tiempos de variabilidad climática.

Ubicación del área de estudio

La ubicación del estudio fue el ámbito Comunal tomando como ejemplo datos históricos de la comunidad Toledo.

Población y muestra

La población fueron los datos de las estaciones meteorológicas y la información de los bio-zoo-astro-fito indicadores los cuales brindan pronóstico en la comunidad Toledo.

Materiales

Serie climática: 2016-2018 de la estación meteorológica Toledo y datos de los bio-zoo-astro-fito indicadores en la comunidad Toledo (Investigaciones de PIA-ACC-UTO-61).

Metodología de la investigación

El estudio es de tipo investigación acción participativa revalorizadora (IAPR), pues lo que busca es revalorizar los conocimientos de nuestros ancestros; se aspira a promover el estudio, desarrollo, preservación y difusión de las culturas tradicionales de la comunidad Toledo.

El diagnóstico participativo (línea base) será desarrollado a través de articulaciones en pronósticos de 10 días, un mes y tres meses. Las actividades de diagnóstico, implementación de articulación se realizaron en la comunidad Toledo donde se complementa la experiencia de un Yapuchiri o Pacha Yatiri además de una estación meteorológica para su aplicabilidad.

La metodología investigación acción participativa revalorizadora (IAPR), pretende la generación de alternativas de desarrollo, buscando la amplia participación con toma de decisiones propias de las comunidades campesinas a nivel Comunal. Que en futuro será fortalecido a través de la aplicación de metodologías como el dialogo de saberes, la retroalimentación de conocimientos a través del aprender haciendo, el cual permite la participación activa de los pobladores de las comunidades, poniendo atención a sus visiones propias, percepciones, cosmovisión ancestral los cuales se complementaran con una visión técnica, y a la vez ayudaran a construir transdisciplinariedad y el dialogo de saberes en el tema de pronostico y tendencia climática.

Es un desafío del trabajo vincular los procesos investigativos con iniciativas de revitalización cultural. Incluso, el trabajo con el patrimonio cultural inmaterial y en su conjunto la labor investigativa, el diálogo con personas portadoras de la cultura y el involucramiento de la comunidad como punto de partida y a la vez, eje transversal para una efectiva revitalización cultural.

Enfoque metodológico - investigación acción participativa revalorizadora

El trabajo de investigación desde su enfoque aplica la metodología Histórica Cultural y Lógica (HCL), la cual busca revalorizar y recuperar conocimientos ancestrales que quedaron atrás; dentro esta

metodología se planteó: el pronóstico del tiempo y la tendencia climática, el establecimiento de sistemas de alerta temprana articulada al sistema de alerta Comunal y así el incremento en la producción agropecuaria, permitiendo una gestión holística de la agricultura, las prácticas y rituales comunitarios integran a la población dentro del marco convivencia en armonía con la naturaleza. Es así que se efectuó un diagnóstico de las comunidades desarrollando una línea base actual que recupera los conocimientos sobre los saberes ancestrales sobre el pronóstico del tiempo y tendencia climática.

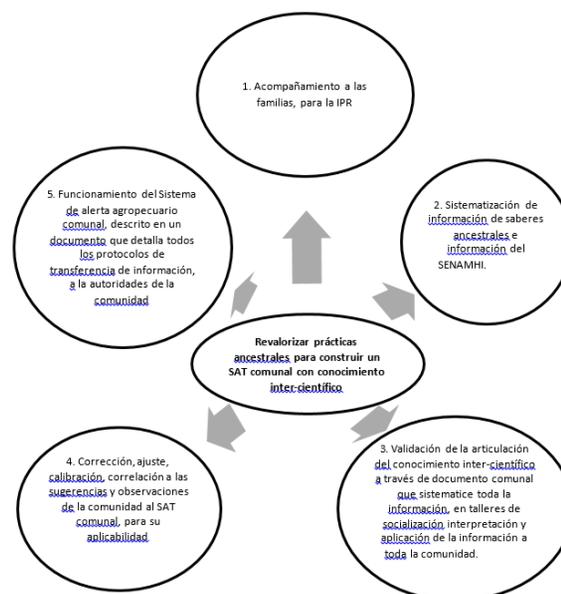
Técnicas de investigación aplicadas en la comunidad Toledo.

Las técnicas empleadas en este trabajo fueron las siguientes:

- Diálogos y con personas portadoras de conocimientos.- las personas de mayor edad son las portadoras de información enriquecedora, ellas serán informantes claves para rescatar información sobre el pronóstico del tiempo y tendencia climática; por otro lado al alcalde o mall'ku del agua, dio a conocer las políticas, derechos y obligaciones bajo las cuales rigen los pobladores de la comunidad.
- Convivencias comunitarias.- participar en sus festividades, reuniones, es una forma de socializar con los pobladores, además de conocer la parte sociocultural.
- Acompañamientos a las familias.- acompañar en sus labores cotidianas, es una acción estratégica para obtener información y la visión que tienen algunos pobladores sobre la revalorización del pronóstico del tiempo y tendencia climática.
- Observación investigadora involucro a las personas quienes protagonizan el hecho investigado.
- intercambio de experiencias.- salidas de campo, viajes a zonas, comunidades donde mantienen rituales para el pronóstico del tiempo y tendencia climática, o lugares donde realizaron trabajos/investigaciones similares.
- Talleres comunitarios de aprender haciendo.- los talleres son necesarios para socializar con la población información obtenida, proporcionar información sobre el pronóstico del tiempo y tendencia climática, entre otros temas.

- Entrevistas individuales y grupales.- a través de estas herramientas registrar información para un análisis e interpretación de los resultados.
- Recoger y grabar (en cintas) historias, cuentos, mitos, leyendas, etc.- la mente es frágil, en ocasiones los pobladores, cuando entran en confianza con los técnicos, dan a conocer toda la información necesaria a través de un dialogo informal, pues es en ese momento que se debe registrar el audio a través de grabadoras.

Diseño metodológico aplicado en la comunidad Toledo.



Para la sistematización de la información se realizó la siguiente entrevista construida para este trabajo PIA-ACC-UTO-61.

I. Cambio Climático

1. ¿Cómo podemos entender la variabilidad climática desde la Cosmovisión Andina o Amazónica Ancestral?
2. ¿Qué debemos entender por adaptación al cambio climático desde las prácticas ancestrales?
3. ¿Cómo nuestros abuelos reconocían los cambios repentinos de tiempo y clima?
4. ¿Cómo podemos cuidar la Madre Tierra frente a la variabilidad climática?
5. ¿Qué significa para usted la frase “Armonía con la Naturaleza”?

II. Conocimiento ancestral – Indicadores naturales

1. ¿Qué es el conocimiento ancestral desde la cosmovisión andina o amazónica?

2. ¿Es posible construir indicadores cuantitativos a partir del conocimiento ancestral?
3. ¿Cuál considera las principales debilidades de los Indicadores naturales?
4. ¿Cómo podemos clasificar el conocimiento ancestral?
5. ¿Cómo clasificamos los Indicadores naturales?

III. Seguridad Alimentaria - Gestión del Riesgo Agropecuario

1. ¿Cómo entendemos la seguridad alimentaria a partir del conocimiento ancestral?
2. ¿Por qué la variabilidad climática está afectando a la seguridad ancestral?
3. ¿Cuáles considera las principales amenazas de la variabilidad climática en el sector agropecuario?
4. ¿Cómo ayudan los Indicadores naturales a la seguridad alimentaria?
5. ¿Cómo el conocimiento ancestral puede prevenir los riesgos climáticos en el sector agropecuario?

Para la sistematización de la información.

Para la sistematización de la información se realizaron los siguientes 11 pasos en la comunidad Toledo, se utilizó los datos meteorológicos históricos de la comunidad Toledo, así mismo, se utilizó información obtenida de los Yapuchiris y Pachayatiris de la comunidad Toledo, del mismo modo se utilizó información fenológica del cultivo **Quinoa var real** para explicar los índices a construir.

Paso 1, se obtuvo datos de la estación meteorológica Toledo del servicio nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

Paso 2, se calculó la siguiente información con los datos de la estación Toledo las cuales nos enmarcan las variables de estudio:

- Una tabla de índices agrometeorológicos decenales;
- Una gráfica de diagrama agroclimático;
- Una tabla con el resumen de la estación;
- Una tabla de índice de humedad e índice hídrico;
- Un cuadro de balance hídrico de la estación;

- Una gráfica de distribución acumulativa para el cálculo de probabilidades de ocurrencia de primera y última helada de los datos climáticos de la estación;
- Una tabla de probabilidad de ocurrencia de última y primera helada al 80%.

Paso 3, se construyó una tabla con los índices agrometeorológicos nivel mensual. La siguiente tabla muestra los índices agrometeorológicos de la estación Toledo a nivel mensual para todo el año agrícola en este contexto la temperatura diurna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente, relacionado con la actividad fotosintética de la planta y el crecimiento vegetativo de las plantas. Al igual que otros parámetros térmicos, el conocimiento de la temperatura diurna resulta de mucha utilidad en estudios agroclimáticos, especialmente de zonificación de cultivos.

La temperatura nocturna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente a la noche, relacionado con procesos de traslocación de nutrientes, maduración y llenado de frutos.

Las unidades de calor son un mecanismo para pronosticar etapas fenológicas de los cultivos, (emergencia, floración, madurez fisiológica y otros.) De la misma forma, son un mecanismo para clasificación de especies y variedades como una medida estándar en lugar de días, para evitar las diferencias que se presentan para una misma variedad de una región a otra. Al mismo tiempo son un mecanismo para zonificar cultivos en base a unidades calor requeridas. Del mismo modo son un mecanismo para predicción de etapas biológicas de insectos. De la misma manera son un mecanismo para programación de actividades agrícolas, por ejemplo, fecha de siembra, fecha de cosecha y otros.

Para ciertas variedades de una misma especie, se han observado efectos muy marcados por fotoperiodo durante ciertas etapas de desarrollo fenológico. Para cuantificar la interacción de temperatura y fotoperiodo durante ciertas etapas de desarrollo de las plantas, el concepto de unidades de calor se combinó con la duración del día.

La radiación solar es un mecanismo para la programación de épocas adecuadas para el secado

de granos, forrajes, legumbres, etc. De igual forma es un mecanismo para estimar el balance de energía en plantas y animales. Al mismo tiempo es un mecanismo para estimar la tasa de acumulación de materia seca por día y la materia seca total de un cultivo. Asimismo, es un mecanismo para estimar el rendimiento potencial y en base a ello regionalizar los cultivos.

La agricultura que se practica bajo condiciones a secano tiene como principal limitante la precipitación pluvial, tanto en cantidad como en distribución. Un parámetro más preciso es la cantidad de humedad almacenada en el suelo, sobre todo en aquellas regiones donde existen suelos de profundidad variable (suelos superficiales y suelos profundos). Una herramienta útil en el cálculo de la humedad del suelo es el balance de humedad del suelo. Mediante el cálculo de los balances hídricos, se pueden estimar las necesidades de agua de los cultivos (mediante la ETP). Si se conoce la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo, es posible calcular su balance de humedad comparando precipitación con la tasa de evapotranspiración, los términos Percolación y Escurrimiento pueden medirse o estimarse. El balance de humedad puede calcularse a nivel diario, decenal (10 días) o mensual, dependiendo de los objetivos. Con fines de planeación, períodos de 10 a 30 días pueden ser adecuados.

Los índices pueden ser aplicados a estudios agroclimatológicos, variabilidad climática, modelación meteorológica, climatológica e hidrológica. Al mismo tiempo permite contar con información geoespacial para aplicaciones en diferentes ámbitos del que hacer de las instituciones a nivel Comunal.

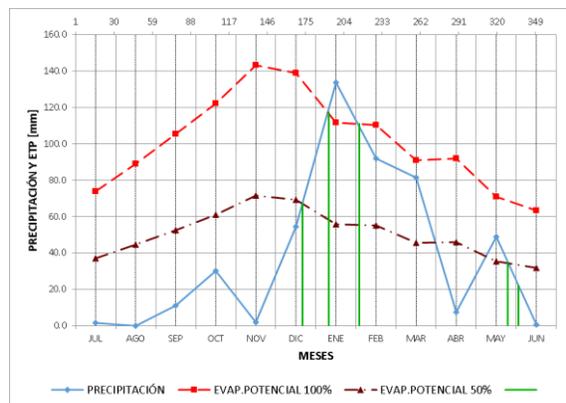
Paso 4, se construyó un diagrama agro climático que refleja los meses con mayor oferta de precipitación para los cultivos, por otro lado se muestra la demanda de agua en la zona a través de la ETP. Así mismo, se puede apreciar el “**inicio de la estación de lluvias**” el cual inicia el 19 de diciembre, este dato es reflejado porque la ETP al 50% coincide en ese punto con la línea de precipitación, por otro lado se puede visualizar el “**inicio del periodo húmedo**” el cual inicia el 08 de enero, este dato es reflejado porque la ETP al 100% coincide en ese punto con la línea de precipitación, así mismo, la “**terminación del periodo húmedo**” finaliza el 31 de enero, este dato

es reflejado porque la ETP al 100% coincide en ese punto con la línea de precipitación que comienza a descender, así mismo, la “**terminación de la estación de lluvias**” finaliza el 24 de mayo, este dato es reflejado porque la ETP al 50% coincide en ese punto con la línea de precipitación que comienza a descender, así mismo, la “**terminación de la estación de crecimiento**” finaliza el 01 de junio, este dato es reflejado porque la ETP al 50% coincide en ese punto con la línea de precipitación que comienza a descender, en general se puede apreciar que la duración de la estación de crecimiento es de **163 días**, esto significa que para la estación meteorológica de Toledo se deberían escoger variedades de cultivo menores a los 163 días, así mismo la **fecha de siembra** recomendada para esta zona es el **19 de diciembre**. La fecha de **cosecha para la comunidad Toledo es el 01 de junio**. Por tanto la mejor **fecha para roturar y dejar barbechando es el 01 de julio**.

Tabla 2. Resumen Diagrama agro climático de la Estación Toledo

Inicio de Estación de Lluvias o fecha de siembra	19-Dec
<i>Inicio de Periodo Húmedo</i>	<i>08-Jan</i>
<i>Terminación de Periodo Húmedo</i>	<i>31-Jan</i>
<i>Terminación de Estación de Lluvias</i>	<i>24-May</i>
Terminación de Estación de Crecimiento o fecha de cosecha	01-Jun
<i>Duración de la Estación de Crecimiento</i>	<i>163 Días</i>

Fuente: Elaborado con datos del SENAMHI, utilizando el software SISMET.



Fuente: Elaborado con datos del SENAMHI, utilizando el software SISMET

Paso 5, se construyó un balance hídrico. La temperatura, la radiación solar y el agua en el suelo son los tres principales factores meteorológicos que regulan los procesos fisiológicos y metabólicos en los cultivos. Los estudios agrometeorológicos realizados contribuyen al conocimiento cualicuantitativo de la relación tiempo producción agrícola y aportan información detallada de los elementos agroclimáticos en su magnitud, frecuencia y variabilidad. Para su expresión cuantitativa se utilizan índices agroclimáticos. En un corto plazo estos índices pueden ser aplicados para la construcción de modelos agrometeorológicos en el SENAMHI, la UTO, AGRUCO y otros que cuantifiquen el efecto de los elementos meteorológicos sobre el rendimiento agrícola constituyéndose en importantes herramientas para permitir la estimación del rendimiento con relativa anticipación a la cosecha.

En este sentido se presenta un balance hídrico para la estación Toledo este balance refleja que la demanda de agua calculada a través de la ETP en la estación es de 1211.8mm y la precipitación normal que en este argumento representa la oferta de agua en la zona y es de solo 463.2mm, estos datos reflejan un déficit de 748.6mm, los cuales deben ser repuestos a través de riego u otras buenas prácticas agrícolas. Se puede apreciar en el siguiente cuadro de balance hídrico que solo el mes de enero es positivo es decir que 11 meses tienen déficit hídrico, tiene un índice hídrico de -37.1 y un índice de humedad de 0.4

Cuadro 3 Resultados del Balance Hídrico de la Estación Toledo

Precipitación Normal	463.2	mm
Evapotranspiración Potencial	1211.8	mm
Evapotranspiración Real	463.2	mm
Déficit	748.6	mm
Exceso	0.0	mm
Índice Hídrico	-37.1	
Condición Climática	D	
Índice de Humedad	0.4	
Condición de Humedad	HMD	
Capacidad de retención del suelo	80.0	mm

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI y el software SISMET.

Se debe aclarar que estos datos están considerando una capacidad de retención de agua del suelo de **80mm**. En el software SISMET es posible seleccionar la capacidad de retención de agua del suelo deseada pero este dato de retención no era conocido al momento de calcular el balance hídrico.

El significado de la condición climática y la condición de humedad están en la siguiente tabla.

Tabla 3. INDICE DE HUMEDAD E INDICE HÍDRICO

INDICE DE HUMEDAD	CONDICIÓN DE HUMEDAD	SIMBOLO
< 0.4	Humedad Muy Deficiente	HMD
0.4 - 0.8	Humedad Deficiente	HD
0.8 - 1.2	Húmedo	H
1.2 - 2.0	Humedad Alta	HA
> 2.0	Humedad Excesiva	HE
INDICE HÍDRICO	CONDICIÓN CLIMÁTICA	SIMBOLO
-60.0 a -40.0	Árido	E
-40.0 a -20.0	Semiárido	D
-20.0 a 0.0	Subhúmedo seco	C1
0.0 a 20.0	Subhúmedo húmedo	C2
20.0 a 100.0	Húmedo	B
< 100.0	Hiperhúmedo	A

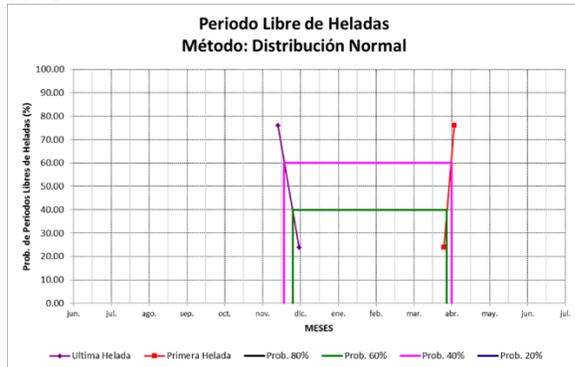
Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI y el software SISMET

Paso 6, determinación de la primera y última helada con datos de la estación Toledo. La ocurrencia de última y primera helada al 60% de probabilidad se presentará el 06 de diciembre y 07 de abril. En otras palabras 6 de cada 10 años no se presentarán heladas después del 06 de diciembre y tampoco antes del 07 de abril. La estación libre de heladas al 60% de probabilidad sería de 122 días. Si se consideran las heladas para la **fecha de siembra** se recomienda el 06 de diciembre y la fecha de cosecha el 07 de abril para la comunidad Toledo, pero como el periodo de 122 días es muy corto, se debe hacer coincidir la fase fenológica más susceptible a las heladas (floración) dentro de estos 122 días.

Tabla 4. Probabilidad de ocurrencia de la última y primera helada al 80% comunidad Toledo

Probabilidad	Fechas		Periodo (Días)
	Inicial	Final	
Prob. 80%	No Definido	No Definido	No Definido
Prob. 60%	6-dic.	7-abr.	122
Prob. 40%	29-nov.	11-abr.	133
Prob. 20%	No Definido	No Definido	No Definido

Fuente: Elaborado con datos del SENAMHI, utilizando el software SISMET.



Fuente: Elaborado con datos del SENAMHI, utilizando el software SISMET

Se cuenta con la implementación de una metodología para articular el desarrollo de índices agrometeorológicos que serán de gran utilidad para gestión de riesgo agrícola, seguros agrícolas, seguridad y vulnerabilidad alimentaria, de esta forma se ayuda a los agricultores, vulnerables frente a los riesgos climáticos a tomar mejores decisiones de planificación. Para que las condiciones de producción se desarrollen en ámbitos de eficiencia y eficacia, el agricultor, técnicos de gestión de riesgos comunales que tomen decisiones de riesgos agrícolas disponen de información que les permite proyectar sus tareas según el tiempo, el clima que le espera.

Paso 7, Se cuenta con la implementación de parámetros meteorológicos que serán de gran utilidad para gestión de riesgo agrícola, seguros agrícolas, seguridad y vulnerabilidad alimentaria, de esta forma se ayuda a los agricultores, vulnerables frente a los riesgos climáticos a tomar mejores decisiones de planificación. Para que las condiciones de producción se desarrollen en ámbitos de eficiencia y eficacia, el agricultor, técnicos de

gestión de riesgos comunales y otros que tomen decisiones de riesgos agrícolas disponen de información que les permite proyectar sus tareas según el tiempo, el clima que le espera.

Paso 8, construcción de umbrales de daño para el cultivo **quinua**. Se construyeron los umbrales de daño del cultivo quinua var. Real, que abarcan desde la fase de emergencia de las primeras hojas hasta los de cosecha. Del mismo modo, se considera aspectos de los diferentes requerimientos bioclimáticos y la incidencia que éstos presentan sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo; en realidad, logra la comparación de requerimientos de la quinua con las condiciones agro meteorológicas y agroclimáticas presentes en un momento o una época específica, permitiendo el desarrollo de metodologías adecuadas para determinar zonas aptas y potenciales para el cultivo de quinua. La tabla contiene Temperaturas Letales, Críticas, Base y Óptimas; Precipitación Efectiva, coeficiente de corrección Kc, Periodo Vegetativo, periodos de cultivo en desarrollo, esta información se realizó para cada fase fenológica del cultivo quinua. Las comparaciones de afectación del cultivo quinua se deben hacer en base al cuadro de umbrales de daño para la comunidad Toledo. Ver Anexo 2.

Esta tabla nos permitirá identificar las amenazas meteorológicas, climáticas e hidrológicas que afectan el normal desarrollo del cultivo y emitir en base a esta información un aviso de alerta de afectación agrícola

Paso 9, se incluirá a uno de los astro, fito, bio, indicadores en un ranking del sistema de alerta temprana de la comunidad Toledo, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Parámetros de Indicadores naturales	Porcentaje de predicción a largo plazo
Chijta	90%
Nubes	90%
Zorro	80%
Thola	80%
Leña	80%

Paso 10, recopilar información de los bio-astro-zoo-fito indicadores para construir conocimientos

nuevos ligados a investigación participativa siguiendo la encuesta presentada en el acápite anterior así por ejemplo:

- Los astros, el sol, las fases lunares, las estrellas y su comportamiento, porque los mismos incurren directamente en el clima.
- Así mismo, fundamentado en la observación de los fenómenos meteorológicos como las lluvias, vientos, nevadas, granizadas, nubes, arco iris, los mismos que dan estándares de cómo va a ser el comportamiento del tiempo a corto o el clima a largo plazo.
- Igualmente, examinando los zoo indicadores porque estos se a su vez se basan en la observación del comportamiento de ciertos animales que tienen la característica de ser sensibles a cambios climáticos que ocurren en su hábitat.
- Así mismo, observando a los Fito indicadores analizamos plantas endógenas propias de la zona, las mismas son perceptivas a la variación del clima, observándose sobre todo donde crecen, como brotan, floración, fructificación, y rebrote.

Paso 11, comparar la información de ambos tipos de conocimiento logrando un dialogo intercultural, este dialogo disminuyo el riesgo de la comunidad Toledo a través de las diferentes metodologías de articulación utilizadas, las cuales se pueden replicar en todas las comunidades a nivel nacional para disminuirles el riesgo por amenazas atmosféricas.

3 Resultados

De acuerdo a los objetivos planteados se tuvo una planificación para la ejecución de los mismos, la información que se querida fue primaria y secundaria; así mismo se debió realizar las entrevistas. Para el llenado de las mismas a partir de preguntas abiertas y semi-estructuradas. La sistematización se realizó mediante cuadros o texto sustentado mediante testimonios orales transcritos de los entrevistados articulados con el pronóstico del tiempo y tendencia climática. El PIA-ACC-UTO-61 contrató una consultora (Floria Mary Yave Veliz) para realizar este trabajo.

Los pasos que se siguieron para procesar los resultados son: recoger, organizar, resumir,

presentar, analizar, generalizar, articular los resultados de las observaciones, entrevistas, y talleres realizados. Los datos cuantitativos fueron sometidos a una estadística descriptiva y correlacionada.

3.1 Resultados a nivel macro.

Se cuenta con información para la toma de decisiones con información hidrometeorológica (índices agro meteorológicos y agro climatológicos) articulados con los saberes ancestrales (indicadores naturales) con mayor precisión espacial y temporal para desarrollar acciones de prevención, mitigación, preparación y respuesta en el marco del sistema de alerta de riesgos a nivel comunal.

La comunidad Toledo establece desde sus usos y costumbres, la incorporación del calendario aimara, los cuales se dividen en épocas de: Juyphi –pacha (época fría), Lapaka-Pacha (época de calor), Jallu-Pacha), (época de lluvia) y Awti-Pacha (época seca).(cf. Prodiversitas,2000).

Cada época tiene sus características propias, donde se establece la siembra y los eventos relacionados al desarrollo de los cultivos, la cosecha, de la papa, que después de elegir las semillas una parte va para elaborar chuño (papa deshidratada), para lo cual se requiere frio seco, después de haber cosechado la papa, entonces, la convivencia de los fenómenos meteorológicos extremos contrae respeto al realizar la solicitud a los fenómenos meteorológicos para que los impactos no sean destructivos.

La presencia del eventos meteorológicos extremos, con sus efectos variados como las granizadas, sequias, haladas, fuertes vientos y sus cambios bruscos de temperatura inciden en la comunidad Toledo.

Se identificó que la helada, no baja de forma uniforme o afecta de forma homogénea a las parcelas de los agricultores, las heladas van afectando de forma intercalada, según su exposición. El impacto de las heladas son pérdidas totales y perdidas parciales, es la amenaza que más impacta en los cultivos de las zonas planas, conocidos como pampas, las parcelas que tienen

menor incidencia con la helada son las que se siembran en el cerro, y las que pasan, inadvertidas por su menor exposición son lo que se cultiva en las hoyadas, a las que pocas personas tienen acceso en la comunidad Toledo.

Se identificó que en la granizada, el cielo se oscurece, a la distancia se observa su caída en forma de cola de gato, con truenos y relámpagos, entonces es la nube de la granizada más conocida como cumulonimbos. El impacto de la granizada, genera daños significativos en los cultivos, su movimiento es en forma zigzagueante y es de forma intercalada muy similar a la helada, siempre deja quebradas las panojas y las hojas que fueron impactadas, ya no es posible la recuperación de los cultivos, ya que con la radiación solar se marchitan las hojas dañadas para luego posteriormente caer al suelo.

Se identificó que el viento, cubre las parcelas de los agricultores, en algunos casos de forma parcial pero en otros casos es cubrimiento total, los agricultores en la comunidad Toledo tienen que volver a replantar con liwk'ana. El impacto del viento es que cubren demasiado las semillas con tierra, cuando las semillas tienen que emerger, se ven dificultadas por el excesivo peso de la tierra sobre ellas.

Se identificó que la lluvia, cuando cae en mayor intensidad, duración y frecuencia, es dañina en época de siembra. El impacto de las lluvias fuertes compacta el suelo, creando una especie de costra en el horizonte A del suelo, cambiándole su estructura, restándole el porcentaje de porosidad a la capa arable del suelo lo que impide emerger a los cultivos en su primera fase fenológica, este fenómeno ocurre generalmente en suelo arcillo-limosos y arcillo-arenosos en la comunidad Toledo.

3.1.1 Indicadores de logro:

A partir de la gestión 2016, todas las acciones de prevención, mitigación, preparación de los efectos ocasionados por fenómenos atmosféricos, climáticos e hidrológicos extremos que afectaron al territorio Comunal, son planificadas y desarrolladas

en base a información hidrometeorológica (índices agro meteorológicos y agro climatológicos) articulada con los saberes ancestrales (bio-zoo-astro-fito indicadores) con mayor precisión temporal.

3.1.2 Fuentes de verificación:

Planes de contingencia comunal.
Planes de emergencia comunal.
Planes de desarrollo Comunal.
Programas y Proyectos en base al conocimiento inter-científico.
Sistemas de Alerta Temprana Comunal, en base al conocimiento inter-científico.

3.2 Resultados a nivel micro.

3.2.1 Resultados de: Identificar parámetros de los conocimientos ancestrales compatibles y/o comunes con el pronóstico del SENAMHI para construir información articulada aplicable.

Se ha identificado parámetros de los conocimientos ancestrales compatibles y/o comunes con el pronóstico del SENAMHI para construir información articulada aplicable.

Los 5 índices agrometeorológicos son: Balance hídrico, Vientos, temperaturas, humedad relativa y fotoperiodo y 5 indicadores Naturales: Chijta, Thola, Zorro, nubes y leña en la comunidad Toledo.

Parámetros de Indicadores naturales	Porcentaje de predicción a largo plazo	Parámetros agrometeorológicos	Porcentaje de predicción a corto plazo
Chijta	90%	Balance hídrico	80%
Nubes	90%	Viento	70%
Zorro	80%	Fotoperiodo	70%
Thola	80%	Temperaturas y GD	80%
Leña	80%	Humedad relativa	70%

Fuente: Elaboración propia en base datos del PIA-ACC-UTO-61

Como se puede observar en la tabla que el pronóstico de indicadores naturales es más precisa a largo plazo, a diferencia de los pronósticos del SENAMHI los cuales son más precisos a corto plazo,

principalmente las alertas de riesgo agropecuario comunal.

Con la nueva articulación de pronósticos del tiempo y tendencias climáticas, el sector agropecuario cuenta con información de variables hidrometeorológicas y de rendimiento cuali y cuantitativas a corto, mediano y largo plazo por ejemplo: temperaturas, precipitaciones, vientos, radiación, insolación, evapotranspiración real, heladas, nevadas, presión, granizo, sequias, buen rendimiento, mala cosecha, elevado ataque de plagas y enfermedades.

3.2.1.1 *Indicadores de logro:*

A la conclusión del segundo semestre del año 2017:

- Los fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan a las zonas del cultivo quinua el cual además es de la seguridad alimentaria de la comunidad Toledo, se encuentra monitoreados de forma articulada a través del conocimiento inter científico.

3.2.1.2 *Fuentes de verificación:*

- Boletines agrometeorológicos en base al conocimiento inter científico.
- Alertas de riesgo agropecuario comunal en base al conocimiento inter científico.
- Planes de contingencia en base al conocimiento inter científico.
- Planes de emergencia en base al conocimiento inter científico.
- Sitios web SAT agro comunal www.satcomunal.uto.edu.bo

3.2.2 *Resultados de: Desarrollar índices de representación inter científico para generar una línea base y registro de datos para pronóstico del tiempo y tendencia climática en zonas productivas agrícolas-pecuarias estratégicas.*

Se han desarrollado índices de representación inter científico para generar una línea base y registro de datos para pronóstico del tiempo y tendencia climática en zonas productivas agrícolas-pecuarias estratégicas.

Con la articulación de pronósticos se monitorea, planifica y se toman decisiones en base a la siguiente información hidrometeorológica (temperatura nocturna, temperatura diurna, Grados Día, fotoperiodo, evapotranspiración potencial, radiación, precipitación). El sector agropecuario comunal contara con índices del tiempo y el clima que permitan procesar índices de sequía, índices agrometeorológicos, balances hídricos agrícolas, rendimientos de acuerdo a factores climáticos y prever amenazas por enfermedades y plagas susceptibles a variaciones atmosféricas, planificación de acciones de prevención, preparación ante fenómenos adversos en el marco del Sistema Alerta Temprana Agropecuaria y otros relacionados.

3.2.2.1 *Indicadores de logro:*

A la conclusión del primer semestre del año 2018:

Al menos 5 índices agrometeorológicos (Balance hídrico, Vientos, temperaturas, humedad relativa y fotoperiodo) y 5 indicadores Naturales (Chijta, Thola, Zorro, nubes y leña) del conocimiento inter científico son calculados y aplicados a la planificación de acciones de prevención, preparación ante fenómenos climáticos adversos en el marco del Sistema Alerta Temprana Agropecuaria y otros relacionados en la comunidad Toledo.

3.2.2.2 *Fuentes de verificación:*

- Rendimientos 30% más altos de los cultivos de la seguridad alimentaria en relación a años pasados.
- Ataque de plagas a los cultivos 20% menor en relación a los años pasados.
- Ataque de enfermedades a los cultivos 10% menor en relación a los años pasados.

3.2.3 Resultados de: Delimitar la validez del conocimiento ancestral frente al conocimiento científico para conocer los límites cualitativos y cuantitativos de los pronósticos.

Se ha Delimitado la validez del conocimiento ancestral frente al conocimiento científico para conocer los límites cualitativos y cuantitativos de los pronósticos por 2 años (campañas agrícola de verano 2016-2017 y 2017-2018).

Se cuenta con información que ayuda a tomar mejores decisiones en la planificación de todas las actividades agrícolas en la comunidad Toledo.

Se entiende que la sociedad humana en la comunidad Toledo, no funciona en términos de relaciones mono polares.

Se establece que el conocimiento inter científico puede ser correlacionado uno con el otro para tener mayor precisión del resultado final pero es necesario utilizar una metodología mucho más cualitativa, que al mismo tiempo sea participativa y revalorizadora del conocimiento endógeno.

Se establece que el conocimiento ancestral tenía valores éticos y morales, mayores a los actuales ya que articulaban la relación entre vida social, natural, material, espiritual, tenían por sobre todo un respeto por la naturaleza y por el prójimo, esta filosofía lleva a un equilibrio hombre y ecología, por ende lleva a un desarrollo sostenible y sustentable de este sistema equilibrado en el tiempo.

Se cuenta con alternativas técnicas validadas en diversificación y producción de los componentes del SAT agropecuario de la comunidad Toledo.

Se cuenta con prácticas y saberes locales y nuevas alternativas técnicas para la gestión del riesgo agrícola comunal.

Se cuenta con alternativas técnicas integrales para la gestión del riesgo.

Se ha podido verificar que el SENAMHI es más preciso en el pronóstico a corto plazo (4 días) en relación al pronóstico de los indicadores naturales (3 a 6 meses), por ejemplo, tanto los indicadores naturales como el SENAMHI pueden predecir una

nevada la próxima semana, la diferencia es que el SENAMHI puede precisar que día exactamente de la próxima semana será la nevada.

Se ha podido verificar que el SENAMHI es más impreciso en tendencia climática a largo plazo agrícola (3 meses a 6 meses) en relación a la tendencia climática de los indicadores naturales, porque los indicadores naturales deberían clasificarse para su aplicabilidad para diferentes circunstancias de la siguiente manera:

- a) pronosticar el tiempo o comportamiento climatológico.
- b) pronosticar el tiempo relacionado a las actividades agrícolas. Por ejemplo, reconocer señales para tomar decisiones de siembra o cosecha, a través de la observación del comportamiento fenológico de la flora, de las conductas de ciertos animales, así como el comportamiento de los astros en determinadas fechas, que casi siempre fueron relacionados con el comportamiento climático para el ciclo agrícola y que éstos permiten establecer un sistema de alerta temprana que posibilita la planificación estratégica del tiempo y el lugar de la siembra, así como la orientación de los surcos en las parcelas, para evitar los vientos intensos evitando la erosión eólica.
- c) los indicadores naturales, No solo son indicadores climáticos sino también, indicadores de producción; Por ejemplo, el "airampo o tuna" puede medir la (futura) producción de quinua. Mientras salgan más tuna, habrá más quinua en la siguiente cosecha sin tomar en cuenta el clima.

3.2.3.1 Indicadores de logro:

A la conclusión del segundo semestre del año 2018:

- Este documento permitirá identificar esta clasificación de los indicadores naturales para dar luces sobre la aplicabilidad en determinada circunstancia y referencia para la toma de decisiones sobre la dinámica de las actividades agro-productivas y desarrollo rural en la comunidad Toledo.

- El documento indicará los márgenes de error o nivel de confianza; automáticamente indicará cuales son los mejores indicadores naturales de la localidad, algo así como un ranking del mejor indicador natural, para un determinado evento, en la comunidad Toledo.

3.2.3.2 Fuentes de verificación:

- Boletines agrometeorológicos con aplicabilidad en determinada circunstancia y referencia para la toma de decisiones sobre la dinámica de las actividades agroproductivas y desarrollo rural en la comunidad Toledo.
- Alertas de riesgo agropecuario con aplicabilidad en determinada circunstancia y referencia para la toma de decisiones sobre la dinámica de las actividades agro-productivas y desarrollo rural en la comunidad Toledo.
- Planes de contingencia con aplicabilidad en determinada circunstancia y referencia para la toma de decisiones sobre la dinámica de las actividades agro-productivas y desarrollo rural.

3.3 Acciones para la Difusión de Resultados

La estrategia Comunal de articulación debió contemplar la realización de talleres comunales sobre la interpretación y la aplicación de la información articulada de pronóstico del tiempo y tendencia climática donde se prevé las siguientes actividades de difusión y transferencia de resultados de la estrategia:

- a) Promover intercambio de experiencias, como espacios de retroalimentación de conocimientos locales en comunidades donde exista trabajos similares realizados.
- b) En las ferias organizadas en la comunidad Toledo para aplicar los resultados obtenidos, a través de un simulacro de acciones.
- c) En el Núcleo Educativo de la comunidad Toledo, presentar las prácticas implementadas como

estrategias de conservar este recurso elemental el agua.

Interacción con Organizaciones Sociales de Productores y campesinos para Mostrar y Validar la Estrategia Comunal de Articulación del Conocimiento Intercientífico.

El desarrollo integral que propone la investigación y posterior articulación requiere de la amplia participación de las organizaciones sociales de productores y campesinos, dado que los pobladores son los que afrontan problemas de variabilidad climática y necesitan el apoyo institucional técnico y financiero para revalorizar y desarrollar sus actividades en procura de mejorar y elevar su calidad de vida.

4 Discusión

Muchos indicadores fueron escogidos según la experiencia local o comunal. No podemos esperar buenos resultados en una zona distinta ya que las condiciones del ecosistema son diferentes de una zona a otra por más cercana que parezca. Por otro lado, el clima cambiante actual complicará algunas de estas predicciones, aún en la misma localidad.

También debemos aprender los razonamientos que están detrás de sus predicciones. Así, podemos desarrollar nuestra propia serie de indicadores, modificando y adaptando los razonamientos, según cómo se comporta el clima en cada localidad. Los objetos astronómicos principales, los eventos atmosféricos como las nubes y el viento que se relacionan con el clima.

Para apropiarnos de las prácticas de pronóstico del tiempo y tendencia climática y para poder articularlas y adaptarlas a nuestro ambiente, es fundamental tener conocimientos básicos sobre el ciclo del agua, así como su balance hídrico a nivel de la comunidad Toledo.

El objetivo general del presente trabajo es contribuir a la toma de decisiones con información hidrometeorológica, índices agro meteorológicos y agro climatológicos, articulados con los saberes ancestrales e indicadores naturales, con mayor precisión espacial y temporal para desarrollar acciones de prevención, mitigación, preparación y respuesta en el marco del sistema de alerta de

riesgo. Así mismo, se busca identificar parámetros de los conocimientos ancestrales compatibles y/o comunes con el pronóstico del SENAMHI para construir información articulada aplicable. Por otro lado se pretende desarrollar índices de representación inter científico para generar una línea base y registro de datos para pronóstico del tiempo y tendencia climática en zonas productivos agrícolas y pecuarias estratégicas. Del mismo modo se procura delimitar la validez del conocimiento ancestral frente al conocimiento científico para conocer los límites cualitativos y cuantitativos de los pronósticos.

Para cumplir estos objetivos se plantea construir una Estrategia Comunal para la Articulación del Pronóstico de los Indicadores Naturales y del SENAMHI para la Gestión del Riesgo Agropecuario y Adaptación al Cambio Climático la cual será construida en un proceso participativo intersectorial con actores públicos, privados, organizaciones sociales relacionadas con la temática.

El presente trabajo establece la visión, procedimientos, objetivos, indicadores, resultados, para la elaboración de una Estrategia Comunal para la Articulación del Pronóstico de los Indicadores Naturales y del SENAMHI para la Gestión del Riesgo Agropecuario y Adaptación al Cambio Climático sus acciones de los diferentes niveles del Estado que tienen competencia con la gestión de riesgo agropecuario y adaptación al cambio climático, cuya finalidad es reducir los impactos de daños y pérdidas por condiciones climáticas adversas en el sector agropecuario, coadyuvando con la soberanía y seguridad alimentaria de nuestro país.

El estudio es de tipo investigación acción participativa revalorizadora (IAPR), pues lo que busca es revalorizar los conocimientos de nuestros ancestros; se aspira a promover el estudio, desarrollo, preservación y difusión de las culturas tradicionales de la comunidad.

El diagnóstico participativo (línea base) será desarrollado a través de articulaciones en pronósticos de 72 horas, 10 días, un mes y tres meses. Las actividades de diagnóstico, implementación de articulación se realizarán en todo el país donde se complemente un Yapuchiri o

Pacha Yatiri además de una estación meteorológica para su aplicabilidad.

La metodología IAPR pretende la generación de alternativas de desarrollo, buscando la amplia participación con toma de decisiones propias de las comunidades campesinas a nivel nacional.

La Seguridad y Soberanía alimentaria es el derecho del estado a definir sus propias políticas en esa área, a controlar las semillas, tierras y agua garantizando la producción de alimentos locales de manera participativa, comunitaria, culturalmente apropiada y en armonía y complementación con la Madre Tierra, para el acceso de la población boliviana a alimentos suficientes, sanos, variados y nutritivos. Concordante con lo establecido en la Constitución Política del Estado, Plan Comunal de Desarrollo, Plan sectorial detallados anteriormente, la Estrategia para la Gestión del Riesgo Agropecuario y Cambio Climático tiene fundamentalmente la finalidad de disminuir las vulnerabilidades a fin de garantizar la seguridad alimentaria con soberanía de la población a través del desarrollo de las capacidades para la Gestión del Riesgo Agropecuario y Cambio Climático a nivel de comunidad. Así mismo la CPE. DERECHOS DE LAS NACIONES Y PUEBLOS INDÍGENA ORIGINARIO CAMPESINOS. Artículo 30.

II. En el marco de la unidad del Estado y de acuerdo con esta Constitución las naciones y pueblos indígena originario campesinos gozan de los siguientes derechos: 9. A que sus saberes y conocimientos tradicionales, su medicina tradicional, sus idiomas, sus rituales y sus símbolos y vestimentas sean valorados, respetados y promocionados.

Ley 031. Artículo 92. (DESARROLLO PRODUCTIVO). De acuerdo a la competencia exclusiva del Numeral 19, Parágrafo I del Artículo 304, y la competencia concurrente del Numeral 7, Parágrafo III del Artículo 304, de la Constitución Política del Estado, los gobiernos indígena originario campesinos tienen las siguientes competencias: numeral 1. Fomento de la recuperación de saberes y tecnologías ancestrales, orientadas a transformación y valor agregado.

Ley 300. Artículo 4. (PRINCIPIOS). Los principios que rigen la presente Ley además de los establecidos en el Artículo 2 de la Ley N° 071 de Derechos de la

Madre Tierra son: 17. Diálogo de Saberes. El Estado Plurinacional de Bolivia asume la complementariedad entre los saberes y conocimientos tradicionales y las ciencias.

Ley 338. ARTÍCULO 12. (LA AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTABLE Y EL CAMBIO CLIMÁTICO). En el marco de la política y el Plan Plurinacional de Cambio Climático para el Vivir Bien, los sujetos de la agricultura familiar sustentable y las actividades diversificadas, deben: 4. Realizar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático aplicando sus propias prácticas y conocimientos ancestrales para contribuir a propuestas.

El Plan de Desarrollo Económico Social (PDES) 2016 – 2020, en cumplimiento a la Agenda Patriótica 2025 en su Pilar 9: Soberanía ambiental con desarrollo integral, establece la Meta 7: Agua y prevención de riesgos por cambio climático: gestión integral, y los Resultados 6 y 7: “al menos 30% de municipios de alto riesgo de desastres, han reducido su vulnerabilidad frente eventos adversos, hidrometeorológicos y climáticos, en el marco de acciones de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático” y “la mayoría de los departamentos cuentan con Sistemas de Alerta Temprana – SAT consolidados e integrando los SATs municipales y/o mancomunidades al Sistema Comunal de Alerta Temprana para Desastres – SNATD”.

A partir del 14 de noviembre de 2014 se cuenta con la Ley No. 602 de Gestión de Riesgos que regula el marco institucional y competencial para la Gestión de Riesgos que incluye la reducción del Riesgo (prevención, mitigación y recuperación) y atención de desastres y/o emergencias (preparación, alerta, respuesta y rehabilitación) en su Artículo 43, Parágrafo II.

Establece que una de las atribuciones del Sistema Comunal de Alerta Temprana para Desastres (SNATD), es articular los Sistemas de Alerta Temprana de entidades territoriales autónomas y los sistemas de monitoreo y vigilancia de las instituciones técnicas científicas, con características y alcances definidos en la ley 602.

El D.S. 2342, Reglamento de la Ley de Gestión de Riesgos en su Artículo 26 ENTIDADES TÉCNICO - CIENTÍFICAS, establece lo siguiente:

Parágrafo II, Inciso a), Para efectos del presente Decreto Supremo, este inciso reconoce al Servicio Comunal de Meteorología e Hidrología como una entidad técnico científica. También, el Parágrafo III, establece que los datos e información que se generen en contextos de monitoreo y vigilancia de amenazas señaladas en el Artículo 36 de la Ley N° 602, deben ser remitidas a las instancias técnicas competentes en el marco de las normas en vigencia de manera periódica y oportuna. Este parágrafo en específico refuerza la competencia institucional del SENAMHI y los saberes ancestrales para la administración de datos e información relacionada a las actividades meteorológicas, climatológicas, agro-meteorológicas e hidrológicas en el contexto Comunal.

El Artículo 41, MONITOREO DE LAS AMENAZAS. Conforme a lo establecido en el Parágrafo III del Artículo 38 de la Ley N° 602, las entidades técnico científicas, entidades del nivel central del Estado y entidades territoriales autónomas que operen sistemas de vigilancia, monitoreo y alerta, de acuerdo al Parágrafo 111 del Artículo 26 del presente Decreto Supremo que se encuentre disponible en el Sistema Comunal de Alerta Temprana para Desastres (SNATD), aplicarán modelos, información histórica, geo-referenciación, estudios de micro zonificación y otros, para definir los niveles de magnitud y caracterización de las amenazas., principalmente proporcionando información para la planificación de desarrollo sostenible de los sectores agro-productivos, seguridad alimentaria, agua y saneamiento básico y energía, salud, educación y la gestión integral del riesgo.

Ley 602. Artículo 23°. (Saberes y prácticas ancestrales en la gestión de riesgos) El nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, deberán identificar, evaluar, sistematizar, revalorizar y aplicar los saberes y prácticas ancestrales en la gestión de riesgos, conjuntamente con los pueblos indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afro-bolivianos, en el marco de la cosmovisión de los mismos y respetando sus estructuras organizativas territoriales naturales.

5 Conclusiones

La Comunidad Toledo y el PIA-ACC-UTO-61 cuentan con una metodología propia para un pronóstico inter científico.

La Comunidad Toledo y el PIA-ACC-UTO-61 cuentan con una modelación del dialogo inter-científico para el cultivo Quinoa Real.

6 Referencias bibliográficas

- Andersen L.E., 2009: Cambio climático en Bolivia: Impactos sobre bosque y biodiversidad. Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo. Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo N° 11/2009.
- Araujo H., 2011: Seguridad alimentaria y tecnologías campesinas andinas de reducción de eventos climáticos extremos. Estudio de caso en comunidades indígenas de la sub central Chillavi - Ayopaya. Informe provisional. CENDA. Cochabamba - Bolivia.
- Baldivieso. E y L. Aguilar (2006). Metodología de pequeños productores para mejorar la producción agrícola. Estrategias locales para la gestión de riesgos. Altiplano Paceño, Bolivia. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)
- Constitución política del estado pluriComunal de Bolivia
- Crespo, M. Á. (2016). Hacia la sustentabilidad alimentaria en Bolivia y Kenia. La situación de la agricultura en Bolivia y crisis de la seguridad y soberanía alimentaria.
- Decreto Supremo 2342 del 27 de abril de 2015 (Reglamento y Ley de Gestión de Riesgos)
- Deldado, F., & Rist, S. (2016). Las ciencias desde la perspectivas del diálogo de saberes, la transdisciplinariedad y el diálogo intercultural. En F. Delgado , & S. Rist, Ciencia, diálogo de saberes y transdisciplinariedad (págs. 35-60). Cochabamba: Plural.
- Delgado , F. (2005). Estrategias de autodesarrollo y gestión sostenible del territorio en ecosistemas de montañas. La Paz: plural.
- Escóbar, C. (2011). Cosmovisiones amerindias y desarrollo endógeno sostenible. En B.
- Haverkort, & C. Reijntjes, Moviendo visiones de mundo (págs. 417-452). La Paz-Bolivia: Plural
- Kong Y., 2008. Rainwater recycling on green roofs for residential housing - Case Studies in Richmond, British Columbia; San Landscape Architecture, Faculty of Graduate Studies, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Letson, D, I. Llovet, G. Podesta, F. Royce, V. Brescia, D. Lema and G. Parellada (2001). User perspectives of climate forecast: crop producers in Pergamino, Argentina. En:
- Climate Research. Lüneburg, Germany Vol 19: 57-67
- Ley 144 Revolución Productiva (Art. 24 y 25)
- Ley 300 de la Madre Tierra
- Ley 602 de Gestión de Riesgos
- Ley 777 Sistema de Planificación Integral del estado SPIE
- Ley 786 Plan Comunal de Desarrollo Económico social 2016-2020 PDES
- Llambi L.; Lindemann T.; sf. Asistencia a los pisos andino en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario. Informe de política 10. Practicas ancestrales de manejo. Disponible: www.fao.org/climatechange/55804/es
- Martos, David Simón (2009) "Estudio sobre la captación pasiva de agua de niebla y su aplicabilidad", Tesis de maestría de Ingeniería de agua, Universidad de Sevilla, España.
- Ministerio del Poder Popular para la Educación (2008). Guía pedagógica Kariña para la educación intercultural bilingüe. Editorial Libros Comala. com. C.A. Venezuela.
- Olivares B; Guevara E y Demey J. (2012). Utilización de bioindicadores climáticos en sistemas de producción agrícola del estado Anzoátegui, Venezuela. Revista Multiciencia, VOL. 12(2) pp: 136 – 145
- Plata, W. (2014). Memoria del panel de expertos. En W. Plata, Reflexión y Evaluación sobre derechos y territorios indígenas en Bolivia (págs. 93-98). La Paz: Tierra.
- PNCC, 2000: Primera Comunicación Comunal ante la Convención de Cambio Climático. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal.
- PNCC, 2007: El cambio climático en Bolivia (análisis, síntesis de impactos y adaptación). Ministerio de Planificación del Desarrollo. Viceministerio de Planificación Territorial y Ambiental.
- PNUD, 2009: La otra frontera: Uso alternativo de recursos naturales en Bolivia. Informe temático sobre desarrollo humano.
- PNUD, 2011: Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático. Adaptación en agua y seguridad alimentaria. Documento de Reporte Técnico.
- PROSUCO. 2008. Suka Kollus: una tecnología ancestral para el tiempo actual. Programa suka kollus - PROSUKO,
- PROSUCO. 2012. Pachagrama – cuaderno de registro agroclimático”, PROSUCO/Min. Desarrollo Rural y Tierras-Bolivia/PRRD/COSUDE, La Paz, Bolivia. www.prosuko.org.bo
- Ramirez, A. (2001). Problemas teóricos del conocimiento indígena: presupuestos e inquietudes epistemológicas de base. En: Yachaikuna. Revista del Instituto Científico de
- Culturas Indígenas, Ecuador. Vol 1: pp 6-17. Disponible en: <http://icci.nativeweb.org/yachaikuna/1/ramirez.pdf>
- Rasnake, R. (1989). Autoridad y poder en los andes. La Paz: hisbol.
- Resolución Ministerial 115 (Ministerio de Planificación de Desarrollo)
- Resolución Ministerial MDRyT Nro. 165 de mayo de 2017 – Plan Sectorial Agrícola Rural con Desarrollo integral 2016-2020 PSARDI

- Rivarola. A.D.V., M. Vinocur y R.A. Seiler (2002). Uso y demanda de información agrometeorológica en el sector agropecuario del centro de la Argentina. En: Revista Argentina De Agrometeorología, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Vol 2 (2): 143-149
- Rivero. D, S. Vidal, M. Bazo (2002). Enfoque de etnias indígenas de Venezuela. Documento de trabajo. Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS) y Agencia de Cooperación Alemana (GTZ). Caracas, Venezuela.
Disponibile desde internet
en:<http://www.sisov.mpd.gob.ve/estudios/13/Enfoque%20de%20Etnias%20Indigenas.pdf>
- Salick. J. and Byg. A. (2007). Indigenous peoples and climate change. Tyndall Center for
- Climate Change Research, Oxford, USA
- San Matin , J. (1997). Uk'amapi. La Paz-Bolivia: Plural
- Tapia, N. (2016). El Diálogo de saberes y la investigación participativa revalorizadora: Contribucion y desafíos al desarrollo sustentable. En F. Delgado, & S. Rist, Ciencia, diálogo de saberes y transdisciplinariedad (págs. 89-118). Cochabamba: Plural.
- Tapia, N., & Syndicus, I. (2012). Procesos de Transformación en la gestión de la tierra, el territorio y la producción agropecuaria. La Paz-Bolivia : Plural.
- Zegada, M. T., & Gómez, E. (2014). El difícil recorrido hacia la autonomía indígena .
- Estudios e ensayos , 23-57.